



PROPOSTA DE AUMENTO DE CAPACIDADE PRODUTIVA EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DO POLO DE DUAS RODAS

PROPOSAL TO INCREASE PRODUCTION CAPACITY IN A PRODUCTION LINE IN THE TWO-WHEEL

Marcus Vinícius Lamenha Lopes¹; Thiago Maciel Neto²; Marcelo Albuquerque de Oliveira³; Joaquim Maciel da Costa Craveiro⁴

RESUMO: Este artigo aborda aumento da capacidade produtiva, realizado em uma linha de produção de eixo retífica na indústria do polo de duas rodas. O objetivo principal foi atingir a meta de 400 mil motocicletas no triênio 22-24 de produção do setor de usinagem, um aumento de 30%. A metodologia utilizada foi a pesquisa quantitativa nas linhas de usinagem para propor estratégias utilizando as ferramentas da qualidade, como Diagrama de Pareto, Fluxograma, Ishikawa, 5W2H, 5 porquês e Brainstorming, visando conhecer a linha de produção com menor produtividade do setor. Os resultados revelaram um aumento de 35% da capacidade da linha de eixo retífica, além de ganhos ergonômicos, eficiência, custo com energia elétrica, redução de CO₂ e de custo por peça.

Palavras-chave: Aumento de capacidade, Usinagem, Ferramentas da Qualidade, Motocicleta.

ABSTRACT: This article addresses the increase in production capacity, carried out in a grinding axle production line in the two-wheel industry. The main objective was to reach the target of 400 thousand motorcycles in the three-year period 22-24 of production in the machining sector, an increase of 30%. The methodology used was quantitative research in the machining lines to propose strategies using quality tools, such as Pareto Diagram, Flowchart, Ishikawa, 5W2H, 5 Whys and Brainstorming, aiming to identify the production line with the lowest productivity in the sector. The results revealed a 35% increase in the capacity of the grinding axle line, in addition to ergonomic gains, efficiency, cost with electricity, reduction of CO₂ and cost per part.

Keywords: Capacity Increase, Machining, Quality Tools, Motorcycle.

¹ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: marcuslamenha1996@gmail.com

² Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: thiagomn@ufam.edu.br

³ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: marcelooliveira@ufam.edu.br

⁴ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: jmaciel@ufam.edu.br

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

1. INTRODUÇÃO

As constantes mudanças ocorridas nos últimos anos na indústria possibilitaram a expansão dos negócios, o que nos leva ao aumento da competitividade entre as empresas, auxiliando no desenvolvimento da produção com mais efetividade.

Martins e Oliveira (2019), acrescentam que o mercado brasileiro de motocicletas vem dando sinais de aquecimento: esse “boom” ocorreu por conta do aumento da demanda do uso do delivery, já que, levando em consideração o contexto pandêmico, as pessoas se adequaram a pedir suas comidas em casa. Este aumento reflete na produção de motocicletas, visto que para se adequar ao novo trabalho, obter uma moto foi um desejo de muitas pessoas; esta ação ocasionou a falta de insumos para as montadoras de motocicletas, tendo dificuldades para atingir o que o mercado estava pedindo para o momento.

Um outro ponto a ser considerado aplicado neste artigo diz respeito à utilização de Ferramentas da Qualidade.

“Para aplicação e manutenção de um sistema de gestão da qualidade, é importante a utilização de ferramentas para auxiliar no controle de processos e cumprimento de objetivos. As ferramentas da qualidade são utilizadas na busca pela melhoria de processos e para resolução de problemas relacionados à qualidade” (SILVA E OLIVEIRA, 2020)

Partindo dessa idealização, Rocha et. al. (2022), as Ferramentas da Qualidade apresentam um objetivo principal: o auxílio no processo de melhoria contínua por intermédio de três etapas: identificação do problema, identificação das causas fundamentais e implementação e verificação dos resultados. Logo, as ferramentas possuem o propósito de auxiliar e direcionar a tomada de decisão e melhoria de processos fazendo uso de fatos e dados (SILVA E OLIVEIRA, 2020).

Nesse sentido, o presente artigo objetiva apresentar uma proposta de aumento de capacidade de uma linha de produção na indústria do polo de duas rodas.

Para se obter uma motocicleta, existem vários processos de fabricação até chegar no produto final. A norma internacional DIN 8580 “classifica os processos de fabricação em grupos com base nos critérios de criação a partir de uma forma inicial e utiliza a criação a partir da substância sem forma, a alteração na forma e a alteração nas propriedades do material, dando destaque aos processos de pintura, solda, fundição e usinagem”.

No que tange o processo de fabricação de uma motocicleta, há o processo de usinagem, que, conforme Silva e Silva (2023) é um dos principais processos de fabricação de produtos metálicos, ocorrendo por intermédio de uma operação mecânica com remoção de cavaco para dar à peça forma, dimensão e acabamento.

Stoeterau (2003) conceitualiza usinagem como “a operação que confere à peça: forma, dimensões ou acabamento superficial, ou ainda uma combinação destes, através da remoção de material sob a forma de cavaco”.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

As peças usinadas, conforme visto na figura 1, desempenham papel fundamental na fabricação de motocicletas, no qual é diretamente relacionada a performance, segurança e durabilidade, pois se tratam de peças projetadas para garantir precisão e qualidade; entre as mais importantes estão as de alumínio — como exemplo, é possível listar o cabeçote, carcaça, tampa e cilindro — e as ferrosas — em que se destacam os eixos, contrapeso e virabrequim.

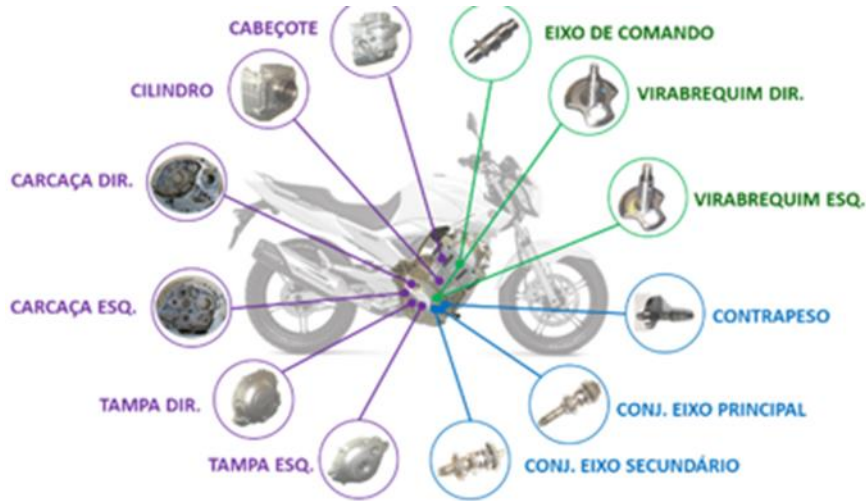


Figura 01. Peças usinadas de uma motocicleta. Fonte: Autores, (2023).

Na figura 2 podemos visualizar os subprocesso de usinagem que incluem: fresamento, torneamento, retificação e demais métodos de alta precisão: se caracterizam por possuir precisão altíssima com suas cotas dimensionais, mas também para a resistência a longo prazo e ao calor, sendo estas essenciais para o funcionamento do motor e outras partes da motocicleta.

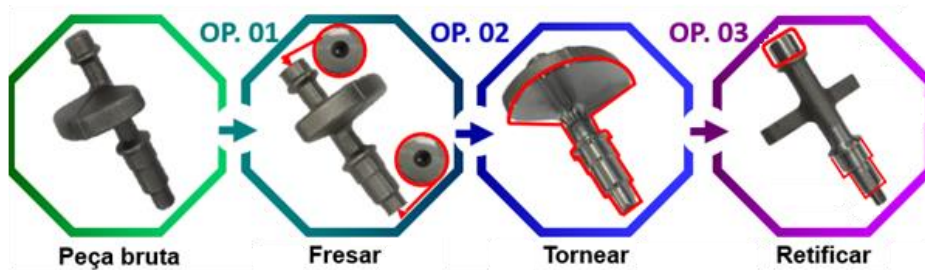


Figura 02. Processo de usinagem de um eixo. Fonte: Autores, (2023).

Fresamento — Consiste na operação na qual o material é removido por uma ferramenta giratória com múltiplos inserts: cada inserto removerá uma pequena quantidade de material da rotação do eixo onde está fixada a ferramenta. O processo para “centrar” significa que a máquina irá fazer um furo de centro com uma broca.

Torneamento — É um processo que será usado para a fabricação de peças cilíndricas: normalmente, esse processo é realizado por um torno onde a peça irá fazer rotações em torno de seu próprio eixo e a ferramenta terá um deslocamento linear dependendo da quantidade de material que se deseja tirar.

Realização:

Retificação — Se trata da atividade no qual a ferramenta gira em alta rotação enquanto a velocidade da peça é menor, a fim de desgastar a peça e tirar as imperfeições.

Para esses processos serem eficazes, recebem auxílio das ferramentas da qualidade, que não apenas otimizam a produção, mas também asseguram a entrega em um alto padrão de qualidade, confiabilidade e desempenho. O papel fundamental das ferramentas consiste em identificar a causa raiz e indicar ações para a solução de uma determinada problemática (ANDERSON et. al., 2021). Na figura 3, é possível visualizar as ferramentas que integram as ferramentas da qualidade.

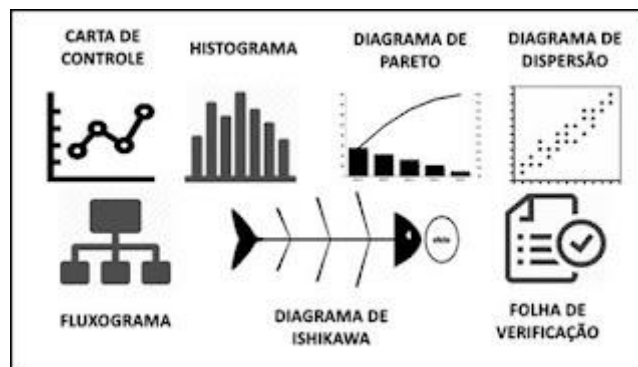


Figura 03. 7 ferramentas da qualidade. Fonte: Sales, (2012).

- Carta de Controle — se trata de um gráfico utilizado para o acompanhamento do processo através de determinação de faixa de tolerância limitada pela linha superior, uma linha inferior e uma linha média do processo, que foram estatisticamente determinadas (CHIAVENATO, 2006);
- Histograma — definido como uma ferramenta para obter medições quantitativas representados por um gráfico, indicando também previsões para o problema: na construção de seu gráfico, as curvas irão indicar o comportamento mostrando a tendência (COUTINHO, 2021);
- Diagrama de Pareto — neste diagrama, é observado que 80% das consequências são de 20% das causas, onde os problemas de pouca e grave urgência são identificados: ele permite facilmente a visualização e identificação do problema mais importante a ser resolvido, tendo como objetivo identificar a causa raiz (AMILTON et. al., 2019).
- Diagrama de Dispersão — mostra o que acontece com uma variável quando a outra muda. São representações de duas ou mais variáveis que são organizadas em um gráfico, sempre tendo uma em função da outra (SILVA e CAMPOS, 2022).
- Fluxograma — Auxilia na identificação do melhor caminho que o produto ou serviço irá percorrer no processo, ou seja, mostra as etapas sequenciais do processo, utilizando símbolos que representam os diferentes tipos de operações (ALONÇO, 2019).
- Diagrama de Ishikawa — O Diagrama de Ishikawa, popularmente conhecido como espinha de peixe, tem o objetivo de identificar a causa raiz do problema; para tanto, são utilizados os 6Ms para identificar problema em um determinado processo: I) Meio Ambiente, II) Material, III) Mão-de-Obra, IV) Método, V) Máquina e VI) Medida (AMILTON et. al., 2019).

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição



- **Folha de Verificação** — É uma lista de itens pré-estabelecidos que seja marcado a partir do momento que forem realizados ou avaliados. É usada para a certificação de que os passos ou itens pré-estabelecidos foram cumpridos ou para avaliar em que nível eles estão. É semelhante a um checklist (SILVA e CAMPOS, 2022).

Existem outras ferramentas que dão suporte às ferramentas da qualidade e seu uso foi aplicado neste trabalho, sendo elas: brainstorming, 5 porquês e 5W2H.

Para o Brainstorming, conhecido como “Tempestade de Ideias”, sua definição é compreendida como a reunião da equipe de trabalho para opinarem, de forma livre, espontânea e sem críticas com o objetivo de encontrar possíveis ideias para um problema (CLAIMIR, et. al., 2017). No que tange os 5 porquês, é uma das mais simples para encontrar a causa raiz, pois consiste em perguntar o porquê daquele problema estar ocorrendo até chegar em sua causa raiz, o que ocasionalmente ocorre após cinco porquês (PRADO, 2021).

No que tange o 5W2H, sua definição diz respeito a uma ferramenta de gestão que “foi desenvolvida para sanar problemas que ocorrem nos processos metodológicos das empresas”, (ALVES, 2021).

“[...] Para pôr em prática o plano de ação com o 5W2H, deve-se responder qual objetivo da ação utilizando-se da pergunta “O que?”, depois justificar o porquê dessa ação ter que ser realizada, passando pela definição de qual local será realizada, que prazo terá para se concretizar e quem será o responsável pela sua execução. Uma vez esclarecidas essas perguntas, deve-se planejar como será realizada essa atividade e, por fim, quanto será o orçamento para que tudo isso seja de fato concluído.” (ALVES, 2021)

2. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido através do formato qualitativo e descritivo, envolvendo a revisão bibliográfica. Quanto à natureza do estudo, é classificado como uma pesquisa aplicada, uma vez que foram utilizados conceitos de fluxos de materiais e da área tecnológica para a resolução do problema, dividindo o projeto em etapas, assim como vislumbrado na figura 4.



Figura 04. 6 etapas aplicadas no procedimento metodológico. Fonte: Autores, (2023).

I) **Identificação do problema in loco** — A primeira etapa do projeto foi buscar o problema na linha de produção, foi identificada a falta de atendimento à demanda agregada de clientes; esta linha de produção está situada na área fabril de uma multinacional de motocicletas japonesas;

II) **Métodos metodológicos** — Na segunda etapa foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica em harmonia com o objeto do estudo, por meio de uma seleção de artigos com

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição



buscas realizadas a partir da base bibliográfica Google Acadêmico, bem como livros e demais referenciais teóricos nas áreas de capacidade produtiva, melhoria contínua, processos de fabricação e gestão da qualidade;

III) Escolha das ferramentas — A terceira etapa do projeto foi selecionada a metodologia para estabelecer os objetivos necessários para prosseguir com o avanço do desenvolvimento. A partir disso o planejamento foi definir como seria resolvida o possível aumento da capacidade de produção utilizando ferramentas da qualidade e auxiliares;

IV) Desenvolvimento — Na quarta etapa foi aplicado as ferramentas escolhidas para resolução de problemas;

V) Pesquisa em campo/Teste piloto — Na quinta etapa, foi realizado um pré-teste de aplicação para avaliar o potencial do sistema no quesito usabilidade e processamento de dados inseridos;

VI) Análise dos dados — Na sexta e última etapa, procedeu-se a análise de dados com suas devidas tabulações, de forma a se evidenciar os pontos fortes e pontos fracos do sistema elaborado, projetando melhorias que resolvam o problema detectado.

Segundo levantamento da Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (ABRACICLO, 2023), o gráfico 1 demonstra o faturamento com as vendas de motocicletas.

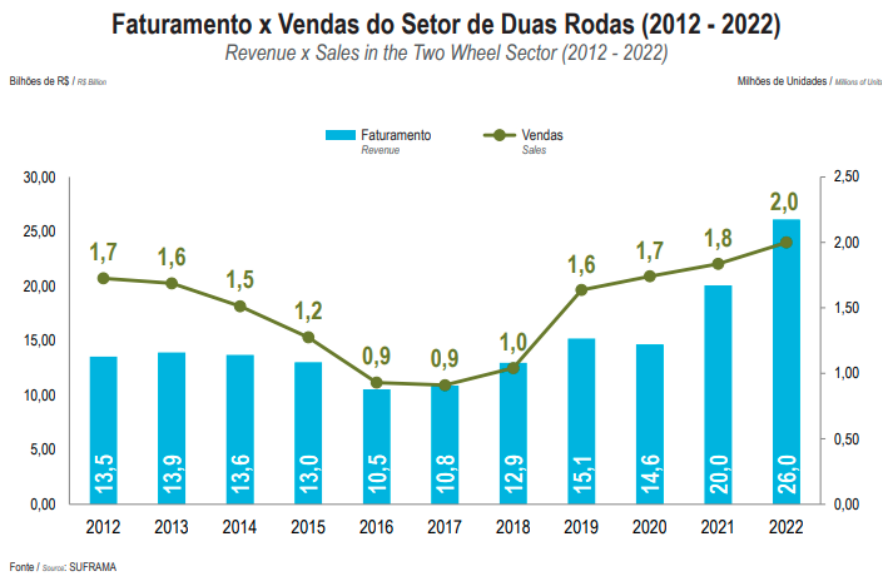


Gráfico 1. Faturamento x Vendas do Setor de Duas Rodas (2012-2022)

Fonte: Abraciclo (2023)

Em 2019, foram 1,6 milhão de motocicletas vendidas para um faturamento de 15,1 bilhões de reais. Em 2022, foram 2 milhões de motocicletas vendidas para um faturamento de 26 bilhões de reais. Dessa conceitualização, surgiu a seguinte problemática: como atender a demanda que surgiu após o ápice da pandemia?

Para entender o real problema, foi utilizado o histograma, conforme o gráfico 2, que avaliou a capacidade fabril do setor de usinagem, setor este que conta com 23 linhas de produção. É importante salientar que 4 dessas linhas estavam produzindo abaixo da meta definida para o triênio.

Realização:

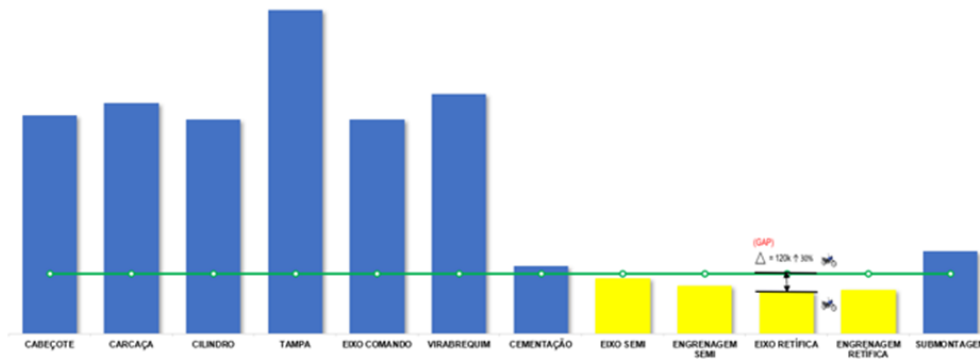


Gráfico 2. Capacidade da Usinagem no triênio 22-24

Fonte: Autores (2023)

Com o aumento dos pedidos de motocicletas, 17,4% das linhas não atenderiam à capacidade necessária e a linha de eixo retífica é a linha mais crítica.

Visando atender à demanda surgida pós-pandemia, o setor de usinagem precisou adaptar sua capacidade produtiva, visando a redução de custos, aumento de lucros e atendimento de produção.

A linha do eixo retífica conta com duas linhas de produção e foi observado que estavam operando no limite da capacidade produtiva; a linha de eixo retífica 1 opera no limite dos três turnos especiais e a linha de eixo retífica 2 ultrapassa os três turnos. Porém, mesmo somando as duas linhas, observou-se que estão operando acima da capacidade de carregamento para atender à meta, assim como descrito no gráfico 3.

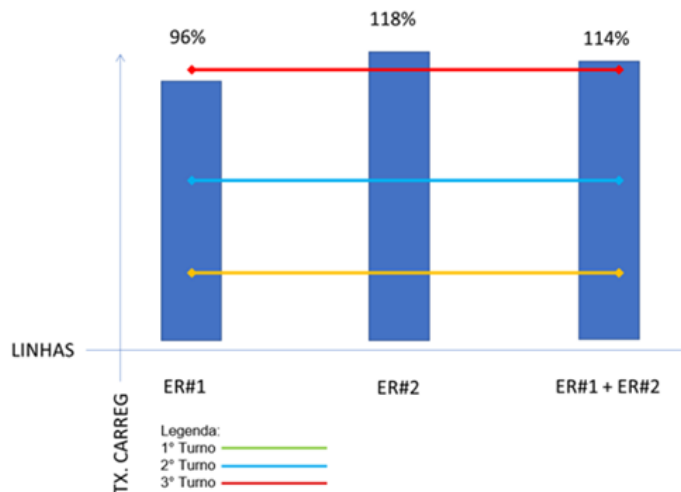


Gráfico 3. Capacidade da Usinagem no triênio 22-24

Fonte: Autores (2023)

Operando acima de sua capacidade, a linha aplicava um sistema de revezamento para trabalhar nas pausas programadas e nas refeições, concluindo-se através dessa ação que a oportunidade de melhoria era aumentar a capacidade da linha de eixo retífica. Baseado no gráfico de capacidade, partiu-se para uma análise mais detalhada, onde houve mapeamento de todos os produtos da linha, estratificados em um gráfico de Pareto, assim como demonstrado no gráfico 4.

Realização:

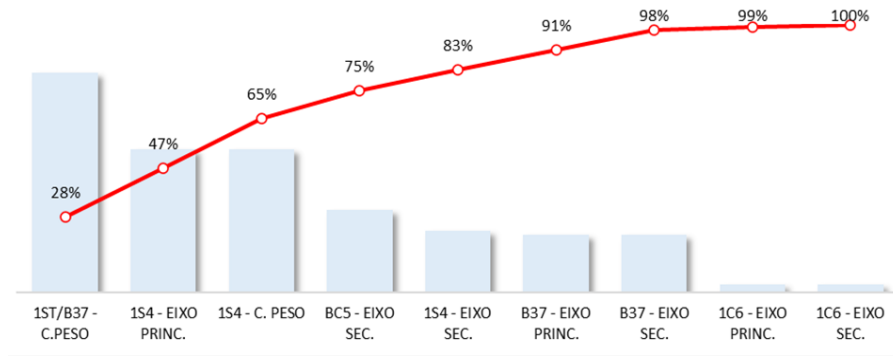


Gráfico 4. Gráfico de Pareto por produtos

Fonte: Autores (2023)

Observa-se que 28% dos produtos processados na linha corresponde ao produto “Contrapeso” dos modelos de 125cc e 150cc, sendo assim, a área de atuação seria a linha do eixo retífica 1 e o produto “Contrapeso” 1ST e B37. Por se tratar de uma melhoria relacionada à linha de produção, foi estabelecido como um dos parâmetros o custo de venda para o cliente do produto, haja vista que o contrapeso possui um valor de R\$ 5,08 por peça.

Com base nesse valor, foi criada uma projeção de ganho com a fabricação durante o triênio 22-24, considerando a fabricação de 400 mil motocicletas baseado no estudo da capacidade fabril. O ganho seria de R\$ 336.800,00 com a fabricação. Para justificativa, foram feitas projeções, detalhadas na tabela 1, que exprime o balanço financeiro.

Tabela 1. Balanço financeiro para o triênio 22-24

	Situação Atual	Situação Estimada
Produção	280000	400000
Custo p/ peça	5,08	3,2
Ganho total com fabricação	R\$ 1.422.400,00	R\$ 1.280.000,00
Custo MDO	R\$ 583.200,00	R\$ 388.800,00
Custo Energia	R\$ 135.000,00	-
Investimento	-	R\$ 154.805,00
Reuniões	-	R\$ 5.000,00
Ganho com Fabricação	-	R\$ 336.800,00
Saving Final		R\$ 176.995,00

Fonte: Autores (2023)

A estimativa feita do plano de 400 mil motocicletas foi considerando o quanto seria necessário para aumentar a capacidade produtiva; então, com base no planejamento, foi estabelecido um objetivo de aumentar a capacidade com uma meta de aumento em 30%, como pode ser visto na figura 5.

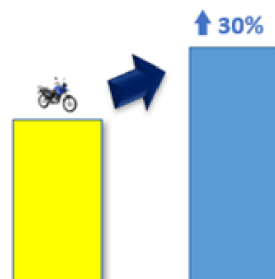


Figura 05. Meta estabelecida. Fonte: Autores, (2023).

Para análise das causas visto na figura 6 foram utilizadas ferramentas da qualidade, partindo do princípio de que o tempo é também um recurso e como tal deve ser gerenciado de maneira

Realização:

hábil. Se bem usado, esse recurso traria resultados de maneira mais veloz, ampliando o potencial do aumento de capacidade de produção ainda na fase de execução do projeto.



Figura 06. Fluxograma das ferramentas da análise de causas. Fonte: Autores, (2023).

Foram levantadas todas as possíveis causas para o não atingimento da meta de 400 mil motocicletas. Para isto, foi realizado um brainstorming, com as ideias explicitadas na figura 7.



Figura 07. Brainstorming. Fonte: Autores, (2023).

Visando facilitar a visualização, organização e análise do estudo das causas, as mesmas foram sumarizadas em um Diagrama de Ishikawa, conforme a figura 8, que emprega a metodologia dos 6Ms, sinalizando aquelas que mais agravaram o impedimento de não alcançar a capacidade de atendimento no triênio.

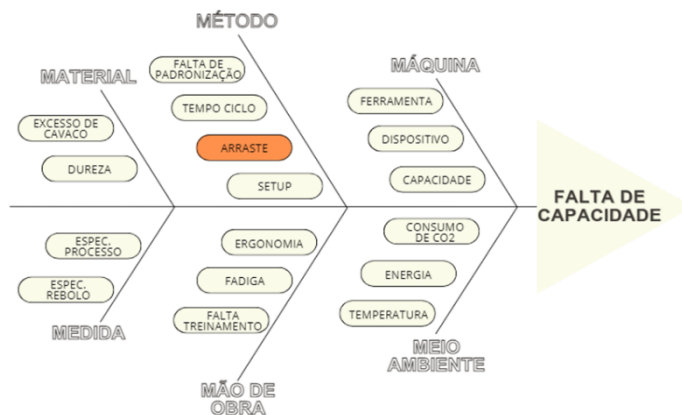


Figura 08. Diagrama de Ishikawa. Fonte: Autores, (2023)

Realização:

Através dos resultados obtidos na figura 9, a equipe utilizou a ferramenta auxiliar “5 porquês”, que permitiu visualizar quais eram os tipos de melhoramentos possíveis para aplicar no processo.

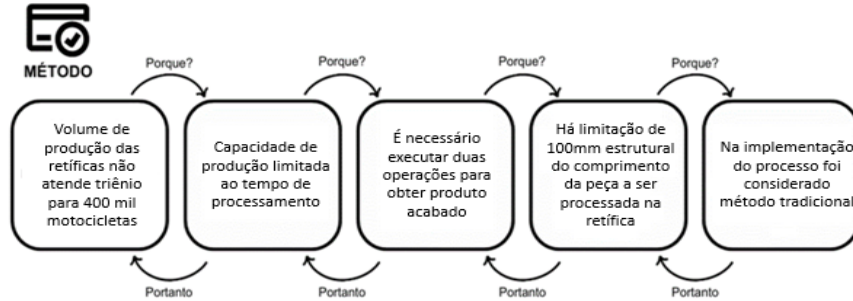


Figura 09. 5 porquês. Fonte: Autores, (2023)

A causa fundamental foi precisamente bem identificada através da análise da ferramenta dos 5 porquês, demonstrada na figura 10. Através dos 6Ms, foi visualizado que o processo de retificação das peças produzidas é feito em duas operações no qual o lado 1 é realizado na entrada da linha (L1) e o lado 2 é realizado na saída da linha (L2); fazendo as duas operações, obtemos uma peça acabada, como podemos observar na figura 10.

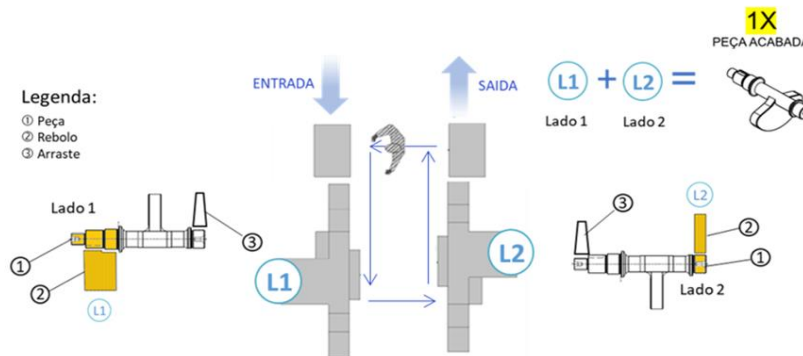


Figura 10. Layout da linha Eixo da Retífica 1. Fonte: Autores, (2023)

Para ocorrer o processo de retificação, faz-se necessário uma ferramenta chamada rebolo, com a máquina de retífica apresentando capacidade para um rebolo de 100mm. O tamanho de um eixo principal de transmissão é de cerca de 200mm para seus modelos, logo, para retificação, o rebolo só consegue realizar metade do processo em cada operação; já o contrapeso 1ST/B37 tem 98mm, no qual o fator limitante da máquina não interfere para realização de duas operações simultaneamente, como podemos observar na figura 11.

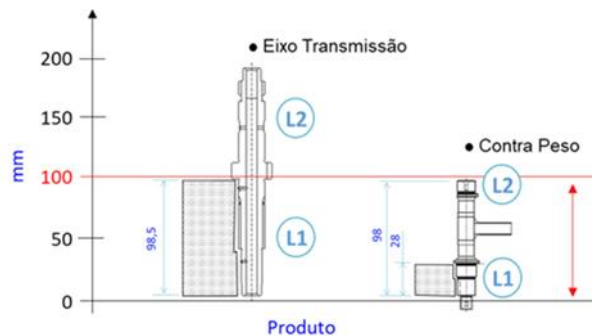


Figura 11. Comprovação da causa raiz. Fonte: Autores, (2023)

Realização:

Partindo desse pressuposto, o eixo principal de transmissão teria que fazer a retificação dos dois lados em duas operações; já o contrapeso possibilita fazer a retificação dos dois lados em apenas uma operação no modelo 1ST/B37.

O plano de ação foi elaborado através do 5W2H (5W = What, When, Who, Why e Where; 2H = How e How Much): é completo e dinâmico, justamente por conter as ações que devem ser feitas (What), os prazos para que essas ações fossem executadas (When), a definição de quem iria executá-las (Who), o motivo da realização dessas ações (Why), onde serão realizadas (Where), como as ações serão realizadas (How) e qual o custo planejado por ação (How Much).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após conclusão das atividades do plano de ação, obtivemos atendimento da meta e outros resultados positivos, tais como:

3.1 Porta Diamante

Após a implementação das ações, foram realizados treinamentos operacionais onde a operação de retificação do contrapeso como novo método de retificação, obtendo uma peça acabada em um único mergulho. Antes, o tempo de operação era 0,950 minutos, passando por duas etapas para poder obter a peça acabada. Após a melhoria no processo, o tempo de operação passa a ser 0,476 minutos com obtenção de duas peças acabadas por ciclo, como ser observado na figura 12.

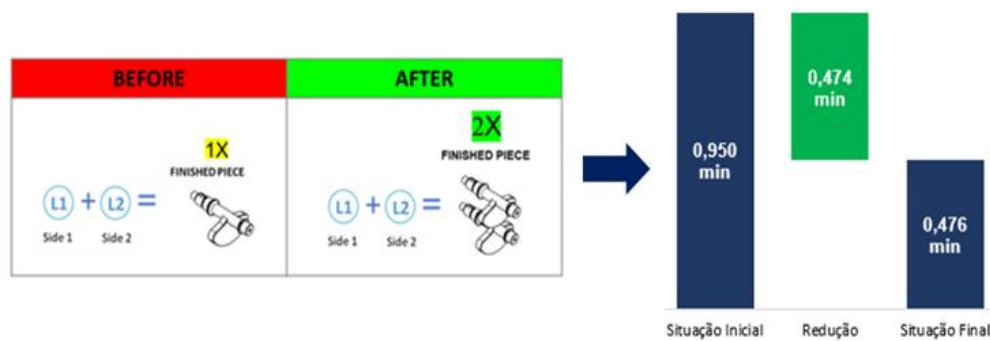


Figura 12. Resultados alcançados após implementação da melhoria. Fonte: Autores, (2023)

Possui duas pontas raiada, perfilar e dressa rebolos utilizados em retificadoras, das mais diversas existentes no mercado: possui duas pontas raiadas superior e inferior; nos processos da empresa, o sentido que o diamante percorre é da esquerda para a direita, onde, nesta condição só consegue aplicar nos modelos de eixos.

Após aplicações de melhoria, foi mudado o sentido para produtos eixos e contrapeso e passou a ser da direita para a esquerda. Com isso, passou a utilizar não somente duas arestas de corte, como pode ser observado na figura 13, e sim quatro, como pode ser visto na figura 14, aumentando em 100% a vida útil do diamante, 3.250 para 7.500 ciclos e conseguiu fazer aplicação tanto para os modelos de eixos como para todos os modelos de contrapesos.

A principal função do diamante fresador é:

- Recomposição da forma geométrica do rebolo;
- Eliminação de grânulos e impurezas restantes do trabalho anterior ou acumuladas;
- Correção de imperfeições;
- Restauração do corte inicial proporcionado pelo rebolo;

Realização:

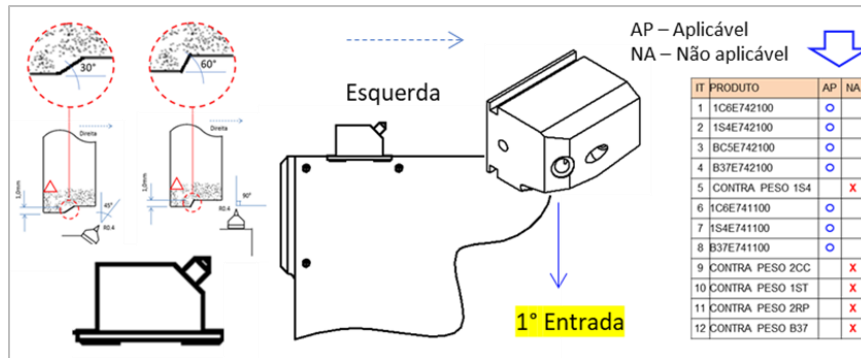


Figura 13. Configuração de porta diamante (dressador) antes da melhoria. Fonte: Autores, (2023)

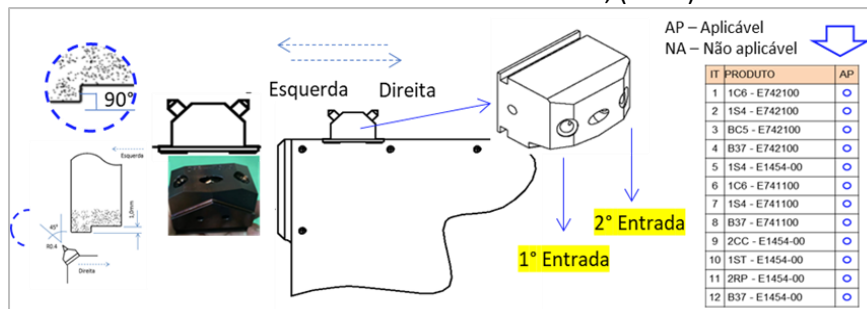


Figura 14. Configuração de porta diamante (dressador) após a melhoria. Fonte: Autores, (2023)

3.2 Arraste

Durante do desenvolvimento do método de arraste foram geradas várias possibilidades, dentre elas pensou-se: “porque não desenvolver algo similar a um pendrive?” A função do pendrive é evitar que seja possível encaixar na entrada de forma diferente, então a ideia justificou-se do por que o sistema de arraste não pode ter a mesma concepção de um pendrive arrastando pela chaveta. Um protótipo foi desenvolvido, testado e os resultados se mostraram excelentes, conforme podemos observar na figura 15.

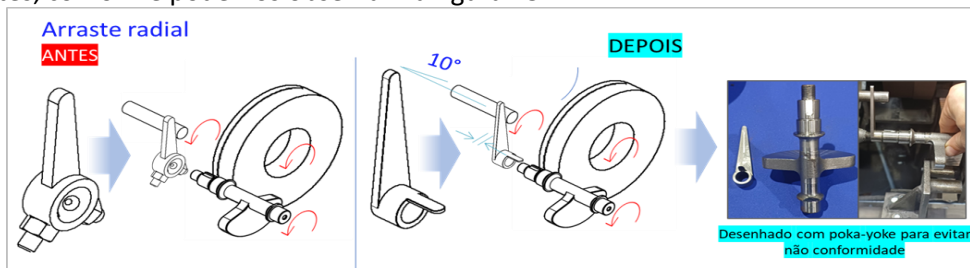


Figura 15. Configuração do arraste antes e após a implementação da melhoria. Fonte: Autores, (2023)

3.3 Rebolo

A ferramenta de corte utilizada na retificadora é o rebolo, cuja superfície é abrasiva, ou seja, apresenta-se constituída de grãos de óxido de alumínio ou de carbeto de silício, entre outros. O desgaste do material a ser usinado é muito pequeno, porque o rebolo arranca minúsculos cavacos durante a operação de corte, quando a aresta dos grãos abrasivos incide sobre a peça.

No processo de retificação de um contrapeso, era feito na operação 01 e operação 02 utilizando um rebolo em cada. Após as análises nas condições de capacidade dos equipamentos, foi feito um estudo para inserir dois rebolos no conjunto de retificação da operação 01, onde

Realização:

dessa forma, poderíamos retificar uma peça completa e replicar o conceito para a operação 02, duplicando a capacidade de produção dos contrapesos nas retíficas, observado na figura 16. A ideia foi repassada para o fornecedor da máquina para avaliar a estrutura e capacidade da máquina, obtendo posteriormente um resultado positivo, tendo somente que adequar a flange de fixação do rebolo.

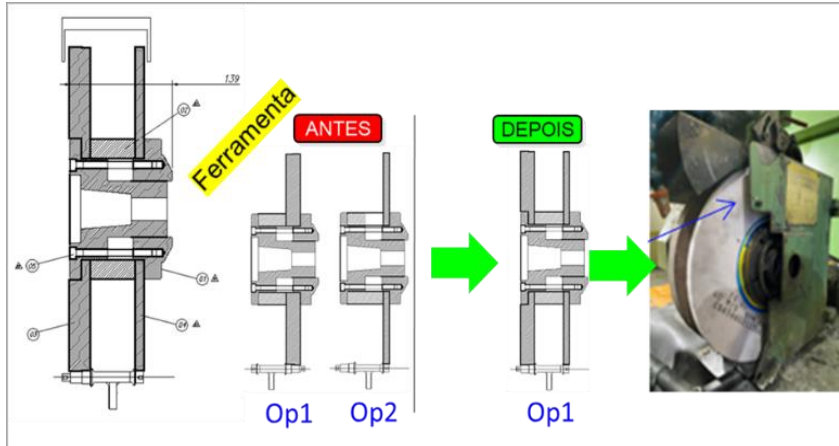


Figura 16. Configuração do rebolo antes e após a implementação da melhoria. Fonte: Autores, (2023)

Feitas as adequações na montagem do rebolo e nos testes de fixação do rebolo na máquina, surgiu a dificuldade de travamento da porta lateral de proteção do rebolo podendo gerar colisão. Como contramedida, redesenhou-se a porta lateral, tornando possível contornar a dificuldade. Foram realizados os testes de usinagem e os resultados foram excelentes, replicando-se as condições para a operação 02, seguindo-se como na primeira: cada operação passou a fazer uma peça completa, ou seja, em vez de retificar uma peça em duas máquinas, agora usina duas peças completas por operação.

Observando a figura 17, com as melhorias para o atingimento da meta, notamos que a meta estabelecida foi alcançada e ultrapassada.

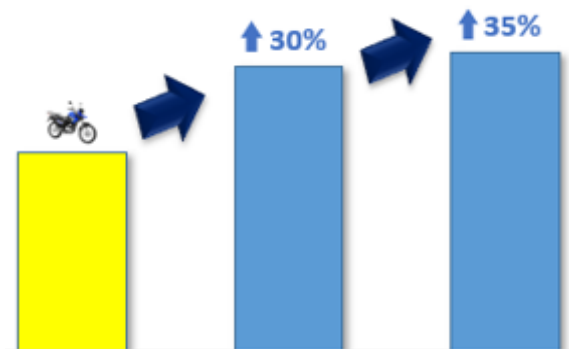


Figura 17. Resultado da meta estabelecida. Fonte: Autores, (2023)

A linha de eixo retífica saiu do gap de 120 mil motocicletas para 20 mil motocicletas a mais que a meta do triênio, tendo um resultado final em 420 mil motocicletas como podemos visualizar no gráfico 5.

Realização:

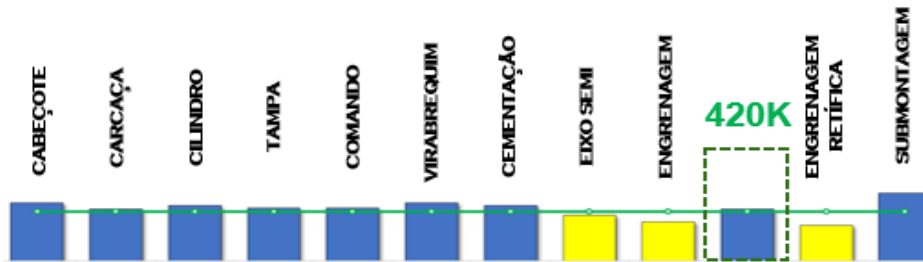


Gráfico 5. Capacidade da Usinagem para o triênio 22-24
Fonte: Autores (2023)

O foco do trabalho era aumentar a capacidade produtiva no processo de retificação atuando diretamente no contrapeso, que representava em 28% no volume total de produção das linhas, tornando capaz de atingir a meta do triênio, mas observou-se que além dos resultados obtidos, teve-se também melhorias não esperadas e previstas inicialmente, como:

- Contribuição para a saúde ocupacional: o operador realizava aproximadamente 800 vezes o movimento de encaixe da chaveta e agora somente o encaixe sem precisar fazer movimentos repetitivos, visto na figura 18;



Figura 18. Contribuição para saúde ocupacional. Fonte: Autores, (2023)

- Contribuição para a qualidade: onde antes não teríamos como afirmar o processo da chaveta, tornando-se fácil identificação da falta do processo, podemos visualizar na figura 19;



Figura 19. Chaveta. Fonte: Autores, (2023)

- Contribuição para eficiência: onde aumentou-se a produtividade do contrapeso e diminuiu-se o tempo ciclo passando a produzir ainda mais, possibilitando aumentar a eficiência de peças por dia acarretando um ganho significativo, como podemos visualizar na figura 20.

Realização:



Figura 20. Aumento de eficiência. Fonte: Autores, (2023)

- Contribuição com o custo de energia elétrica: onde o custo era de 135 mil reais, houve diminuição para 103 mil reais, gerando uma redução de cerca de 31 mil reais, como podemos visualizar na figura 21.

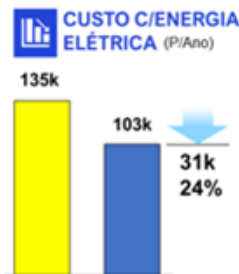


Figura 21. Redução do custo de energia elétrica. Fonte: Autores, (2023)

- Contribuição na redução de CO_2 onde era liberado 54 toneladas. Com as melhorias, o CO_2 baixou para 47 toneladas, gerando uma redução de 13 toneladas, como podemos visualizar na figura 22.

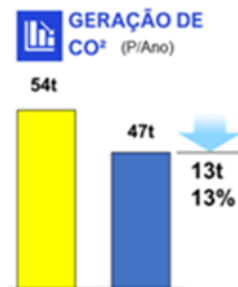


Figura 22. Redução de geração de CO_2 . Fonte: Autores, (2023)

Atualmente, o processo nas retificadoras consiste em um único mergulho, saindo de um cenário onde era necessário retificar lado 1 e 2 para se obter uma peça acabada: conseguiu-se implantar um processo robusto e estável, produzindo normalmente. Neste novo cenário, as linhas de retíficas apresentam uma taxa de carregamento menor, observado no gráfico 6, o que possibilitou eliminar os revezamentos que estavam ocorrendo nos intervalos de parada programada e refeições entre os três turnos para atender plano de produção, o que auxiliou na diminuição do estresse gerado nos colaboradores por ficarem trabalhando pressionados.

Realização:

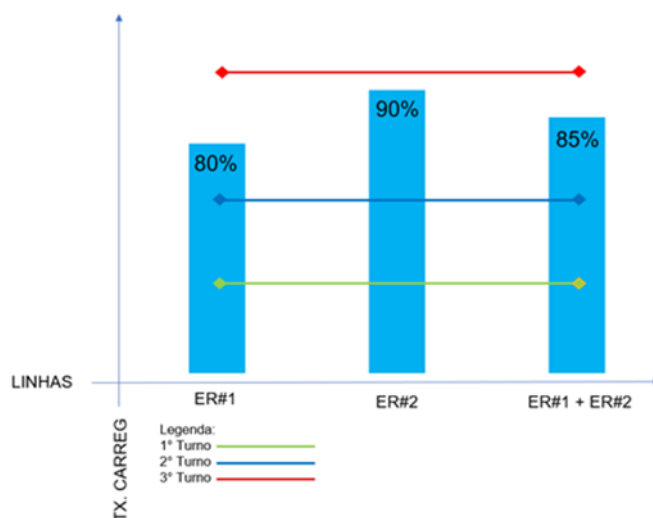


Gráfico 6. Taxa de Carregamento
Fonte: Autores (2023)

A meta do trabalho foi superada, para aumentar capacidade produtiva na retificadora em 30%, sendo superada na ordem de 5% a mais, gerando resultado real de 35%. Considerando os ganhos com fabricação (R\$ 585.200,00), gasto total com reuniões (R\$ 4.700,24) e investimento para confecção dos dispositivos (R\$ 154.805,00), o superávit foi de R\$ 425.694,76, como pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2 — Balanço financeiro final para o triênio 22-24

	Situação Atual	Situação Estimada	Situação Futura
Produção	280000	400000	420000
Custo p/ peça	5,08	3,2	2,53
Ganho total com fabricação	R\$ 1.422.400,00	R\$ 1.280.000,00	R\$ 1.062.600,00
Custo MDO	R\$ 583.200,00	R\$ 388.800,00	R\$ 388.800,00
Custo Energia	R\$ 135.000,00	-	R\$ 103.000,00
Investimento	-	R\$ 154.805,00	R\$ 154.805,00
Reuniões	-	R\$ 5.000,00	R\$ 4.700,24
Ganho com Fabricação	-	R\$ 336.800,00	R\$ 585.200,00
Saving Final		R\$ 176.995,00	R\$ 425.694,76

Fonte: Autores (2023)

O trabalho teve um payback em aproximadamente 4 meses.

4. CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido teve como principal objetivo aumentar a capacidade de produção de motocicletas: é cabível comparar a meta no triênio 20-22, onde obteve um resultado de 300 mil motocicletas para este trabalho, onde foram alcançadas 400 mil motocicletas da linha de eixo retífica do setor de usinagem para o triênio 22-24. Os resultados obtidos evidenciaram um resultado de 420 mil, além do ganho ergonômico para a saúde ocupacional dos funcionários com o encaixa da chaveta, aumento da eficiência em 33%, o custo reduzido com energia elétrica em 31 mil reais, redução da emissão de CO2 em 13 toneladas e a redução do custo por peça fabricada em R\$2,55.

A utilização das ferramentas da qualidade foi bastante explorada onde foram essenciais para identificação da causa raiz, o atingimento da meta e a análise profunda dos dados visando

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

a máxima eficácia nas ações implementadas. O trabalho teve uma análise bem aprofundada, didática objetiva e fácil entendimento.

Foi possível contribuir para a política ambiental da empresa, preservando os recursos naturais e minimizando os impactos ao meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir este trabalho, gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a sua realização.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, Thiago Maciel Neto, por sua orientação valiosa e paciência durante todo o processo. Seu conhecimento e entusiasmo foram fontes de inspiração.

Agradeço também aos meus colegas de curso e trabalho, que compartilharam momentos de aprendizado e apoio. A colaboração e as discussões enriquecedoras foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento especial à minha família: ao meu pai, Marcos, e à minha mãe, Renata, por sempre acreditarem em mim e me proporcionarem o apoio necessário; à minha irmã, Nathália, pelo incentivo e amizade; e à minha esposa, Renata Omena, que foi um pilar de força e compreensão em todos os momentos.

Por fim, agradeço a todos os entrevistados e participantes que contribuíram com suas experiências e conhecimentos, tornando este trabalho mais significativo.

A todos vocês, meu sincero agradecimento!

REFERÊNCIAS

ABRACICLO, 2023 https://www.abraciclo.com.br/site/wp-content/uploads/2023/08/DADOS-DO-SETOR-DE-DUAS-RODAS-2023.vdef_.pdf

ALONÇO, Guilherme. (2019). O que são as sete ferramentas da qualidade.

Anderson et al. FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA GESTÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DO SETOR DE VULCANIZAÇÃO DE UMA EMPRESA AUTOMOTIVA.

Amilton et al. REDUÇÃO DE ÍNDICE DE REFUGO DE UMA LINHA DE USINAGEM COM A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE.

CHIAVENATO, Idalberto. (2006). Princípios da administração: o essencial em teoria geral da administração. Rio de Janeiro: Editora Elsevier.

Claimir et al. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE.

MARTINS, B. L.; OLIVEIRA, E. C. Uma análise da estrutura de mercado da indústria brasileira de motocicletas, no período 2000-2018.

PRADO, M. B. (2021) Determinação e gestão de causas raízes de falhas e propostade melhoria por meio do 5W2H no setor de atendimento de uma pizzaria em de Minas Gerais. Minas Gerais.

ROCHA, T. S.; PAKES, P. R.; SILVA, B. B. (2022). Aplicação de Ferramentas da Qualidade no Processo de Melhoria Contínua na Engenharia de Produto em uma Empresa de Produtos Hospitalares. Revista Foco: Interdisciplinary Studies. São Carlos.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição



SILVA, A. T. O.; OLIVEIRA, L. B. (2020). Aplicação de Ferramentas da Qualidade para Análise e Solução de Não Conformidades em uma Indústria de Alumínio. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada. Pernambuco.

SILVA, L. S.; CAMPOS, R. C.; Ferramenta da Qualidade: um estudo da sua aplicabilidade em uma empresa metalúrgica.

SILVA, R. C.; SILVA, P. (2023) Processos de Fabricação: Análise e Diferenciação dos Processos de Usinagem Convencional e Não Convencional.

STOETERAU, R. L. Fundamentos dos Processos de Usinagem. Material de Aula, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição