

Análise de aprendizado prático com paquímetro após fabricação de corpos de prova padrões de medição.

Fernando Michelon Marques | fernando.marques@ifsc.edu.br¹
Gabriel Finger Adams | gabriel.fa2006@aluno.ifsc.edu.br²
Hugo Wilhelm Feldmann | Hugo.Wilhelm.feldmann@gmail.com³
Márcio Adams | marcio.adams@ifsc.edu.br⁴
Tiago Quartiero Pereira | tiago.quartiero@ifsc.edu.br⁵
Luis Felipe Marques | luis.m27@aluno.ifsc.edu.br⁶

Trabalho de Ensino

DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

A Metrologia trata-se do estudo das medições e das incertezas envolvidas, sendo fundamental para o entendimento de projetos mecatrônicos e de demais áreas do conhecimento. A proposta deste artigo é demonstrar como foi realizado o processo de produção de um conjunto de peças para medição no IFSC Campus Criciúma, e como eles foram utilizados em aula. Foram utilizados equipamentos como torno mecânico e torno CNC para a produção das peças conforme parâmetros especificados no projeto. Estas peças foram produzidas pela necessidade de proporcionar aos alunos dos cursos de Engenharia Mecatrônica e Técnico Integrado em Mecatrônica a prática com instrumentos para medição de comprimento, como paquímetros e micrômetros. Ao final do projeto as peças foram utilizadas em aula para avaliar a competência dos alunos no uso de equipamentos de medição, tendo cumprido este propósito com êxito.

Palavras-chave: Metrologia; peças de medição; torno CNC; torno mecânico.

Introdução

A Metrologia é o estudo das medições, de forma a abranger todos os aspectos teóricos e práticos envolvendo medições, de qualquer nível de incerteza e em qualquer área do conhecimento. Seu estudo se faz necessário para o pleno entendimento entre quem projeta e quem executa determinada tarefa, logo a formação de profissionais capacitados na prática da metrologia se faz fundamental para quaisquer áreas do saber.

¹ Docente da área da mecatrônica do IFSC campus Criciúma.

² Estudante do curso de Engenharia Mecatrônica do IFSC campus Criciúma.

³ Estudante de Mestrado em Engenharia Metalúrgica da UFRGS.

⁴ Técnico da área da mecatrônica do IFSC campus Criciúma.

⁵ Docente da área da mecatrônica do IFSC campus Criciúma.

⁶ Estudante do curso de Engenharia Mecatrônica do IFSC campus Criciúma.

No IFSC campus Criciúma, nos cursos da área de mecatrônica, é indispensável à prática com instrumentos de medição, pois é da competência dos profissionais a realização de projetos que envolvem o dimensionamento, leitura de desenhos técnicos e manufatura de peças e equipamentos que exigem medidas específicas. Na prática da usinagem, como no uso do torno mecânico e da fresadora, é necessário saber usar equipamentos como o paquímetro e o micrômetro, ferramentas destinadas a averiguar o comprimento do objeto usinado e seu progresso no processo de usinagem.

Portanto são necessários materiais que possibilitem a prática nos equipamentos de medição, como peças pré-fabricadas com comprimentos e diâmetros já estabelecidos, melhorando a atuação do docente e a absorção de conhecimento dos alunos. Nesse âmbito foram projetados e produzidos cerca de dez corpos em aço inoxidável AISI 304, de dimensões próximas uns dos outros. Estas características permitem maior durabilidade do material produzido e a possibilidade da aplicação de princípios da metrologia como erro padrão, tendência, correção, repetibilidade, exatidão e precisão.

O presente trabalho trata-se da projeção, produção e conclusão de peças com diferentes níveis de diâmetro, a fim de possibilitar a prática e a avaliação dos alunos dos cursos da área de mecatrônica e afins do campus Criciúma.

Fundamentação teórica

As normas da metrologia são geridas pelo INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, ele é responsável por fiscalizar e fundamentar as boas práticas e vocabulário da área, com base em documentos técnicos normativos internacionais como o VIM, Vocabulário Internacional de Metrologia, este documento enfatiza os termos que os profissionais de diversas ciências devem utilizar ao abordarem dados de medição (INMETRO, 2012). Por esta razão, não só o estudo da forma de se medir, mas a forma como processar estes dados e os termos aos quais eles se referem, são razões mais que suficientes para o ensino das normas e habilidades práticas da metrologia tanto em cursos técnicos quanto superiores.

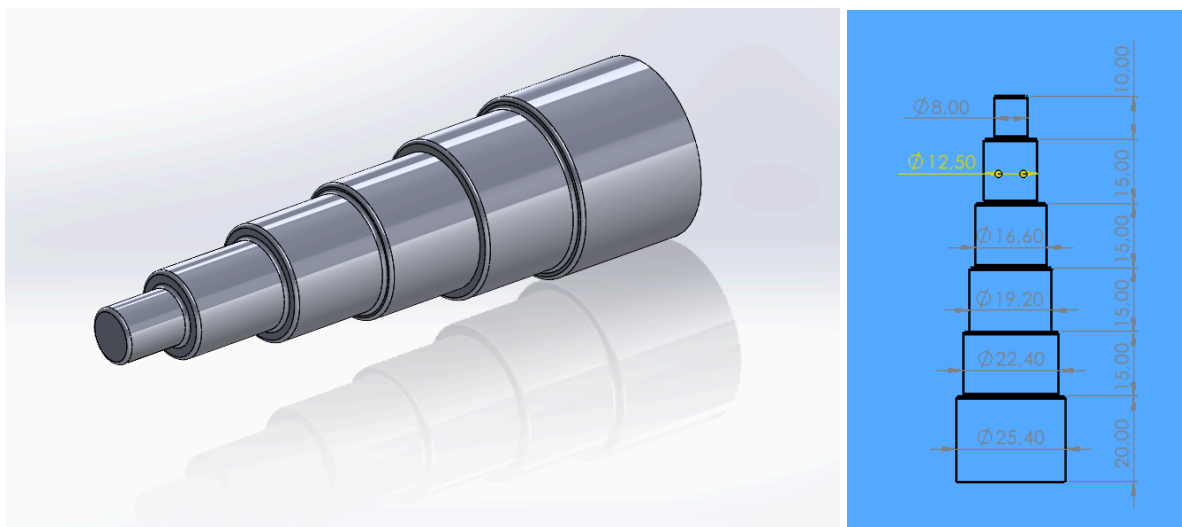
Para que os alunos estejam preparados para o mercado de trabalho, principalmente na área da mecânica e da automação industrial, áreas que definem a mecatrônica, é fundamental que compreendam o uso de equipamentos de medição como

o paquímetro e o micrômetro, e de como mitigar erros de medição como o de paralaxe, de offset, ruídos de sinal entre outros (LINCK, 2017).

Procedimentos metodológicos

Foi utilizado o software solidworks para realizar os primeiros esboços e o design final da peça, sendo o responsável pelo projeto da peça o docente da área de metrologia, sendo utilizado um design de cilindro escalonado com diâmetros de 25,40, 22,40, 19,20, 16,60, 12,50 e 8,00 mm a fim de proporcionar diversas medições em uma única peça, o material escolhido foi uma barra cilíndrica de um metro de aço inoxidável AISI 304 no estado trefilado, proporcionando um total de 10 peças acabadas.

Figuras 1 e 2 - desenho 3d e vista lateral da peça.



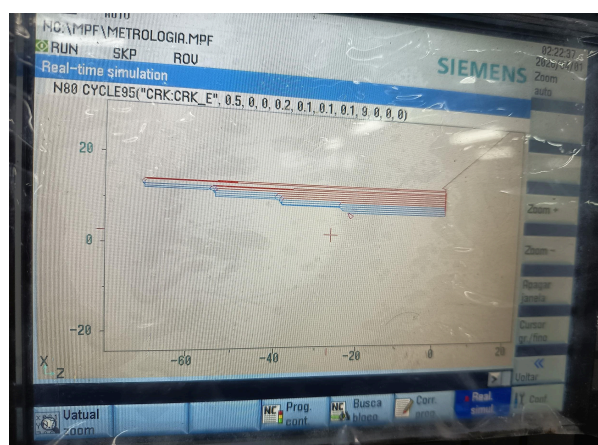
Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante o processo de corte da barra na serra de fita horizontal foi descartado mais material que o previsto, sendo necessário ajustar o comprimento das peças finais de 90,00 mm para 85,00 mm, após o corte foram colocadas no torno mecânico, onde foram submetidas ao processo de faceamento e colocados furos de centro em ambas extremidades da peça, pois havia uma suspeita que seria necessário o uso de contraponto no torno CNC (Computer Numerical Control) devido ao comprimento alongado da peça causar vibrações durante a usinagem, mas após um teste bem sucedido com a primeira peça foi constatado que era seguro usinar sem o contraponto, tanto o processo de corte e faceamento foram realizados pelo discente bolsista sob

supervisão do técnico de laboratório, o mesmo aluno realizou parte da programação do torno CNC, que foi finalizada também pelo aluno bolsista, todo processo foi acompanhado de perto pelo docente.

O torno CNC é um máquina que usina peças cilíndricas ou simétricas, utilizando programação para garantir ótima repetibilidade e diminuindo o risco de erro humano, entretanto como o objetivo das peças são o uso em aula, fora usado a configuração de compensação de desgaste da ferramenta para causar diferenças dificilmente visíveis a olho nu, Devido ao diâmetro da barra ser muito pequeno, foi necessário utilizar um novo conjunto de castanhas no torno CNC, pois as anteriores haviam sido usinadas para suportar barras de diâmetros muito maiores.

Figura 3: simulação em tempo real da trajetória da ferramenta no torno CNC.



Fonte: Elaborado pelos autores.

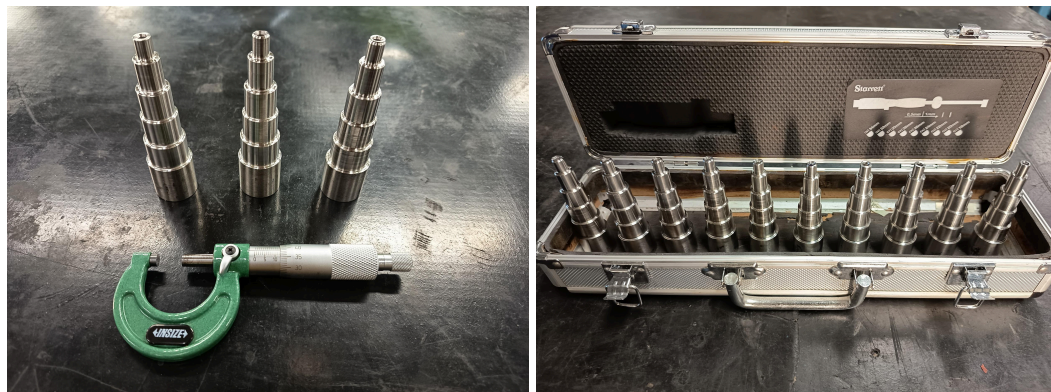
Tabela 1: resultados pós usinagem no torno CNC

Peças fabricadas	Medidas (mm)				
medidas ideais	8,00	12,50	16,60	19,20	22,40
peça 1	7,56	12,05	16,14	18,75	21,93
peça 2	7,64	12,10	16,19	18,82	22,00
peça 3	7,85	12,32	16,43	19,02	22,22
peça 4	7,70	12,22	16,35	18,88	22,09
peça 5	7,44	11,93	16,00	18,59	21,82
peça 6	7,45	11,86	15,96	18,50	21,73
peça 7	7,39	11,83	15,95	18,52	21,74
peça 8	7,50	12,05	16,11	18,62	21,86
peça 9	8,00	12,51	16,60	19,16	22,39
peça 10	7,56	12,05	16,16	18,72	21,95

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a produção, as dez peças foram medidas e com o uso de punção foram numeradas conforme a tabela anterior, e guardadas em uma maleta para evitar danos ao acabamento e impactos que alterariam sua forma, comprometendo as medidas da peça.

Figuras 4 e 5 : peças para medição acabadas em relação a um micrômetro e kit totalmente terminado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados e discussões

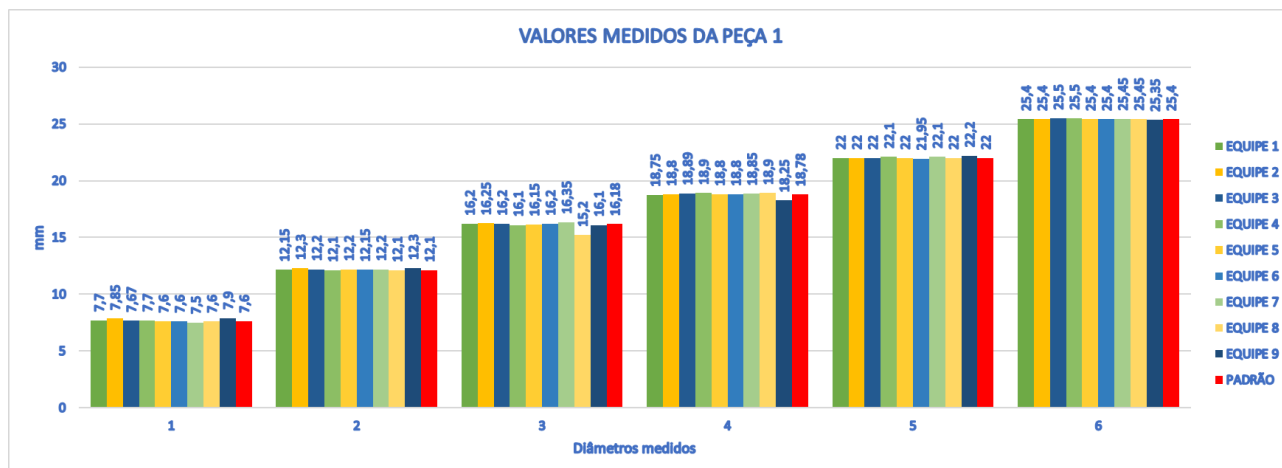
Ao final do processo de produção, foram obtidas 10 peças para medição, colocando em prática no processo princípios de desenho técnico, torneamento e programação para equipamentos CNC. Foi programado no torno CNC para que as peças produzidas tenham diâmetros diferentes entre si, a fim de evitar que os alunos repliquem o resultado dos outros colegas, além de simular uma quantidade de amostras com baixa precisão em relação ao valor ideal das medidas desejadas, variando assim o número de atividades possíveis com o material utilizado, em uma situação normal utilizando esta máquina as peças produzidas sairiam com uma baixa tolerância.

Na aplicação da primeira atividade utilizando o novo material didático, os alunos, uma turma de 20, foram organizados em duplas de modo que cada dupla tivesse que medir uma das peças produzidas, então os alunos mediram os diâmetros primeiramente com auxílio de um paquímetro e posteriormente utilizando um micrômetro, tendo que relacionar a precisão de cada um.

O gráfico 01, a seguir, representa uma das peças que foram utilizadas de padrão, e os resultados das equipes após a utilização do paquímetro com resolução de 0,05 mm. O

erro admissível para a atividade foi de 0,15 mm, sendo que é possível verificar o êxito da grande maioria das equipes.

Gráfico 01: resultado das medições pelas equipes e o valor definido como padrão.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerações finais

Após terminar a manufatura das peças para medição e observar o desempenho no uso em sala de aula, foi concluído que elas atenderam as exigências propostas no início do projeto, levando a prática da metrologia necessária aos alunos que irão utilizar na indústria, fortalecendo conceitos como erro humano, erro sistemático e erro aleatório, e como eles se relacionam como com as ideias de precisão e exatidão, que são palavras erroneamente utilizadas como sinônimos.

Também ao analisar os processos utilizados para usinar as peças para medição, pode-se afirmar que eles foram eficientes em produzir e garantir repetibilidade nos resultados esperados para esse tipo de kit. Além disso, o projeto serviu para a prática de habilidades essenciais a um engenheiro, como planejamento prévio e consciência de quais métodos mais eficientes a serem tomados, outras competências mais práticas, tais como o uso do torno, da serra em fita horizontal, programação e escolha das ferramentas ideais para o tipo de material usinado no torno CNC.



Referências

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO).

VIM: vocabulário internacional de metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 1. ed. luso-brasileira. Duque de Caxias, RJ: INMETRO, 2012. 95 p.

Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf. Acesso em: 22 abr. 2026.

ALBERTAZZI, A.; SOUSA, A. R. de. **Fundamentos de metrologia científica e industrial.**

2. ed. Barueri: Manole, 2017. E-book. 459 p. ISBN 9788520454879. Disponível em:

<https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520454879/>. Acesso em: 24 abr. 2026.

LINCK, C. **Fundamentos de metrologia.** 2. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2017. E-book. p. 39-76.

ISBN 9788595020238. Disponível em:

<https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595020238/>. Acesso em: 24 abr. 2026.