



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CAMPUS MANAUS CENTRO
DEPARTAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

TIAGO DE LIMA ROCHA

ESTUDO DE ADAPTAÇÃO DE PROCESSOS EM FURADEIRA CNC PARA AUMENTO
DE CAPACIDADE PRODUTIVA

MANAUS – AM
2020

TIAGO DE LIMA ROCHA

ESTUDO DE ADAPTAÇÃO DE PROCESSOS EM FURADEIRA CNC PARA AUMENTO
DE CAPACIDADE PRODUTIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica do Instituto Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis
Coorientador: Prof. MSc. João Nery Rodrigues Filho

MANAUS – AM
2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

TIAGO DE LIMA ROCHA

ESTUDO DE ADAPTAÇÃO DE PROCESSOS EM FURADEIRA CNC PARA AUMENTO
DE CAPACIDADE PRODUTIVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e considerado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Mecânico e aprovado em sua forma final pelo Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica.

Aprovado em: 07 de Abril de 2021

BANCA EXAMINADORA

(Assinado digitalmente em 13/04/2021 11:08)

AILTON GONCALVES REIS
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 709656

(Assinado digitalmente em 10/04/2021 09:02)

JOSE FRANCISCO DE CALDAS COSTA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 267706

(Assinado digitalmente em 11/04/2021 06:53)

JOAO NERY RODRIGUES FILHO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 267939

Biblioteca do IFAM- Campus Manaus Centro

R672e Rocha, Tiago de Lima.

Estudo de adaptação de processos em furadeira CNC para aumento de capacidade produtiva / Tiago de Lima Rocha. – Manaus, 2020.
40 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis.

Coorientador: Prof. Me. João Nery Rodrigues Filho.

1. Engenharia mecânica. 2. Capacidade produtiva. 3. Aumento de produção. 4. Adaptação de processo. I. Reis, Ailton Gonçalves. (Orient.) II. Rodrigues Filho, João Nery (Coorient.) III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas IV. Título.

CDD 621

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas bênçãos e forças necessárias para a conclusão deste curso.

Agradeço a todos aos professores, em especial ao professor Ailton Reis pelas orientações e empenho na conclusão de trabalho, e em agradecimento e memória do professor Carlos Machado.

Aos companheiros de curso e amigos Matheus Silva, Raphael Leles, Henrique Bezerra e Samantha Souza que me ajudaram nos momentos de maiores dificuldades com os assuntos durante o avanço do curso. Aos meus amigos de todos os momentos Yuri Leandro e Túlio Dantas pelo apoio incondicional a minha pessoa e espírito.

Dedico essa conquista a minha família, em especial Eroclides Rocha (mãe), Washington Rocha (pai) e Samara Rocha (irmã), os meus companheiros e incentivadores diários, além da razão das minhas vitórias são as pessoas que sempre acreditaram no meu potencial e na capacidade de vencer todas as dificuldades. Para a qual dedico a minha vida e todo meu amor e gratidão pela atenção e carinho dedicado a esse filho e irmão que reconhece seu esforço. E a todos que colaboraram na minha formação acadêmica direta ou indiretamente.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de operações no processo de furação.....	17
Figura 2 - Furadeira de coluna.....	18
Figura 3 - Broca comum utilizada em processos de furação.....	20
Figura 4 - Brocas para abrir roscas ou macho de tarraxa.....	21
Figura 5 - Exemplo de programação CNC em torno Fanuc.....	22
Figura 6 - Furadeira Kira.....	25
Figura 7 - Fluxo de processos de usinagem de rodas da linha 2.....	25
Figura 8 - Roda dianteira com furos do disco e da válvula.....	26
Figura 9 - Roda traseira com fura de válvula.....	26
Figura 10 - <i>Lay out</i> produtivo das linhas de usinagem da roda.....	27
Figura 11 - Desenho da roda dianteira usado na confecção do dispositivo.....	29
Figura 12 - Desenho da roda traseira usado na confecção do dispositivo.....	29
Figura 13 - Desenho do dispositivo de fixação da roda dianteira.....	30
Figura 14 - Desenho do dispositivo de fixação da roda traseira.....	30
Figura 15 - Cilindros atuador hidráulico de fixação.....	31
Figura 16 - Representação 3D do dispositivo de fixação para furação de rodas.....	31
Figura 17 - Representação 3D do dispositivo de fixação para furação com roda posicionada.....	32
Figura 18 - Painel de comando Fanuc com programa CNC para rodas dianteiras.....	33
Figura 19 - Painel de comando Fanuc com programa CNC para rodas traseiras.....	33
Figura 20 - Área para posicionamento da furadeira dentro da linha de produção.....	34
Figura 21 - Operadores em treinamento operacional da furadeira Kira.....	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Cap. produtiva atual e volume de produção futura em motos por ano.....	28
Gráfico 2 – Cap. produtiva resultante e volume de produção futura em motos por ano.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Orçamento de compra dos dispositivos.....	32
Tabela 2 – Lista de participação no treinamento operacional da furadeira Kira.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNC	Comando Numérico Computadorizado
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
m	Metro
mm	Milímetro

RESUMO

As indústrias hoje em dia estão cada vez mais ampliando suas produções e o crescimento de suas unidades. As buscas pela competitividade e por lucros crescentes criam nas empresas a necessidade de triunfo perante seus concorrentes. Diante desta situação surgiu a idéia de se desenvolver esse trabalho, que expoe à necessidade de se ampliar a capacidade produtiva de processos industriais na área de usinagem de rodas de liga leve da empresa objeto de estudo, tendo em vista que a capacidade produtiva atual não consegue suprir a demanda de produção prevista para os próximos anos. O mesmo trata da historia de surgimento da usinagem, bem como seu cenceito e, mais especificamente, o conceito do processo de furação de rodas, equipamentos utilizados nesse processo de fabricação, ferramentas e programação CNC de maquinas de usinagem. São expostos também os principais variantes que circundam o tema estudado, visando levantar todas as informações necessarias a realização do estudo. É documentado também o desenvolvimento e processo de adaptação de uma furadeira de rodas de liga leve, que era utilizado em outro processo de usinagem, e que é necessaria para obter o aumento de produção desejado, onde, atualmente encontra-se sem utilização dentro da empresa, devido estudo de redução de custos da mesma, obtendo assim um aumento de produção, que é hoje em dia a principal meta da empresa para atender o seu volume de produção em crescimento.

Palavras-chave: Capacidade Produtiva; Aumento de Produção; Adaptação de Processos; Furação de Rodas;

ABSTRACT

Industries today are increasingly expanding their production and the growth of their units. The search for competitiveness and increasing profits create a need for companies to triumph over their competitors. In view of this situation, the idea arose to develop this work, which exposes the need to expand the productive capacity of industrial processes in the area of machining of alloy wheels of company objective of study, considering that the current productive capacity cannot supply the expected production demand for the coming years. It deals with the history of the emergence of machining, as well as its concept and, more specifically, the concept of the wheel drilling process, equipment used in this manufacturing process, tools and CNC programming of machining machines. The main variants surrounding the studied theme are also exposed, aiming to gather all the information necessary to carry out the study. It is also documented the development and adaptation process of a light alloy wheel drill, which was used in another machining process, and which is necessary to obtain the desired production increase, where it is currently unused within the company, due to its cost reduction study, thus obtaining an increase in production, which is nowadays the main goal of the company to meet its growing production volume.

Keywords: Productive Capacity; Increase in production; Adaptation of Processes; Drilling Wheels;

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1.HISTÓRICO DO PROCESSO DE USINAGEM.....	15
2.2.CONCEITOS DE USINAGEM.....	15
2.3.PROCESSOS DE FURAÇÃO.....	16
2.4.FURADEIRAS.....	18
2.5.FERRAMENTAS DE FURAÇÃO.....	19
2.6.PROGRAMAÇÃO CNC.....	21
3. METODOLOGIA	23
3.1.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	24
3.1.1. Especificação do Equipamento	24
3.1.2. Descrição do Processo	25
3.1.3. Especificação dos Dispositivos	26
3.1.4. Especificação da Programação	27
3.1.5. Impactos no <i>Lay Out</i>	27
3.1.6. Análise de Capacidade Produtiva	28
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	29
4.1.ADAPTAÇÃO DE DISPOSITIVOS.....	29
4.2.ADAPTAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO.....	33
4.3.ADAPTAÇÃO DE <i>LAY OUT</i>	34
4.4.TREINAMENTO DE OPERADORES.....	34
4.5.CAPACIDADE PRODUTIVA RESULTANTE.....	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6. REFERÊNCIAS	38
7. ANEXO 1	39
7.1.TERMO DE RESPONSABILIDADE.....	39

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata de ações de melhoria no processo para atender ao aumento da demanda através de avaliações de parâmetros produtivos na empresa objeto de estudo, que atua no ramo de fabricação de motocicletas.

O estudo parte do pressuposto da necessidade de ampliação da capacidade produtiva na empresa, mais especificamente nas linhas de usinagem de rodas de liga leves, onde a capacidade de produção atual não atende a alta demanda exigida pelo mercado consumidor, devido ausência de parte do processo em uma das linhas de produção destinadas a esse produto, sendo assim, necessárias modificações e adaptações para uma máquina de furação de rodas de liga leve, com comando CNC, denominada Furadeira Kira, que hoje se encontra sem utilização em outros setores devido estudos para redução de custos com processo direcionados pela empresa, tal adaptação será vista como uma forma de ampliar a capacidade produtiva das linhas produtivas.

O equipamento utilizado para furação de rodas apresenta dispositivos e programações referentes a outro produto fabricado pela empresa objeto de estudo e onde o mesmo não está sendo utilizado para produção em massa. A linha de usinagem da roda apresenta baixa capacidade produtiva, pelo fato de o fluxo produtivo estar incompleto, tendo a necessidade de um novo equipamento para ampliar a produção de rodas usinadas e completar o fluxo produtivo. Tendo desta maneira, uma linha necessitando de um novo equipamento para o processo de furação de rodas e um equipamento disponível para utilização. Sendo assim, “quais as adequações necessárias no equipamento para absorver o processo de furação de rodas?”

A partir deste questionamento foram elaboradas hipóteses para atender a problemática do tema, sendo elas, a análise de parâmetros funcionais, estrutura física, condições de fabricação e especificações do equipamento. E realização de estudos para compatibilidade do equipamento, através de dispositivos e programação, além de avaliação de mão de obra necessária e disposição de *lay out*, para então absorver o processo de furação de rodas.

Envolvendo a análise de parâmetros funcionais, programação de processo, dimensionamento de ferramentas adequadas ao processo, dispositivo de suporte e posicionamento de rodas de acordo com os modelos, e estudo de impactos no *lay out* produtivo atual.

Sendo assim, a realização do estudo sobre a adaptação de um equipamento para aplicar os processos de uma linha de usinagem na empresa objeto de estudo, é justificável pela necessidade de ampliar a capacidade produtiva na empresa, tendo em vista que a linha está com capacidade sub dimensionada pelo fato de o fluxo produtivo atual está incompleto pela

necessidade de equipamento. A empresa necessita atender uma demanda de produção, que hoje não é suprida pela capacidade da linha, afetando o tempo necessário para o processo e capacidade de produção de rodas usinadas, justificando assim a necessidade do estudo apresentado.

O tema de pesquisa apresentado nesse trabalho tem como objetivo realizar estudo sobre a compatibilidade de um equipamento para realizar o processo de furação de rodas de liga leve na empresa objeto de estudo, buscando apresentar soluções para o problema levantado e assim contribuir para corrigir o déficit de capacidade existente e completar o fluxo inacabado do processo pela falta do equipamento para furação de rodas de liga leve.

Desse objetivo geral, decorrem 3 objetivos específicos, quais sejam:

- a) Viabilizar o estudo para implantação das medidas necessárias afim de corrigir o problema apresentado.
- b) Apresentar uma solução simples e alcançável a empresa objeto de estudo para concretizar o estudo realizado.
- c) Reestabelecer a capacidade produtiva padrão para o processo de furação de rodas apresentado.

Os referencias teóricos acompanham as ideias dos autores sobre os conceitos gerais de usinagem e furação, além de definição das ferramentas utilizadas para execução do processo. Envolve também conceitos de programações CNC de maquinário em ambiente fabril.

A metodologia respeita as características de pesquisa quantitativa, tendo em vista os resultados que podem ser quantificados. Quanto a sua natureza se define como aplicada e explicativa quanto ao seu objetivo. E os procedimentos adotados definem a pesquisa como sendo uma pesquisa de campo.

Os resultados mostraram que é possível realizar a adaptação do equipamento de retificação para absorver os processos do equipamento comprometido, por meio de modificações a serem realizadas nos parâmetros estudados e avaliados através do presente trabalho.

Esperamos que este trabalho avalie corretamente todos os parâmetros necessários para a realização do estudo e seus resultados venham a ser benéficos, tanto para a empresa objeto de estudo, quanto para demonstração dos conhecimentos adquiridos através do curso e aplicados de forma eficiente na área de atuação. Por fim, cabe apresentar a disposição das ideias e discussões que compõem esse TCC.

Esse TCC esta dividido em cinco capítulos, onde o primeiro capítulo é a própria introdução, na qual é apresentado o tema de estudo do trabalho, bem como a problemática que

envolve o estudo, as hipóteses levantadas para a solução da problemática citada e os objetivos gerais e específicos formulados para esse estudo. O segundo capítulo trata-se do referencial teórico que é composto de todas as ideias teóricas que darão suporte as discussões apresentadas ao longo do desenvolvimento do trabalho. O terceiro capítulo trata da metodologia aplicada para o desenvolvimento do tema, apresentando todos os procedimentos metodológicos seguidos ao longo do estudo. O quarto capítulo refere-se a análise dos resultados, onde mostramos as considerações e observações obtidos após a realização do estudo. Por fim o quinto capítulo, referente as considerações finais, para mostrar se os objetivos determinados para esse tema foram alcançados, bem como sugestões para novos trabalhos no futuro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Inicialmente para realizar o estudo da presente monografia, se faz necessário compreender alguns conceitos pertinentes ao tema abordado, de modo a ampliar a capacidade de compreensão, entendimento e conhecimento sobre os assuntos que circundam o presente trabalho de conclusão de curso.

2.1 HISTORICO DO PROCESSOS DE USINAGEM

Todo processo industrial atualmente conhecido tem seu histórico de surgimento, que provem da necessidade humana ao longo dos anos. Para o desenvolver desta monografia o processo industrial abordado é a usinagem, que para Machado (2009, p. 1):

[...] surgiu após a revolução industrial que impulsionou o surgimento dos aços-liga como ferramenta de corte e mais tarde a utilização de água e vapor como fonte de energia impulsionou a indústria metal mecânica e proporcionou o surgimento de máquinas ferramentas, responsáveis pela fabricação de outras ferramentas para substituir o trabalho humano.

Também para Machado (2009, p. 1),

[...] a primeira contribuição relevante foi apresentada por John Wilkinson, em 1774 (McGEOUGH; 1988), ao construir uma máquina para mandrilar cilindros de máquinas a vapor, os quais antes eram usinados com equipamentos originalmente projetados para mandrilar canhões e que, portanto, não eram capazes de assegurar a exatidão exigida.

Ainda para o mesmo autor,

[...] em 1797, Henry Maudslay desenvolveu o primeiro torno com avanço automático, permitindo a produção de roscas com passo definido, após a mandriladora e o torno surgiu a aplainadora e, em 1860, a retificadora. A primeira fresadora universal, desenvolvida por J. R. Brown, surgiu em 1862 e foi utilizada inicialmente para a produção de canais em brocas helicoidais. Outro desenvolvimento importante ocorreu em 1896, quando F. W. Fellows desenvolveu uma máquina capaz de produzir praticamente qualquer tipo de engrenagem (MACHADO, 2009, p. 1)

Esse histórico mostra os processos industriais conhecidos, que foram sofrendo avanços ao longo dos anos até chegar ao conceito que conhecemos hoje.

2.2 CONCEITOS DE USINAGEM

Inicialmente para se realizar o estudo da pesquisa referente ao tema da presente monografia, é necessário entender os conceitos do processo a ser estudado, como Chiaverini

(1986, p. 193), “a usinagem tem como definição o acabamento de peças fundidas ou conformadas para obter melhores aspectos visuais e dimensionais mais precisos de acordo com a especificação necessária”.

Para se realizar processos de usinagem é necessário levar em consideração alguns fatores para se obter o melhor resultado para objeto ou serviço desejado. Fatores esses que vão determinar o método de usinagem que deverá ser utilizado.

Segundo Machado (2009, p. 3) os seguintes fatores devem ser considerados:

- Tipo de material e suas propriedades
- Propriedades finais desejadas.
- Tamanho, forma e complexidade do componente.
- Tolerâncias e acabamento superficial exigidos.
- Processo subsequente envolvido.
- Projeto e custo de ferramental; efeito do material na vida da ferramenta.
- Sucata gerada e seu valor.
- Disponibilidade do equipamento e experiências operacionais.
- Lead time necessário para iniciar a produção.
- Número de partes requeridas e taxa de produção desejada.
- Custo total do processamento.

Portanto, levando em consideração todos esses conceitos e fatores levantados sobre a usinagem, pode-se resumir a definição de usinagem, segundo Machado (2009, p. 3) como sendo “[...]operação que ao conferir à peça forma, dimensões e acabamento, produz cavaco. E por cavaco entende-se: porção de material da peça retirada pela ferramenta e caracterizada por apresentar forma geométrica irregular”. E ainda, “[...] processo complexo e simples ao mesmo tempo, no qual se produzem peças removendo-se o excesso de material na forma de cavacos” (MACHADO, 2009, P.4).

A quantidade de processos que envolvem a usinagem é enorme, bem como suas máquinas, que variam em cada processo, Chiaverini (1986), classifica os processos de usinagem como: “torneamento, aplainamento, furação, mandrilhamento, fresamento, serramento, brochamento, rosqueamento e retificação, cada uma com suas aplicações específicas” (CHIAVERINI, 1986, p. 194-5).

2.3 PROCESSO DE FURAÇÃO

Para o estudo do tema abordado, se faz necessário compreender o conceito básico do processo de furação, que é definido por Chiaverini (1986, p. 205) como “[...] a operação de usinagem que tem por objetivo abrir, alargar ou acabar furos de peças. Os furos podem ser

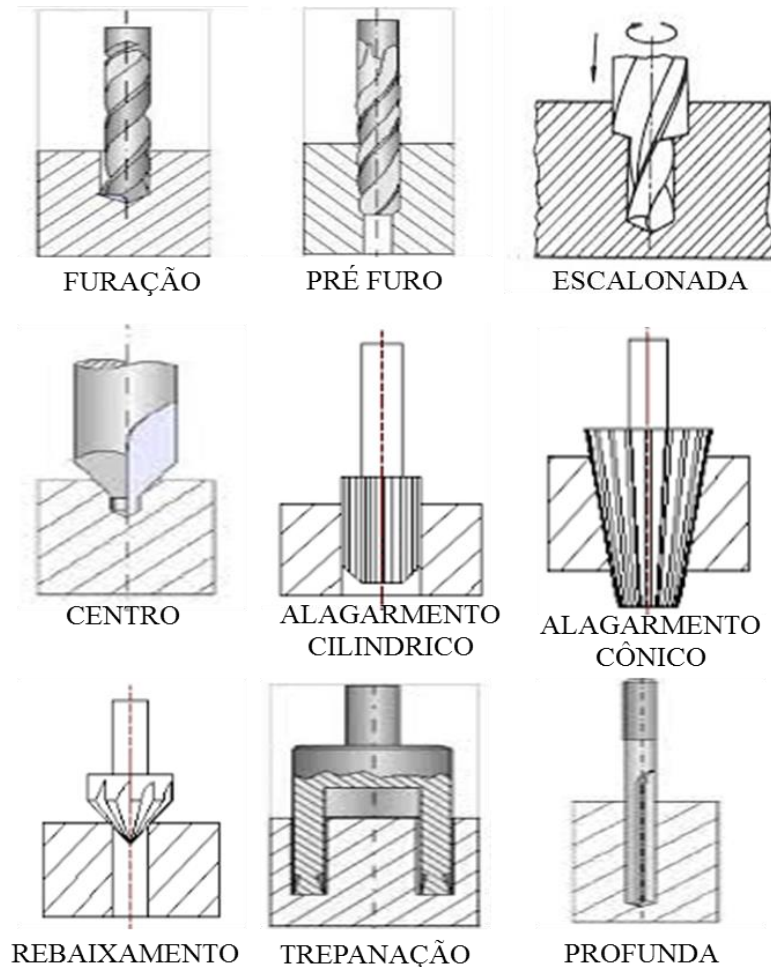
produzidos em dimensões que variam desde poucos milímetros até vários centímetros de diâmetro” (CHIAVERINI, 1986, p. 205).

No processo de furação são realizadas diversas operações, onde a ferramenta tem movimento giratório e de avanço sobre a peça a ser furada, podendo ser manual ou automático dependendo da máquina utilizada.

De acordo com Machado (2009, p. 7), essas operações podem ser classificadas como sendo:

- Furação
- Furação com pré-furo.
- Furação escalonada.
- Furação de centro.
- Alargamento cilíndrico.
- Alargamento cônico,
- Rebaixamento.
- Trepanação.
- Furação profunda.

Figura 1 - Tipos de operações no processo de furação



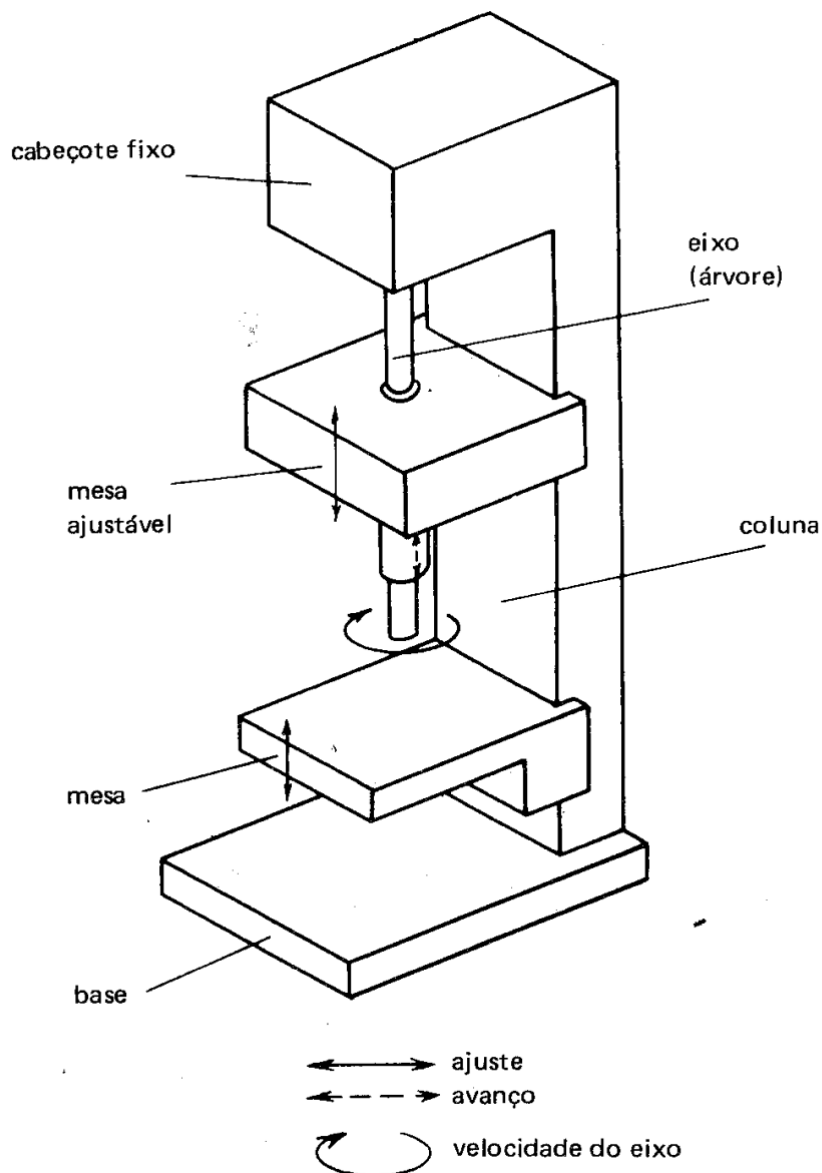
2.4 FURADEIRAS

O processo de furação depende de equipamentos específicos, as furadeiras. Que para o desenvolvimento da pesquisa, é necessário avaliar os impactos, já que objetiva a adaptação de uma furadeira para o processo.

Consoante Chiaverini (1986, p. 207),

[...] existem numerosos tipos de furadeiras, construídas em função da forma e dimensões das peças a furar, do número de orifícios a serem produzidos, do seu diâmetro, da precisão exigida, etc. O mais comumente usado é o de coluna, que pode ser cilíndrica ou paralelepipedal, proporcionando uma construção mais robusta, de modo a evitar vibrações durante a usinagem.

Figura 2 - Furadeira de coluna



Fonte: Chiaverini (1986)

Além das furadeiras de coluna, Chiaverini (1986, p. 210) define, ainda, outros tipos de furadeiras com sendo:

- Furadeiras portáteis: usadas quando os orifícios a serem produzidos nas peças localizam-se em posições difíceis.
- Furadeiras de bancada: são relativamente pequenas e baixa capacidade de motor, onde são posicionadas em mesas ou bancas e utiliza da força do operador para realizar o trabalho.
- Furadeiras radiais: usadas em peças de grandes dimensões, onde o furo deve ser feito longe da periferia da peça. Comporta um braço que pode ser movimentado em diversas direções e um cabeçote porta brocas que se movimenta ao longo do braço. (CHIAVERINI, 1986, p. 210)

As furadeiras utilizadas como objeto de pesquisa neste trabalho se classificam em furadeiras de várias colunas, ideais para processos em serie, nas quais cada coluna possui um porta-ferramenta que permanece montado até a finalização do processo com a mesma ferramenta, podendo passar rapidamente para uma outra broca referente a outro processo. (CHIAVERINI, 1986, p. 210)

2.5 FERRAMENTAS DE FURAÇÃO

Para o processo de furação utiliza-se uma ferramenta conhecida como broca, Chiaverini (1986, p. 221),

[...] é dotada de um movimento giratório contínuo e um movimento retilíneo de avanço segundo eixo de perfuração. Os gumes cortantes da ferramenta arrancam material, e o cavaco resultante, à medida que é retirado, se enrola em forma de espiral cilíndrica, deslizando pelos dois canais helicoidais de descarga.

Além da broca comum mostrada na figura 3, são utilizados outros tipos de brocas, como a broca-canhão, a qual:

[...] é um tipo de broca usada para abrir orifícios de 75 a 750 mm de profundidade. Tendo maior emprego em furos de profundidade até quatro vezes maior que o diâmetro, que varia de 2 a 50 mm. Possuem apenas um gume cortante e um furo em toda a sua extensão para passagem de fluido de corte. (CHIAVERINI, 1986, p. 210)

Além dessas brocas, existem também os chamados alargadores e escariadores, que podem ser conceituados como “são brocas que tem por objetivo acabar os furos, nas dimensões e acabamentos finais. Não fazem, pois, o furo original”. (CHIAVERINI, 1986, p. 212)

E ainda outra ferramenta mais pertinente ao tema abordado, as chamadas **brocas para abrir roscas** ou **macho de tarraxa**, que “são utilizadas não apenas em furadeiras, mas igualmente em tornos mecânicos, tornos automáticos, tornos-revólver e outros tipos de máquinas operatrizes”. (CHIAVERINI, 1986, p. 212)

Figura 3 - Broca comum utilizada em processos de furação

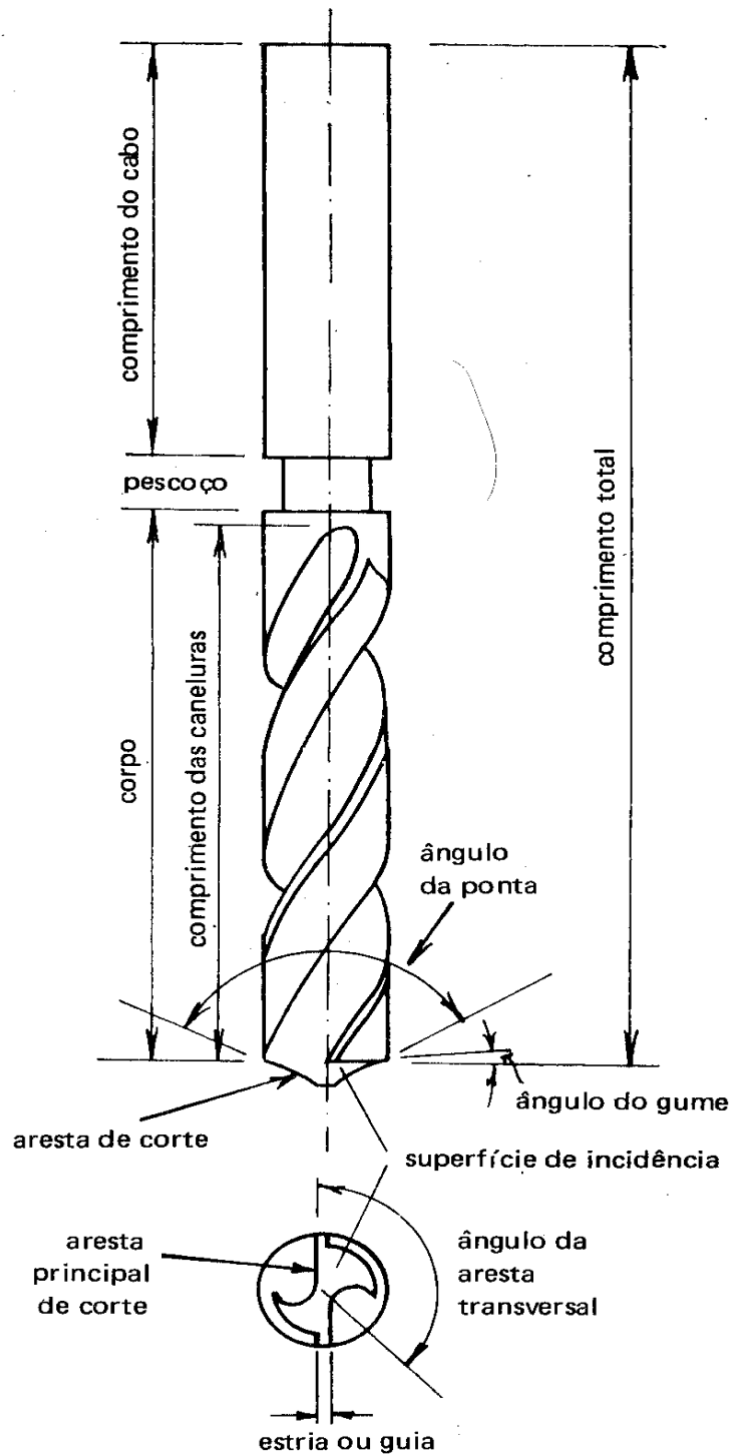
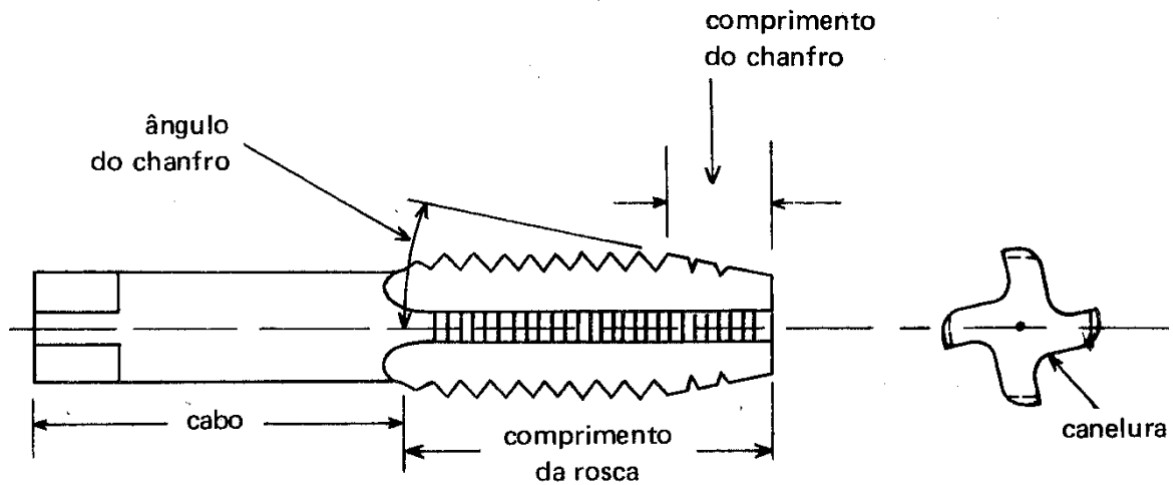


Figura 4 – Brocas para abrir roscas ou macho de tarraxa



Fonte: Chiaverini (1986)

2.6 PROGRAMAÇÃO CNC

Para o processo de furação em serie, é utilizado o sistema de programação de comandos numéricos computadorizados ou CNC que para Silva (2002, p. 17),

[...] é um comando numérico computadorizado baseado em sistemas de coordenadas e linguagens de programação, de modo a padronizar e acelerar processos de fabricação, de forma contínua e igualitária, buscando maior eficiência e economia em processos de fabricação de usinagem.

Outro conceito de programação CNC é definido por Relvas (2000, p. 12) como:

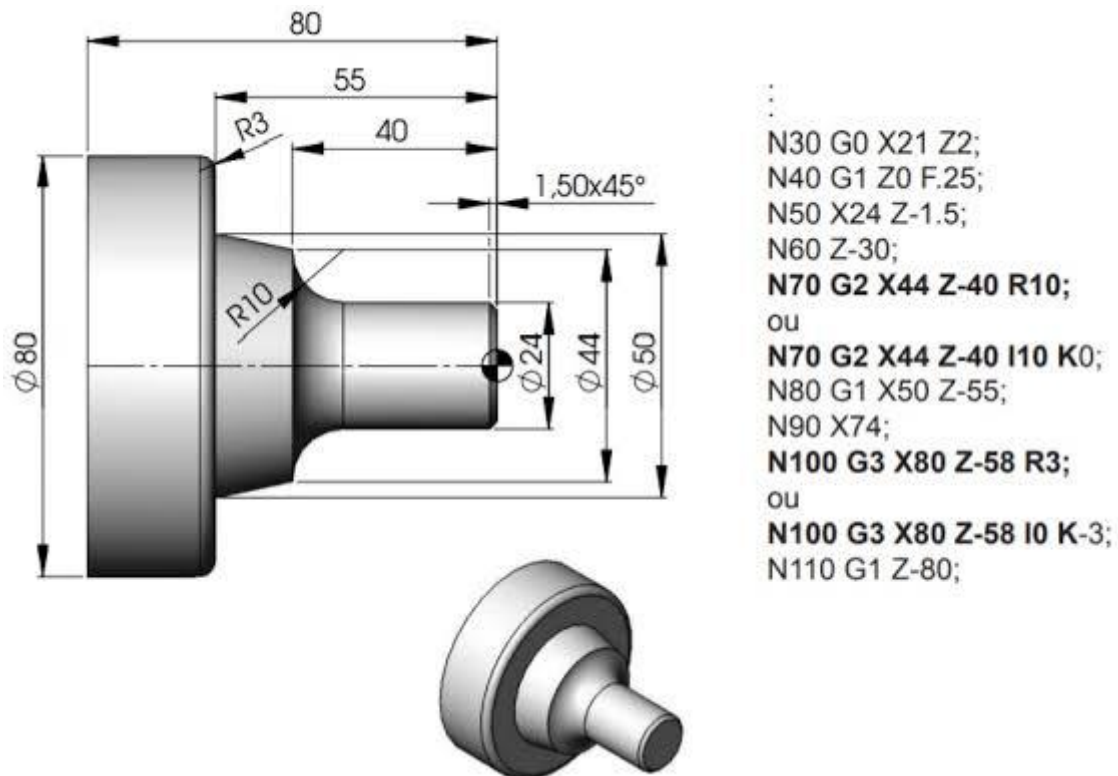
[...] todo o dispositivo capaz de dirigir os movimentos de posicionamento de um órgão mecânico, em que os comandos relativos a esse movimento são elaborados de forma totalmente automática a partir de informações numéricas ou alfanuméricas definidas, manualmente ou através de um programa.

A Programação CNC para o processo de furação em serie tem algumas vantagens, que são definidas por Relvas (2000, p. 12) como sendo:

- Aumento da produtividade das máquinas: se deve pela diminuição do tempo total de operações manuais na máquina, em parte pela diminuição dos deslocamentos no vazio e a rapidez dos posicionamentos possibilitados pelos sistemas eletrônicos de controle.
- Flexibilidade: possibilitam maior facilidade na troca de ferramental, peças a serem produzidas e movimentação de dispositivos internos, devido a programação operacional.
- Repetibilidade: a programação CNC permite a máquina trabalhar de forma repetitiva e contínua por longos períodos de tempo, sem a necessidade de ajustes ou revisões constante no equipamento

- Redução de controle: devido a todos os fatores já citados, é possível realizar ajustes operacionais seguindo sempre as mesmas trajetórias se os dispositivos e as ferramentas estiverem sempre bem regulados e isso reduz o número de controladores intermediários.
- Possibilidade de fabricação: com o CNC é possível obter peças mais complexas, utilizadas em indústrias mais específicas, como a aeronáutica.
- Segurança: O fato de as máquinas disporem de blindagens de resguardo, permitem uma maior segurança do operador, possibilitando o trabalho com produtos perigosos. (RELVAS, 2000, p. 12)

Figura 5 – Exemplo de programação CNC em torno Fanuc



Fonte: Passei Direto (2020)

3. METODOLOGIA

A pesquisa científica é a atividade nuclear no trabalho e o resultado de um inquérito minucioso. A pesquisa é a atividade nuclear da Ciência. Ela possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar.

A pesquisa é um processo permanentemente inacabado. Processa-se por meio de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo-nos subsídios para uma intervenção no real. A pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos. Lehfeld (1991) refere-se à pesquisa como sendo a inquisição, o procedimento sistemático e intensivo, que tem por objetivo descobrir e interpretar os fatos questão inseridos em uma determinada realidade. (SILVEIRA; CÓRDIVA, 2009, p. 31)

Sendo assim o trabalho aqui apresentado se caracteriza como de abordagem quantitativa considerando essa abordagem, como Silveira e Córdova (2002, p.20), “ao entendê-la como algo que pode ser quantificado, com amostras grandes e representativas, onde os resultados são tomados e constituídos de um retrato real do objeto de pesquisa”.

Esse conceito se aplica ao nosso trabalho, pois o tema apresentado se caracteriza como uma pesquisa quantitativa, já que as alterações feitas no processo de furação de rodas, podem ser quantificados, através de análises específicas de fatores que circundam a implantação do tema. Como qualidade das peças retificadas dentro dos padrões estabelecidos para o processo, controle produtivo através do volume de peças que a máquina deve garantir, além de estabelecer uma melhoria na capacidade produtiva da linha após as alterações realizadas.

Quanto à natureza da pesquisa aplicada, Silveira e Córdova (2009, p.35) definem aquela cujo objetivo é o de “gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos a solução de problemas específicos”.

Com relação ao tema apresentado, a pesquisa é considerada como aplicada, tendo em vista que para implantação do tema, é necessária uma aplicação prática, para solucionar os problemas de atendimento a demanda produtiva, bem como garantir a qualidade das peças e o fluxo produtivo.

Quanto aos objetivos, segue as características da pesquisa explicativa, a qual como conceitua Gil (2007), preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Assim sendo, o trabalho de pesquisa apresentado se classifica como uma pesquisa explicativa, pois busca não apenas solucionar o problema, mas também levantar fatos que contribuíssem para o surgimento da problemática. Realizando um

detalhamento suficiente do problema para que se chegue à compreensão dos fatores iniciais e suas soluções previstas.

Quanto aos procedimentos, determina-se como pesquisa de campo, que para Fonseca (2002) indicam as investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e documental, se realiza coleta de dados junto as pessoas, com recursos de diferentes tipos de pesquisa.

Assim sendo, o objeto de estudo deste trabalho de pesquisa científica se caracteriza como pesquisa de campo, onde as investigações, além de recorrer a recursos bibliográficos, como manuais de máquinas e especificações de dispositivos, por exemplo, ainda conta com o apoio de pessoas com conhecimento específico na área de furação de rodas, caracterizando assim o modelo de pesquisa determinado.

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente para se realizar o estudo da pesquisa referente ao tema da presente monografia, é necessário obter alguns procedimentos de execução dos estudos dirigidos, inicialmente buscando autores que tratem de assuntos pertinentes ao tema, avaliando seus conceitos e métodos. A partir da informação adquirida com esses autores, iniciou-se a coleta de dados reais, partindo do problema apresentado e todos os parâmetros que o envolvem. Concluída essa etapa avançamos para a análise de todas as informações coletadas, visando apontar todas as dificuldades a serem enfrentadas e o que é necessário para concluir os objetivos deste trabalho, e assim concluir o estudo.

Para isso o estudo do tema foi feito em três etapas. Inicialmente a avaliação aprofundada de todos os parâmetros do equipamento a ser utilizado, denominado Furadeira Kira. Seguido do estudo de adaptação da máquina envolvendo programas dispositivos e *lay out*. E por fim a avaliação dos resultados do estudo da compatibilidade do processo para viabilizar o estudo de adaptação da mesma.

O objeto principal de estudo é o aumento da capacidade produtiva da empresa através da implantação da furadeira Kira e todos os seus itens operacionais no processo de furação de rodas de liga leve, e em conjunto com setores responsáveis da empresa objeto de estudo, levantar os parâmetros funcionais de principal influência na pesquisa. Os parâmetros avaliados são apresentados nos próximos itens.

3.1.1 Especificação do equipamento

O equipamento a ser utilizado na empresa objeto de estudo consiste numa furadeira de fabricação Kira, com fabricação do ano de 2016. E em avaliação da máquina em conjunto com

o setor de manutenção foi constatado que o modelo da máquina está atualizado, ou seja, o fabricante ainda pode fornecer peças de reposição vitais ao funcionamento, deixando assim, o equipamento com um funcionamento garantido em casos necessários. Além da garantia de funcionamento, o equipamento ainda conta com a tecnologia de quarto eixo, que proporciona uma movimentação em todo o plano cartesiano, além de proporcionar uma rotação em torno do próprio eixo, o que por definição do processo, é fundamental para furação de rodas. E ainda é um equipamento que mede 2,50 m de largura, 3,50 m de comprimento e 3,00 m de altura, o que é considerado pela empresa objeto de estudo como um equipamento de fácil movimentação e alocação dentro de áreas produtivas.

Figura 6 – Furadeira Kira

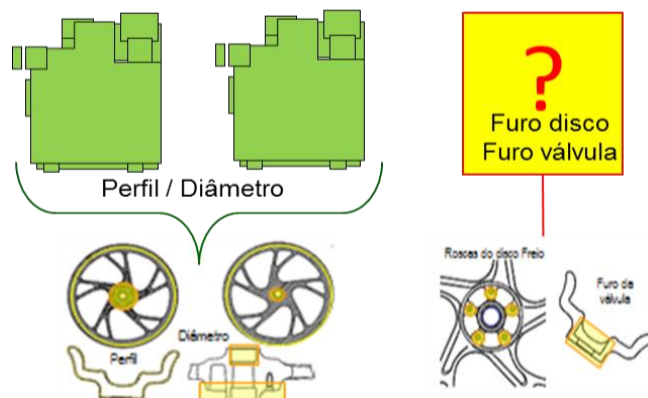


Fonte: Próprio Autor (2020)

3.1.2 Descrição do processo

A linha de produção de usinagem da roda é dividida em duas, onde a linha 1 funciona com o processo completo e a linha 2 tem seu fluxo incompleto, conforme descrito na imagem:

Figura 7 – Fluxo de processos de usinagem de rodas da linha 2



Fonte: Próprio Autor (2020)

O processo de furação de rodas consiste na máquina Kira executa processos tanto na roda dianteira, quanto na traseira. Para a roda dianteira é feita a furação dos furos do disco de freios dos veículos de duas rodas e da válvula de regulagem de pneus. Para a roda traseira é feito o fura apenas da válvula de regulagem de pneus, já que não usa o sistema de frenagem a disco.

Figura 8 – Roda dianteira com furos do disco e da válvula



Fonte: Próprio Autor (2020)

Figura 9 – Roda traseira com furo de válvula



Fonte: Próprio Autor (2020)

3.1.3 Especificação dos dispositivos

Juntamente com o setor de apoio da empresa objeto de estudo, foram analisados os dispositivos necessários para a correta adaptação do processo produtivo.

O conjunto de dispositivos são únicos e exclusivos de um mesmo modelo de roda de liga leve produzido na empresa. Tendo em vista que as rodas pertencem ao mesmo modelo,

porem se diferenciam entre rodas dianteiras e traseiras, se fez necessário um estudo separado dos dispositivos para rodas dianteira e traseiras. Para averiguar o dimensional dos dispositivos, foram analisados os desenhos dos dispositivos, afim de obter um referencial do dimensionamento dos dispositivos citados.

3.1.4 Especificação da programação

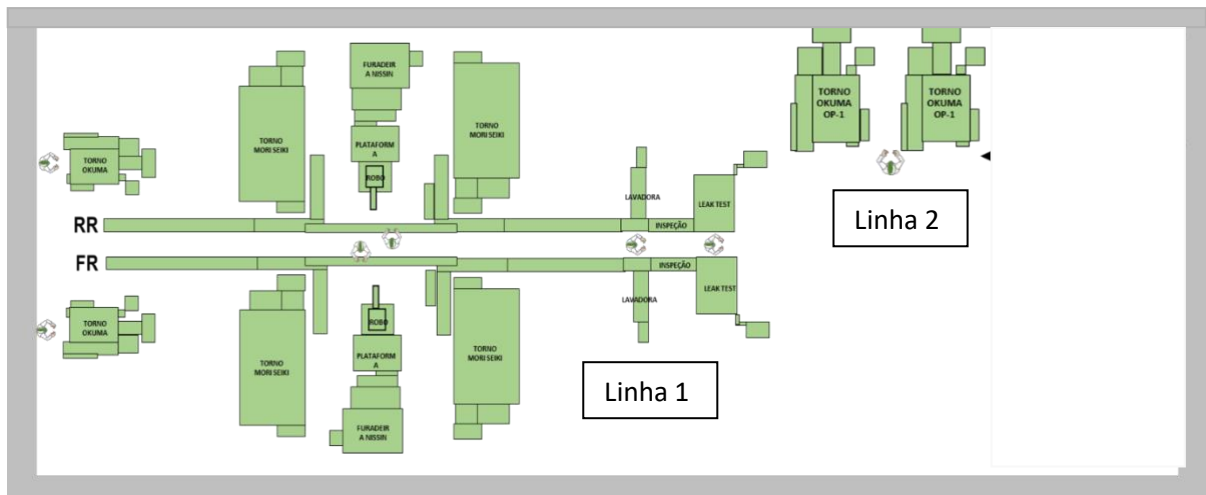
Além dos dispositivos foi necessário o estudo também dos programas de execução do processo de furação. A programação da máquina, assim como os dispositivos, também é única e exclusiva para um mesmo modelo, porem também necessitam de um estudo individual para as rodas dianteiras e traseiras.

O painel de comando da máquina comporta na memória todos os programas necessários para a máquina executar o procedimento de furação. O programa define os limites e velocidade de avanço das brocas, velocidade de rotação, tempo de processo, através de comando CNC. Para a furadeira Kira, o painel de comando tem fabricação Fanuc, que comporta software atualizados e tem capacidade de armazenamento para os programas do modelo estudado e suas versões dianteiras e traseiras.

3.1.5 Impactos no lay out

Na usinagem de rodas de liga leve, o *lay out* produtivo conta com duas linhas de produção, a linha 1 com transporte de rodas entre as maquinas automatizado, com fluxo e processo completo, e a linha 2 com transporte manual e com fluxo e processo incompleto, que é o alvo do estudo desta monografia.

Figura 10 – *Lay out* produtivo das linhas de usinagem da roda



Fonte: Próprio Autor (2020)

Sabendo que o fluxo produtivo da usinagem da roda é incompleto e por isso gera falha no atendimento ao plano de produção, é admissível entender que inserir um novo equipamento no *lay out* produtivo para suprir o déficit de capacidade produtiva, gere alguns impactos para a empresa. E esses impactos foram levantados e avaliados juntamente com a empresa objeto de estudo.

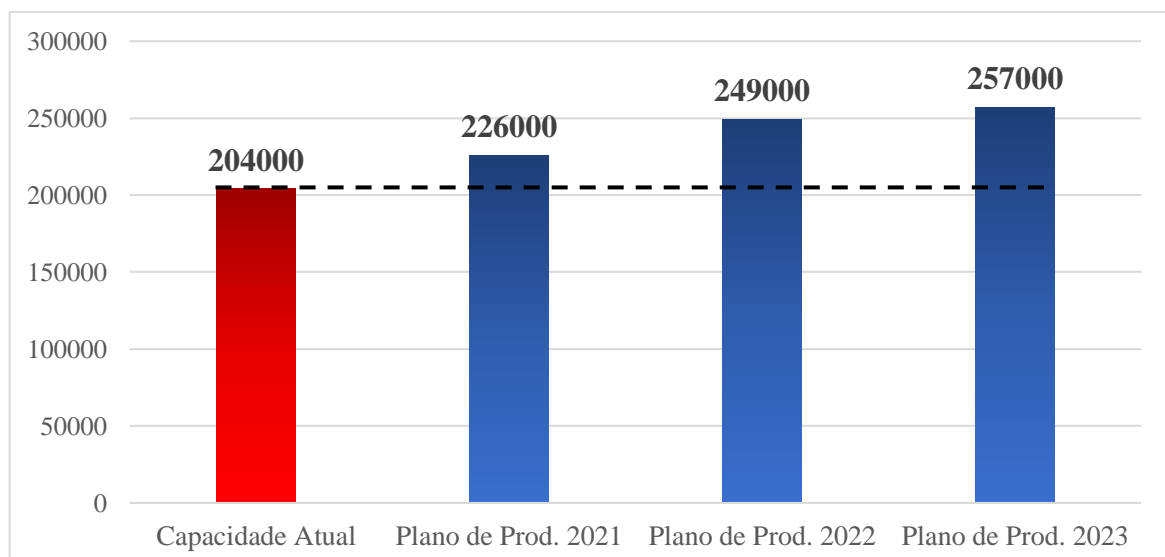
Impactos esses, descritos como custo de transporte do novo equipamento para o novo local, avaliação do espaço disponível para implantação do equipamento e disponibilidade de mão de obra para transporte e instalação da máquina.

3.1.6 Análise de capacidade produtiva

A adaptação do equipamento visa ampliar a capacidade produtiva da usinagem de rodas de liga leve com a inclusão da nova máquina adaptada. Com base em análises de capacidade produtiva atual feitas em conjunto com a empresa, foi contabilizado o valor de capacidade produtiva atual e seus impactos para no atendimento ao volume de produção exigido pela empresa.

Na usinagem de rodas leva-se em consideração para cálculo de capacidade produtiva, o montante produzido pela linha que detém o fluxo e processo completos, ou seja, a linha 1.

Gráfico 1 – Cap. produtiva atual e volume de produção futura em motos por ano



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Através da análise foi constatado que a capacidade atual não atende o volume de produção atual e nem para os próximos anos, reforçando assim, a necessidade do estudo do tema da presente monografia.

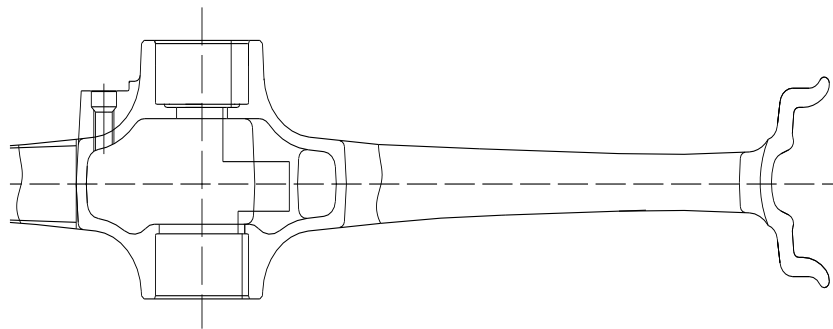
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme estudo realizado, existem parâmetros de funcionamento do processo de furação que necessitam ser alterados ou modificados para se viabilizar a adaptação do processo. E assim foram levantadas as principais necessidades, dentro desses parâmetros, para se concluir os estudos. Esses parâmetros foram divididos em três principais alterações.

4.1 ADAPTAÇÕES DE DISPOSITIVOS

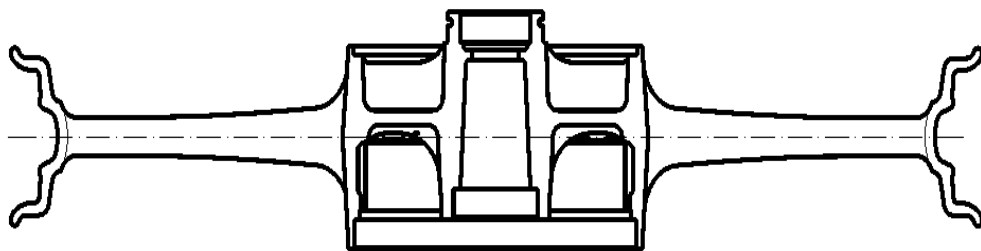
Após toda a análise em cima da necessidade de dispositivos, foi levantada a necessidade de confecção de dois novos dispositivos para atender a demanda de produção, um para roda dianteira e outro para roda traseira. Foi então elaborado o desenho dos dispositivos dentro das especificações.

Figura 11 – Desenho da roda dianteira usado na confecção do dispositivo



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

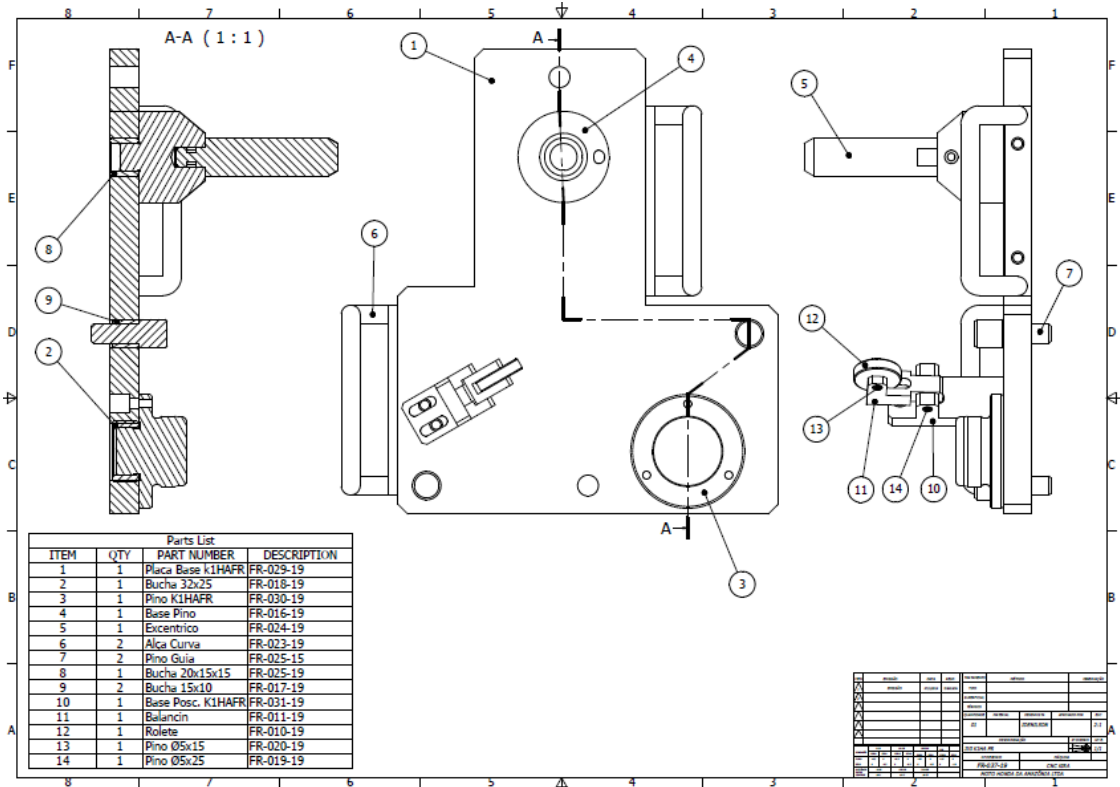
Figura 12 – Desenho da roda traseira usado na confecção do dispositivo



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

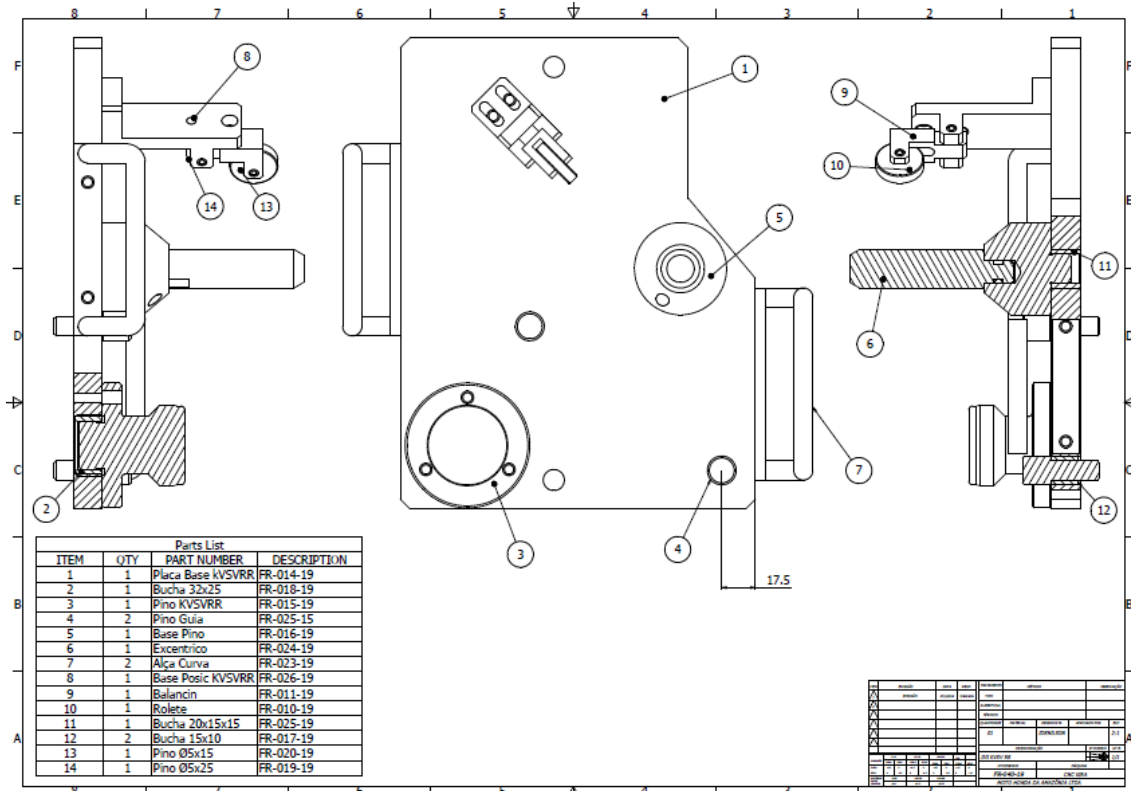
Os dispositivos consistem em placas base de fixação das rodas de liga leve, que é onde as rodas são posicionadas para execução do processo de furação, com dimensões determinadas pelos desenhos das rodas e de acordo com a descrição do processo, conforme imagens abaixo:

Figura 13 – Desenho do dispositivo de fixação da roda dianteira



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Figura 14 – Desenho do dispositivo de fixação da roda traseira



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Além da necessidade de aquisição dos chamados cilindros atuadores, que tem a função que garantir, através de pressão hidráulica, a fixação das peças na base e não permitir a menor movimentação durante o processo de furação.

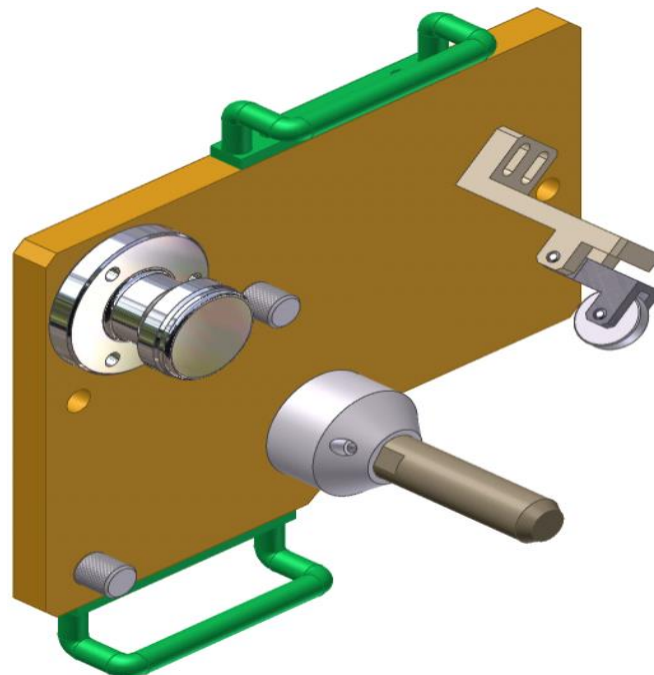
Figura 15 – Cilindros atuador hidráulico de fixação



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

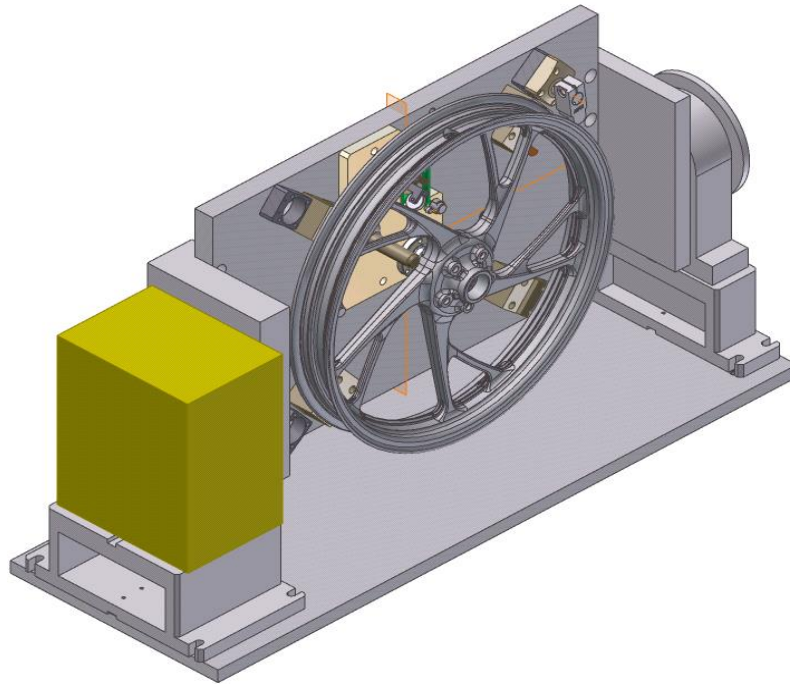
Abaixo representado o dispositivo de fixação completo e com a roda posicionada para a realização do processo:

Figura 16 – Representação 3D do dispositivo de fixação para furação de rodas



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Figura 17 – Representação 3D do dispositivo de fixação para furação com roda posicionada



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Para a fabricação e compra desses dispositivos, foi levantado junto a empresa o orçamento, tanto dos dispositivos de fixação, quanto dos cilindros atuadores, visando o menor custo possível. O orçamento está detalhado na tabela abaixo:

Tabela 1 – Orçamento de compra dos dispositivos

IT	DIANTEIRA		TRASEIRA	
	BASE DE FIXAÇÃO	CILIN. ATUADOR	BASE DE FIXAÇÃO	CILIN. ATUADOR
CROQUI				
VALOR	R\$ 3604,30	R\$ 6.210,04	R\$ 3604,30	R\$ 6.210,04
QUANT.	1	1	1	1
TOTAL	R\$ 19.628,68			

Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

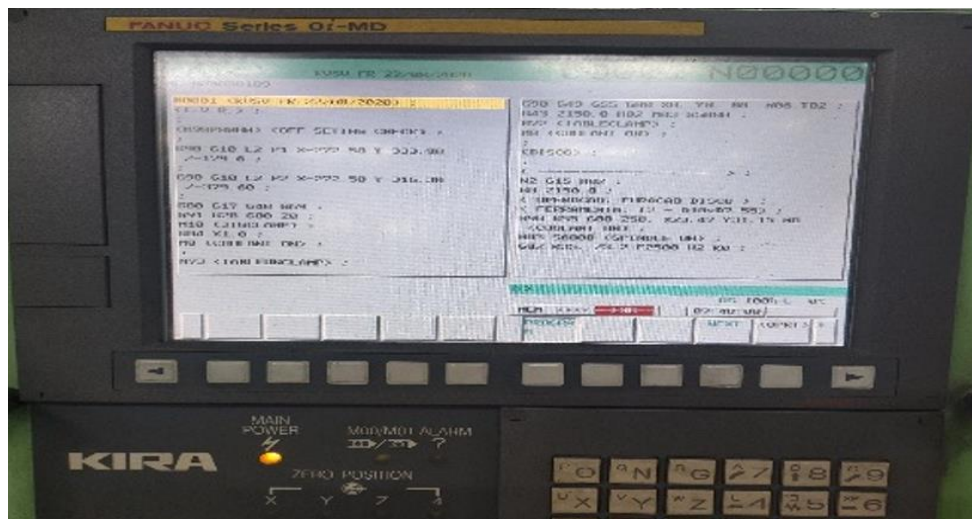
Com o orçamento da compra dos dispositivos definido, a empresa determinou a aquisição dos mesmos, utilizando verbas internas, justificada pelo ganho de capacidade produtiva objetivado pelo estudo do presente trabalho.

4.2 ADAPTAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO

Também após estudos e análises junto aos setores de apoio da empresa objeto de estudo foi determinado a necessidade de criação de um novo programa de usinagem de rodas para poder adaptar o equipamento ao processo. Novamente existiu a necessidade de criação de dois programas de furação um para roda dianteira e outro para traseira.

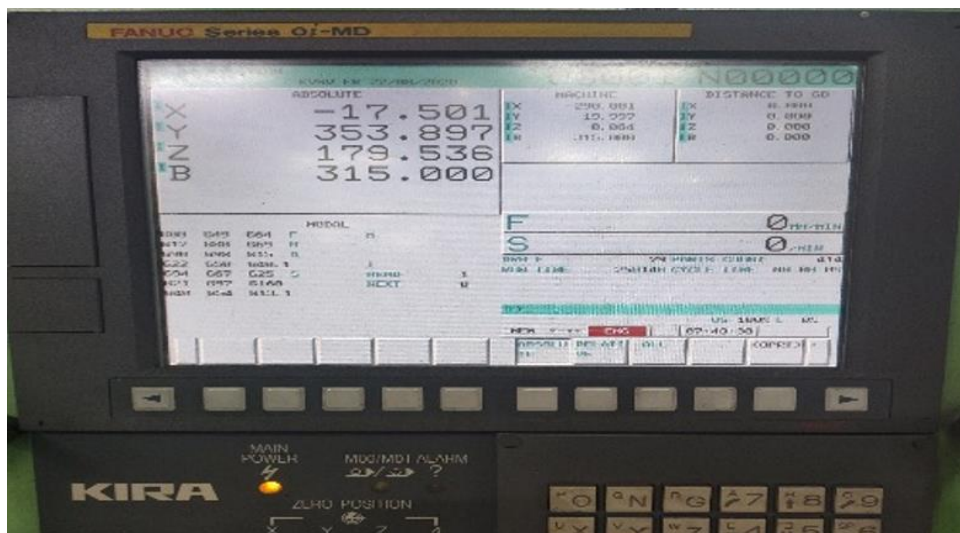
Como já constatado o painel de comando da máquina é de fabricação da empresa Fanuc, que tem como principal característica a interface flexível e atualizada para inserção de novos programas. Sendo assim, com a necessidade para a programação atendida, foi inserido no painel do equipamento os programas para adaptar o processo.

Figura 18 – Painel de comando Fanuc com programa CNC para rodas dianteiras



Fonte: Próprio Autor (2020)

Figura 19 – Painel de comando Fanuc com programa CNC para rodas traseiras



Fonte: Próprio Autor (2020)

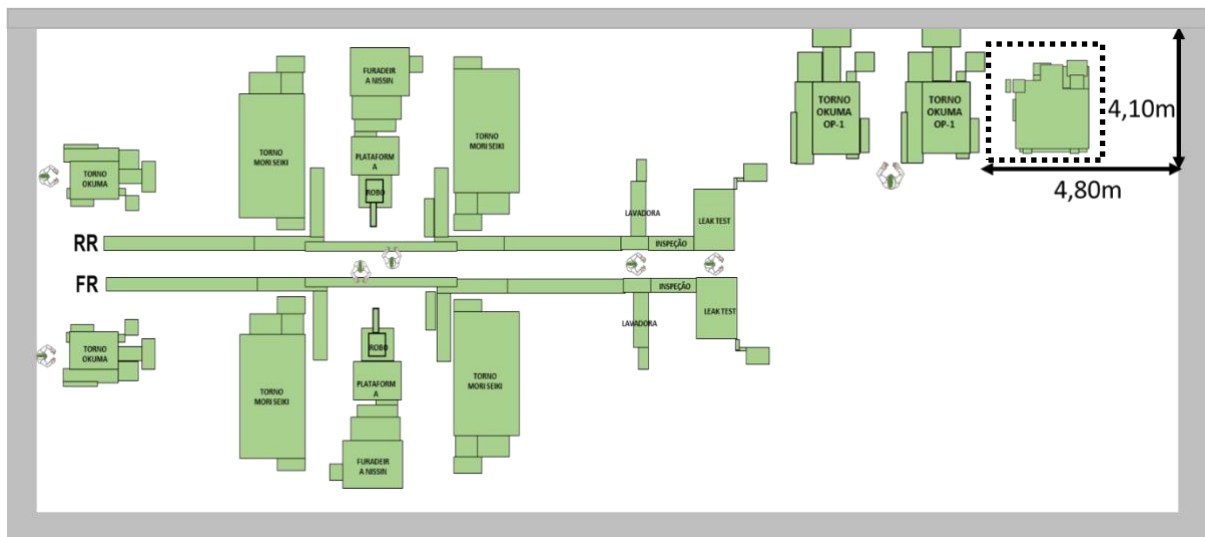
4.3 ADAPTAÇÃO DO LAY OUT

Com a inserção de um novo equipamento na linha produtiva foram levantados todos os custos referentes a essa movimentação e seu impacto na área disponível.

Com relação ao custo de movimentação do equipamento e sua instalação no local determinado, não houveram gastos eventuais, pois a empresa objeto de estudo estava passando por uma reestruturação de linhas produtivas e a movimentação desse equipamento, bem como sua instalação eletromecânica, foram inseridos em gastos já previstos pela empresa. Restando assim apenas a avaliação da área a ser utilizada.

Considerando as dimensões da máquina, que são de 2,50 m de largura, 3,50 m de comprimento e a área disponível de 4,80 m de largura e 4,10 m de comprimento, foi feita a análise de ocupação, conforme imagem abaixo:

Figura 20 – Área para posicionamento da furadeira dentro da linha de produção



Fonte: Próprio Autor (2020)

Com base em todas as análises, não houveram problemas de posicionamento do equipamento no *lay out* da linha produtivas de usinagem da roda, tendo espaço para atender as determinações de ocupação e ergonomia.

4.4 TREINAMENTO DE OPERADORES

Com a inclusão da máquina adaptada, com a programação correta para o processo e inserida no *lay out* da linha de produção, tem-se a necessidade de executar o treinamento do novo equipamento para os operadores da linha de produção. Todos os operadores da usinagem da roda em todos os turnos realizaram o treinamento. Que foi feito internamente com um

instrutor qualificado da própria empresa para o processo, não gerando assim custos adicionais com treinamento para a implantação deste tema.

Tabela 2 – Lista de participação no treinamento operacional da furadeira Kira

INSTRUTOR: MARCELO FLEURI

Nº	MATIC	PARTICIPANTES	SETOR	SUPERVISOR	ASSINATURA		NOTA (Quando aplicável)
					10.08.20	11.08.20	
1	27204	FABIO JR.	F. RODAS	ALBERTO	Fabio		
2	16536	André Helant	US. CONTROLE	RICARDO R.	André		
3	27655	JEMÍ EDUARDO	F. RODA	ALBERTO	JEMÍ		
4	25168	ANDERSON SOUZA	F. RODA	ALBERTO	ANDERSON		
5	48581	DIEGO WENDEL	F. RODA	ALBERTO	Diego		
6	33062	RALYDSON OLIVEIRA	F. RODA	ALBERTO	Ralydson		
7	48973	CHRISTIAN T. RODRIGUES	F. RODA	ALBERTO	CHRISTIAN		
8	58913	ANDRÉIO TAURINO	F. RODA	ALBERTO	Andréio		
9	4849	MARCELO PINHEIRO	-/-	-/-	Marcelo		
10	14032	ROBERTO COSTA DOS SANTOS	F. RODA	-/-	Roberto		
11	33239	FERONIMO CORREIA	F. RODA	-/-	Feronimo		
12	1235	MARCELO SAMPAIO	F. RODA	-/-	Marcelo		
13	14496	VALTER	F. RODA	-/-	Valter		
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Figura 21 – Operadores em treinamento operacional da furadeira Kira



Fonte: Próprio Autor (2020)

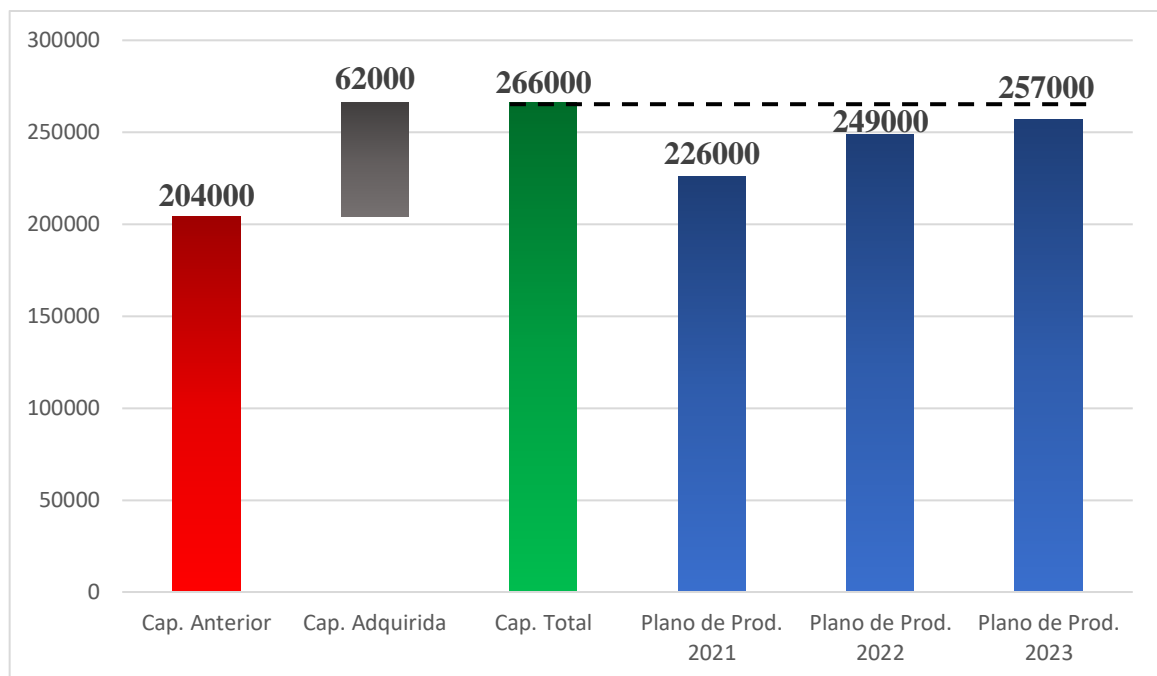
4.5 CAPACIDADE PRODUTIVA RESULTANTE

Com a inclusão da máquina adaptada, com a programação correta para o processo e inserida no *lay out* da linha de produção e operadores aptos para o funcionamento da linha, iniciou-se a análise da capacidade produtiva adquirida para a usinagem de rodas de liga leve.

A capacidade produtiva resultante se dá pelo somatório da capacidade produtiva anterior, que é a capacidade da linha 1, e pela capacidade produtiva da linha 2, que agora tem o fluxo e processo completo através da inclusão da furadeira Kira.

O valor resultante total pode ser expresso através do gráfico abaixo:

Gráfico 2 – Cap. produtiva resultante e volume de produção futura em motos por ano



Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Como resultado a capacidade produtiva resultante total é suficiente para atender o volume de produção da empresa, tendo ainda folga de capacidade para o volume de produção futuro.

Portanto, com todas as análises necessárias a implantação do tema desta monografia e os resultados obtidos destas análises, conclui-se o tema com resultado favorável a implantação do equipamento na linha de usinagem da roda para execução do processo de furação de rodas de liga leve, afim de sanar a problemática levantada para o tema e cumprir com os objetivos traçados para a presente monografia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do estudo apresentado, foi realizado uma completa avaliação e análise de todos os itens pertinentes a implantação do tema, item esses que envolveram estudos sobre o equipamento utilizado, suas características físicas, parâmetros de funcionamento e disponibilidade. Estudos sobre o processo desenvolvido pelo equipamento e sobre os impactos da implantação do tema, como custo de fabricação de dispositivos necessários, custo de movimentação do equipamento, necessidade de treinamento operacional e toda necessidade para viabilizar a implementação do projeto, além do reflexo direto na capacidade produtiva da empresa.

Após todas as análises e dificuldades avaliadas, viabilizou-se, em conjunto com a empresa objeto de estudo, a implantação do tema, onde o equipamento está adaptado ao processo de furação de rodas de liga leve e localizado dentro do *lay out* produtivo correto, cumprindo assim, a meta estabelecida para o tema, que é de ampliar a capacidade produtiva da empresa, visando atender ao volume de produção exigido. Resolvendo assim, a problemática indicada para o estudo, utilizando das hipóteses levantadas e alcançando os objetivos, gerais e específicos, elaborados para o presente trabalho de conclusão de curso.

Portanto, com os conhecimentos adquiridos ao longo de todo o curso e durante o desenvolvimento dessa monografia, contribuíram para proporcionar uma visão mais ampla e assertiva para realizar novos estudos. Podendo assim, direcionar esses conhecimentos para demais áreas produtivas da empresa com uma problemática semelhante, a qual já foi visualizada nas linhas de produção da usinagem da manivela, que é uma peça do motor responsável por transmitir o movimento gerado pelos pistões após a explosão na câmara de combustão para as rodas, gerando movimento. Essas linhas apresentam problemas de atendimento ao volume de produção devido falhas constantes nos equipamentos. Tornando assim, esse um possível trabalho futuro visando sempre o aprendizado contínuo e a aplicação prática de tudo o que foi aprendido durante todo curso de engenharia mecânica e do desenvolvimento dessa monografia.

6. REFERÊNCIAS

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica: Processos de fabricação e Tratamento**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986

MACHADO, Alisson. et al. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. São Paulo: Editora Blucher, 2009

SILVA, Sidnei. **CNC: Programação de Comandos Numéricos Computadorizados Torneamento**. 5. ed. Editora Erica, 2002

RELVAS, Carlos. **Controlo Numérico Computadorizado: Conceitos Fundamentais**. Porto: Publindústria, 2000

KIRA, Corporation. **Manual de Funcionamento Kira BT-30**. 2016

SILVEIRA, Denise Tolfo; CORDOVA, Fernanda Peixoto. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009

Sites:

DOC PLAYER. **Tipos de Furação**. Disponível em: www.docplayer.com.br/amp/11165742-Processos-de-fabricacao-furacao.html. Acessado em 24/Mar/2021

PASSEI DIRETO. **Programação Torno CNC Fanuc**. Disponível em: www.passeidireto.com/arquivos/78641327/programacao-torno-cnc-fanuc. Acessado em 25/Mar/2021

7. ANEXO 1

7.1. TERMO DE RESPONSABILIDADE

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CONSELHO SUPERIOR

ANEXO 2

TERMO DE COMPROMISSO DO ORIENTADO SOBRE AS NORMAS/REGULAMENTOS
DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, TIAGO DE LIMA ROCHA, estudante regularmente matriculado no Curso Superior de ENGENHARIA MECÂNICA, do Instituto Federal do Amazonas, Campus MANAUS CENTRO, estou ciente e concordo com as normas/regulamentos instituídos para o desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão de Curso. Outrossim, declaro seguir tal regimento. Por estar plenamente de acordo firmo o presente.

Cidade, AM, 29 de MARÇO de 2021.


Assinatura do estudante