Metrologia aplicada à produção industrial: Mensurando medições em usinagem de peças

Metrology applied to industrial production: Measuring measurements in part machining

DOI:10.34117/bjdv7n1-561

Recebimento dos originais: 21/12/2020
Aceitação para publicação: 21/01/2021

Adival Rodrigues de Jesus
Acadêmicos de Engenharia Mecânica
E-mail: adivalrj@gmail.com

Paulo Roberto Martins
Acadêmicos de Engenharia Mecânica

Daniel Frederico Mazari
Orientador Professor-Tutor de Engenharia Mecânica
Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI - Curso Engenharia Mecânica (ENM0015/6) – Seminário Interdisciplinar VI: "Metrologia Aplicada à Produção Industrial" 07/12/2020

RESUMO
A metrologia é muito importante para a manutenção industrial, pois estabelece a acurácia e precisão nas medições das peças e componentes das máquinas. A indústria de usinagem para manutenção industrial realiza serviços que de forma geral trás maior comodidade e segurança às indústrias. A usinagem, promove a fabricação das peças de acordo com as especificações necessárias. Portanto o objetivo deste estudo é trazer um levantamento bibliográfico dos principais conceitos que envolvem a metrologia a partir dos processos industriais, evidenciar as medições e comparar com a prática observada em visita técnica a empresa de usinagem industrial ressaltando a importância da mensuração das dimensões das peças nos processos de usinagem.

Palavras-chave: Metrologia, Mensurando, Medição.

ABSTRACT
Metrology is very important for industrial maintenance because it establishes the accuracy and precision in the measurements of machine parts and components. The machining industry for industrial maintenance performs services that generally brings greater convenience and safety to industries. The machining, promotes the manufacture of parts according to the necessary specifications. Therefore the objective of this study is to bring a bibliographic survey of the main concepts that involve metrology from the industrial processes, highlight the measurements and compare with the practice observed in a technical visit to the industrial machining company highlighting the importance of measuring the dimensions of parts in the machining processes.

Keywords: Metrology, Measuring, Measuring.

1 INTRODUÇÃO

A metrologia é muito importante para a manutenção industrial, pois estabelece a acurácia e precisão nas medições das peças e componentes das máquinas. Para que isto ocorra com o maior grau de confiabilidade, as medições precisam ser realizadas por instrumentos adequados e calibradas e profissionais habilitados para realização das medições.

Tratando de metrologia, as empresas buscam através da qualificação e certificação de instrumentos de medição o maior grau de confiabilidade. O gerenciamento dos instrumentos de medição responsáveis pelo controle dos processos de produção é vital para o resultado do negócio.

A utilização da metrologia é uma forma de melhorar a qualidade dos processos produtivos, o que deve ser perseguido continuamente por todas as empresas que pretendem participar de um mercado altamente competitivo e globalizado.

Portanto o objetivo deste estudo é trazer um levantamento bibliográfico dos principais conceitos que envolvem a metrologia a partir dos processos industriais, evidenciando as medições e comparar com a prática observada em visita técnica a empresa de usinagem industrial para ressaltar a importância da mensuração das dimensões das peças nos processos de usinagem. Assim compreenderemos os conceitos de metrologia, a sua importância e relevância em aplicação à produção industrial.

A empresa referente ao estudo de caso atua com usinagem e está situado na cidade de Telêmaco Borba – PR, foi realizado uma visita técnica para constatar na pratica o que esta pesquisa básica, exploratória, dedutiva, qualitativa e bibliográfica, abordou sobre a metrologia em usinagem de peças.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A MEDIÇÃO

Medição caracteriza-se segundo Cruz & Cruz (2019, p.4) *apud* Filipe *et al* (2012, p.16, grifo do autor) “por ser um processo de obtenção experimental de um ou mais **valores** que podem ser, razoavelmente, atribuídos a uma **grandeza**”.

2.2 POR QUE MEDIR

Medir sempre foi importante para o avanço do ser humano. Facilmente realizamos medições em quase tudo que fazemos no nosso dia-a-dia, quanto ao tempo, volume, massa, temperatura, dimensões. Para definir quantitativamente uma grandeza física, necessário compará-la a uma unidade e definir o número de vezes que essa unidade está contida na grandeza medida. (JUNIOR & SOUZA, 2017)

Necessariamente as medições são feitas com três grandes propósitos: monitorar, controlar ou investigar: Monitorar para observar; Controlar para comparar com especificações e agir para correção; e, Investigar para descobrir, explicar ou formular os fenômenos. (JUNIOR & SOUZA, 2017)

2.3 MENSURANDO

Silva & Campos (2000), ressaltam que as "empresas e organizações que pretendem participar do mercado globalizado precisam enfrentar muitos desafios, entre eles podemos citar: preços competitivos, qualidade dos produtos, agilidade". É necessário transformar amostras, calibrações, e ensaios em informações confiáveis para o processo de tomada de decisão, ou seja, investir em qualidade e normalização. (SILVA & CAMPOS, 2000)

> Para garantir a qualidade dos produtos industriais é necessário e imprescindível medir com exatidão, possibilitando ao fabricante obter as dimensões reais e entender os ajustes entre peças, a fabricação de produtos de acordo com as especificações técnicas e quantidades específicas, a Intercambialidade e universalidade das peças, a redução de perdas pela pronta detecção de desvios no processo produtivo, evitando o desperdício de matéria prima. Ao mesmo tempo, garante o atendimento a normas, regulamentos e requisitos de desempenho nacionais ou internacionais, favorecendo as negociações pela confiança do cliente e se constitui em um diferenciador tecnológico e comercial para as empresas. (ROCHA, 2020)

Para o INMETRO (2020) mensurando é a "grandeza específica submetida à medição". O que significa que as condições sob as quais a medição é realizada, pode modificar o que está sendo medido.

2.4 O QUE É METROLOGIA?

Metrologia para Cruz & Cruz (2019, p.4) *apud* Filipe *et al* (2012, p.16, grifo do autor) "é a ciência da **medição** e suas aplicações". Ainda para os autores "este conceito

compreende todos os aspectos teóricos e práticos da medição, qualquer que seja a incerteza de **medição** e o campo de aplicação".

Ela pode ser aplicada com fins específicos, como a metrologia industrial, quando as diferentes metodologias e instrumentos de medição são utilizados para garantir os processos de produção, de qualidade e de produtividade. (LASERMAC, 2020)

2.5 IMPORTÂNCIA DA METROLOGIA

O objetivo da metrologia é garantir o maior controle de qualidade nas linhas de produção, e melhores resultados por parte da empresa. Mensurar e medir é sinônimo de conhecer e, com base em dados, tomar decisões estratégicas. A metrologia pode ser dedicada a diagnóstico e prevenção, deve estar integrada às rotinas de manutenção industrial da fábrica. Podendo ser utilizada em produtos, máquinas, equipamentos e processos. Fundamentalmente, a metrologia é dedicada à identificação e a solução de problemas. (LASERMAC, 2020)

2.6 METROLOGIA APLICADA À PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Como vimos até aqui que a metrologia pode ser aplicada na indústria com instrumentos e ferramentas para apoiar as atividades de controle de processos e produtos, assegurando a qualidade metrológica e as medições utilizadas. (ROCHA, 2020)

A metrologia também é importante para a segurança do trabalhador porque tem como objetivo garantir que os equipamentos e maquinários usados na indústria tenham seu funcionamento adequado. (MOSCATI, 2000)

Cuidar da mensuração correta de algumas medidas em ambientes industriais é fundamental para garantir a segurança de trabalhadores. Imagine, a manutenção em um reservatório confinado onde a medição de gazes é fundamentalmente necessária para garantir a segurança de manutentores. A correta leitura do equipamento de indicar gases será crucial para desenvolver a atividade. A medição é uma das maneiras de garantir isso. É a metrologia quem estabelece a aferição dos equipamentos de medição. Indo além da segurança do trabalhador, esse procedimento também é importante para a preservação do meio ambiente, no caso das medições de gazes. (MOSCATI, 2000)

Outro fator em destaque sobre a metrologia, é que ajuda a cuidar do maquinário, a metrologia industrial permite que as empresas cumpram leis e regulamentos. Pois através de um sistema de controle de medições em máquinas e equipamentos e suas

aferições, as indústrias podem atingir níveis de excelência naquilo que produz. (NETO, 1993)

O método tradicional de medição, realizado com instrumentos analógicos, já está obsoleto, pois estão sujeitos a erros de cálculo por parte dos operadores, uso de instrumentos descalibrados e perda de tempo na linha de produção. Ou seja, baixa precisão e, ainda por cima, muito tempo de máquina parada. Esses fatores podem ser decisivos na corrida por resultados. (LASERMAC, 2020)

Porém, já existem métodos mais atuais, como a medição tridimensional, que proporciona resultados muito mais precisos do que os métodos tradicionais. Essa técnica realiza um controle volumétrico da peça: a altura, largura e o comprimento. Com ela, é possível identificar: Erros de posição na montagem de máquinas; Problemas na orientação de entidades das peças e componentes de equipamentos; Desvios de forma nos produtos; Batimento anormal em entidades geométricas; Posicionamentos e/ou volumes fora dos limites de tolerância etc. (LASERMAC, 2020)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O artigo foi desenvolvido através de visita técnica realizada em empresa e por meio de pesquisa qualitativa, que como descreve Flick (2009, p.14). “[...] a pesquisa qualitativa trabalha, acima de tudo, com textos. Os métodos para coleta de informações - entrevistas ou de observações - produzem dados que são transformados em textos através de gravação e transcrição”. Com um objetivo exploratório fizemos abordagem do problema nesta pesquisa de acordo com um propósito de estudo básico, e, em relação as bases lógicas de investigação utilizamos nesta pesquisa o método dedutivo, da qual parte de um conhecimento geral para entender algo específico, sendo que partimos de um conhecimento geral sobre a metrologia para ao conhecimento específico de aplicação da metrologia na produção industrial através da usinagem de peças.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para entendermos e explicarmos os objetivos específicos desta pesquisa que trata da medição, do porquê medir, mensurando, sobre a metrologia e sua importância e aplicação à manutenção industrial fizemos uma visita técnica em uma empresa de usinagem industrial e realizamos o levantamento dos principais métodos e instrumentos de medição.

Propomos como opção de melhoria e controle do processo a criação de uma sala laboratório de metrologia com as bancadas e instrumentos de medições para avaliações tridimensionais.

Com os instrumentos de medições que a empresa possui, três paquímetros, realizamos coletas de medições em quatro peças do processo produtivo da empresa:

Figura 1: Peças selecionadas para medição.

Fonte: Os autores

Peça 1 – Bucha; Peça 2 – Engrenagem; Peça 3 – Pino Fusível Mecânico; Peça 4 – Chaveta;

Quadro 1: Medições para determinar a R & R - Repetibilidade e Reprodutibilidade.

Ciclo de Medição		Avaliador 1				Avaliador 2			
		Peça 1	Peça 2	Peça 3	Peça 4	Peça 1	Peça 2	Peça 3	Peça 4
Diâmetro Interno (mm)	1	50,00	19,13	6,85	13,93	50,12	19,16	6,99	13,89
	2	50,05	19,11	6,88	13,91	50,12	19,17	6,98	13,90
	3	50,02	19,15	6,91	13,93	50,10	19,18	6,97	13,89
	média	50,02	19,13	6,88	13,92	50,11	19,17	6,98	13,89
	amplitude	0,05	0,04	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Diâmetro Externo (mm)	1	60,00	34,04	18,94	21,91	59,93	33,99	18,95	21,89
	2	59,97	34,03	18,93	21,90	59,95	33,98	18,97	21,90
	3	60,01	34,00	18,94	21,91	59,93	33,99	18,95	21,89
	média	59,99	34,02	18,94	21,91	59,94	33,99	18,96	21,89

	amplitude	0,04	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Profundidade (mm)	1	163,15	77,14	52,88	129,64	163,07	77,40	52,92	129,78
	2	163,11	77,18	52,89	129,66	163,08	77,40	52,93	129,79
	3	163,16	77,19	52,90	129,69	163,10	77,40	52,94	129,78
	média	163,14	77,17	52,89	129,66	163,08	77,40	52,93	129,78
	amplitude	0,05	0,05	0,02	0,05	0,03	0,00	0,02	0,01

Fonte: Os autores

Quadro 2: Resultados do estudo R & R - Repetibilidade e Reprodutibilidade.

Descrição	Equação	Valor
Média da amplitude ($\bar{R}$)	$\bar{R} = Maior\ amplitude - Menor\ amplitude$	0,03
Número de amostras (n)	Quantidade de amostras (peças) medidas	4
Número de repetições de uma medição de uma mesma peça (m)	Quantidade de ciclos em cada peça	9
Número de operadores (r)	Quantidade de operadores envolvidos no processo	2
Constante d_2	Verificar Quadro 3	2,08
Desvio padrão do erro de repetitividade (S_{Re})	$S_{Re} = \frac{\bar{R}}{d_2}$	0,014
Variação do equipamento ($Repe$)	$Repe = 5{,}15.\ S_{Re}$	0,072
Média global de cada avaliador	Somar as médias de cada avaliador e dividir por n	53,99
Amplitude entre os operadores (R_{op})	$R_{op} = Maior\ média - Menor\ média$	156,26
Desvio padrão da diferença das medições entre os operadores (S_{op})	$S_{op} = \frac{R_{op}}{d_2}$	75,125
Reprodutibilidade contaminada pela repetitividade (S_{oc})	$S_{oc} = S_{op}.5{,}15$	386,89
Variação entre os avaliadores ($Repro$)	$Repro = \sqrt{(S_{oc})^2 - \frac{(Repe)^2}{n.r}}$	386,88
Repetibilidade e reprodutibilidade (R&R)	$R\&R = \sqrt{(Repro)^2 + (Repe)^2}$	386,87

Fonte: Os autores

Quadro 3: coeficientes d2, em que a faixa horizontal é o número de ciclos (m) e a faixa vertical é a multiplicação do número de amostras pelo número de operadores (g).

d2	m									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
g	1	1,41	1,91	2,24	2,48	2,67	2,83	2,96	3,08	3,18
	2	1,28	1,81	2,15	2,40	2,60	2,77	2,91	3,02	3,13
	3	1,23	1,77	2,12	2,38	2,58	2,75	2,89	3,01	3,11
	4	1,21	1,75	2,11	2,37	2,57	2,74	2,88	3,00	3,10
	5	1,19	1,74	2,10	2,36	2,56	2,73	2,87	2,99	3,10
	6	1,17	1,73	2,09	2,35	2,56	2,73	2,87	2,99	3,10
	7	1,17	1,73	2,09	2,35	2,55	2,72	2,87	2,99	3,10
	8	1,16	1,72	2,08	2,35	2,55	2,72	2,87	2,98	3,09
	9	1,16	1,72	2,08	2,34	2,55	2,72	2,86	2,98	3,09
	10	1,16	1,72	2,08	2,34	2,55	2,72	2,86	2,98	3,09
	11	1,15	1,71	2,08	2,34	2,55	2,72	2,86	2,98	3,09
	12	1,15	1,71	2,07	2,34	2,55	2,72	2,85	2,98	3,09
	13	1,15	1,71	2,07	2,34	2,55	2,71	2,85	2,98	3,09
	14	1,15	1,71	2,07	2,34	2,54	2,71	2,85	2,98	3,08
	15	1,15	1,71	2,07	2,34	2,54	2,71	2,85	2,98	3,08
	>15	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Adaptado de Albertazzi e Sousa (2008)

Com base nas medições realizadas com três paquímetros diferentes encontramos diferenças na amplitude média de 0,03 mm e uma variação de repetibilidade de 0,07 mm e desvio padrão de 0,01 mm.

Através de uma reprodutibilidade totalizando 386,89 mm podemos compreender que com essas variações de repetibilidade e desvio padrão, os instrumentos de medição utilizados estão dentro do erro máximo admissível de indicação na norma ABNT NBR NM 216: 2000 que é 0,02mm para paquímetros de 100 a 400 mm.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria de usinagem para manutenção industrial realiza serviços que de forma geral trás maior comodidade e segurança às indústrias. A usinagem, promove a fabricação das peças de acordo com as especificações necessárias. Estas especificações tratam dos termos e dados técnicos de cada peça, da qual as medidas devem permanecer fiel a estas

especificações. Devido a isto a necessidade de ensaios metrológicos com a finalidade de mensuração e medição em usinagem de peças.

Para prática desta abordagem, com o exercício de repetibilidade e reprodutibilidade avaliamos a variação do sistema de medição de uma empresa de usinagem industrial e concluímos ser adequado para a aplicação pretendida.

Por exemplo, as peças projetadas e desenvolvidas pela indústria de usinagem para manutenção industrial atuam com as referências metrológicas do cliente, e, durante todo esse processo, é a metrologia aplicada na produção industrial da empresa que obtêm e garante as informações.

Sendo necessário haver na indústria de usinagem para manutenção industrial os instrumentos de medições e colaboradores que detém os conhecimentos necessários para aplicar a metrologia em toda a cadeia produtiva., de modo que a metrologia está presente para alinhar e conectar processos separados, agregando valor aos requisitos de informação do processo.

E, consequentemente a metrologia traz benefícios na redução de perdas. No entanto, é importante frisar que o objetivo da metrologia aplicada a industrial não é apenas qualificar os produtos, atua na prevenção de quebras e danos aos equipamentos, atua na segurança dos trabalhadores, atua na atingir as metas ambientais e de produção.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR NM 216: 2000. **Paquímetros e paquímetros de profundidade - características construtivas e requisitos metrológicos.** Curitiba: UFPR, 2020**.** Disponível em: <http://www.metrologia.ufpr.br/pdfs/MetroNot/Aulas.Praticas/P1.-.NBR.NM.216.-.Paquimetro.pdf>. Acesso em: 5 dez. de 2020

ALBERTAZZI, A.; SOUZA, A. R. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. Barueri: Manole, 2008.
CRUZ, Bruna Madeira Araújo da; CRUZ, Renato Batista da. **Práticas de Metrologia**. Indaial: Uniasselvi, 2019.

FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3ª ed. Porto Alegre: Boockman, 2009.

INMETRO. **Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de METROLOGIA.** Porto Alegre: CICMAC, 2020. Disponível em: <http://www.inmetro.rs.gov.br/cicmac/material_didatico/polig_vocab_internacional.pdf>. Acesso em: 6 dez. de 2020.

JUNIOR, Armando Albertazzi G.; SOUZA, André R. de. **Fundamentos de metrologia científica e industrial: Revisada, Atualizada e Ampliada.** Barueri: Manole, 2017.

LASERMEC. **Metrologia Industrial: Conheça os benefícios e como implementar.** Blog Lasermec, 2020. Disponível em: <https://blog.lasermec.com.br/metrologia-industrial/>. Acesso em: 6 dez. de 2020.

NETO, E. P. **Gerenciando a Qualidade Metrológica**. Rio de Janeiro: Editora Imagem, 1993.

ROCHA, Gelson Martins da. **Metrologia Científica e Industrial: Ciência e Tecnologia Apoiando a Inovação e Competitividade da Indústria.** Revista Analytica, 2020. Disponível em: <https://revistaanalytica.com.br/metrologia-cientifica-e-industrial-ciencia-e-tecnologia-apoiando-a-inovacao-e-competitividade-da-industria/>. Acesso em: 6 dez. de 2020.

SILVA, E. A. da, & CAMPOS, R. de. **A importância da metrologia na gestão empresarial e na competitividade do país**. Salvador: Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR24_0698.pdf>. Acesso em: 6 dez. de 2020.

ANEXO A – Relatório visita técnica folha 1

CENTRO UNIVERSITÁRIO LEONARDO DA VINCI

CURSO DE ENGENHARIA MECANICA
RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

LOCAL DA VISITA TÉCNICA

C&S Usinagem Industrial
Endereço: R. Água-marinha, 783 - Parque Limeira Área 10, Telêmaco Borba - PR, 84266-090

TURMA	DATA	Nº DE ALUNOS	PROFESSOR RESPONSÁVEL
ENM0015/6	02/12/2020	1	Daniel Frederico Mazari

ACADÊMICOS ENVOLVIDOS

Adival Rodrigues de Jesus (1322157)

DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

Seminário Interdisciplinar VI: "Metrologia Aplicada à Produção Industrial"

RELATÓRIO FINAL

As 14 horas do dia 2 de dezembro de 2020 foi realizada uma visita técnica na C&S Usinagem Industrial para levantamento dos principais métodos de medição que controlam os processos da empresa.

A C&S Usinagem Industrial é uma empresa do ramo de usinagem de metais para confecção de peças tais como engrenagens de dentes retos, rodas dentadas, entalhados internos, eixos, polias, buchas e afins.

ANEXO B – Relatório visita técnica folha 2

Atua neste mercado desde 2011 quando iniciou com 3 colaboradores e hoje em 2020 conta com 24 colaboradores. Uma experiência no mercado de uma equipe especializada, cuja competência é reconhecida pelo seu principal cliente a Klabin SA.

A C&S Usinagem Industrial não possui uma sala específica para Metrologia Aplicada à Produção Industrial, porém possui armário com instrumentos de medições e seus colaboradores são treinados para utilização dos instrumentos.

Figura 1: Instrumentos de Medições

Fonte: O Autor

Foram levantados os seguintes instrumentos de medição:

PAQUÍMETROS

MICRÔMETRO INTERNO TRÊS PONTAS IMICRO

MICROMETRO

SÚBITO - COMPARADOR DE DIÂMETRO INTERNO

PINÇA DA FRESADORA

ANEXO C – Relatório visita técnica folha 3

Figura 2: Paquímetro

Fonte: O Autor

Paquímetro (grego: paqui=espessura e metro=medida), é um instrumento utilizado para medir a distância entre dois lados simetricamente opostos em um objeto. O paquímetro é ajustado entre dois pontos, retirado do local e a medição é lida em sua régua. O nónio ou vernier é a escala de medição contida no cursor móvel do paquímetro, que permite uma precisão decimal de leitura através do alinhamento desta escala com uma medida da régua. Os paquímetros são feitos de plástico, com haste metálica, ou inteiramente de aço inoxidável. Suas graduações são calibradas a 20 °C e sua precisão dada por p = 1-C/n, onde C é comprimento do nônio e n é o número de divisões do nônio.

ANEXO D – Relatório visita técnica folha 4

Figura 3: Micrômetro Interno Três Pontas Imicro

Fonte: O autor

O Micrômetro Interno Três Pontas Imicro é utilizado na medição de diâmetros internos através do contato das suas três pontas revestidas com camada de Titânio (Ti) com a parede do furo. Esse sistema facilita a operação e aumenta a exatidão se comparado aos instrumentos com duas pontas graças aos pinos de medição posicionados a distância de

ANEXO E – Relatório visita técnica folha 5

120°. Girando a catraca, o "Holtest" automaticamente se posiciona no centro do furo, executando uma medição mais rápida e fácil sem perder a exatidão.

Figura 4: Micrometro

Fonte: O Autor

O micrômetro é um instrumento metrológico capaz de aferir as dimensões lineares de um objeto (tais como espessura, altura, largura, profundidade, diâmetro etc.) com precisão da ordem de micrometros, que são a milionésima parte do metro. Têm vasta aplicação na indústria mecânica e em diversos contextos de medição e ensaios não-destrutivos, medindo toda a espécie de objetos. O micrômetro funciona por um parafuso micrométrico e é muito mais preciso que o paquímetro, que funciona por deslizamento de uma haste sobre uma peça dentada e permite a leitura da espessura por meio de um nônio ou de um mecanismo semelhante ao de um relógio analógico.

ANEXO F – Relatório visita técnica folha 6

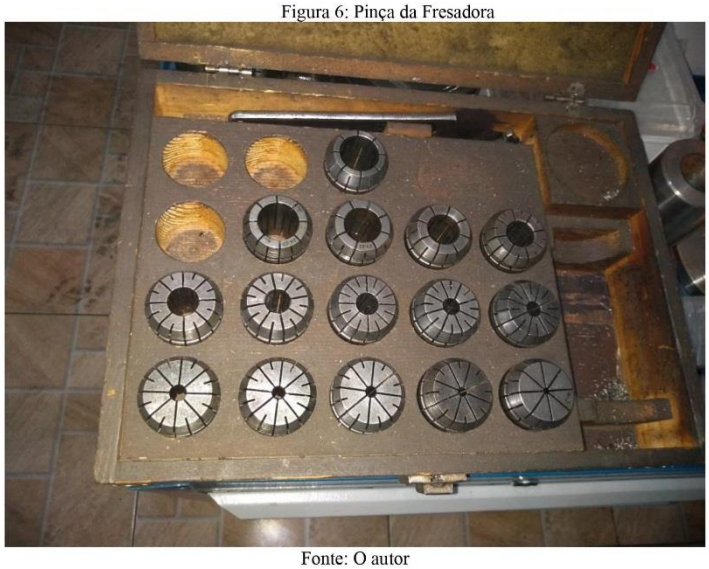
Figura 5: SUBITO - Comparador de Diâmetro Interno

Fonte: O autor

O Comparador de Diâmetro Interno (Súbito) é utilizado para medição de diâmetros internos e ovalização. Com relógio comparador, possui batentes intercambiáveis com regulagem através de rosca, pontas de contato esféricas de aço temperado e guia para ajuste radial da posição de medição. É de fácil manuseio, com protetor termo isolante. Consiste basicamente num mecanismo que transforma o deslocamento radial de uma ponta de contato em movimento axial transmitido a um relógio comparador, no qual pode-se obter a leitura da dimensão. O instrumento deve ser previamente calibrado em relação a uma medida padrão de referência, ou seja, pode ser referenciado em conjunto com jogo de blocos padrão, micrômetro externo ou calibrador escalonado.

ANEXO G – Relatório visita técnica folha 7

Figura 6: Pinça da Fresadora



Fonte: O autor

Uma fresadora pode executar inúmeras funções de usinagem e fresamento com ângulos e posições diversas, produzindo diferentes tipos de peças, entre elas, engrenagens, polias, matrizes, eixos, flanges entre outros. Para que isso ocorra, são necessárias ferramentas para fresadora de corte, como pastilhas de metal duro, fresa topo, alargadores, macho para rosca, brocas cônicas, cabeçotes fresamento, com diferentes medidas e encaixes. O sistema de pinças é de aço flexível especial sob excelente tratamento térmico e preciso processo de retificação, aumentando sua precisão aumentando sua habilidade de fixação e com grande vida útil. Estas pinças podem fixar um tamanho padrão específico, também o tamanho maior seguinte. Ela é largamente utilizada para mandrilar, fresar, furar, rosquear assim como para retificar também.

ANEXO H – Relatório visita técnica folha 8

ANEXOS:

Geradora de Engrenagem

Fresadoras

Retifica Cilíndrica

Torno Convencional

Torno de comando numérico

Torno Platô

Centro de Usinagem

Torno Copiadora