

Os impactos da Pandemia na Produtividade em Relação a Quantidade de Refugo e Retrabalho de uma Empresa Automotiva Multinacional

The Impacts of the Pandemic on Productivity in Relation to the Amount of Scrap and Rework of a Multinational Automotive Company

Fábio Luís Figueiredo Fernandes¹, Ana Cristina Cortez Marcondes², Diego de Oliveira Pena³, Gabriel Vinícius Marques de Souza⁴, Giovana Letícia de Vasconcellos Silva⁵, Maria Sofia Pádua Alencar⁶

1 - Mestre em Física – UNESP. Docente do Centro Universitário de Itajubá – FEPI. E-mail.: fabiofepi@yahoo.com.br

2 - Graduação em Engenharia de Produção - FEPI. E-mail.: aninhacortezm@gmail.com

3 - Graduação em Engenharia de Produção - FEPI. E-mail.: diegoskyy0@gmail.com

4 - Graduação em Engenharia de Produção - FEPI. E-mail.: gabrielvmarques29@hotmail.com

5 - Graduação em Engenharia de Produção - FEPI. E-mail.: gi.vasconcellos23@gmail.com

6 - Graduação em Engenharia de Produção - FEPI. E-mail.: mariasofia18ha@gmail.com

Recebido em: 13/10/2023

Revisado em: 10/10/2024

Aprovado em: 15/12/2024

Resumo: No início de 2020, o mundo passou pela pandemia do COVID-19 que abalou a economia trazendo desafios para as indústrias. Num setor automotivo a produtividade está relacionada com os níveis de produção por funcionário, refletindo na habilidade da empresa ao seu processo produtivo. Nas indústrias há diversas peças que fogem do padrão de produção sendo denominadas refugo e retrabalho. Sendo o retrabalho possível de retornar ao padrão e o refugo não. Para a realização deste trabalho foi coletado dados para análises estatística sendo descritiva, exploratória e abordagens quantitativas. O objetivo é analisar os índices de refugo, retrabalho e produtividade, com um intervalo de tempo de 12 meses antes, durante e pós-período pandêmico. Foi utilizado o software MINITAB ©16, com aplicação do teste ANOVA com o *post hoc* de Tukey para o comparativo de médias, e por meio Microsoft Excel ©365 para a realização de tabelas e gráficos. Analisando o refugo observou-se uma diferença no período anterior a pandemia, sendo comparado com durante e depois. Já o retrabalho, houve uma diferença no pós-período pandêmico, em relação ao período antes e durante. E na produtividade sofreu uma queda brusca no mês de abril/2020, fase crítica da pandemia, com uma diferença comparada com o antes e depois. Portanto, é possível observar pontos positivos e negativos na indústria, juntamente com os impactos causados pela pandemia. Assim, com as análises desenvolvidas é notório a sua importância para que numa possível crise o setor industrial não seja afetado e consiga manter com linearidade.

Palavras-chave: Pandemia. Setor automotivo. Produtividade. Retrabalho. Refugo.

Abstract: At the beginning of 2020, the world went through the COVID-19 pandemic, which shook the economy, bringing challenges to industries. In the automotive sector, productivity is related to the levels of production per employee, reflecting the company's ability to carry out its production process. In industries there are several parts that deviate from the production standard and are called scrap and rework. Rework is possible to return to standard and scrap is not. To carry out this work, data was collected for statistical analysis using descriptive, exploratory and quantitative approaches. The objective is to analyze the scrap, rework and productivity rates, with a time interval of 12 months before, during and after the pandemic period. The MINITAB ©16 software was used, applying the ANOVA test with Tukey's post hoc to compare means, and using Microsoft Excel ©365 to create tables and graphs. Analyzing the waste, a difference was observed in the period before the pandemic, compared to during and after. As for rework, there was a difference in the post-pandemic period, in relation to the period before and during. And productivity suffered a sharp drop in April/2020, a critical phase of the pandemic, with a difference compared to before and after. Therefore, it is possible to observe positive and negative points in the industry, along with the impacts caused by the pandemic. Therefore, with the analyzes developed, their importance is clear so that in a possible crisis the industrial sector is not affected and can maintain linearity.

Key-words: Pandemic. Automotive sector. Productivity. Rework. Refuse.

Introdução

A sociedade passou por uma fase conturbada nos últimos anos em decorrência da fase pandêmica iniciada em dezembro de 2019. Esse fato foi evidenciado pela propagação do vírus de forma globalizada, apresentado pelo Coronavírus (COVID-19). Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), cerca de 90% da indústria brasileira sofreu impactos negativos com a pandemia, sendo eles, a diminuição da produção, redução de gastos e matéria prima (Lopes Da Silva; Abbade Da Silva, 2020).

Ao tema exposto será abordado os impactos da pandemia de uma empresa automotiva para análises de dados referentes a produção da indústria. Dessa forma, a Indústria Automobilística no Brasil desempenha um papel significativo para a economia brasileira que ao ano de 2020, foi responsável por 22% do Produto Interno Bruto (PIB) na indústria brasileira (Ministério Da Economia, 2020).

Assim, já mencionado, a pesquisa é relacionada com uma empresa automotiva que busca analisar o comportamento da produtividade dando ênfase no período de pandemia, e outros períodos, para considerar uma possível variação em relação a quantidade de refugo e retrabalho nestes períodos.

A produtividade está relacionada com a geração de produtos, espelhando-se na habilidade da empresa de acordo com o seu processo produtivo. Bem como a redução do tempo gasto de execução, um serviço, ou

aperfeiçoamento das ferramentas da qualidade para criação de produtos empreendidos (Macedo, 2012).

Quando uma quantidade produzida se equilibra com a qualidade do trabalho, o resultado é a produtividade. Junto a isso, é levado em consideração o melhor aproveitamento dos recursos gastos para efetuá-lo. A produtividade é a busca incessante por melhorias nos métodos de produção, desde a chegada da matéria prima até o produto acabado, acrescido do menor gasto possível para a execução dessas atividades (Verdasca, 2005).

Durante o processo produtivo que consiste em refazer uma mesma atividade, pois os resultados daquela operação não apresentaram as características necessárias para a continuidade do projeto. Então, esse caso é denominado por retrabalho da produção, ou seja, a peça não apresentou os parâmetros e especificações adequadas para o prosseguimento da mercadoria. Dessa maneira, pôde ter ocorrido erros humanos, mau funcionamento dos equipamentos e a falta de ferramenta para o processo produtivo. No retrabalho, as peças passam por reparos necessários para a aprovação. E com esses fatores, gera desperdícios para a empresa, já que as peças que necessitam de retrabalho desviam seu fluxo para outras etapas do processo produtivo, e isso, inclui mais tempo e custos (Cerqueira, 2022).

Ademais, outro conceito que acontece no processo produtivo é o refugo na produção. Trata-se de um tipo de desperdício, pois o material não pode ser mais entregue ao cliente, já que está fora das especificações, e não tem condições de ser retrabalhados, ou seja, podem ser dimensionais ou visuais. Com isso, não se adequam às características necessárias para o prosseguimento se deu processo (Cavallari *et al*, 2020).

Com a produção deste artigo é esperado que aos resultados encontrados sirva de benefícios para a empresa, com análises, observações e a consecutivas conclusões. A fim de melhorar sua produtividade e observar suas vulnerabilidades mediante ao período pandêmico. Uma vez que a pesquisa abordou a produtividade, refugo e retrabalho analisando três períodos, sendo antes da pandemia, período durante a pandemia e o pós-pandemia.

Assim, fica viável de estudar esses eventos para que a empresa esteja preparada caso haja um próximo fator que impossibilitem os funcionários de exercerem determinadas funções, ou até uma nova crise de mesma característica que possa desestabilizar a empresa.

Logo, os benefícios não serão só para a empresa estudada, mas para leitores com o mesmo tema a ser abordado, como a produtividade dentro de um mesmo ramo.

Essa pesquisa parte de uma análise de dados com abordagens quantitativas tratando-se de uma empresa no setor automobilístico.

Em que será analisada a produtividade, tempo, refugo e retrabalho além de mostrar ao longo da produção peças que não podem ser reaproveitadas por apresentarem defeitos, levando até o descarte. Dessa maneira, apresentará possibilidades de amenizar perdas que ocorrem no processo produtivo, ocasionando atrasos nas entregas. E com os dados obtidos para o estudo foram retirados diretamente da indústria para os fins acadêmicos, analisando os dados adquiridos sobre o tema em questão.

Com isso, esse estudo tem como objetivo a análise dos impactos da pandemia sobre a produtividade de uma indústria automotiva que produz anéis de pistão. Com a ênfase do período da pandemia, a fim de ser analisado os cenários antecedentes, durante e após esse período sobre as peças produzidas, quantidade de funcionários, retrabalho e refugo.

Materiais e Métodos

A pesquisa trata-se de uma análise de dados estatísticos sendo descritiva e exploratória como tabelas e gráficos, por meio de dados primários fornecidos pela empresa de um setor automobilístico, e de natureza aplicada. Com as abordagens quantitativas, a fim de analisar matematicamente os dados obtidos correspondente com a teoria do estudo de acordo com a realidade empírica, ao que consiste nas experiências do cotidiano (Silva, 2010).

A análise de estudo será feita por meio da produtividade em relação a quantidade de refugo e quantidade de retrabalho em função da produção pelo tempo.

Logo, os dados obtidos para o estudo foram de forma intencional retirados da indústria para fins acadêmicos, observacional e longitudinal com um período de 36 meses devido a delimitação do período estudado, dando início em abril de 2019 a março de 2020 analisando o período sem pandemia, já em período pandêmico de abril a março de 2021 e pós-pandemia, de abril a março de 2022.

Foi utilizado o programa, G*Power ©3.1.9.2, de análise estatística e para cálculo amostral. E com base nesse programa, foi desenvolvido o cálculo amostral considerando o nível de significância de 0,05, poder de teste de 80%, confiabilidade de 95% e tamanho de efeito médio de 0,25 para o teste ANOVA.

Usado também o software MINITAB ©16, que é uma ferramenta estatística, que será utilizado para análise estatística.

Com o teste paramétrico de análise de variância (ANOVA), em que avalia abordagens de variâncias entre médias de grupos, relacionada com a variável dependente e independente de cada categoria (Simkus, 2022). Onde o mesmo será aplicado o teste ANOVA com *post hoc* de Tukey para o desenvolvimento do comparativo de médias em relação aos períodos de pandemia já citados. E considerando 0,5 do nível de significância.

Para os gráficos e tabelas foi utilizado o Microsoft Excel ©365, com ferramentas para cálculos, planilhas, sendo utilizado de acordo com as especificações dos dados, para criação de planilhas e resultados eficientes de acordo com o trabalho proposto.

Desenvolvimento

Impacto da pandemia

Com a queda da produtividade, a receita da empresa entra em decadência. Isso acontece com diversos problemas encontrados nos setores da produção, principalmente na ordem de produção. Assim, com os cortes de investimentos, queda de funcionários, imposição de líderes de setores e entre outros, ou seja, a crise atingiu com maior intensidade os setores industriais potencialmente com maior vigor tecnológico e, portanto, aprofundou nos problemas estruturais das economias da região. Em virtude do impacto na organização da empresa no período pandêmico já influenciando na estruturação industrial e no mercado, consequentemente na produtividade. Tendo em vista que além da queda de faturamento houve o afastamento de funcionários pertencentes a grupos de risco (Fiema, 2020 apud Almeida *et al.*, 2021).

A queda de faturamento e na produção ocorreu devido à dificuldade de circulação de matéria-prima e insumos. Este cenário foi experienciado de forma ativa na indústria automobilística. Sendo analisada a realidade das indústrias automotivas pelas quais as

medidas poderiam ser adotadas por essas empresas (Almeida *et al.*, 2021).

O período pandêmico influenciou na queda de produtividade nas empresas, decorrentes as condições da produção, e espera-se um decréscimo nos rendimentos na geração de bens e serviços.

Em todo caso os efeitos foram em grande parte negativos na produtividade, mas mesmo assim, durante esse período, por meio da tecnologia diversas funções foram adaptadas, como os serviços e comunicação (Velo, 2020). Já o *home office* trouxe oportunidade nas empresas aos setores administrativos com um grande benefício a sociedade. Assim, o trabalho remoto precisou de adaptações para cada pessoa, com seus pontos positivos e negativos.

A crise econômica global e as mudanças que decorreram dela impactou consideravelmente na vida das pessoas (Lima; Freitas, 2020). Por todos esses aspectos os efeitos da pandemia serão lembrados no decorrer dos tempos e com o intuito de aumentar a eficiência estrutural do ambiente de trabalho e gerar novas melhorias para o país.

Setor Automotivo

O setor automotivo é constituído pelos segmentos de veículos leves e pesados, como exemplo, os automóveis e caminhões, além disso também faz parte desse setor a cadeia de autopeças ou também chamada como cadeia de suprimentos, onde os fornecedores de

autopeças possuem uma classificação, sendo classificados em *Tiers* de 1 a 3, onde a interdependência entre eles é de suma importância, tratando-se de sistema industrial conhecido como OEM (*Original Equipment Manufacturer*), um termo usado quando uma empresa faz uma parte ou subsistema que é utilizado em uma versão final do produto de outra empresa. E para isso, tem a seguinte cadeia: Os *Tiers 1* vendem para as montadoras, os *Tiers 2* para os *Tiers 1* e os *Tiers 3* produzem insumos diversos, de matéria-prima a componentes de base (Mendes, 2020).

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea, 2018), existem no país 27 empresas fabricantes de veículos e 446 empresas de autopeças, sendo notório a importância que esse setor tem para o Brasil. Desde sua criação e estruturação a indústria automotiva sempre demonstrou que foi relevante para o desenvolvimento da economia brasileira. E referente aos últimos anos, este setor representou cerca de 3% do Produto Interno Bruto (PIB) e 18 % do PIB industrial (Ministério Da Economia, 2020).

Dada a crise global gerada pela pandemia, o setor da indústria automotiva no Brasil e a sua produção de veículos no segundo semestre de 2020 recua a níveis de 1957, nunca registrados na história do setor, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea, 2020). Esse acontecimento deve em razão do isolamento

social como resposta para o combate e controle da propagação do coronavírus, o que levou as fábricas de automóveis suspenderam suas atividades em alguns estados e a diminuição do número de funcionários das suas operações, sendo uma estratégia em que as empresas automobilísticas adotaram para enfrentar um período desafiador para todos os setores da economia.

Como se não bastasse, o setor automotivo sofreu com a falta de matéria prima durante a pandemia, no Brasil, e fez com que as linhas de produção das montadoras ficassem paradas. Visto que a produção de componentes eletrônicos, em especial chips e semicondutores fazem parte de uma das principais demandas que se encontram em falta nas montadoras, sendo um problema em escala Global. Essa crise foi acentuada devido ao cenário de retomada pós-pandemia decorrente da alta demanda que levou as fábricas mundiais de componentes eletrônicos a não conseguirem atender a agenda, e as empresas de autopeças a oscilarem na produção de seus componentes (Matsubara, 2022).

Anéis de Pistão

O funcionamento de um veículo consiste na atuação de diversas peças, trabalhando ao mesmo tempo, transformando a energia calorífica em energia mecânica, que dá ao veículo a capacidade de locomoção, e por isso é também conhecido como máquina térmica. O motor consiste em um ciclo chamado Ciclo de

Otto, em que, basicamente descreve o funcionamento de um motor de pistão de ignição com faísca. Esse ciclo é dividido em 4 momentos ou chamado por motor de 4 tempos. São eles: Tempo de admissão, tempo de compressão, tempo de explosão e por último tempo de exaustão ou escape. Todo esse processo ocorre dentro do cilindro, que é uma peça fixa do motor. Nele, ar e combustível se misturam, comprimem e são queimados (Capelli, 2018).

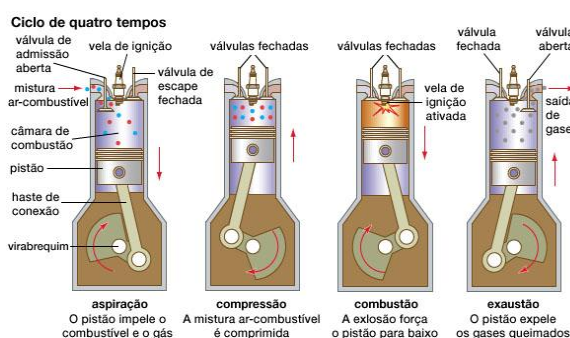
Para que ocorra essa queima, no interior do cilindro, existe uma peça chamada êmbolo ou mais conhecida como pistão, uma peça móvel do motor. O pistão é conectado a outra peça móvel chamada de biela que é ligada ao eixo virabrequim e dessa forma, com essas peças são transferidas por um torque ao virabrequim toda energia liberada pelo processo de combustão ao trabalho mecânico.

E quando o motor está trabalhado, o pistão tem movimento retilíneo vertical no cilindro. Já na parte externa dos pistões existem peças que auxiliam na combustão do sistema. Sendo assim, sua função principal é garantir a vedação do escape de gases e lubrificantes de possíveis espaços entre o pistão e o cilindro, e assim, denominados como anéis de pistão conforme mostrado na Figura 1 (Capelli, 2010).

Os Anéis de vedação fazem parte do funcionamento de motores de carros, e ao circular com alta resistência e grande poder de expansão, atuam no interior dos cilindros

dos motores de veículos a combustão interna, onde estão localizados os pistões. A principal função dos anéis é a vedação de fluidos decorrentes da queima de combustível no interior da câmara de combustão, possuindo como função: vedação de óleo, lubrificação, troca de calor e estabilidade, com isso, são encaixados nas “cabeças” dos pistões, onde cada pistão suporta 3 diferentes tipos de anéis (Coldebella, 2018).

Figura 1 - Funcionamento Ciclo Otto.



© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

Fonte: Enciclopédia Britânica (2010).

Os 3 tipos de anéis usados no mercado automobilístico atualmente são chamados de anéis de segmento, sendo eles o anel de compressão, anel raspador e anel de óleo. Para o desenvolvimento de cada sistema o anel apresenta diferentes geometrias. O anel de compressão possui a função de vedar o óleo e os gases, evitando quem entrem em contato com o resto do motor. Sua dimensão permite o maior contato com o cilindro, e está localizado na parte superior da cabeça do pistão, onde é a maior concentração de calor durante a queima do combustível. Perante isso, ele é fabricado com materiais que possuem grande resistência devido a altas temperaturas e ao desgaste. E é

o anel que impossibilita o escape dos gases para o interior do cárter (Coldebella, 2018).

Já o segundo anel, no qual está localizado no meio da cabeça do pistão é chamado de anel raspador. Tem como função, ajudar a reter a compressão e criar uma película de óleo quando ele raspa as paredes internas do cilindro. A camada mais fina para diminuir o atrito dos anéis com a parede do cilindro. Ele possui uma angulação na parte externa da sua face de contato, para facilitar a sua função de transportar a fina película de óleo no interior do cilindro, e com isso contribui para a lubrificação do sistema (Nocera, 2015).

O último anel de óleo, e não menos importante, que está localizado na extremidade inferior da cabeça do pistão e tem por função encaminhar o excesso de óleo causado pela atuação do segundo anel para o cárter. Sua função basicamente é formar uma película fina de óleo, desse modo, todos os anéis conseguem cumprir suas funções com o mínimo de atrito possível e com a quantidade controlada pela película de óleo entre eles. Isso evita de forma considerável o desgaste entre os anéis e o cilindro. Podendo ser com molas em seu canal interno ou sem. Quando o anel vem com molas, ela tem como objetivo retirar o lubrificante que está dentro do cilindro durante a descida do pistão. Nesse sentido, o conjunto de anéis têm por objetivo fazer a raspagem durante o ciclo do pistão, e a mola assegurar a pressão, para que, no interior do cilindro seja mantida (Nocera, 2015).

Produtividade

A produtividade está relacionada com a produção desenvolvida nos processos produtivos existentes numa indústria, sendo relacionados com os recursos, meios e a realização final de um produto, e esta ideia avalia a eficiência e o critério das atividades econômicas. Dessa forma, o funcionamento da produção é definido pela entrada de insumos, matérias primas (*input*) e pelo produto final (*output*) (Silva; Ba; Carneiro, 2015).

Dessa forma, a produtividade está atrelada aos processos, e de maneira especial, aos processos de liderança, pois, as tomadas de decisões de um determinado líder são necessárias para o desenvolvimento de toda indústria, desempenhando funções em todo o setor industrial, tendem a trazer resultados positivos como consequência dos processos de lideranças (Paes *et al.*, 2021).

E como já citado, há evidências que as lideranças podem até ser mais importantes do que um processo manual da linha de produção. Pois uma boa gestão, organização do ambiente de trabalho, divisão de serviços e metas a serem cumpridas, estão relacionadas à produtividade.

Em relação ao período pandêmico, as indústrias, de modo geral, sofreram com essa fase, afetando desde o ambiente de trabalho até aos funcionários, e isso traz consequência na produtividade, uma vez que foi necessário a utilização de meios tecnológicos, recebimento de pedidos de forma online, remanejo de

setores, e a falta de matéria prima para o funcionamento das estações de trabalho. E no quesito de saúde, o afastamento ocorrido pela contaminação do vírus da COVID-19, além das situações de insegurança por parte do trabalho e pelas medidas restritivas nesse período houve consequência negativa em relação aos funcionários (Turetta *et al.*, 2020).

Refugo

Refugo significa “A porção que sobrou e que não tem mais utilidade; rebotalho, resto.” (Michaelis, 2015).

Em todo processo produtivo existem problemas e o refugo é um deles, de tal forma que o refugo de peças pode ser considerado como aquelas que saíram do padrão da produção, e ao contrário do retrabalho não são possíveis de serem concertadas, sendo uma perda de material e de tempo. Assim, os refugos geram perdas importantes de materiais que estariam presentes na indústria por meio dos sistemas produtivo (Cavallari *et al.*, 2020).

Refugo é tudo aquilo que não pode mais ser aproveitado dentro de um processo produtivo, trata-se de um tipo de desperdício na economia industrial, já que, o material não pode mais fazer parte da produção, pois está fora das especificações e características apropriadas. No processo produtivo, com o surgimento do refugo irá acarretar vários aspectos para a fabricação de uma peça, podendo trazer prejuízos financeiros,

eficiência e gastos superiores até ao término da produção. (Cavallari *et al.*, 2020).

O refugo é altamente prejudicial à empresa pelo fato da perda financeira com material, tempo de trabalho, insumos, etc., assim, além da perda econômica, entre outros já citados, existem outros problemas como atraso na entrega de pedidos. Os refugos desequilibram a linha de produção e atrasam todo o processo. Daí o motivo de se evitar ao máximo a ocorrência de refugos e todos esses problemas. Além disso, os refugos no processo de produção geram outros efeitos que de alguma forma comprometem o sucesso da empresa, assim como: a qualidade, perda de mercado e aumento do custo de produção, entre outros (Santos, 2016).

Assim, alguns métodos são utilizados como: Métodos de Análise e Solução de Problemas (MASP), 5W2H, Diagrama de causa e efeito e os 5 porquês são métodos muito eficazes e eficientes na diminuição dos refugos, prova disso é que ao utilizarem desses métodos, Pacheco e Junior (2019) conseguiram diminuir a 0% os refugos da fábrica de sistemas de embreagem que foi alvo de seus estudos, comprovando a eficácia dos métodos em questão.

Outro método bastante eficaz para lidar com refugos também é o Ishikawa (Espinha De Peixe). Moraes; *et al.*, (2021) diz que ao utilizar desse método em seus estudos, em uma fundição de alumínio, concluíram que a ferramenta utilizada se mostrou bastante

eficiente na busca da melhoria contínua na indústria em questão por meio da redução de refugos.

Retrabalho

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui uma norma chamada norma NBR ISO 9000 de 2005 que define retrabalho como “a ação sobre um produto não conforme para torná-lo conforme aos requisitos” e reparo como “a ação sobre um produto não conforme para torná-lo aceitável ao uso pretendido”. O retrabalho é o ato de tornar o produto conforme aos requisitos e realizados pela empresa em estudo.

De acordo com Martins, Laugení (2017) determinam o retrabalho como a correção de peças e produtos que de alguma forma se tornaram defeituosos com o objetivo de torná-los adequados ao uso.

Conforme Hutchins (1999) em seu livro “*Just in Time*” que um aspecto das linhas de produção é o retrabalho, que segundo ele, esse termo se refere a produtos fora da especificação, mas que podem ser reparados de duas maneiras, por reproprocessamento ou reparo, que são duas maneiras com o mesmo objetivo: Voltar a peça ao padrão da produção.

Ainda conforme o Hutchins (1999), existem algumas empresas que pelo nível de retrabalho ser tão grande, torna-se uma característica ‘normal’ da produção. E ainda ressalta que o retrabalho deve ser visto como uma forma de perda e que cada item de

retrabalho representa uma forma de estoque excessivo.

É importante saber que o retrabalho é extremamente prejudicial à empresa, pois é gasto tempo, insumos (como água, energia e outros.) em uma peça já produzida, aumentando os gastos para que a mesma seja feita corretamente e gerando certo prejuízo à indústria, portanto é sempre bom fugir de retrabalhos ou tentar evitá-los ao máximo. O retrabalho é uma ação retroativa que pode significar alto custo empresarial (Roman, 2017).

Jacobs e Chase (2009) em seu livro *Administração da produção e operação* classificam o retrabalho como custos de falha interna, ou seja, custos referentes a defeitos ocorridos dentro do sistema e da linha de produção. Uma explicação para esses custos é que o tempo que a peça com defeito gasta na máquina poderia estar sendo utilizado para a produção de uma peça nova e gerar um aumento do lucro.

Algo extremamente importante é saber o porquê dos retrabalhos, ou seja, seus motivos para poder gerar uma estratégia para se acabar com esse problema. Cunha *et al* (2014) observam em seu artigo científico que 90,48% do retrabalho da empresa de topografia em que estudaram, diz respeito às cinco causas principais: falta de informação entre a equipe de desenho e produção, falha de comunicação com o cliente, falta de reunião, falta de

entendimento do escopo e falta de atenção no croqui.

Em outras empresas pode-se observar outros diversos possíveis motivos, dentre eles é possível citar: falta de planejamento, erros de estratégia, erros de funcionários por descuido, problemas na máquina, etc. Sendo assim, é evidenciado inicialmente a descoberta inicial de suas causas, para então a criação de um plano de ação detalhado (Contador, 2017).

Segundo Lazzarin e Filho (2016) o retrabalho pode-se citar duas soluções: Conhecer seus pontos fracos e capacitar funcionários a fim de diminuir os índices de retrabalho e aumentar a produtividade.

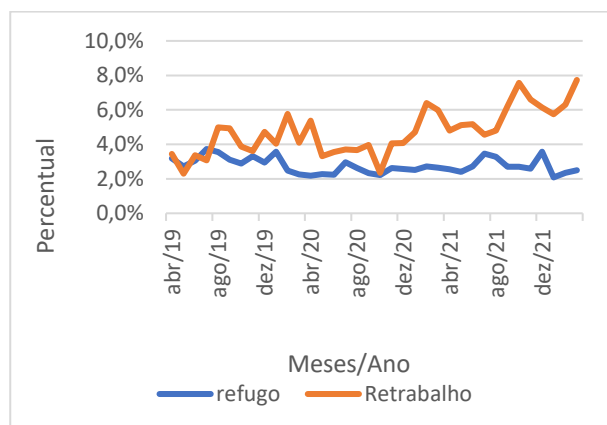
A forma que Cunha (2014) escolheram para lidar com o refugo na empresa de topografia foi através das etapas do PDCA (planejar, fazer, verificar e agir) que se a empresa aplicar essas etapas em seu sistema produtivo irão conseguir lidar com seus níveis de retrabalho.

Discussão

Com base nos dados disponibilizados pela empresa, por meio de tabelas, foi observado os valores referentes ao retrabalho, refugo e produtividade durante os três períodos escolhidos, como o período antes da pandemia em 2019, seguindo ao período crítico em 2020 e o pós pandêmico considerado em 2021. Assim, conseguiu observar conforme mostrado na figura 2, as variações no decorrer desses anos, como por exemplo, a variação do

retrabalho apresentou uma maior variabilidade em relação ao refugo. E ainda analisando a figura 2, observa-se um aumento no percentual nas peças retrabalhadas a partir no final de 2020 se estendendo em 2021 e 2022.

Figura 2 - Gráfico de evolução do percentual de refugo e retrabalho durante o período de abr/19 até mar/22.



Já com os dados da média da produtividade em relação aos funcionários/dia dos meses analisados e apresentados na Figura 3, observa-se distribuição quase toda linear e apenas uma queda brusca no mês de abril de 2020, período inicial da pandemia, onde houve a restrição de pessoas principalmente nesse primeiro momento em torno de duas semanas fazendo com que caísse de forma abrupta a produtividade média dos funcionários.

Análise Comparativa

Com o teste paramétrico ANOVA foi utilizado para comparar as médias entre os grupos. Para a realização do teste ANOVA, é necessário seguir alguns pré-requisitos.

Figura 3 - Quantidade média de produtividade por funcionário/dia registrado no mês no período de abr/2019 a mar/2022.



Foi desenvolvido o diagrama de caixa a fim de se verificar a existência de *outliers* (pontos que se distanciem dos demais). Onde foi constatado um *outlier* na produtividade, referente ao mês de queda ocorrido em abril de 2020, devido a fatores da pandemia. O qual foi excluído por ser consequência de um motivo externo à empresa e rapidamente sanado.

Aplicando-se o teste de normalidade de Ryan-Joiner foi obtido valores p maiores que 5% (0,05) demonstrando que os dados provêm de uma população com distribuição normal. Em relação ao teste de variância foi realizado o teste F onde verificou-se que os valores p são maiores do que 0,05 mostrando homogeneidade das variâncias no refugo, retrabalho e produtividade.

Com isso, é possível a realização do teste ANOVA de um fator para refugo, retrabalho e produtividade visto que as amostras podem ser consideradas paramétricas.

Conforme a tabela 1, observa-se os valores de média e desvio padrão, e também o valor p referente ao teste ANOVA sendo ele de 0,005 que reflete uma diferença significativa entre os dados.

Tabela 1 - Resultados do teste ANOVA/Tukey para valores de Refugo

Refugo	Média	DP	Valor p (ANOVA)	Gr (Tukey)	Durante (IC 95%)
Antes	0,0307	0,0045	0,005	A	(0,0018 a 0,0097)
Durante	0,0249	0,0024		B	-
Depois	0,0274	0,0046		A B	-

Com base nos resultados do teste *post hoc* de Tukey mostrados na tabela 1, mostra que a média percentual de refugo antes da pandemia foi significativamente maior do que a pandemia com uma diferença mínima esperada de 0,18% e máxima esperada de 0,97% com a confiabilidade de 95%. Já em relação aos

outros períodos comparados, não apresentaram diferenças significativas.

Em relação ao retrabalho, observa-se na tabela 2 que o valor p obtido no teste ANOVA foi menor que 0,0001 que reflete uma diferença significativa nos dados.

Tabela 2 - Resultados do teste ANOVA/Tukey para valores de Retrabalho

Retrabalho	Média	DP	Valor p (ANOVA)	Gr (Tukey)	Depois (IC 95%)
Antes	0,0401	0,0096	< 0,0001	B	0,0082 a 0,0131
Durante	0,0426	0,0117		B	0,0057 a 0,027
Depois	0,0590	0,0106		A	-

E baseado no teste de Tukey, verifica-se que o retrabalho pós pandêmico possui um percentual médio significativamente menor do que antes e durante a pandemia com 95% de confiabilidade, com a diferença mínima esperada de 0,82% e máxima esperada de 1,31%. Já no período pandêmico e após a pandemia percebeu-se uma diferença mínima esperada de 0,56% e máxima esperada de

2,7%. E por último, no período de antes da pandemia e durante não apresentou diferença significativa.

Com os dados da produtividade, observa-se na tabela 3, foi aplicado o teste ANOVA e é possível observar os valores de média e desvio padrão, com o valor P menor que 0,0001 que reflete uma diferença significativa nos dados.

Tabela 3: Resultados do teste ANOVA/Tukey para valores de Produtividade

Produtividade	Média	DP	Valor p (ANOVA)	Gr (Tukey)	Durante (IC 95%)
Antes	588,39	36,83	< 0,0001	B	26,59 a 95,44
Durante	649,41	27,13		A	-
Depois	597,06	28,17		B	17,92 a 86,77

Com base nos resultados do teste *post hoc* de Tukey mostrados na tabela 3, observa-se uma diferença na produtividade com relação ao período antes da pandemia e o período pandêmico com a diferença mínima esperada de 26,59 peças e máxima de 95,44 peças. Observa-se uma diferença também entre o período pandêmico e o período pós pandêmico em que se obteve uma diferença mínima esperada de 17,92 peças e máxima esperada de 86,77. Ambos com 95% de confiabilidade. E por último não apresentou diferença significativa entre o período antes da pandemia e após pandemia.

Dessa forma, uma possível explicação para a queda da produtividade em abril/2020 como é possível se observar no gráfico foi a diminuição da jornada de trabalho que ocorreu durante este mês, pois a demanda do mercado desta indústria baixou. Assim, o tempo produtivo diminuiu em razão da carga horária reduzida, fazendo com que os funcionários ficassem ociosos nas estações de trabalho.

Já ao observar a tabela, observa-se que a produtividade aumentou durante o período pandêmico e não diminuiu como aconteceu no gráfico, isso acontece porque ao aplicar o teste ANOVA nos dados de produtividade foi excluído os *outliers*, que são exatamente a queda no mês de abril de 2020 com eles excluídos a produtividade aumenta durante a pandemia. Uma possível explicação para esse aumento é quando a demanda volta a sua normalidade, e retorna mais alta e

consequentemente os colaboradores tiveram de trabalhar um pouco mais fazendo com que a produtividade aumente, assim observado nas médias.

Observando o gráfico, é notório o aumento do retrabalho a partir do mês de outubro de 2020, uma forma de se explicar a essa taxa crescente de retrabalho é que após a redução da jornada de trabalho feita durante o período crítico da pandemia, os funcionários receberam férias coletivas e ao retornarem muitos foram desligados da empresa devido baixa de demanda. Contudo, no mês seguinte, a demanda voltou a sua normalidade, sendo necessário a contratação de novos funcionários e consequentemente ao treinamento para as atividades operacionais. Pois, com o aumento da produção, e a inexperiência dos novos funcionários levam a maiores chances de peças com defeitos.

Analisando os dados de refugo, observou-se que houve uma linearidade dos índices de refugo durante os períodos analisados com uma diferença no período antes da pandemia comparado com o durante e depois. Sendo uma situação inesperada, pois com o aumento da demanda e do retrabalho, na normalidade era esperado que houvesse um aumento no refugo. Contudo, não foi o que aconteceu, provavelmente isso ocorreu devido ao cuidado maior dos funcionários com as peças evitando-se a perda de material ao se tornarem refugo.

Conclusão

Diante dos conceitos e dados analisados no trabalho, conclui-se que a pandemia gerou graves impactos no setor industrial. Refletindo com variações significativas durante o período estudado, isso foi em consequência da queda na demanda, cortes de investimento, redução da oferta de capital de giro ocorridos durante a crise gerada pela COVID-19, o que obrigou às indústrias, de alguma maneira, a se remodelarem com o objetivo de adaptação à crise.

Dessa maneira, com os testes aplicados em todo o trabalho é possível observar alguns pontos negativos sendo eles, o afastamento e desligamento de funcionários com a queda na demanda, que gerou baixa na produtividade na indústria e o aumento crescente do retrabalho a partir do mês de outubro de 2020. Sendo válido ressaltar que esses fatos aconteceram em decorrência da pandemia.

Em contrapartida, encontra-se pontos positivos nesses cenários, pois a empresa conseguiu se reerguer rapidamente após a queda da produtividade nos meses seguintes. E outro ponto seria pela análise de refugo que não foi afetado no período de antes, durante e pós pandemia, mantendo-se com a linearidade. Mais um fato observado foi no setor administrativo, em que os colaboradores puderam trabalhar por meio do *home office* tendo a possibilidade de ficarem menos expostos ao possível risco apresentado pelo COVID-19.

Mesmo com os pontos negativos nas análises, de forma geral a empresa soube lidar com a situação vivida em 2020 com as modificações e com resultados significativos em seus postos de trabalho.

Em suma, é de grande importância a pesquisa realizada durante o artigo, pois possibilita um desenvolvimento técnico e de análises estatísticas ao estudo. Sendo assim, torna-se possível colocar em prática os conceitos teóricos aprendidos. Essa importância tem grande peso ao setor industrial, visto que, a empresa possui uma grande quantidade de dados, que permite a realização de análises para observar os pontos positivos e negativos, a fim de realizar melhorias a empresa para que numa possível crise ela não seja afetada e consiga manter sua produtividade, refugo e retrabalho com o mínimo de alteração possível.

Referências

ALMEIDA, J.S. *et al.* Impacto da pandemia COVID-19 nas atividades operacionais das empresas que atuam no complexo Ford Industrial em Camaçari – BA. Congresso Brasileiro de Custos, XXVIII, 2021, Brasil. Associação Brasileira de Custos, 17 a 19 de novembro de 2021. Acesso em: 24 set. 2022.

ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores); Anuário da indústria automobilística brasileira, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.anfavea.com.br/anuario2020/site/anuario_2020.pdf> Acesso em: 29 set. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade: Segunda edição. Referências. Genebra. 2005. Acesso em: 27 set. 2022.

BRASIL, MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Sec. Esp. De Comércio Exterior e Assuntos Internacionais. Sec. Esp. De Produtividade e Competitividade. Setor Automotivo. 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/producao-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo>> Acesso em: 29 set. 2022.

CAPELLI, Alexandre. Eletroeletrônica Automotiva. Injeção Eletrônica, Arquitetura do Motor e Sistemas Embarcados. 1º ed. São Paulo: Érica, 2010.

CAVALLARI JR, S. *et al.* Aplicação das ferramentas da qualidade para diminuição dos refugos no processo produtivo: um estudo de caso aplicado na indústria de autopeças. *Intellectus Revista Acadêmica Digital*. Vol 62.

CERQUEIRA, JOÃO P. de O. Desenvolvimento de Novas Funcionalidades Para a Aplicação de Retrabalhos. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2022.

COLDEBELLA, Silmar. Análise do pistão a gasolina do motor AP-1800. *IGNIS Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo Engenharia e Tecnologia de Informação*, v.7, n.1, 2018.

CONTADOR, J. C., et al. Gestão de operações: A Engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 3ª. ed. São Paulo, Fundação Vanzolini, 2010.

CUNHA, G.C. *et al.* Propostas de melhorias na prestação de serviços de uma empresa de topografia a fim de reduzir os índices de retrabalho. Ponta Grossa, PR. 03 a 05 de dezembro de 2014. p. 9.

Federação das Indústrias do Estado do Maranhão (FIEMA). Impactos da COVID-19 na indústria. Informativo FIEMA. nº8, junho de 2020.

HUTCHINS, David. *Just in time: Second Edition. Grã-Bretanha: Gower Technical Press Ltd*, 1999.

JACOBS, Robert F; CHASE B Richard. Administração da produção e operações: O essencial. São Paulo: Techbooks, 2009.

JUNIOR A. M. Ariovaldo; PACHECO S. C. Bruna. A redução de custos de refugo por meio da aplicação da metodologia masp em uma fábrica de sistemas de embreagem no interior do estado de São Paulo. IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, PR. 03 a 05 de dezembro de 2019. p. 10.

LAZZARIN R I; FILHO F A L. Retrabalho: estudo de caso na empresa gaam gabinetes ltda de ampere paraná. *Mundo contemporâneo em Revista*, nº5, volume 01, p. 14, 2016.

LIMA, A. V; FREITAS, E. de A. A Pandemia e Os Impactos na Economia Brasileira. *Boletim Economia Empírica*. Vol 1 nº 4, 2020.

LOPES DA SILVA, M.; ABBADE DA SILVA, R. Economia brasileira pré, durante e pós-pandemia do covid-19: impactos e reflexões. FAPERGS, Universidade Federal de Santa Maria, Observatório Socioeconômico da COVID-19, 2020.

MACEDO, M. M. Gestão da produtividade nas empresas. *Revista UNINTER Organização Sistêmica*. 2012. V. 1.

MARTINS G P, LAUGENI P F; Administração da produção: Série fácil ed. Saraiva, 2017.

MATSUBARA, Vitor. Crise de semicondutores deve persistir até 2023, aponta KPMG. *Automotive now*. 2022. Disponível em: <<https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/estudo-diz-que-crise-de-semicondutores-deve-persistir-ate-2023/>> Acesso em: 29 set. 2022.

MENDES, André G. *Do TIER 1, TIER 2 e TIER 3 ao “TIER all together”*. *Automotive SUMMIT*. 12 out 2020. Disponível em: <<https://isqtag.pt/2020/10/12/do-tier-1/>> Acesso em: 26 set. 2022.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA, Brasil. Refugo.

MORAIS A. Gabriel; *et al.* Utilização da Metodologia de Ishikawa (Espinha De Peixe) para Melhoria de Processo com a Redução de Refugo em uma Fundação de Alumínio sob Pressão. *Journal of Technology & Information*, v1, n 2, 2021.

NOCERA, Eduardo. Desenvolvimento de uma camada nitretada em aço inoxidável martensítico para aplicação em anéis de pistão, quando utilizada em motores ciclo otto bi-combustíveis (motores flex-fuel). 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

PAES, A. et al. Liderança: estilos e influências na produtividade das organizações. *Revistavox Metropolitana*, nº 04, p. 113-122, 2021.

ROMAN, Edson. Impactos dos retrabalhos no processo de produção: Um estudo em uma empresa de joias da serra do RS. Passo Fundo RS, 2017. pag 18.

SANTOS, T.H. Aplicação do lean seis sigma na redução do índice de refugo e retrabalho em uma empresa de isolamento acústico e térmico para a indústria automotiva. Monografia de Pós Graduação em Engenharia da Qualidade Lean Seis Sigma – Green Belt do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, 2016.

SILVA B. A. Francine. Gestão da qualidade no processo com redução do percentual de refugos em uma empresa de vidros e esquadrias. IV Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e Tecnologia, Centro Salesiano Universitário de São Paulo – UNISAL, p. 4, 2019.

SILVA, Gisele Cristina Resende Fernandes. O método científico na psicologia: abordagem qualitativa e quantitativa. 2010. O portal dos psicólogos. Psicóloga e mestranda do Programa de Pós-graduação em Psicologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Brasil.

SILVA, P. et al. Administração da produção nas organizações: uma breve revisão teórica. Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão (CONPEEX) Regional Catalão, Universidade Federal de Goiás, 2015.

SIMKUS, J. O que é ANOVA (Análise de Variância). *SimplyPsychology* (2022, 26 de janeiro). Disponível em: <www.simplypsychology.org/anova.html> Acesso em: 12 set. 2022.

TURETTA, C. de Melo; et al. Indústria 4.0: Implicações da aplicação no período da pandemia de covid-19. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2021.

VELOSO, Fernando. Novas evidências sobre os efeitos da Pandemia na Produtividade. Brasil: FGV IBRE, 2021.

VERDASCA, José. Análise de fluxos e produtividade escolar. *Revista Portuguesa de Investigação Educacional*, Universidade Católica Portuguesa, nº 4, 111-112, 2005.