



BRUNA DE PAULA FARIA

Análise de viabilidade de *Kaizen* para recuperação de componentes descartados no processo de manufatura no setor de autopeças visando eficiência industrial

LAVRAS

2023

BRUNA DE PAULA FARIA

Análise de viabilidade de *Kaizen* para recuperação de componentes descartados no processo de manufatura no setor de autopeças visando eficiência industrial

Relatório Técnico apresentado ao Curso de Engenharia de Controle e Automação, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de bacharel.

Orientador:

Prof. Dr. Danton D. Ferreira

**LAVRAS
2023**

Este trabalho é inteiramente dedicado aos meus pais, as duas pessoas às quais dedicaram à mim tanta devoção e cuidado sempre.

Mas em especial, à minha mãe, que sempre foi a minha maior incentivadora e exemplo de mulher; que além de amiga é cúmplice em todas as minhas realizações e desafios.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de estar aqui hoje e viver esta conquista.

Agradeço aos meus pais, Maria Perpétua e Mauro, pelo apoio e amor incondicional e por acreditarem em mim a cada etapa e desafio da minha vida. Todas as minhas conquistas são nossas!;

À minha mãe, que é e sempre foi a minha maior incentivadora e propulsora. Meu exemplo, minha amiga, minha cúmplice, meu alicerse. Palavras são insuficientes para descrever minha admiração e gratidão por você. Obrigada!;

Ao meu irmão Lucas, por entender minhas ausências e estar sempre pronto para dividir e rir da vida comigo;

Ao meu melhor amigo e companheiro, Leonardo, pelo apoio e carinho diário;

Ao Prof. Dr. Danton Diego Ferreira pelos ensinamentos, oportunidades e direcionamentos para o meu crescimento profissional e pessoal durante a graduação, e também a orientação neste trabalho de conclusão de curso;

À Profa. Silvia Costa Ferreira pelos ensinamentos e a incrível troca empática durante todas as suas aulas e conversas;

À UFLA por me possibilitar realizar minha graduação em um ambiente criativo, amigável e estruturado;

Às minhas amigas, que se tornaram irmãs ao me dar todo suporte necessário e me alegrar nos meus dias mais desafiadores;

E por fim, aos meus amigos e familiares pelo apoio e carinho durante todo o curso.

À todos, o meu MUITO OBRIGADA!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Martin Luther King

Resumo

Todos os dias, nas grandes fábricas automobilísticas, são descartados inúmeros componentes que não se enquadram nos padrões de qualidade adotados pelas empresas. Esses itens, além de representar todos os anos vultuosas quantias desperdiçadas, ainda prejudicam a natureza e aumentam o custo final do produto. Os componentes, embora não sirvam como um todo, ainda possuem peças que podem ser reaproveitadas em outros processos da fábrica.

Desta forma, esta pesquisa buscou averiguar a viabilidade de implementação de um processo de desmanche em ambiente industrial no setor de autopeças, visando a redução dos custos de produção e consequente redução do preço final, assim como a redução de problemas como a falta de matéria prima no estoque e a produção de resíduos sólidos. A empresa escolhida para a pesquisa foi a multinacional Marelli, líder do mercado no setor de autopeças. Optou-se por sua filial na cidade de Lavras, em Minas Gerais, por sua localização próxima à Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O projeto foi dividido em duas fases: a primeira para verificar a viabilidade do projeto, tendo em vista que haveria custos com maquinário, mão de obra, entre outros; e a segunda para a execução do projeto na filial escolhida, caso a primeira fase obtivesse sucesso. Toda a pesquisa ocorreu durante os anos de 2020 e 2021.

A viabilidade e exequibilidade foram confirmadas por meio de cálculos de custos e reuniões com a chefia da empresa. Depois de implementado, o projeto obteve um *saving* maior que o previsto, indicando um balanço positivo para a empresa e sucesso dos objetivos propostos. Por fim, espera-se que esse trabalho inspire e auxilie novas pesquisas, sempre buscando seguir a tendência mundial por maior eficiência e produção sustentável.

Palavras-chave: Automação. Desmanche. Reaproveitamento.

Abstract

Every day, in many automobile factories, many components are discarded that do not meet the quality standards adopted by companies. These items, in addition to representing huge amounts wasted every year, also harm nature and increase the final cost of the product. The components, although they do not serve as a whole, still have parts that can be reused in other processes at the factory.

In this way, this research is viable for the implementation of a process of reduction of production costs and reduction of the final price as the reduction of problems such as lack of raw material in the stock and production of solid residues. The company chosen for the research was the multinational Marelli, market leader in the auto parts sector. Its branch was chosen in the city of Lavras, in Minas Gerais, due to its location close to the Federal University of Lavras (UFLA).

The project was divided into two phases: the first to verify the feasibility of the project, considering that there would be costs with machinery, labor, among others; and the second for the execution of the project in the chosen branch, in case the first phase was successful. All research took place during the year(s) of 2020 and 2021.

Feasibility were confirmed through cost calculations and meetings with the company's management. After being implemented, the project obtained a saving greater than expected, indicating a positive balance for the company and success of the proposed objectives. Finally, it is hoped that this work will inspire and help new research, always seeking to follow the world trend for greater efficiency and sustainable production.

Keywords: Automation. Dismantle. Reuse.

Lista de ilustrações

Figura 1 — Imagem da filial da Marelli em Lavras, MG.	13
Figura 2 — Mapa da distribuição geográfica das filiais da Marelli	25
Figura 3 — Imagem ilustrativa do amortecedor	30
Figura 4 — Ações necessárias para implantação do desmanche e reaproveitamento de peças	31
Figura 5 — Estimativa do Custo x Benefício.....	32
Figura 6 — Peças descartadas em 2020 pelo motivo 9192 em valores	33
Figura 7 — Planilha de Lucro esperado X Lucro alcançado	35

Lista de Tabelas

Figura 1 — Rancking dos maiores motivos de descarte.	28
---	----

Lista de abreviaturas e siglas

UFLA Universidade Federal de Lavras

Lista de símbolos

- > Maior
- < Menor

Sumário

1	Introdução	12
2	Revisão Bibliográfica	15
2.1	O desenvolvimento da Automação e seus desdobramentos	15
2.2	O setor de autopeças: Do surgimento aos dias atuais	17
2.2.1	O surgimento do setor de autopeças	17
2.2.2	O setor de autopeças no Brasil	19
2.3	Eficiência e competitividade	21
2.3.1	A Marelli	23
3	Objetivos	26
4	Materiais e Métodos.....	27
5	Resultados e Discussão.....	34
5.1	Resultados.....	34
6	Conclusão	32
	Referências	36

1 Introdução

O início do século XXI foi marcado pela criação e popularização de tecnologias, sobretudo na área das comunicações, o que abriu as portas para o processo de globalização. Com a globalização, o acesso à informação passou a ser quase instantâneo, o que propiciou a consolidação de um mercado global onde a concorrência é crescente. Por conta disso, as empresas cada vez mais investem em programas de redução de custos, aumento da produtividade e do lucro (SANTOS & PINHÃO, 2000).

O cenário do setor de autopeças não é diferente. Há uma forte pressão por parte das montadoras para que os componentes atendam à expectativa do mercado mundial, que cada vez mais preza pela qualidade, relação custo-benefício e velocidade e sustentabilidade dos sistemas de produção (BERTON & FERNANDES, 2017). Nesse sentido, as empresas precisam não só estar sempre atentas às novas tendências e inovações, mas também investir na melhoria do que já é feito, seja por meio da capacitação de seus funcionários, troca de maquinário ou reaproveitamento de matéria-prima.

Todos os anos, toneladas de materiais são descartados nas indústrias devido a pequenas falhas na produção que tornam o produto inviável de ser comercializado. Tal problema causa consequências tanto ao produtor, que têm sua margem de lucro diminuída, quanto ao consumidor, que sente o impacto no preço final do produto (LEDESMA, 2019). Entretanto, os produtos classificados como refugo muitas vezes possuem peças que podem ser reaproveitadas, diminuindo assim o desperdício e os custos de produção e aumentando os lucros às empresas.

Esse projeto trata-se de um relatório técnico elaborado durante os anos de 2020 a 2022, na filial da empresa Marelli, situada em Lavras, Minas Gerais. Tal unidade foi escolhida devido à sua proximidade com a UFLA e por motivo fortuito de ser empregada da empresa na época mencionada.

A Marelli é uma empresa multinacional, que desponta no setor de autopeças mundial como a sétima maior em receita e contando com cerca de 50 mil empregados distribuídos pelos 24 países em que possui filiais (SANTOS; PINHÃO, 2000; MARELLI, 2020). Ela é fruto da fusão de duas grandes companhias do setor, a Magnetti Marelli e a Calsonic Cansei. A Figura 1 mostra uma fotografia (vista do

alto) da empresa, registrada no ano de 2020.

Figura 1 – Imagem aérea da filial da Marelli em Lavras, MG.



MARELLI. Imagem aérea da filial da Marelli situada em Lavras, MG. 2020. Fotografia

Em 2019, devido à pandemia de COVID-19 que assolou o mundo, as empresas passaram por um momento complicado. Muitas cidades decretaram sistema de *lockdown* para tentar conter a disseminação do vírus. Por conta disso, as importações de materiais e peças, as entregas dos produtos e a própria produção foram muito prejudicadas. Com os estoques em baixa, algumas fábricas optaram por conceder férias coletivas aos funcionários ou trabalhar em turnos reduzidos. Outras, infelizmente, tiveram que demitir seus funcionários.

Diante desse cenário, fez-se urgente a necessidade de se criar estratégias para driblar a crise. A demanda inicial era criar e apresentar um projeto à gerência da Marelli de Lavras, *Kaizen* é de amplamente utilizado e disseminado na indústria, baseado na filosofia japonesa, o *Kaizen* é focado na melhoria contínua e seus aprimoramentos, buscando eficiência máxima em todos os processos. Com potencial de diminuir os custos com produção e solucionar o problema de falta de estoque de peças. O projeto deveria conter estimativa de custos de implementação e de retorno financeiro. Caso o projeto apresentasse *saving* e Índice de Benefício (BC) positivo, poderia ser implantado na unidade analisada.

Saving é um termo utilizado nas indústrias que está relacionado a ações que visem a redução de gastos recorrentes. E o Índice de Benefício (BC) funciona como um indicador de economia de custos onde valores positivos indicam que o retorno financeiro advindo de tais modificações supera o valor dos custos de implantação e manutenção do projeto. Valores negativos entretanto, indicam que os custos superam as expectativas de lucro e portanto, tem enorme potencial de não gerarem retorno financeiro.

Diante dos conceitos e ideias expostos anteriormente, o presente trabalho buscou responder às seguintes perguntas: “É viável economicamente a implantação de um sistema de reaproveitamento de peças de refugo em uma empresa já consolidada no mercado? E se sim, espera-se retorno do valor investido em quanto tempo. O estudo proposto é composto por uma pesquisa quantitativa que objetiva analisar a viabilidade da implementação de um sistema de reaproveitamento de peças de refugo em uma empresa consolidada do setor de autopeças. Para isso, também foi definido como objetivos específicos: analisar e quantificar os custos para implementação do projeto; fazer os cálculos para estabelecer uma relação de custo-benefício.

Acredita-se que este estudo possa colaborar para que as indústrias busquem cada vez mais utilizar as tecnologias a seu favor a fim de garantir uma produção sustentável eficiente e estimular a implantação de novas formas de reaproveitamento de peças.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 O desenvolvimento da Automação e seus desdobramentos

No início do século XVIII, a Europa passou por grandes transformações, tanto na esfera social e política, quanto na econômica e produtiva. As fábricas buscavam, naquela época, formas de aumentar a produção, a fim de expandir o comércio com suas colônias e com outros continentes sem deixar de atender o mercado local (OLIVEIRA, 2004).

Na época, teve início também, o processo de êxodo de grande parte dos camponeses para os centros urbanos. Estes buscavam melhores condições de vida e de trabalho, entretanto, a migração acabou resultando no aumento significativo de mão-de-obra não qualificada disponível nas cidades. Tal cenário propiciou o que convencionamos chamar de Revolução Industrial (OLIVEIRA, 2004).

A Revolução Industrial começou na Inglaterra, no século XVIII, e se espalhou por toda a Europa até o final do século XIX. Sua principal característica foi o grande desenvolvimento tecnológico que ocorreu na época e culminou na substituição da produção artesanal pela mecanização. Nesse sentido, a automação surgiu como uma maneira de simplificar o trabalho humano, aumentando a velocidade de produção e dispensando a necessidade de mão-de-obra qualificada (DE LIMA, 2017).

Para Júnior *et al.* (2005), a automação pode ser definida como “um conjunto de técnicas destinadas a tornar automáticos vários processos na indústria, substituindo o trabalho muscular e mental do homem por equipamentos diversos.” (JÚNIOR *et al.*, 2005 p.27-30). Assim sendo, ela é um dos fatores imprescindíveis para as indústrias que buscam aumentar sua produtividade e competitividade.

O processo de mecanização começou em pequenas indústrias, principalmente têxteis, ainda no fim do século XVII. Mas, Segundo Cruz (2003), a produção em massa, popularizada por Henry Ford no início do século XX, foi o que impulsionou o uso em larga escala das máquinas no mundo. As indústrias viam na automação a chance de aumentar a produção reduzindo os custos com

mão de obra (CRUZ, 2003).

Outros avanços tecnológicos, como a eletricidade, os transportes a vapor e as inovações na área das comunicações, deram suporte ao estabelecimento da mecanização nos processos produtivos. Com a eletricidade, as fábricas não precisavam mais fechar ao entardecer e por isso, um novo turno de trabalho foi implantado. O desenvolvimento dos transportes, por sua vez, diminuiu consideravelmente o custo e o tempo de entrega de matéria-prima e do produto final; e, por fim, as novas tecnologias em comunicação foram extremamente importantes para a conquista de novas parcerias e novos consumidores (OLIVEIRA, 2004).

Tais mudanças ocasionaram a substituição do capitalismo comercial para o capitalismo industrial, trazendo mudanças não só nas estruturas sociais como na ordem econômica mundial. De Lima *et al.*, (2017), reitera o exposto ao afirmar que:

“O contínuo crescimento econômico até a Primeira Guerra Mundial esteve marcado pela mecanização geral da indústria, o surgimento das ferrovias e do poderio naval. A mecanização da indústria aumentou a produtividade da Grã-Bretanha, e as ferrovias, os navios e a energia a vapor criaram uma economia global, que, com o aumento da divisão do trabalho, foi responsável pela elevação do padrão de vida de toda a Europa” (DE LIMA *et al.*, 2017).

No começo do novo milênio, principalmente com a popularização dos meios de comunicação e a criação da internet, teve início o processo de globalização. Segundo Santos (2012):

“A intensificação extrema das interações transnacionais, desde a mundialização dos sistemas de produção e das transferências financeiras à disseminação, a uma escala global, de informação e imagens através dos meios de comunicação social, às deslocamentos em massa de pessoas, como turistas, como trabalhadores migrantes ou refugiados, introduziram o termo globalização no vocabulário cotidiano” (SANTOS, 2012).

As tecnologias se desenvolveram em um ritmo alucinante e os veículos de comunicação, como o telefone, o rádio e posteriormente a TV, começaram a ser explorados comercialmente para criar tendências, divulgar, e até vender produtos. A internet quebrou barreiras ao possibilitar a troca de informações entre pessoas de forma quase instantânea independente da distância entre elas.

As indústrias, por sua vez, buscaram expandir-se criando filiais e conquistando mercados pelo mundo. Como consequência, o mercado mundial ficou mais competitivo e os consumidores mais exigentes, fazendo com que as empresas buscassem novas alternativas para diminuir os custos e aumentar a qualidade. A globalização também trouxe efeitos sociais, como o aumento das desigualdades; efeitos ambientais, como aumento da poluição e do descarte de resíduos sólidos; e efeitos econômicos, como o enriquecimento de alguns países em detrimento de outros (SANTOS & PINHÃO, 2000; TOLEDO *et al.*, 2008).

2.2 O setor de autopeças: Do surgimento aos dias atuais

2.2.1 O surgimento do setor de autopeças

O primeiro automóvel foi fabricado no final do século XIX. Entretanto, até alcançar a relevância que ocupa hoje no cenário mundial e no nosso cotidiano, muito teve que ser aperfeiçoado. A indústria automobilística é considerada uma das mais importantes indústrias do mundo moderno, tanto economicamente como estruturalmente, pois, a partir dela, outros setores também puderam se desenvolver. Hoje, os automóveis passaram a ser indispensáveis para empresas, comércio e até para usos banais (BERTOLINI, 2004; BARROS *et al.*, 2015).

Inicialmente, as montadoras utilizavam o sistema de produção em massa dos veículos, focando em produzir produtos padronizados em larga escala. Elas eram responsáveis pela produção do começo ao fim, da matéria bruta ao produto final, o que tornava o processo longo e caro. Segundo Bertolini (2004), a indústria automobilística “se consolidou através de concentração da produção de veículos nas mãos de um pequeno número de organizações”.

Na década de 60, entretanto, surgiu no Japão um novo tipo de sistema de produção, que garantia uma maior eficiência, independente da escala de produção. O sistema de produção enxuta, também conhecida como *Lean Manufacturing* ou Sistema Toyota de Produção, permitia a utilização de uma menor quantidade de recursos e uma maior flexibilidade produtiva, ao descentralizar a produção. Nesse modelo, a produção deveria ser dividida em pequenos lotes, com controle de

qualidade integrado a cada etapa do processo e demanda sincronizada por toda cadeia produtiva (BERTOLINI, 2004 *apud* WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

Tal sistema mostrou resultados muito significativos em empresas japonesas, o que despertou a urgência em corporações de outros países em implementá-lo em suas cadeias produtivas (FLEURY & FLEURY, 2001a). Nesse sentido, Bertolini (2004) destaca que:

“Uma das principais inovações do sistema de produção enxuta, fundamental para esta nova dinâmica produtiva, foi a integração dos fornecedores de autopeças aos fabricantes de veículos, através da formação de uma cadeia de suprimentos baseada no compartilhamento de responsabilidades e colaboração mútua” (BERTOLINI, 2004 *apud* WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

Com a implantação do Sistema Toyota, as montadoras puderam descentralizar as atividades produtivas e focar as operações das empresas em produtos específicos, agregando maior valor ao produto final e trabalhando de forma mais rápida e eficiente.

Depois de um tempo, as empresas ocidentais passaram a utilizar o *Lean Manufacturing* não só para aumentar a lucratividade como também para obter ganhos na qualidade, nos custos e na confiabilidade do mercado. Assim, tais instituições puderam atingir a eficiência necessária para competir, tanto no mercado global, como no mercado interno, onde empresas com padrão semelhante de desempenho dos produtos e serviços, acabaram acirrando a concorrência (BERTOLINI, 2004).

Como consequência, o mercado ficou mais competitivo e as empresas de autopeças buscaram alternativas para aumentar a produção e diminuir os custos. Uma das iniciativas foi a instalação de filiais em outros países. As grandes empresas buscaram estabelecer filiais em países que ofereciam mais vantagens a longo prazo, como a mão-de-obra mais barata, maior facilidade de obtenção da matéria-prima e políticas públicas pró-desenvolvimentistas (BARROS et al., 2015). Nesse sentido, o Brasil passou a ser uma ótima opção, devido a alguns fatores que serão discutidos a seguir.

2.2.2 O setor de autopeças no Brasil

No Brasil, o processo de industrialização foi um pouco tardio, ocorrendo apenas no final do século XIX até começo do século XX. Durante esse período, um grande número de empresas estrangeiras se estabeleceram no Brasil. A mão-de-obra barata e as políticas de proteção das tarifas alfandegárias eram alguns dos estímulos que o país oferecia (VERSIANI;VERSIANI, 1975).

Inicialmente, o Brasil seguiu o modelo Europeu, e começou a industrialização do país com a implantação de indústrias têxteis. Na época, a produção brasileira era essencialmente agrícola e destinada a atender as demandas nacionais. No começo do século XX, entretanto, a política nacional mudou, incentivando o estabelecimento de outros tipos de indústria no país e focando a produção no mercado externo (VERSIANI; VERSIANI, 1975).

Entre as empresas estabelecidas aqui, destaca-se a indústria de autopeças, não só por sua relevância para o setor automobilístico, mas também pela grande contribuição para a indústria nacional e para o desenvolvimento do país. Nas palavras de Barros *et al.* (2015), o setor de autopeças representa uma cadeia produtiva “fundamental para o complexo automotivo, sendo responsável por parte significativa do desenvolvimento tecnológico, tanto a partir de encomendas das montadoras quanto a partir de inovações e aprimoramentos de autônomos” (BARROS *et. al.*, 2015).

Na década de 90, depois do estabelecimento do Sistema Toyota de produção, as empresas começaram a sofrer grandes mudanças na sua estrutura organizacional interna. Como já foi dito, a convergência entre os padrões dos produtos e serviços entre empresas do mesmo setor acabaram aumentando a concorrência do mercado. Novamente as indústrias enxergavam a necessidade de diminuir custos e aumentar a qualidade para continuar atuando com competitividade (BERTOLINI, 2004).

Nesse sentido, foi necessário que todo o setor fosse remodelado, devido grande parte, por um número expressivo de processos de fusão, aquisição e internacionalização entre as empresas que o compunham. A ideia inicial era “enxugar” a cadeia produtiva, deixando apenas o indispensável. Assim, o processo de reestruturação começou pela redução dos níveis hierárquicos e do número de trabalhadores. Depois, aumentou-se progressivamente a

terceirização de funções (SANTOS; PINHÃO, 2000; TOLEDO *et al.*, 2008).

O resultado foi a diminuição de mais de metade das empresas de autopeças que atuavam no Brasil. Estima-se que em 1989 eram em torno de duas mil empresas e após o processo de reestruturação caíram para menos de mil. Além disso, o setor passou a ser composto principalmente por filiais de empresas transnacionais. Essas empresas remanescentes se especializaram para atender a demanda de fábricas automobilísticas estrangeiras e se inserir em redes de suprimento globais (TOLEDO *et.al.*, 2008).

Hoje, a indústria de autopeças no Brasil conta com aproximadamente 3 mil empresas e representa uma grande parcela do Produto Interno Bruto (PIB) e das exportações do país, chegando à vultosa soma de R\$ 76,8 bilhões no ano de 2014. Também é um dos setores que mais emprega, contando com cerca de 331 mil trabalhadores no Brasil, além do grande número de empregados alocados no setor de serviços como atacadistas, varejistas e assistência técnica (BARROS *et.al.*,2015).

2.3 Eficiência e competitividade

Hoje, o maior desafio enfrentado pelas empresas, independente do seu tamanho e setor de atuação, é ter competitividade no mercado. Com o processo de globalização, e principalmente com o desenvolvimento e popularização dos meios de comunicação e transportes, a competitividade entre as organizações, que já era bastante acirrado, aumentou significativamente (AGOSTINETTO, 2006).

A minimização das barreiras de importação em quase todos os países, a facilidade de acesso e troca de informações pela internet e a demanda de novos mercados consumidores acabou acelerando mudanças nos produtos e estratégias da indústria automotiva. Além disso, com mais opções de produtos, o consumidor tornou-se mais exigente, buscando sempre o que melhor atendesse suas necessidades e lhe oferecesse o melhor custo-benefício (ANDRADE; MAIA, 1995).

Seguindo os preceitos do Sistema Toyota de produção, as empresas tornaram sua produção mais enxuta, diminuindo o quadro de funcionários e eliminando etapas desnecessárias na produção. Assim, foi possível produzir mais em menos tempo e com um custo reduzido. Ademais, as empresas automobilísticas passaram a delegar algumas etapas de produção e focar na montagem do produto final, agregando mais valor e qualidade ao serviço. Christensen *et al.*, (2002), reitera que:

“A concentração das operações das empresas do topo da cadeia de produção na montagem do produto final, desfazendo-se dos processos associados ao projeto e fabricação de componentes que são incorporados às operações das empresas que identificam nestas atividades a oportunidade de ofertar produtos com arquitetura mais interdependente e modular, permite às empresas competir por conveniência, customização, preço e flexibilidade, que são os fatores determinantes para a vantagem competitiva das empresas que atuam nos mercados fragmentados (CHRISTENSEN; RAYNOR; VERLINDEN, 2002).”

Todos esses fatores contribuíram para o desenvolvimento do setor automobilístico em geral e para a redução dos custos do produto final, possibilitando que mais pessoas pudessem possuir esse bem. Entretanto, o mercado segue evoluindo e competindo principalmente por preço e qualidade. Para que as empresas tenham sucesso e alcancem uma vantagem competitiva em relação às concorrentes é necessário que sua administração e produção

sejam eficientes (RANCICH FILHO, VANIN, 2013; SAMPAIO, 2004).

O dicionário Houaiss (2001), define eficiência como “a virtude de conseguir o melhor rendimento com o mínimo de erros e/ou dispêndio”. O conceito apresentado por Houaiss (2001) está em consonância com as bases do Toyotismo e das estratégias utilizadas pelas empresas nas últimas décadas. A ideia parece bastante óbvia e simples, mas os números do desperdício na indústria batem recorde ano após ano, causando não só prejuízos ao produtor e ao consumidor, como problemas ambientais e até sociais (LEDESMA, 2019; HOUAISS, 2001).

No setor de autopeças, todos os anos, toneladas de materiais são descartados por pequenas falhas que impossibilitam sua comercialização. Na maioria das vezes, os erros são mínimos e as peças poderiam ser desmontadas e reaproveitadas, diminuindo assim o desperdício. Entretanto, grande parte das empresas não possui programas de reaproveitamento de peças e nem dos resíduos sólidos. Isso se deve primeiramente tanto pela falta de espaço quanto pela falta de mão de obra, mas principalmente pelo medo de não haver garantia de retorno financeiro nessa operação (LEDESMA, 2019; TOLEDO, 2008).

Em 2019, o mundo foi tomado pela pandemia de coronavírus. O número de casos confirmados e de mortes era assustador e muitas cidades decretaram sistema de lockdown, pedindo para que a população ficasse em casa de quarentena para diminuir as contaminações. Nas fábricas, começaram a faltar insumos devido à falta de trabalhadores, diminuição da importação e exportação de produtos e instauração de turno reduzido de serviço. Nesse sentido, Santos (2022), destaca que:

“Alguns fatores críticos que mais afetaram o mercado durante este período de pandemia: I) a ordem de isolamento das pessoas por todo o país ocorrendo em fechamento dos comércios e indústrias e, conseqüentemente, paralisação das atividades; II) as barreiras internacionais nos portos e aeroportos provocando ruptura de fornecimento dos produtos e componentes e a escassez de matéria prima de produtos importados da China e outros países importadores devido a ociosidade inicial causada pela pandemia, III) a queda no consumo das famílias e redução da utilização capacidade da indústria no país durante a pandemia” (SANTOS, 2022).

Tudo isso contribuiu para o aumento do custo dos insumos e matérias primas, elevando o tempo de entrega, gerando inflação e diminuindo o poder de compra do consumidor. A escassez de matéria-prima no final de 2019 e início de 2020, devido à paralisação da produção de muitas usinas, aumentou a disputa

entre empresas e muitas acabaram sem material para continuar trabalhando.

Diante de tamanha crise, muitas empresas acabaram fechando as portas, diminuindo o número de filiais e demitindo funcionários, aumentando a crise mundial. Nesse cenário nada promissor, as indústrias buscaram alternativas para contornar a crise e manter suas operações funcionando. Uma dessas empresas foi a Marelli.

2.2.3 A Marelli

A Marelli é uma empresa do setor de autopeças criada em 2019, a partir da fusão de duas outras empresas do setor, a Calsonic Kansei e a Magnetti Marelli. Ambas as empresas eram bem consolidadas, com anos de experiência e tradição no mercado e líderes do setor em que atuavam. Entretanto, vislumbraram na fusão uma chance de aumentar suas operações mundialmente, se tornando o sétimo maior fornecedor independente global de componentes automotivos com base em receitas totais, mantendo a excelência no padrão de qualidade (MARELLI, 2022).

Hoje, a Marelli é uma das gigantes líderes do mercado de fornecedores da indústria automobilística, contando com filiais em 24 países (vide mapa da Figura 2), e mais de 50 mil funcionários ativos e gerando receitas de mais de 10 bilhões de euros em 2021. A Marelli, assim como todo o setor de autopeças, está se adaptando às necessidades dos clientes e da sociedade e para isso, combinou os pontos fortes comprovados das empresas fundadoras da Marelli com o propósito e disposição para moldar o futuro por meio do investimento em CASE (*Connected, Autonomous, Shared, Electric*) (MARELLI, 2022).

Figura 2 – Mapa da distribuição geográfica das filiais da Marelli



MARELLI, 2022.

A empresa tem como missão transformar o futuro da mobilidade trabalhando lado a lado com clientes e parceiros a fim de criar um mundo mais seguro, mais sustentável e melhor conectado. Para isso, seguem seis objetivos da empresa:

- 1) Gerar resultados: A Marelli tem como primeiro e principal objetivo alcançar resultados impactantes e sustentáveis;
- 2) Responsabilidade: A empresa se responsabiliza pelas ações e resultados da organização;
- 3) Ser empreendedor: assumir a liderança do mercado mundial para investir em nosso futuro com uma visão de fora para dentro.
- 4) Ser inclusivo: envolver os corações e as mentes de uma equipe diversificada para alcançar objetivos ambiciosos.
- 5) Inovar: estar disposto a fazer diferente para alcançar um resultado melhor,
- 6) Ser consciente: Conseguir enxergar o impacto de nossos comportamentos e traçar estratégias para minimizá-lo, causando o menor dano possível.

Todos esses fatores corroboram para que a Marelli seja uma das empresas mais respeitadas e bem sucedidas do mundo. Entretanto, em 2019 e 2020, a empresa sofreu com os efeitos da pandemia do SARSCOV-2, principalmente pela falta de insumos. Diante da necessidade de criar estratégias para driblar a crise instaurada, a proposta apresentada neste trabalho se delineou e foi aplicado em uma das filiais brasileiras da Marelli, situada na cidade de Lavras, em Minas Gerais.

3 Objetivos

Estabeleceu-se como o objetivo geral desta pesquisa analisar a viabilidade de implementação de um processo de desmanche em ambiente industrial no setor de autopeças visando à redução dos custos de produção e consequente redução do preço final; além disso, a redução de problemas como a falta de matéria-prima no estoque e a produção de resíduos sólidos.

Foram propostos também como objetivos específicos:

- Analisar e quantificar os custos para implementação do projeto;
- Analisar o benefício do projeto em relação ao seu custo (B/C), indicando sua viabilidade ($B/C > 1$) ou não ($B/C < 1$);
- Implementar o projeto em caso de viabilidade e
- Analisar os resultados obtidos após 12 meses do funcionamento do processo dedesmanche.

4 Materiais e Métodos

Para essa pesquisa, optou-se pela utilização do método quantitativo de análise de resultados.

O projeto começou a ser elaborado em 2020, após uma reunião sobre a necessidade de criação de estratégias para driblar a falta de estoque de peças e da própria matéria-prima, decorrente da pandemia de COVID-19. O *lockdown* em vários estados e alguns países e o grande número de trabalhadores em licença médica teve efeitos em toda a cadeia produtiva automotiva, desde as metalúrgicas e autopeças, até as montadoras e revendedoras de veículos (SANTOS, 2022).

A perda, em 2019 e 2020, foi gigantesca, e a busca por uma solução a longo prazo era urgente. A ideia da utilização das peças que iam para descarte surgiu justamente da análise da planilha orçamentária da empresa e da falta de insumos. Olhando atentamente os números, foi possível perceber um volume muito grande de peças que iam para o refugo e a partir daí buscou-se averiguar a motivação desse descarte.

Como ferramenta de apoio utilizou-se o Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), também conhecido como ciclo de *Shewhart* ou ciclo/círculo de controle. Esse método visa a melhoria contínua da produção ao identificar os problemas principais na cadeia produtiva e auxiliar no planejamento de ações estratégicas para atingir essa melhoria (SANTOS, 2022).

O Ciclo PDCA é dividido em 4 etapas:

- 1) *Plan* (planejar): Nesta etapa são definidos metas e objetivos. Também é necessário estabelecer indicadores de desempenho. Nesta fase são identificados os fatores que influenciam o problema, bem como suas possíveis causas.
- 2) *Do* (Fazer): Nesta etapa é colocado em prática o planejamento feito na etapa anterior.
- 3) *Check* (checar): Esta fase deve ocorrer junto com a fase 2, pois quanto mais cedo observar-se problemas no plano de ação, mais rápido eles

podem ser corrigidos, visando alcançar a meta estabelecida no planejamento.

- 4) *Act* (Agir): Na última etapa é a hora de atuar corretivamente sobre as falhas identificadas e iniciar o processo de padronização e conclusão do plano.

Com base nisso, ao olhar para os dados do ano de 2019, observou-se um grande volume de componentes descartados por pequenas falhas. Só na unidade de Lavras, todos os meses cerca de 600 mil reais eram perdidos pelo descarte dessas peças, somando mais de 7 milhões de reais ao ano e produzindo uma quantidade enorme de resíduos sólidos que deveriam ser encaminhados para um centro de descarte correto.

Após identificar o problema, procurou-se entender quais os erros mais ocorriam e qual (is) peça(s) apresentavam o maior volume de descarte.

Tabela 1 – Ranking dos maiores motivos de descarte.

Motivo (codificado)	Custo Material	Descrição do Motivo
9192	R\$ 89.761,61	Carga dinâmica fora do especificado
9199	R\$ 33.261,24	Montagem Incorreta
9190	R\$ 30.973,73	Teste destrutivo do perfil rolado
9386	R\$ 29.139,51	Carga dinâmica contaminada
9129	R\$ 22.363,56	Vazamento copo da base
9197	R\$ 18.111,19	Amortecedor Duro

MARELLI, 2022

Com a análise dos dados e da tabela, conforme Tabela 1, ficou claro que o amortecedor dianteiro era o item que mais apresentava defeitos na linha de produção e que o defeito mais comum era a carga dinâmica fora do especificado, de referência 9192.

Inicialmente era preciso identificar quais as principais falhas apresentadas e se os componentes poderiam ser reutilizados. Verificou-se que o amortecedor dianteiro apresentava, frequentemente, contaminações e irregularidades de pressão, e, por isso, acabava sendo descartado totalmente ao reprovar no teste

de carga dinâmica.

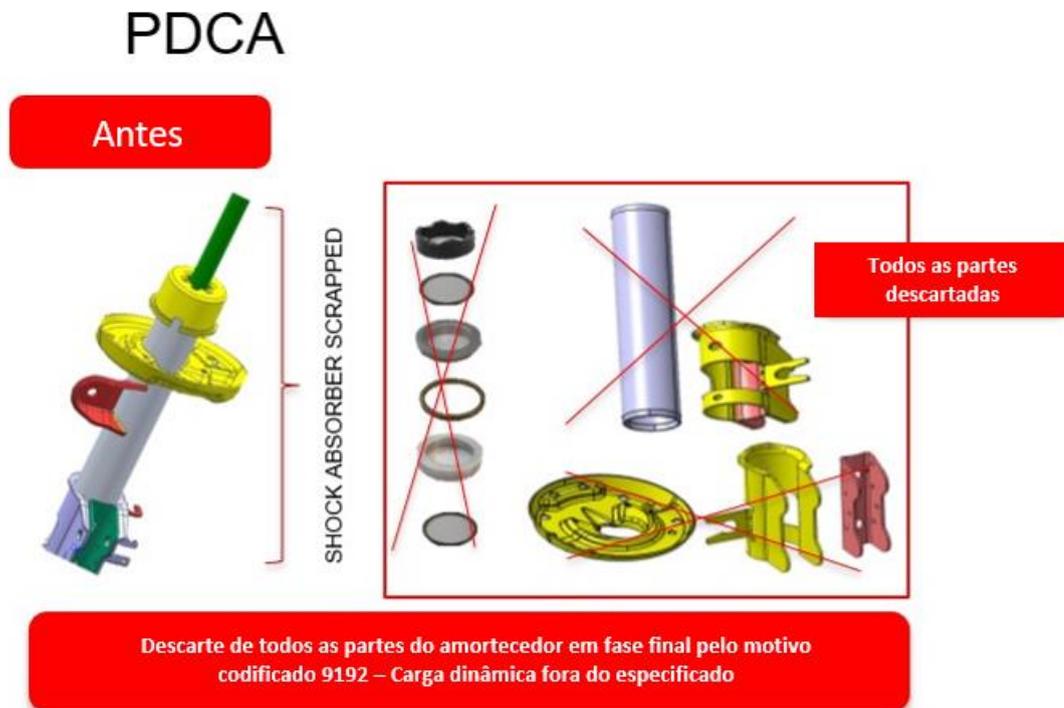


Figura 3 – Imagem ilustrativa do amortecedor.

MARELI, 2022.

Embora a peça como um todo não pudesse ser utilizada, a estrutura principal ainda apresentava as especificações de qualidade necessárias para ser reutilizada. O corpo do produto representa cerca de 80% do volume total da peça e, na maioria das vezes, apresentava falhas mínimas. Por esse motivo, entendeu-se que ao começar o projeto utilizando essa parte do amortecedor traria retorno financeiro em menor tempo e com menor custo de implantação da operação.

Figura 4 – Ações necessárias para implantação do desmanche e reaproveitamento de peças



DO AUTOR. Projeto de reaproveitamento de peças de refugo.
2020.

Como mostrado na imagem da Figura 4, algumas ações eram necessárias para a implantação do sistema de desmanche e reutilização das peças de refugo. Entre elas, pode-se citar a designação de uma área para essa operação e de funcionários e maquinário para atuar ali. Nesse primeiro momento, a Marelli dispôs de poucos funcionários e um local reduzido na empresa.

O projeto funcionou com seis empregados divididos em dois turnos. Dois deles já eram funcionários contratados da Marelli que trabalhavam em outras áreas e por isso não apresentaram gastos ao projeto, só houve um remanejamento de funções. Os outros quatro foram contratados posteriormente para trabalhar no refugo e custariam cerca de R\$2500,00 reais mensais mais benefícios, somando R\$132.300,00 reais por ano.

A estimativa inicial apresentada era de ter um retorno financeiro (*saving*) de aproximadamente 32 mil reais em 12 meses. O cálculo foi feito com base na média do volume de amortecedores dianteiros descartados no ano de 2019 e 2020, do valor economizado com a reutilização do corpo estrutural e

descontados do investimento inicial necessário para começar a operação, como ilustrado na imagem da Figura 5. Conforme o projeto avançasse com bons resultados, ele poderia ser expandido.

Figura 5 – Estimativa do Custo x Benefício



MARELLI,2022.

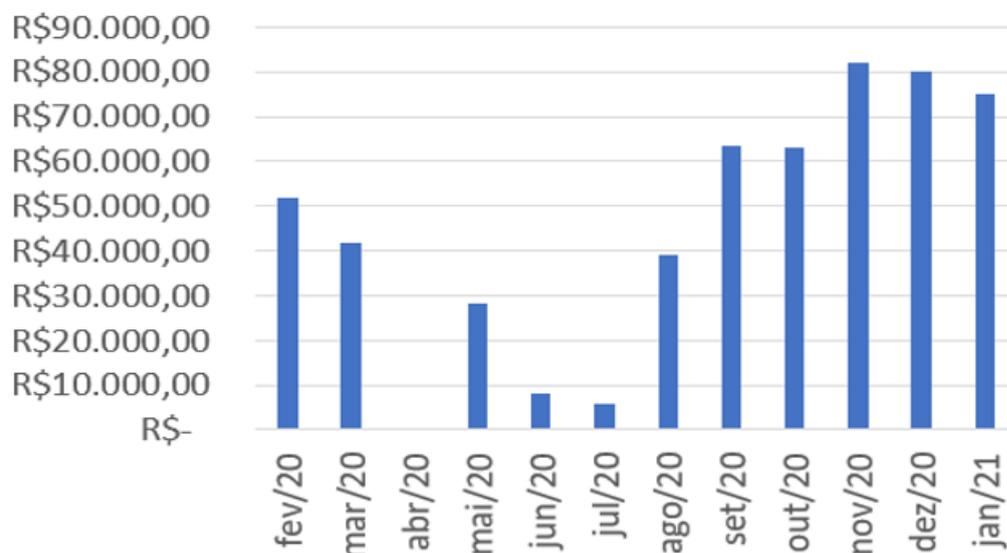
Por conta do baixo número de funcionários do projeto e baseado-se no ritmo de produção fornecido pelo time de engenharia da Marelli e levando em consideração métodos inerentes aos processos, a equipe só conseguiria refugar 1900 peças de amortecedores dianteiros por mês, considerando 22 dias produtivos.

Cada carcaça reaproveitada custava em média R\$11,20 reais, o que no final do mês, se refugados as 1900 peças daria um total de 21 mil reais economizados. O número de peças e valor das mesmas poderia sofrer variações de acordo com o volume de peças refugadas e produzidas diariamente. Conforme o volume produzido fosse maior, maior a quantidade de peças perdidas no processo e maior volume teríamos de peças para reaproveitar.

A proposta inicial foi de conseguir reaproveitar 27,35% das peças que iam para o refugo pelo motivo 9192, ou seja, carga dinâmica fora do especificado. Para chegar nesse percentual, analisou-se o histórico de 2020 em busca do maior valor perdido no ano pelo motivo escolhido (9192). Ao procurar o maior valor pudemos estimar qual o maior potencial possível de retorno mensal esse projeto poderia gerar, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Peças descartadas em 2020 pelo motivo 9192 em valores

Descarte (R\$) no Motivo: Carga dinâmica fora do especificado



MARELLI, 2022.

O mês que apresentou o maior descarte foi novembro, com 81.072 reais em peças descartadas pelo motivo 9192. Então, multiplicamos 1900 peças (que é o número máximo que a equipe consegue refugar por mês), por 11,20 que é o valor da estrutura que será reaproveitada. Assim, chegamos a um saving de 21 mil e 280 reais, que representa cerca de 26% das peças desperdiçadas.

Esse valor foi arredondado para 27,35% devido ao alto volume previsto para 2021. Desta forma, o percentual prometido no projeto foi de 27,35% mensais em cima do valor refugado de 2020, isso sendo flexibilizado pelo volume pela própria controladoria.

Esse cálculo foi feito com todos os meses do ano de 2020 e contando com uma taxa de variação de 1% nos valores. Assim, ao somar os valores encontrados chegamos à quantia estimada de redução de custos de R\$164.857,70 reais ao ano. Esse valor, mesmo que descontando os R\$132.300 reais da mão de obra, ainda geraria um lucro para a empresa de mais de 32 mil reais ao ano.

A relação custo/benefício se mostrou positiva ($B/C > 1$) dando suporte à implantação do projeto. Assim, em fevereiro de 2021, após o projeto ser apresentado e aprovado pela diretoria da Marelli de Lavras, teve início a introdução da operação de desmanche e reutilização de peças de refugo nesta

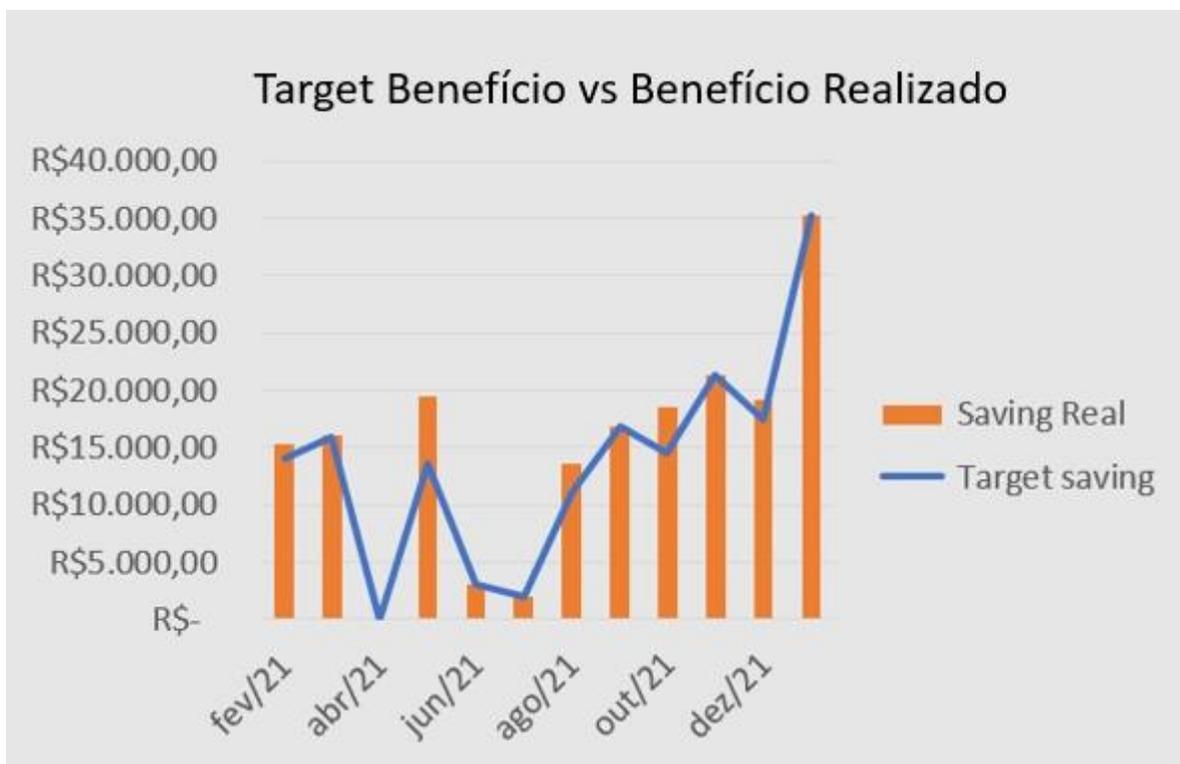
unidade, sobre supervisão principalmente da equipe de qualidade da empresa.

5 Resultados e Discussão

5.1 Resultados

O ano de 2021 continuou com a crise sanitária de coronavírus e como já foi mencionado, o volume de produção caiu devido a diversos fatores, como falta de matéria-prima e mão-de-obra (LEDESMA, 2019). Entretanto, mesmo com esses problemas a operação de desmanche mostrou resultados melhores do que os previstos inicialmente, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Planilha de Lucro esperado X Lucro alcançado.



MARELLI, 2022

A maioria dos meses obteve um *saving* esperado ou superior, mostrando a eficácia do projeto, e o *saving* total superou em quase 15% o valor estimado inicialmente, chegando a quase 39 mil reais. O mês com *saving* mais expressivo foi janeiro, passando dos 20 mil reais e isso se explica pela necessidade de troca dos modelos de automóveis para versões mais atuais, que acontece anualmente nas montadoras e revendedoras. O custo do projeto, de R\$132.300 reais, foi dividido entre fevereiro de 2021 a janeiro de 2022, totalizando os 12 meses

mencionados no projeto como necessários para pagar os custos.

O projeto foi tão bem-sucedido que a empresa o expandiu para outros componentes e traçou a meta de reduzir o custo de refugo de material com estoque de 1,25% em 2020 para 0,8% em dezembro de 2021. Além disso, a partir do projeto principal apresentado, outros projetos foram apresentados para diminuir o número de peças descartadas, como por exemplo, análise de quais células apresentavam o maior número de descartes e o motivo além de proporcionar novo treinamento e capacitação para os operários.

Toda a operação entra em concordância com a missão da Marelli, que é o desenvolvimento sustentável. Assim, a Marelli agrega valor aos seus produtos também pelo serviço ambiental prestado, conquistando novos públicos que exigem essa vertente ambientalista. Além disso, faz parte das ações previstas pelo Sistema Toyota de redução de desperdícios para maior eficiência da produção e também da melhoria contínua (LEDESMA, 2019).

Segundo Mesquita & Alliprandini (2003), a melhoria contínua da produção deve ser tratada de forma completa, necessitando a atuação em diferentes áreas e à consideração de aspectos como habilidades e motivação. Portanto, apenas a delimitação do problema e planejamento das ações mecânicas não são suficientes. Na maioria das vezes é necessário um trabalho também com a parte humana, fazendo uma capacitação continuada dos funcionários (MESQUITA, ALLIPRANDINI, 2003).

Por fim, cabe ainda ressaltar que cada planta é única e possui especificidades. Assim, o gestor deve adaptar as soluções à sua realidade. Muitos aspectos precisam ser considerados na estimativa de custos e a administração deve conduzir a empresa às adequações mais convenientes e favoráveis à empresa naquele momento. O planejamento estratégico não é algo estático, pelo contrário, é um documento em constante aprimoramento. Mudanças no mercado são sempre esperadas, mas a resiliência da empresa se mostrará naquelas que conseguirem se adaptar aos tempos de crise.

6 Conclusão

As sociedades estão cada vez mais consumistas e imediatistas. A busca por inovações por um baixo custo é incessante e aumenta a concorrência dos mercados. Nesse cenário, as empresas precisam criar estratégias para conquistar seus clientes e lhes oferecer o melhor custo e qualidade. Precisam também ter uma produção eficiente, e que elimine desperdícios e gastos desnecessários.

Além disso, cada dia mais os problemas ambientais causados por esse desenvolvimento acelerado e consumo desenfreado mostram suas consequências. Podemos citar entre eles a falta de matérias-primas e a intoxicação de seres humanos por descartes inadequados das indústrias. Ciente disso, os consumidores e governos mundiais têm cobrado cada vez mais das indústrias uma produção mais consciente e sustentável.

Nesse sentido, a reutilização de peças de refugo surge como uma ação que não só é favorável às empresas, que com essas peças conseguem driblar problemas como a falta de estoque de peças e matéria-prima, como também se mostra favorável ao consumidor (na medida que diminui o custo final do produto) e ao ambiente (que se vê livre de toneladas de resíduos sólidos). Assim, utilizando os preceitos do *Lean Manufacturing* de produção e redução de desperdícios e o ciclo PCDA é possível obter uma melhoria contínua da cadeia produtiva e continuar competitivo no mercado.

Acredita-se que mesmo que as mudanças ambientais e sociais causadas pela indústria e pelo capitalismo sejam irreparáveis, elas ainda podem ser freadas. O consumo sustentável é mais que uma tendência mundial, é uma urgência. Em breve não disporemos de certos recursos como petróleo, carvão e alguns minerais e, portanto é necessário pensar em formas de reinventar as cadeias produtivas, aproveitando o máximo de insumos e eliminando aquilo que não for necessário.

Referências

- AGOSTINETTO, Juliana Silva. Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BARROS, Daniel Chiari; CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; VAZ, Luiz Felipe Hup-sel. Panorama da indústria de autopeças no Brasil: características, conjuntura, tendências tecnológicas e possibilidades de atuação do BNDES. 2015.
- BERTOLINI, Vinicius et al. Os fatores críticos de sucesso da indústria de autopeças no Brasil: Um estudo exploratório dos níveis hierárquicos da cadeia dos fornecedores da indústria automobilística. 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87854>>. Acesso em: 22 nov. 2022.
- BERTON, Luiz Hamilton; FERNANDES, Bruno Henrique Rocha. **Administração estratégica**. Saraiva Educação SA, 2017.
- DE LIMA, Elaine Carvalho; DE OLIVEIRA NETO, Calisto Rocha. Revolução Industrial: considerações sobre o pioneirismo industrial inglês. Revista Espaço Acadêmico, v. 17, n. 194, p. 102-113, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/32912>>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- HOUAISS, Antônio. VILLAR, Mauro de Salles. Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva 2001.
- LEDESMA, Leandro. Melhoria contínua do processo de fabricação em uma indústria automotiva para minimização do desperdício aplicando o lean manufacturing. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24503/1/PG_DAMEC_2019_2_3.pdf>. Acesso em: 06 out. 2022.
- LIMA, F. S. A Automação e sua evolução, 2003. Disponível em: <https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_16.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.
- JÚNIOR, Francisco Guerra Fernandes et al. Implementação de controladores pid utilizando lógica fuzzy e instrumentação industrial. VII Simpósio Brasileiro Automação Inteligente, São Luiz, Brazil, p. 27-30, 2005. Disponível em: <https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/artigos/2005/sbai2005_03.pdf>. Acesso em: 06 out. 2022.
- MARELLI. Our history. Disponível em: <<https://www.marelli.com/our-history/>>. Acesso em: 10 out. 2022.
- MESQUITA, Melissa; ALLIPRANDINI, Dário Henrique. Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças. Gestão & Produção, v. 10, p. 17-33, 2003.
- OLIVEIRA, Elisângela Magela. TRANSFORMAÇÕES NO MUNDO DO TRABALHO, DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL AOS NOSSOS DIAS/Word of work transformations-from industrial revolution to our days. Caminhos de Geografia, v. 5, n. 11, 2004. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15327/>>. Acesso em 02 nov. 2022.

RANCICH FILHO, Nestor Alberto; VANIN, Jorge Alexandre. Administração estratégica. Nestor Alberto Rancich Filho, 2013.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Globalização. Dicionário das crises e das alternativas, p. 111-112, 2012.

SANTOS, Rodrigo dos. Impactos da pandemia COVID-19 na indústria de transformação brasileira. 2022.

SANTOS, Angela Maria Medeiros Martins; PINHÃO, Caio Márcio de Avila Martins. **Panorama geral do setor de autopeças**. 2000. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3067>>. Acesso em: 15 out. 2022.

TOLEDO, José Carlos de et al. **Práticas de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças**. Production, v. 18, p. 405-422, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/prod/a/BNK3QDpW9pFN5TGDDpVFmxf/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 15 out. 2022.

VERSIANI, Flávio Rabelo; VERSIANI, Maria Teresa RO. **A industrialização brasileira antes de 1930: uma contribuição**. Estudos Econômicos (São Paulo), v. 5, n. 1, p. 37-63, 1975. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ee/article/view/147377>>. Acesso em: 15 out. 2022