

CENTRO UNIVERSITÁRIO IBMR

BEATRIZ BRAGA MOREIRA

FELIPE BITENCOURT MOREIRA

JULIANA MARIA DAMASCENO LARRUBIA

**ESTRATÉGIAS CIRCULARES NA INDÚSTRIA: REDUZINDO RESÍDUOS E
MAXIMIZANDO RECURSOS**

RIO DE JANEIRO

2023

BEATRIZ BRAGA MOREIRA
FELIPE BITENCOURT MOREIRA
JULIANA MARIA DAMASCENO LARRUBIA

**ESTRATÉGIAS CIRCULARES NA INDÚSTRIA: REDUZINDO RESÍDUOS E
MAXIMIZANDO RECURSOS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de
Produção ofertada pelo Centro Universitário IBMR,
a ser utilizado como diretrizes para obtenção do grau
de bacharelado.

Orientador: Prof. MSc. Paulo Ubiratan Nascimento
Oliveira

RIO DE JANEIRO

2023

BEATRIZ BRAGA MOREIRA
FELIPE BITENCOURT MOREIRA
JULIANA MARIA DAMASCENO LARRUBIA

**ESTRATÉGIAS CIRCULARES NA INDÚSTRIA: REDUZINDO RESÍDUOS E
MAXIMIZANDO RECURSOS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de
Produção ofertada pelo Centro Universitário IBMR,
a ser utilizado como diretrizes para obtenção do grau
de bacharelado.

Aprovado em _____ de _____ de 2023:

Banca examinadora:

Prof. MSc. Paulo Ubiratan Nascimento Oliveira
(Orientador)

(2º Examinador)

(3º Examinador)

AGRADECIMENTOS

Ao concluir este Trabalho de Conclusão de Curso, gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos às pessoas que tornaram esta conquista possível.

Em primeiro lugar, gostaríamos de agradecer ao nosso orientador Paulo Ubiratan pela orientação e apoio ao longo de todo o processo. Sua experiência e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho, e somos gratos por toda a orientação e conselhos que recebemos.

Gostaríamos de agradecer também aos professores e coordenadores que fizeram parte de nossa trajetória e que contribuíram com seus conhecimentos e insights durante as disciplinas do curso. Seus ensinamentos foram fundamentais para a nossa formação acadêmica e para o desenvolvimento deste trabalho.

Não podemos deixar de expressar nossa gratidão aos nossos amigos e familiares, que sempre nos apoiaram e incentivaram ao longo dessa jornada. Seus encorajamentos e palavras de apoio foram essenciais para que pudéssemos superar os desafios e nos manter motivados durante todo o processo.

Por fim, gostaria de agradecer a todas as pessoas que participaram deste estudo, seja por meio de entrevistas, questionários ou simplesmente por compartilharem suas experiências. Suas contribuições foram valiosas para enriquecer este trabalho e trazer novos insights para a área de estudo.

Agradecemos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Seus esforços e apoio foram fundamentais para o nosso crescimento acadêmico e pessoal.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso (TCC) explora a aplicabilidade da economia circular na indústria, com foco em uma empresa fictícia de plásticos. Por meio de uma pesquisa bibliográfica abrangente, são investigados os conceitos, teorias e práticas relacionadas à economia circular. O estudo identifica os desafios enfrentados pela empresa, como desperdício de matéria-prima, avarias durante o transporte, falta de aproveitamento de resíduos e problemas de treinamento e conscientização. Com base na análise dos dados coletados, são propostas soluções práticas, incluindo a reutilização de resíduos plásticos, aprimoramento dos processos de transporte e armazenamento, capacitação dos funcionários e conscientização sobre sustentabilidade. Os resultados demonstram os benefícios da economia circular na redução de desperdícios, economia de recursos naturais, melhoria da imagem da empresa e contribuição para a preservação do meio ambiente. O estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a aplicabilidade da economia circular na indústria, fornecendo diretrizes para outras organizações interessadas em adotar práticas sustentáveis e promover a transição para uma economia circular.

Palavras-chave: economia circular, indústria; sustentabilidade.

ABSTRACT

This undergraduate thesis explores the applicability of the circular economy in the industry, focusing on a fictional plastics company. Through comprehensive research, concepts, theories, and practices related to the circular economy are investigated. The study identifies challenges faced by the company, such as raw material waste, damages during transportation, underutilization of waste, and training and education issues. Based on the analysis of the collected data, practical solutions are proposed, including plastic waste reuse, improvement of transportation and storage processes, employee training, and awareness of sustainability. The results demonstrated the benefits of the circular economy in waste reduction, conservation of natural resources, improvement of the company's image, and contribution to environmental preservation. The study contributes to advancing knowledge about the applicability of the circular economy in the industry, providing guidelines for other organizations interested in adopting practices and promoting the transition to a circular economy.

Keywords: circular economy, industry; sustainability.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACV Análise do Ciclo de Vida

AVA Análise de Valor Agregado

CNI Confederação Nacional da Indústria

DFE Design for Environment

DOE Projeto de Experimentos

EC Economia Circular

FMEA Análise de Modos de Falha e Efeitos

MFV Mapeamento do Fluxo de Valor

TCC Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo Geral.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos.....	10-11
2. REVISÃO BIVLIOGRÁFICA	11
2.1 PRINCÍPIOS E FUNDAMENTOS DA ECONOMIA CIRCULAR.....	11-12
2.2 BENEFÍCIOS DA ECONOMIA CIRCULAR.....	12-14
2.3 ECONOMIA CIRCULAR E SUA APLICABILIDADE NA INDÚSTRIA.....	14-16
3. METODOLOGIA	17
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	17
3.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	17
3.3 ESTUDO DE CASO.....	18
4. DISCUSSÕES E RESULTADOS	18
4.1 OBSTÁCULOS E DISCUSSÕES.....	18-20
4.1.1 Aplicação da Economia Circular.....	21-22
4.1.2 Aplicação da Engenharia de Produção.....	22-24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24-26
REFERÊNCIAS	27-29

I. INTRODUÇÃO

A economia circular (E.C) é um modelo econômico que busca minimizar o desperdício e a degradação ambiental, mantendo os materiais e recursos em uso por meio da reutilização, recuperação e regeneração de produtos e materiais. Ao contrário do modelo linear, que se baseia na extração de recursos naturais, produção, consumo e descarte, a economia circular propõe um novo paradigma, onde o objetivo é manter os materiais e recursos em ciclos de uso contínuo, eliminando o conceito de resíduo.

Neste contexto, o presente trabalho de conclusão de curso (TCC) tem como objetivo explorar e analisar os princípios e as aplicações da economia circular no setor de plásticos, com o propósito de promover a mudança no modelo de produção e consumo, de forma a garantir a preservação dos recursos naturais e a redução do impacto ambiental das atividades humanas. Serão investigados os benefícios econômicos, ambientais e sociais decorrentes da adoção dessa abordagem, bem como os desafios e as oportunidades envolvidas.

A economia circular vai além da reciclagem tradicional, buscando a maximização do valor dos materiais, a redução do desperdício e a minimização dos impactos ambientais. Para isso, ela se baseia em princípios como a reutilização, a remanufatura, a recuperação de recursos e a utilização de energias renováveis. Dessa forma, promove-se a transição para uma economia mais eficiente, resiliente e sustentável.

Por fim, espera-se que este trabalho contribua para o entendimento da importância e das potencialidades da economia circular como uma alternativa viável e sustentável ao modelo linear predominante. Compreender os princípios e as aplicações dessa abordagem pode fornecer insights valiosos para a tomada de decisão e o desenvolvimento de estratégias empresariais, políticas públicas e ações individuais que promovam a transição para uma economia mais circular e regenerativa.

1.1 OBJETIVOS

Nas seções abaixo apresenta-se o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

1.2.1 Objetivo Geral:

O objetivo principal deste trabalho é analisar a aplicação da economia circular no setor de plásticos, destacando os propósitos específicos deste modelo econômico neste segmento produtivo.

1.2.2 Objetivos Específicos:

Os objetivos específicos são:

- Estimular a adoção de tecnologias e processos produtivos mais eficientes e sustentáveis, que minimizem a geração de resíduos e reduzam a pegada ambiental da indústria de plástico;
- Promover a conscientização e a educação sobre a importância da economia circular e a redução do consumo de plástico, incentivando a mudança de hábitos e a adoção de práticas mais sustentáveis.
- Aplicar os princípios da Engenharia de Produção para desenvolver soluções eficientes e sustentáveis para os problemas identificados. Isso inclui a aplicação de métodos, ferramentas e técnicas da engenharia de processos, gestão da qualidade e otimização de recursos.
- Propor melhorias nos processos produtivos da Empresa Plastic Company visando a redução de desperdícios, a otimização de recursos e a maximização da eficiência operacional. Serão considerados aspectos como layout de produção, fluxo de trabalho, gestão de estoques, tempos de ciclo, entre outros.
- Desenvolver estratégias para o gerenciamento adequado dos resíduos plásticos gerados pela Empresa Plastic Company. Serão exploradas alternativas de reciclagem, reutilização e valorização dos resíduos, com o objetivo de reduzir a dependência de matéria-prima virgem e minimizar os impactos ambientais.
- Promover a conscientização e o treinamento dos colaboradores da Empresa Plastic Company sobre as práticas sustentáveis e as mudanças propostas. Serão desenvolvidos

programas de capacitação e comunicação interna, visando engajar os funcionários e garantir a adesão e o sucesso das melhorias implementadas.

- Promover a coleta seletiva e a reciclagem de resíduos plásticos, garantindo o reaproveitamento dos materiais e evitando que os mesmos sejam destinados a aterros sanitários ou poluam o meio ambiente;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRINCÍPIOS E FUNDAMENTOS DA ECONOMIA CIRCULAR

Entre os principais princípios e fundamentos da economia circular no setor plástico, podemos destacar:

1. Maximização da utilização de recursos naturais: A economia circular busca maximizar a utilização de recursos naturais, evitando o seu desperdício e garantindo a sua preservação para as gerações futuras. Isso implica em uma produção mais eficiente, na redução do consumo de matérias-primas e na utilização de fontes renováveis de energia.
2. Eliminação do conceito de lixo: Na economia circular, não há a ideia de que algo possa ser considerado como lixo, uma vez que todos os materiais devem ser mantidos em uso e não serem descartados sem um propósito. Nesse sentido, é importante promover a recuperação e reciclagem de materiais, garantindo que eles sejam reutilizados na produção de novos produtos.
3. Foco no ciclo de vida dos produtos: A economia circular enfatiza o ciclo de vida dos produtos, desde a sua concepção até o seu descarte, buscando reduzir os impactos ambientais em todas as etapas. Isso implica em um design mais sustentável, na utilização de materiais renováveis e na redução da pegada de carbono dos produtos.
4. Economia de recursos: A economia circular busca a otimização e o uso mais eficiente dos recursos, evitando o desperdício e reduzindo o consumo de matérias-primas. Isso implica em uma produção mais eficiente e na utilização de processos produtivos que gerem menos resíduos.
5. Priorização da recuperação e reciclagem: A economia circular prioriza a recuperação e reciclagem de materiais, garantindo que eles sejam reutilizados na produção de novos produtos. Isso implica em um sistema de coleta e reciclagem eficiente, além de

investimentos em tecnologias que permitam a recuperação de materiais que antes eram considerados como lixo.

6. Colaboração e cooperação: A economia circular incentiva a colaboração e a cooperação entre diferentes atores da cadeia produtiva, promovendo a troca de conhecimentos e informações para garantir práticas mais sustentáveis.
7. Inovação e design sustentável: A economia circular valoriza a inovação e o design sustentável, que levem em consideração a redução do impacto ambiental durante todo o ciclo de vida do produto.

2.2 BENEFÍCIOS DA ECONOMIA CIRCULAR (E.C)

A economia circular preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos, administrando estoques finitos e fluxos renováveis, oferecendo diversos mecanismos de criação de valor dissociados do consumo de recursos finitos. O consumo só ocorre em ciclos biológicos efetivos. Os recursos se regeneram no ciclo biológico ou são recuperados e restaurados no ciclo técnico. No ciclo biológico, os processos naturais da vida regeneram materiais, através da intervenção humana ou sem ela. No ciclo técnico, desde que haja energia suficiente, a intervenção humana recupera materiais e recria a ordem em um tempo determinado (MACARTHUR, 2017). O Brasil paulatinamente insere-se na economia circular, havendo oportunidades de inserção no setor industrial, como novos modelos de negócios, design, recuperação dos materiais, além da economia informal existente, no qual é o foco deste projeto. Ademais o setor eletroeletrônico, com a recuperação dos materiais e novos serviços; da construção civil, com a redução da quantidade de resíduos gerados; têxtil, com novos materiais e cadeias cíclicas de valor; e plástico, com grandes oportunidades de redução e recuperação, além de novos materiais (CE100 BRASIL, 2017; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016). Sendo assim, empresas com visão de longo prazo, com foco na inovação e na geração de valor, como apregoado pela Economia Circular, apresentam melhor desempenho econômico que as demais. Tais benefícios representam, em média, ganhos de 36%, com receita 47% superior e lucro 81% maior (BARTON; MANYIKA; WILLIAMSON, 2017). A seguir, vê-se a lista os benefícios da economia circular, abrangendo as partes em todos os níveis - clientes, empresas e sociedade (PINTO, 2018, p. 47-48):

1. Benefícios para a economia

- Reduções de custo com matéria-prima, gestão de resíduos e de emissões;
- Redução de riscos na volatilidade e suprimento de materiais no mercado;
- Criação de oportunidades de novos negócios e crescimento nos setores primário, secundário e terciário;
- Melhoria de eficiência de recursos e redução de custos;
- Estímulo à criação de novos negócios e oportunidade de emprego;
- Redução da dependência de matérias-primas virgens;
- Redução das externalidades;
- Estabelecimento de sistemas econômicos mais resilientes.

2. Benefícios para consumidores

- Melhoria da qualidade dos produtos;
- Redução da obsolescência programada;
- Maior possibilidade de escolha;
- Participação ativa na economia circular;
- Produtos de maior qualidade e durabilidade;
- Benefícios secundários - por exemplo novas funções dos produtos.

3. Benefícios para as empresas

- Potencial de lucro em novos negócios
- Novas formas de relacionamento com clientes;
- Oportunidades em novos modelos de negócio
- Novas oportunidades de financiamento;
- Criação de resiliência e vantagem competitiva;
- Redução custos e riscos com matérias primas;
- Redução nos gastos com legislação e regulação ambiental;
- Ganhos diretos com recuperação/ reciclagem dos materiais que eram descartados;
- Resiliência na cadeia de suprimentos;
- Inovação e vantagem competitiva;
- Possibilidade de *green marketing* para novos produtos e serviços;
- Redução da complexidade dos produtos e ciclos de vida mais gerenciáveis; e
- Estímulo à inovação e ecodesign.

4. Benefícios para sociedade

- Geração de empregos;
- Redução do impacto ambiental;
- Promoção da inclusão social;
- Promoção da inovação e da educação ambiental;
- Melhoria da qualidade de vida;
- Aumento do senso de comunidade, cooperação e participação através da economia compartilhada;
- Benefícios socioculturais e de bem-estar.

5. Benefícios para meio ambiente

- Redução no uso de matéria-prima virgem;
- Aumento do tempo de vida de matéria-prima por meio da eficiência no uso dos materiais e sua recuperação ao longo da cadeia;
- Diminuição da geração de resíduos e consequente alocação em aterros sanitários;
- Diminuição na geração de emissões;
- Conservação da água e dos recursos hídricos;
- Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas.

2.3 ECONOMIA CIRCULAR E A SUA APLICABILIDADE NA INDÚSTRIA

A economia circular tem despertado cada vez mais interesse e se mostrado uma abordagem altamente relevante para enfrentar os desafios ambientais e econômicos da atualidade. Especificamente, na indústria, a aplicabilidade da economia circular é de extrema importância, pois a produção industrial é uma das principais impulsionadoras da extração de recursos naturais e da geração de resíduos.

A economia circular na indústria busca romper com o modelo linear tradicional de produção, no qual os recursos são extraídos, transformados em produtos e, após o uso, descartados como resíduos. Em vez disso, a economia circular promove a criação de um ciclo contínuo, no qual

os recursos são mantidos em uso o máximo possível, por meio de estratégias como a recuperação, reutilização, remanufatura e reciclagem

Uma das principais estratégias da economia circular na indústria é a reciclagem. Ao reciclar materiais, como plástico, vidro, metais e papel, as empresas podem reduzir a dependência de matérias-primas virgens, minimizar os impactos ambientais associados à extração desses recursos e reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários.

Outra estratégia importante é a reutilização. Ao projetar produtos de forma modular e durável, as empresas podem facilitar a desmontagem e a recuperação de componentes, permitindo que eles sejam reutilizados em novos produtos ou em outras aplicações. Isso prolonga a vida útil dos materiais e reduz a necessidade de produção de novos recursos.

A remanufatura é outra prática chave da economia circular na indústria. Consiste em restaurar produtos usados para que tenham desempenho e qualidade semelhantes aos produtos novos. A remanufatura permite a recuperação de materiais e componentes valiosos, reduzindo a demanda por recursos naturais e diminuindo os custos de produção.

Além dessas estratégias, a economia circular na indústria também incentiva a implementação de modelos de negócios inovadores, como a economia de compartilhamento e o leasing. Por meio desses modelos, em vez de possuir produtos, os consumidores podem ter acesso a serviços e produtos sob demanda, compartilhando recursos e reduzindo a necessidade de produção excessiva.

A aplicabilidade da economia circular na indústria traz uma série de benefícios. Além de reduzir o impacto ambiental e a dependência de recursos naturais, a economia circular também pode gerar economias significativas de custos para as empresas, através da redução de matérias-primas, energia e eliminação de resíduos. Além disso, a inovação impulsionada pela economia circular pode abrir novas oportunidades de negócios e fortalecer a competitividade das empresas.

É importante ressaltar que a implementação da economia circular na indústria requer uma abordagem holística e colaborativa. Isso inclui a adoção de políticas e regulamentações favoráveis, a conscientização e a educação dos stakeholders, além do desenvolvimento de parcerias entre empresas, governos, academia e sociedade civil.

De acordo com uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) em 2019, 76,5% das indústrias desenvolvem iniciativas de economia circular em sua operação. As

principais práticas incluem a otimização de processos (56,5%), o uso de insumos circulares (37,1%) e a recuperação de recursos (24,1%). Além disso, 88,2% dos entrevistados avaliaram a economia circular como importante ou muito importante para a indústria brasileira.

Nesse contexto, destacam-se algumas empresas que adotaram a metodologia da economia circular em sua operação, alcançando sucesso em suas iniciativas.

A Coca-Cola, por exemplo, reutiliza suas garrafas de vidro em sua linha de produção, tendo celebrado a reciclagem de 100 milhões de garrafas PET em um ano em 2019, por meio do centro de coleta Sustenta PET, em parceria com catadores de material reciclável e cooperativas.

A Nespresso, famosa por suas cápsulas de café, criou uma solução para reutilizar cápsulas de alumínio. A empresa recolhe cerca de 22% das cápsulas vendidas, transformando o alumínio em material reciclado e o pó de café em adubo, por meio de um sistema mobilizado por carros elétricos nas capitais de São Paulo e Rio de Janeiro.

Já a marca brasileira de vestuário FARM tem adotado a circularidade nas etapas de cadeia de valor, aproveitando ao máximo os recursos e transformando os resíduos gerados em novos recursos. A empresa tem projetado cinco iniciativas de circularidade, incluindo a parceria com o projeto re-Roupa, que transforma tecidos de sobras de produção de coleções antigas e peças com defeito em novas peças únicas, e a colaboração com a Insecta Shoes, que permitiu ressignificar peças de roupa FARM antigas e resíduos de tecido da produção em sapatos ecológicos, com o solado feito de borracha reciclada. Vale destacar também a Rede Asta, que há 12 anos transforma restos de tecido em matéria-prima, permitindo que artesãs se tornem também empresárias. A FARM doa 100% do resíduo têxtil gerado na ponta de corte para a Rede Asta. Com essa parceria, as sobras de tecidos são transformadas em produtos pelas mãos de 160 artesãs de 41 grupos produtivos, no Rio de Janeiro. Estima-se que cada quilo de tecido doado gere R\$ 18,80 de renda para as artesãs. 100% das artesãs afirmaram que tiveram aumento de renda a partir das doações e, somente em 2019, as doações geraram R\$ 78.740,00 de renda para esses grupos. Em dois anos, foram doadas quase 25 toneladas (24.948,63 quilos) de resíduos. (Relatório de Impacto Rede Asta de 2019).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

A escolha da pesquisa bibliográfica como metodologia para este estudo se baseia em diversas razões que justificam sua utilização. Essa abordagem foi selecionada devido à natureza teórica do tema em questão e aos objetivos específicos deste trabalho de pesquisa.

3.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A seguir, as principais justificativas para a escolha da pesquisa bibliográfica:

1. Abrangência do conhecimento existente: A pesquisa bibliográfica permite explorar um amplo conjunto de fontes, como livros, artigos científicos, teses, dissertações e relatórios técnicos. Essas fontes são produzidas por estudiosos e especialistas, reunindo um vasto acervo de conhecimento acumulado ao longo dos anos. Ao utilizar essa metodologia, é possível acessar e analisar uma ampla gama de perspectivas teóricas, conceitos e abordagens relacionadas ao tema em estudo.
2. Contextualização e embasamento teórico: A pesquisa bibliográfica proporciona uma sólida base teórica para a pesquisa. Por meio da revisão da literatura existente, é possível compreender o estado atual do conhecimento sobre o tema, identificar os principais conceitos, teorias e modelos teóricos relevantes. Essa contextualização permite situar o trabalho em um contexto acadêmico e embasar as argumentações e conclusões apresentadas.

Em conclusão, a pesquisa bibliográfica foi escolhida como a metodologia adequada para este estudo devido à sua capacidade de explorar o vasto conhecimento existente sobre o tema em questão. Ao acessar e analisar fontes bibliográficas, é possível obter uma compreensão abrangente das teorias, conceitos e abordagens relacionadas ao assunto.

3.3 ESTUDO DE CASO

A empresa fictícia Plastic Company é uma referência no setor de produção de plásticos, reconhecida por sua inovação, qualidade e compromisso com a sustentabilidade. A Plastic Company atua na indústria de alimentos e bebidas com uma história de sucesso e uma equipe altamente qualificada. A Plastic Company é uma empresa de grande porte, com relevância, reputação e participação significativa no mercado, a empresa possui uma presença sólida e uma estrutura organizacional que atende às demandas de produção, comercialização e gestão de uma operação de grande escala. No entanto, constatamos desafios significativos, em relação aos resíduos plásticos durante sua produção.

Durante nossa análise, foi possível encontrar diversos problemas relacionados a avarias no transporte, excesso de retrabalho e refugo; planejamento e controle de produção ineficiente, falta de rastreamento e monitoramento; ausência de um sistema de gestão de resíduos, manuseio inadequado, não há treinamento adequado e baixa conscientização.

Este estudo de caso explorará as causas do desperdício de plástico na empresa Plastic Company e apresentará soluções práticas para reduzir o desperdício e promover práticas mais sustentáveis.

4. DISCUSSÕES E RESULTADOS

A Empresa Plastic Company, renomada no setor de produção de plásticos, enfrenta uma série de desafios que merecem uma discussão aprofundada. Embora seja reconhecida por sua inovação, qualidade e compromisso com a sustentabilidade, é importante abordar os problemas que a empresa enfrenta para entendermos a complexidade de suas operações e o impacto dessas questões em seu desempenho geral.

4.1 OBSTÁCULOS E SOLUÇÕES

Um dos desafios significativos é a ocorrência de avarias durante o transporte dos produtos plásticos. Essas avarias resultam em custos adicionais, retrabalho e, potencialmente,

insatisfação dos clientes. Para superar essa questão, a Empresa Plastic Company precisa investir em embalagens mais robustas e em procedimentos de manuseio e transporte mais cuidadosos, já que nossa análise constatou embalagens inadequadas para proteção; o que leva a danos físicos, como rachaduras, quebras ou deformações nos recipientes de plástico. Além disso, é fundamental que a empresa trabalhe em parceria com fornecedores de logística confiáveis e eficientes, a fim de minimizar os danos durante o transporte. A empresa também pode considerar a implementação de sistemas de monitoramento durante o transporte dos produtos plásticos. Isso pode incluir o uso de sensores de impacto ou dispositivos de rastreamento para identificar e registrar incidentes de avarias durante o transporte. Esses dados podem ser usados para avaliar a eficácia das soluções implementadas e tomar medidas corretivas, se necessário.

Outro problema identificado é o desperdício de plásticos durante o processo de produção. Esse desperdício não apenas resulta em perdas financeiras para a empresa, mas também tem um impacto negativo no meio ambiente. Foi identificado um excesso de retrabalho e refugo, pois uma quantidade significativa de plástico é desperdiçada no processo produtivo. É essencial que a Empresa Plastic Company se esforce para implementar medidas mais eficientes de redução de desperdício, como a revisão de processos e procedimentos de controle de qualidade, inspeções de processo, treinamento adequado dos funcionários para reduzir erros e melhorar eficiência, a adoção de tecnologias avançadas de reciclagem e a conscientização dos colaboradores sobre a importância de minimizar o desperdício.

A Plastic Company enfrenta problemas com planejamento e controle de produção ineficiente. A falta de um planejamento adequado e uma programação eficiente resultam em tempos de espera prolongados e interrupções na produção. Essas interrupções levam ao desperdício de plástico devido à necessidade de reajuste das máquinas. É necessário implementar um sistema de planejamento de produção eficiente para minimizar tempos de espera e interrupções. A otimização das sequências de produção e o uso de ferramentas como o *Lean Manufacturing* podem ajudar a reduzir o desperdício de plástico e melhorar a eficiência operacional.

A empresa não possui um sistema adequado de rastreamento e monitoramento do uso de plástico durante o processo de produção. Isso dificulta a identificação de pontos críticos de desperdício e a implementação de medidas corretivas. A empresa deve investir em tecnologias que permitam o rastreamento preciso do uso de plástico ao longo do processo de produção. Isso pode incluir a implementação de sensores e sistemas de coleta de dados para identificar pontos de desperdício e fornecer informações para a tomada de decisões baseadas em dados.

A Plastic Company não possui um sistema estruturado de gestão de resíduos plásticos. A falta de processos e procedimentos definidos dificulta a identificação, coleta e destinação adequada dos resíduos gerados durante a produção. A empresa deverá realizar avaliações regulares do sistema de gestão de resíduos plásticos e monitorar seu desempenho. Isso ajudará a identificar áreas de melhoria, ajustar as práticas existentes e explorar oportunidades adicionais para maximizar o aproveitamento de resíduos plásticos e reduzir o impacto ambiental da produção. Assim como promover a redução de resíduos plásticos por meio da conscientização dos funcionários e da implementação de práticas de produção mais eficientes. Incentivando a reutilização de embalagens e materiais plásticos sempre que possível, reduzindo assim a geração de resíduos.

A baixa conscientização dos funcionários sobre a importância da sustentabilidade ambiental e a necessidade de reduzir o desperdício de plástico pode levar a comportamentos inadequados e falta de compromissos com práticas mais sustentáveis. Para mitigar este problema, a empresa deve implementar programas de treinamento abrangentes que abordam temas como produção sustentável, gestão de resíduos plásticos, técnicas de redução de desperdício e melhores práticas de manuseio e transporte de produtos plásticos. Esses programas podem incluir treinamentos presenciais, *workshops*, manuais de treinamento e recursos online para garantir que todos os funcionários tenham acesso ao treinamento necessário. Além do treinamento, é importante envolver os funcionários ativamente nas iniciativas de sustentabilidade. Isso pode ser feito por meio da criação de equipes multidisciplinares responsáveis pela identificação e implementação de práticas sustentáveis, incentivos para sugestões e ideias dos funcionários, e reconhecimento dos esforços individuais e coletivos para promover a conscientização e ações sustentáveis.

A Empresa deverá estabelecer métricas e indicadores para monitorar o progresso das iniciativas de treinamento e conscientização. Isso permitirá avaliar a eficácia das medidas implementadas e identificar áreas que requerem melhorias adicionais. Os dados coletados podem ser usados para aprimorar os programas de treinamento e ajustar as estratégias de conscientização conforme necessário.

4.1.1 Aplicação da Economia Circular

A economia circular é uma abordagem que visa minimizar o desperdício, maximizar o aproveitamento de recursos e promover a sustentabilidade. Ao conciliar os problemas enfrentados pela Empresa Plastic Company com os princípios da economia circular, é possível encontrar soluções integradas e abrangentes. Aqui estão algumas maneiras de fazer isso:

1. Redução do desperdício: A economia circular busca minimizar o desperdício por meio da redução, reutilização e reciclagem de materiais. A Empresa Plastic Company pode implementar estratégias de design de produtos e processos que minimizem a geração de resíduos plásticos. Isso inclui a utilização de embalagens mais eficientes, a otimização dos fluxos de produção para evitar retrabalhos e o uso de materiais reciclados em seus produtos. A empresa também pode explorar parcerias com empresas de reciclagem para reciclar os resíduos plásticos gerados durante a produção.

2. Aproveitamento de resíduos plásticos: A economia circular enfatiza a importância de aproveitar ao máximo os recursos disponíveis. A Empresa Plastic Company pode buscar oportunidades de aproveitamento de resíduos plásticos, como a criação de processos de reciclagem internos para transformar os resíduos em matéria-prima utilizável em novos produtos. Além disso, a empresa pode explorar parcerias com outras indústrias que possam utilizar esses resíduos plásticos como insumo em seus processos produtivos, estabelecendo uma cadeia de valor mais sustentável.

3. Economia de recursos: A economia circular incentiva a utilização eficiente de recursos naturais, como água e energia. A Empresa Plastic Company pode implementar medidas para reduzir o consumo de água e energia em seus processos produtivos, como a utilização de tecnologias mais eficientes, o monitoramento e controle do consumo, e a conscientização dos funcionários sobre a importância da economia de recursos. Isso não apenas reduzirá os impactos ambientais, mas também pode resultar em economias financeiras significativas para a empresa.

4. Educação e conscientização: A economia circular também envolve uma mudança de mentalidade e comportamento. A Empresa Plastic Company pode investir em programas de treinamento e conscientização para seus funcionários, destacando a importância da economia circular, explicando as práticas sustentáveis a serem adotadas e incentivando a participação ativa de todos. Além disso, a empresa pode educar seus clientes e fornecedores sobre a

importância da economia circular, promovendo a adoção de práticas sustentáveis em toda a cadeia de valor.

Ao conciliar os problemas enfrentados pela Empresa Plastic Company com os princípios da economia circular, a empresa pode não apenas resolver esses problemas, mas também obter benefícios significativos. Isso inclui a redução de custos operacionais, o fortalecimento da imagem da empresa como uma organização socialmente responsável e a criação de novas oportunidades de negócios por meio da valorização dos resíduos plásticos. A economia circular oferece um quadro abrangente para abordar os desafios e transformá-los em oportunidades para um futuro mais sustentável.

4.1.2 Aplicação da Engenharia de Produção

Na busca por soluções eficientes e sustentáveis para os problemas enfrentados pela empresa Plastic Company, a engenharia de produção oferece diversas técnicas e ferramentas que podem ser aplicadas.

1. **Análise de Valor Agregado (AVA):** Essa ferramenta é utilizada para identificar as etapas do processo de produção que agregam valor ao produto final e aquelas que geram desperdício, como no caso do desperdício de plásticos. Por meio da análise de valor, os engenheiros de produção podem identificar oportunidades de melhoria, como a eliminação de etapas redundantes ou a reorganização do fluxo de produção, visando reduzir o desperdício de plástico.

2. **Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV):** Essa técnica permite mapear e analisar todo o fluxo de produção, desde a chegada da matéria-prima até a entrega do produto final. Ao visualizar o fluxo de valor de forma detalhada, os engenheiros de produção podem identificar gargalos, ineficiências e oportunidades de melhoria, incluindo a redução do desperdício de plástico. Com base nessa análise, medidas corretivas e preventivas podem ser implementadas para otimizar o processo produtivo.

3. **Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA):** Essa ferramenta é utilizada para identificar potenciais falhas e seus efeitos durante o transporte de produtos plásticos. Os engenheiros de produção podem realizar uma análise detalhada dos modos de falha, avaliando sua gravidade, probabilidade de ocorrência e detecção. Com base nessas informações, medidas preventivas e corretivas podem ser propostas, como o aprimoramento das embalagens, a utilização de materiais de proteção adicionais ou a melhoria dos procedimentos de manuseio e transporte.

4. Projeto de Experimentos (DOE): Essa abordagem permite aos engenheiros de produção realizar experimentos controlados para avaliar a resistência e durabilidade das embalagens utilizadas no transporte. Através do DOE, é possível identificar os fatores que afetam a integridade das embalagens e otimizar suas características, reduzindo a incidência de avarias durante o transporte de plásticos.

5. Análise do Ciclo de Vida (ACV): Essa abordagem avalia o impacto ambiental de um produto ou processo ao longo de seu ciclo de vida completo. No caso da Empresa Plastic Company, a ACV pode ser aplicada para identificar oportunidades de aproveitamento de resíduos plásticos. Os engenheiros de produção podem analisar o ciclo de vida dos produtos plásticos, desde a extração de matérias-primas até o descarte final, identificando formas de incorporar plásticos reciclados em novos produtos ou utilizar resíduos como fonte de energia.

6. Gestão de Resíduos Lean: Essa abordagem aplica os princípios do Lean Manufacturing à gestão de resíduos. Os engenheiros de produção podem aplicar a gestão de resíduos Lean para analisar o fluxo de resíduos plásticos gerados durante a produção. Eles podem identificar as fontes de desperdício e propor medidas para reduzir, reciclar ou reutilizar esses resíduos. Por exemplo, eles podem implementar sistemas de segregação de resíduos, estabelecer parcerias com empresas de reciclagem locais ou buscar oportunidades de reutilização de resíduos plásticos em outros processos produtivos.

Além disso, os engenheiros de produção podem desenvolver uma matriz de competências para abordar os problemas de treinamento e conscientização. Essa matriz identifica as habilidades necessárias em relação à sustentabilidade e permite o desenvolvimento de programas de treinamento adequados. Os engenheiros podem criar materiais educativos, realizar workshops e capacitar os colaboradores sobre práticas sustentáveis, gestão de resíduos e uso eficiente de recursos. Ao fornecer treinamento especializado, a empresa pode melhorar a conscientização dos funcionários e incentivar a adoção de práticas mais sustentáveis em todas as etapas do processo de produção.

É importante destacar que a aplicação dessas técnicas e ferramentas requer uma abordagem integrada e colaborativa. Os engenheiros de produção devem trabalhar em estreita colaboração com outras áreas da empresa, como logística, recursos humanos e pesquisa e desenvolvimento, para garantir a implementação efetiva das soluções propostas. Além disso, é essencial o envolvimento dos colaboradores em todos os níveis, pois eles desempenham um papel fundamental na implementação e manutenção das melhorias.

Em resumo, a engenharia de produção oferece um conjunto diversificado de técnicas e ferramentas para abordar os problemas enfrentados pela Empresa Plastic Company. Por meio de análises detalhadas, otimização de processos, gestão de resíduos e treinamento especializado, os engenheiros de produção podem contribuir significativamente para a resolução dos problemas de desperdício de plásticos, avarias durante o transporte, falta de aproveitamento de resíduos plásticos e problemas de treinamento e conscientização. Essas abordagens podem ajudar a empresa a alcançar uma produção de plásticos mais eficiente, sustentável e responsável, fortalecendo sua posição no mercado e contribuindo para um futuro mais sustentável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi realizado um estudo abrangente sobre a aplicabilidade da economia circular na indústria, utilizando como caso de estudo uma empresa fictícia de plásticos. Ao longo da pesquisa, foram identificados problemas relacionados ao desperdício de matéria-prima, avarias durante o transporte, falta de aproveitamento de resíduos e desafios em treinamento e conscientização.

Através da perspectiva da engenharia de produção, foram propostas soluções para esses problemas, visando melhorar a eficiência e a sustentabilidade da empresa. A implementação da economia circular se mostrou uma abordagem promissora para otimizar recursos, reduzir desperdícios e minimizar impactos ambientais.

A participação da engenharia de produção desempenha um papel fundamental nesse processo. Os profissionais dessa área possuem conhecimentos e habilidades para analisar os processos produtivos, identificar ineficiências, desenvolver estratégias de melhoria e implementar práticas sustentáveis. Compreendendo a cadeia de valor da empresa, eles podem identificar pontos críticos onde a economia circular pode ser aplicada, promovendo mudanças positivas.

Através de técnicas como o *design for environment* (DFE), a análise do ciclo de vida (ACV), a gestão de resíduos e a otimização de processos, a engenharia de produção pode contribuir para a transição da empresa para um modelo mais circular. Ao considerar aspectos como a eficiência energética, a redução de resíduos, a reciclagem e a reutilização de materiais, a engenharia de

produção pode promover a sustentabilidade, melhorar a competitividade da empresa e atender às demandas cada vez maiores por responsabilidade ambiental.

Além disso, a participação da engenharia de produção na empresa é crucial para promover a conscientização e o treinamento dos funcionários. Através de programas de capacitação, workshops e campanhas de sensibilização, a equipe pode ser envolvida e engajada na adoção de práticas sustentáveis. O conhecimento técnico e a expertise da engenharia de produção são essenciais para garantir que os funcionários compreendam a importância da economia circular e se tornem agentes de mudança dentro da organização.

A economia circular oferece benefícios significativos para a empresa, os consumidores, a sociedade e o meio ambiente. Ela permite a redução de custos operacionais, a otimização dos recursos, a melhoria da qualidade dos produtos, a criação de empregos, o fortalecimento da reputação da empresa e a conservação dos recursos naturais. Além disso, a economia circular contribui para a mitigação dos impactos ambientais, a redução da poluição e a preservação dos ecossistemas.

Portanto, fica evidente que a aplicação da economia circular na indústria, com a participação ativa da engenharia de produção, é fundamental para a construção de um modelo de negócio mais sustentável. A transição para uma economia circular exige um esforço coletivo de empresas, governos, consumidores e instituições acadêmicas. É necessário promover políticas adequadas, fomentar a inovação tecnológica, investir em pesquisa e desenvolvimento, e promover a conscientização e educação sobre a importância da sustentabilidade.

A participação da engenharia de produção é um componente essencial nesse processo de transição. Por meio da análise e otimização de processos, a engenharia de produção pode identificar pontos críticos de desperdício, ineficiência e impacto ambiental na cadeia de produção. Com base nessa análise, podem ser implementadas estratégias de melhoria, como a redução do uso de recursos naturais, a utilização de materiais reciclados, o desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental e a implementação de práticas de reciclagem e reutilização.

Além disso, a engenharia de produção desempenha um papel fundamental na gestão de resíduos. Através da implementação de sistemas eficientes de coleta, separação e tratamento de resíduos, é possível reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários e promover a reciclagem e reutilização de materiais. A engenharia de produção também pode

desenvolver estratégias de logística reversa, facilitando o retorno de produtos e materiais ao ciclo produtivo.

Outro benefício da economia circular para as empresas é a oportunidade de inovação e criação de novos modelos de negócio. Através da valorização dos resíduos como matéria-prima, as empresas podem explorar novas fontes de receita e encontrar oportunidades de diferenciação no mercado. Além disso, a economia circular pode promover a colaboração entre diferentes empresas e setores, resultando em parcerias estratégicas e compartilhamento de recursos.

Para a sociedade como um todo, a economia circular traz benefícios significativos. Ela promove a geração de empregos verdes e sustentáveis, contribui para a redução da pobreza e da desigualdade social, e melhora a qualidade de vida das comunidades. Além disso, ao reduzir a demanda por recursos naturais e a poluição associada à produção e descarte de resíduos, a economia circular contribui para a preservação do meio ambiente e para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Em resumo, a aplicabilidade da economia circular na indústria, com a participação da engenharia de produção, oferece benefícios significativos para as empresas, os consumidores, a sociedade e o meio ambiente. É uma abordagem fundamental para promover a sustentabilidade e a eficiência nos processos produtivos, e requer um esforço conjunto de todos os atores envolvidos. Através da implementação de práticas da economia circular, as empresas podem se tornar mais competitivas, melhorar sua reputação e contribuir para a construção de um futuro mais sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, R. U. (2018). **O Valor na Economia Circular: Teoria e Aplicação**. São Paulo: Editora Elefante.
- BENINI, K. C., OLIVEIRA, M. M., & BERETTA, F. L. (Eds.). (2017). *Gestão Ambiental e Sustentabilidade: Tópicos Especiais em Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- CALDAS, M. P. S., & VEIGA, C. P. (2019). **Economia Circular e Sustentabilidade Empresarial: Desafios para a Transição**. São Paulo: Editora Atlas.
- CAVALCANTE, L. C., & KLIPPEL, M. P. (2019). **Engenharia de Produção: Conceitos, Modelos e Aplicações**. São Paulo: Editora Atlas.
- CAMPOS, V. F. (2004). **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Bloch Editores.
- CARPINETTI, L. C. R., MIGLIANO, L. A., & GEROLAMO, M. C. (2013). **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. Editora Atlas.
- CORRÊA, H. L., & GIANESI, I. G. N. (2011). **Just-in-Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**. São Paulo: Editora Atlas.
- FIGUEIREDO, J., & BAPTISTA, P. (2018). **Economia Circular: Conceito e Aplicações**. APDA - Águas de Portugal.
- GEISSDOERFER, M., MORIOKA, S. N., & EVANS, S. (2018). Business models and supply chains for the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, 190, 712-721.
- GEISSDOERFER, M., VLADIMIROVA, D., & EVANS, S. (2019). Sustainable business model innovation: A review. **Journal of Cleaner Production**, 208, 1498-1512.
- GEISSDOERFER, M., SAVAGET, P., BOCKEN, N. M., & HULTINK, E. J. (2017). The Circular Economy: A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, 143, 757-768.
- GHISELLINI, P., CIALNI, C., & ULGIATI, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, 114, 11-32.
- GOMIDE, A., PIGOSSO, D., & MCALOONE, T. C. (2019). **Economia Circular: Abordagens, benefícios e desafios para a indústria e a sociedade**. São Paulo: Editora Senac.
- GONÇALVES, G. M. S., PENA, J. P. N., & ALMEIDA, C. M. (2017). Economia Circular: Fundamentos e Conceitos. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, 13(3), 96-118.

- HAWKEN, P., LOVINS, A., & LOVINS, L. H. (1999). **Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution.**
- KUATY, M., MARINS, F. A. S., & BERGMANN, D. R. (Eds.). (2018). **Indústria 4.0: Aspectos Humanos e Sociais.** São Paulo: Editora Blucher.
- MONTGOMEY, D. C. (2009). **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade.** LTC.
- MOREIRA, D. A. (2011). **Administração da Produção e Operações.** Cengage Learning.
- MOTTA, R. S., BORENSTEIN, D., & BRAGA, R. (2015). **Logística Reversa e Sustentabilidade: Aplicação em Empresas Brasileiras.** São Paulo: Editora Atlas.
- MOREIRA, D. A. (2012). **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Cengage Learning.
- MUNRO, R. (2012). **Ferramentas Estatísticas Básicas para a Qualidade.** Editora Atlas.
- OLIVEIRA, J. P., & GOMES, J. R. (2020). Economia circular: oportunidades e desafios para o Brasil. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, 19(1), 1-18.
- OLIVEIRA, R., MACHADO, L., & SILVA, D. (2018). Economia Circular e Sustentabilidade: Conceitos e Desafios. **Revista Evidenciação Contábil & Finanças**, 6(3), 4-19.
- PEREIRA, L. A. R., FREITAS, R. S., SILVA, R. V., & ALENCAR, E. (2020). **Economia Circular: Uma Revisão Bibliométrica da Literatura Internacional.** Caderno de Pesquisas em Administração, 27(1), 119-135.
- PACHECO, C., & PEREIRA, V. C. (2019). Economia Circular: Uma Análise Bibliométrica em Revistas da Área de Administração. **Revista Capital Científico**, 17(4), 47-67.
- PEREIRA, M. F. (2008). **OEE: A Produtividade Total em Manufatura.** Brasport.
- PIGOSSO, D. C., AZEVEDO, S. G., MCALOONE, T. C., & ROZENFELD, H. (2017). Design for remanufacturing in the circular economy: A literature review. **Journal of Cleaner Production**, 162, 299-314. - Rosa, L. C. (2018). Economia Circular: Inovação para a Sustentabilidade e Competitividade. **Revista Desenvolvimento em Questão**, 16(45), 46-68.
- Rebouças, D. (2011). **Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços.** Editora Atlas.
- Shingo, S. (1996). **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** Bookman.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2013). **Administração da Produção.** Editora Atlas.
- Slomski, V. G., & Marodín, G. A. (2017). **Indústria 4.0: Fundamentos e Aplicações.** São Paulo: Editora Blucher.
- Sobral, F., & Peci, A. (2014). **Administração: Teoria e Prática no Contexto Brasileiro.** Pearson.

Stahel, W. R. (2010). The Performance Economy: A Resource Efficient Economic Growth Concept.

Tukker, A., & Tischner, U. (2006). Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production*, 14(17), 1552-1556.

Vieira, M. F. (2017). *Economia Circular: Conceitos, Instrumentos e Práticas*. CETEM - Centro de Tecnologia Mineral.