

Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba

**PROCEDIMENTO NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO NO
LABORATÓRIO DE METALOGRAFIA DA FATEC
PINDAMONHANGABA**

Com ênfase na manutenção da Cortadeira Metalográfica –

CM 80

José Luiz Santana

**Pindamonhangaba – SP
2024**

Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba

**PROCEDIMENTO NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO NO
LABORATÓRIO DE METALOGRAFIA FATEC
PINDAMONHANGABA**

Com ênfase na manutenção da Cortadeira Metalográfica -
CM 80

José Luiz Santana

Monografia apresentada à Faculdade de
Tecnologia de Pindamonhangaba para
graduação no Curso Superior de Tecnologia
em Manutenção Industrial.

Orientador(a): Prof.^a Ma Lúcia de Almeida
Ribeiro

**Pindamonhangaba – SP
2024**

S232p

Santana, José Luiz.

Procedimento na gestão de manutenção no laboratório de metalografia da Fatec Pindamonhangaba com ênfase na manutenção da cortadeira metalográfica – CM80 / José Luiz Santana / FATEC Pindamonhangaba, 2024.
40f.; il.

Orientadora: Professora Me. Lucia de Almeida Ribeiro
Monografia (Graduação) – FATEC – Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba. 2024

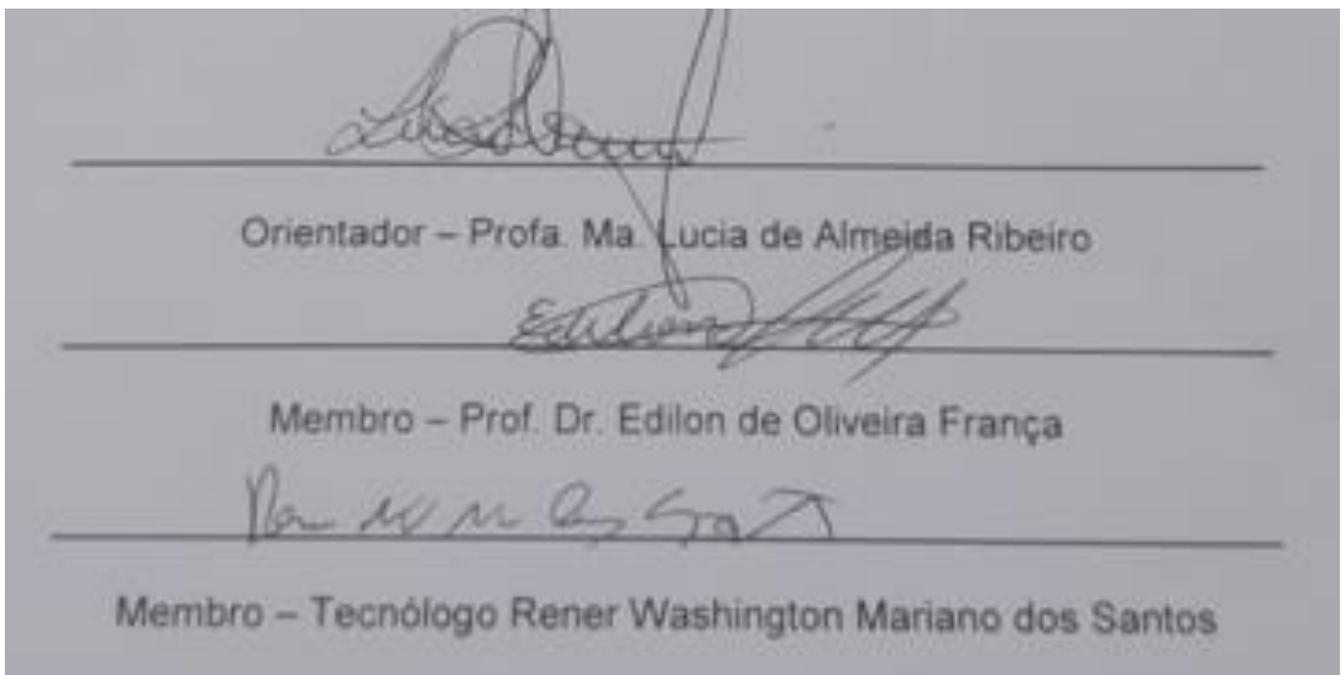
1. Habilidade técnica e gerencial. 2. Disco de corte. 3. Troca do rolamento. 4. Fabricação de arruela. 5. Futuras Manutenções.
I. Santana, José Luiz. II. Ribeiro, Lucia de Almeida. IV. Título.

CDD 669

Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba

**PROCEDIMENTO NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO NO
LABORATÓRIO DE METALOGRAFIA FATEC
PINDAMONHANGABA SP**

Com ênfase na manutenção da Cortadeira Metalográfica -
CM 80



Pindamonhangaba, 26 de junho de 2024.

DEDICATÓRIA

Primeiramente dedico este trabalho a Deus e a Virgem Santíssima pela força e coragem durante essa minha caminhada.

Dedico também, especialmente, a minha esposa Sílvia Aparecida Vieira dos Santos, que durante esse período da faculdade apoiou, compreendeu e incentivou-me nos estudos sem jamais reclamar o pouco tempo a ela dedicada

Obrigado

AGRADECIMENTO

Agradeço de coração também aos colegas que caminharam comigo, durante o curso.

Agradeço *“In Memoriam”* aos meus pais Almiro Santana e Margarida Estevam Santana, pela árdua missão de criar e educar eu e meus irmãos, ensinando-nos o pouco que sabiam, na confiança que tinham da realização do meu sonho.

Agradeço ao Prof. Me Célio Pacheco de Siqueira, pelo enriquecimento do curso, quando da frente da coordenação.

Aos professores com suas dedicações nas aulas ministradas.

Agradeço a prof. ^a Me Lúcia de Almeida Ribeiro, por estar do meu lado, por dar-me a liberdade de desenvolver meu trabalho, orientando quais caminhos a percorrer.

Agradeço aos funcionários da Fatec, em especial a nossa bibliotecária Sra. Sueli Camargo de Souza.

Finalmente todos que mesmo não os tenham citados, contribuíram para a conclusão desta etapa e para José Luiz Santana que hoje sou.

Você atingirá o sucesso quando apresentar com orgulho as cicatrizes que adquiriu ao longo de sua jornada.

Pensador

SANTANA, J.L. **Procedimento na gestão de manutenção no laboratório de metalografia da Fatec Pindamonhangaba - Com ênfase na manutenção da cortadeira Metalográfica CM80.** 2014. 34p. Trabalho de Graduação do Curso de Manutenção Industrial. Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba. Pindamonhangaba. 2024.

RESUMO

Na Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba, os alunos do curso de tecnologia em Manutenção Industrial adquirem uma habilidade técnica e gerencial na solução de problemas mecânicos. O trabalho teve como objetivo identificar o que motivou a quebra do disco de corte da cortadeira metalográfica. Realizou-se uma verificação nas cortadeiras para identificar o que estava diferente. A Fatec possui 4 unidades desse equipamento, ficando duas unidades no Laboratório de Metalografia, 1 unidade no Laboratório de Processos de fabricação e 1 unidade no Laboratório de Processos de Soldagem. Identificou-se que havia diferença no eixo onde o disco de corte era montado, o mesmo apresenta um rasgo em seu diâmetro para a colocação de o'ring. No equipamento objeto de estudo, verificou-se também que o rolamento da alavanca de acionamento do disco apresentava ruído e vibração, características diferentes das apresentadas nos outros equipamentos. Efetuou-se a troca do rolamento, o que solucionou o ruído e vibração. Para sanar o problema da existência do canal de o'ring, foi fabricada uma arruela para deslocar o disco de corte, evitando que o mesmo ficasse sob o rasgo aumentando a folga entre o diâmetro de montagem do disco e o eixo. Com esse trabalho foi possível identificar que mesmo em equipamentos de mesma descrição pode apresentar, de forma incorreta, diferenças como mencionada acima. Essas informações foram documentadas e serão utilizadas em futuras manutenções desses equipamentos.

Palavras-chave: Habilidade técnica e gerencial. Disco de corte. Troca do rolamento. Fabricação de arruela. Futuras manutenções.

SANTANA, J. L. Maintenance management procedure in the Fatec Pindamonhangaba metallography laboratory - With emphasis on maintenance of the CM80 Metallographic cutter. 2024. 34p. Graduation Project in Industrial Maintenance course. Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba. Pindamonhangaba. 2024.

ABSTRACT

At the Pindamonhangaba College of Technology, students in the Industrial Maintenance technology course acquire technical and managerial skills in solving mechanical problems. The objective of the study was to identify what caused the metallographic cutter's cutting disc to break. The cutters were inspected to identify what was different. Fatec has 4 units of this equipment, two of which are in the Metallographic Laboratory, 1 unit in the Manufacturing Processes Laboratory and 1 unit in the Welding Processes Laboratory. It was identified that there was a difference in the shaft where the cutting disc was mounted, which had a slit in its diameter for the placement of an O-ring. In the equipment under study, it was also found that the bearing of the disc drive lever was making noise and vibrating, characteristics different from those of other equipment. The bearing was replaced, which solved the noise and vibration. To solve the problem of the O-ring groove, a washer was manufactured to move the cutting disc, preventing it from getting under the groove and increasing the clearance between the disc mounting diameter and the shaft. This work made it possible to identify that even equipment with the same description may incorrectly present differences as mentioned above. This information was documented and will be used in future maintenance of this equipment.

Keywords: Technical and managerial skills. Cutting disc. Bearing replacement. Washer manufacturing. Future maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Equipamento para corte das amostras.....	23
Figura 2 – Equipamento para lixamento das amostras.	23
Figura 3– Politriz.....	24
Figura 4– Equipamento para polimento eletrolítico das amostras.	24
Figura 5- Insumos para polimento.....	25
Figura 6– Insumos para polimento.	25
Figura 7 -Insumos para polimento.....	26
Figura 8- Equipamento para medição da microdureza.....	27
Figura 9– Microscópio eletrônico de Varredura.	27
Figura 10– Microscópio eletrônico de Transmissão.	28
Figura 11– Espectros dos elementos.	28
Figura 12– Microscópio eletrônico de Varredura.	29
Figura 13– Microscópio ótico.....	29
Figura 14– Imagens das amostras.....	30
Figura 15– Imagens das amostras.....	30
Figura 16– Imagens das amostras.....	31
Figura 17– Cortadeira metalográfica CM-80.	32
Figura 18 - Eixo com rasgo para o’ring.	33
Figura 19- Eixo com rasgo de o’ring.....	33
Figura 20– Eixo Cortadeira Metalográfica CM 080.	34
Figura 21– Eixo Cortadeira Metalográfica CM 080.	35
Figura 22– Eixo Cortadeira Metalográfica CM 080.	35
Figura 23 -Eixo Liso.	36
Figura 24 - Eixo com Canal de O’ring	36
Figura 25 -Arruela que foi adicionada	37

Sumário

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 PROBLEMA.....	20
1.2 OBJETIVOS.....	20
1.2.1 OBJETIVO GERAL	20
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	20
1.3 JUSTIFICATIVA.....	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3 METODOLOGIA.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERENCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O laboratório é de suma importância no meio acadêmico, no sentido de aprendizagem, pesquisa e validação de ensaios. Sendo assim, procurar controlar e gerenciar a manutenção de equipamentos de um laboratório que irá amparar o aluno na obtenção de resultados confiáveis.

Também instituir procedimentos e conceitos gerais, voltado a segurança e manutenibilidade do laboratório de Metalografia da Fatec Pindamonhangaba, e garantir um nível de confiabilidade de seus equipamentos e nos materiais ensaiados.

1.1 PROBLEMA

A quebra do disco abrasivo devido a folga existente no eixo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar procedimentos de manutenção nas Cortadeiras Metalográficas CM 080 da Fatec Pindamonhangaba.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Este trabalho é uma coleta de dados voltada para gestão e controle do laboratório da Fatec Pindamonhangaba, visando a constante melhoria no sistema e a economicidade do mesmo a partir de dados fornecidos pelo sistema MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade);
- Elaborar critérios e indicadores voltados para melhoria e desempenho contínuo de um processo de equipamento.

JUSTIFICATIVA

- O objetivo deste trabalho é descrever a importância e aplicação de métodos, controle e gerenciamento da manutenção no laboratório de metalografia da Fatec Pindamonhangaba, melhorando e capacitando este laboratório para futuros alunos. As ferramentas de controle e gerenciamento da manutenção que serão utilizados para descrever este trabalho poderão ser readequados para os outros laboratórios.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A manutenção surgiu por volta do século XVI na Europa, com o surgimento do relógio mecânico, com aparecimento dos primeiros técnicos para montagem e assistência. Tomou corpo ao longo da Revolução Industrial e tornou-se necessária na segunda guerra mundial. No princípio da reconstrução pós-guerra, Inglaterra Alemanha, Itália, e principalmente Japão, alcançaram seu desempenho industrial nas bases da engenharia e manutenção (Rezende, A.C.2008).

Nos últimos anos com a concorrência, os prazos dos produtos passaram a ser relevantes para todas as empresas. Com isso surgiu a motivação para melhorar o complexo Homem/Máquina/Serviço, surgiu a manutenção preventiva. (STEPEREIRA 2018)

Para se entender manutenção preventiva, é um conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. (QCONCURSOS)

2.1 Tipos de manutenção

A **manutenção preventiva** é o conjunto de ações planejadas em intervalos predeterminados, com base na vida útil dos componentes, para reduzir a probabilidade de falhas nos equipamentos. Dessa forma é possível evitar paradas não programadas. (STEPEREIRA 2018)

Ao contrário da manutenção corretiva, realizada sem uma sistemática e após a falha ocorrer, a preventiva é um tipo de manutenção proativa. Ou seja, visa antecipar eventuais falhas. (QCONCURSOS)

É preciso enfatizar que ela segue norma NBR 5462/94 para atender aspectos de manutenibilidade e confiabilidade dos equipamentos. Por isso, envolve ações de caráter técnico, administrativo e de supervisão com a finalidade de manter ou repor os equipamentos. (Abecon, 07/12/2021)

Em suma, consiste na realização de **manutenções planejadas** em determinados períodos, conforme critérios estabelecidos. Exemplos de **manutenções** preventivas em máquinas e equipamentos: (Abecon,07/12/2021)

- Inspeções de rolamentos durante a operação;
- Reaperto de parafusos;
- Substituição de peças desgastadas;
- Lubrificação;
- Limpezas;
- Ajustes, dentre outros.

No entanto, é importante enfatizar que este tipo de manutenção industrial é adequado especificamente para problemas relacionados com a vida útil dos equipamentos (Abecon ,07/12/2021).

2.2 Equipamento a ser estudado.

O equipamento objeto de estudo desse trabalho de graduação é uma cortadeira metalográfica CM-80 da marca Teclago. O equipamento está locado no laboratório de Metalografia da Fatec Pindamonhangaba, onde podemos observar outros equipamentos para realização de amostras e análises. Segue abaixo a sequência utilizada na preparação das amostras para análise.

1. Etapa: - Preparação da amostra:

- Corte;
- Embutimento;
- Lixamento;
- Polimento.

2. Etapa: - Análise:

- Microscopia ótica;
- Micro dureza; (atividades complementares)
- Análise de imagem; (atividades complementares)
- Microscopia eletrônica de varredura; (atividades complementares)
- Microscopia Eletrônica de Transmissão;(atividades complementares)

Para realização do preparo da amostra são necessários alguns materiais específicos. Para realizar o corte do material que será analisado, podemos utilizar os equipamentos abaixo, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Equipamento para corte das amostras.



Fonte: SARTORI, Alexandre, 2022, material de sala de aula.

Para realizar o lixamento do material que será analisado, podemos utilizar os equipamentos abaixo, conforme a Figura 02.

Figura 2 – Equipamento para lixamento das amostras.



Fonte: SARTORI, Alexandre, 2022, material de sala de aula.

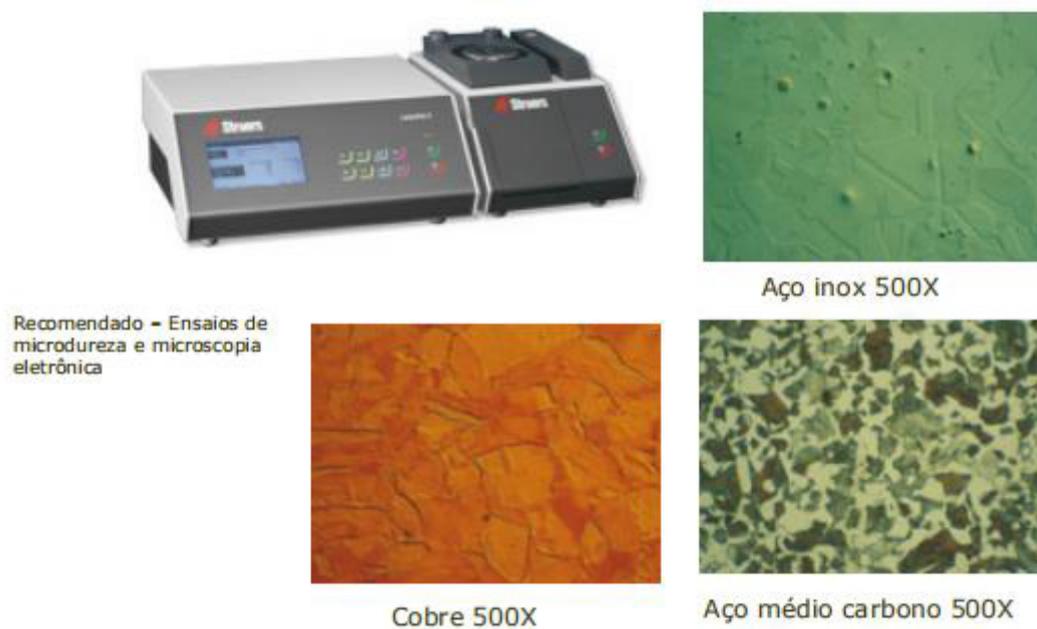
Para realizar o polimento do material que será analisado, podemos utilizar os equipamentos abaixo, conforme as Figuras 03 e 04.

Figura 3 – Politriz.



Fonte: SARTORI, Alexandre, 2022 material de sala de aula.

Figura 4 – Equipamento para polimento eletrolítico das amostras.



Fonte: SARTORI, Alexandre, material de sala de aula.

Nas Figuras 05, 06 e 07, podemos observar alguns dos insumos utilizados para o polimento.

Figura 5 - Insumos para polimento.



Silica coloidal, óxido de magnésio e alumina

Fonte: SARTORI, Alexandre,2022 material de sala de aula.



Panos para polimento

Figura 6 – Insumos para polimento.

Diamond Paste



Pasta de diamante

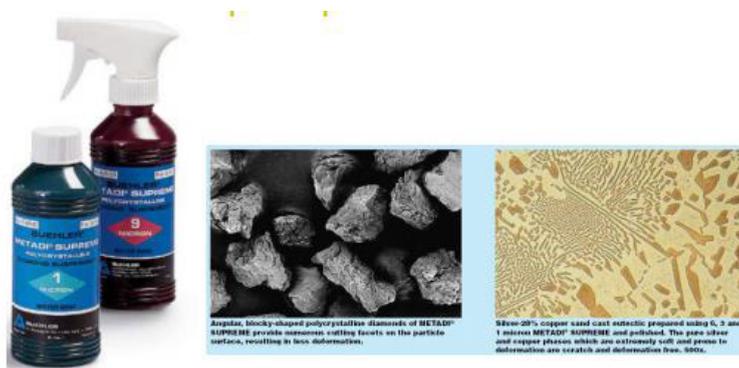


Sharp edges of monocrystalline diamonds of MetaDP Diamond Paste ensure clean and efficient cutting action.

Cristais de diamante

Fonte: SARTORI, Alexandre,2022, material de sala de aula.

Figura 7 - Insumos para polimento.



Diamante em suspensão

Cristais de diamante

Fonte: SARTORI, 2022 Alexandre, material de sala de aula.

Para realização da análise das amostras são necessários alguns materiais específicos. Na Figura 08, podemos observar o equipamento utilizado para medição do micro dureza das amostras.

Figura 10 – Microscópio eletrônico de Transmissão.

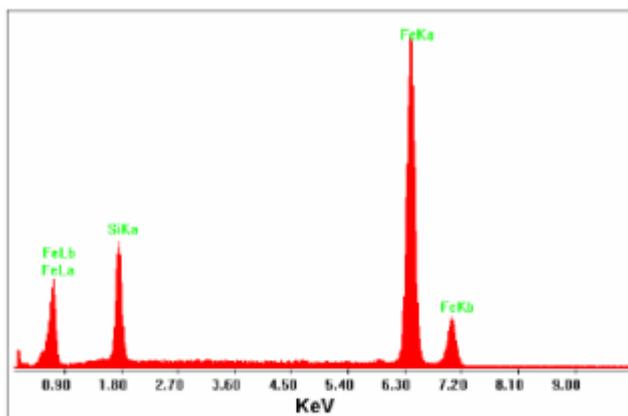


MET de alta resolução, capacidade de aumento 1.000.000X

Fonte: SARTORI, Alexandre, 2022, material de sala de aula.

Nesse microscópio é possível obter a composição dos materiais contidos na amostra, observando os espectros dos elementos, conforme Figura 11.

Figura 11– Espectros dos elementos.



Espectro por energia dispersiva mostrando os picos da família K do silício, K e L do ferro.

Fonte: SARTORI, Alexandre, material de sala de aula.

Para realização da análise da microestrutura das amostras também podemos utilizar o microscópio eletrônico de Varredura, conforme Figura 12.

Figura 12– Microscópio eletrônico de Varredura.



MEV de alta resolução, capacidade de aumento 1.000.000X, acoplado a microanálise por dispersão de energia.

Fonte: SARTORI, Alexandre,2022, material de sala de aula.

Também utilizamos o microscópio óptico para análise das amostras, conforme Figura 13.

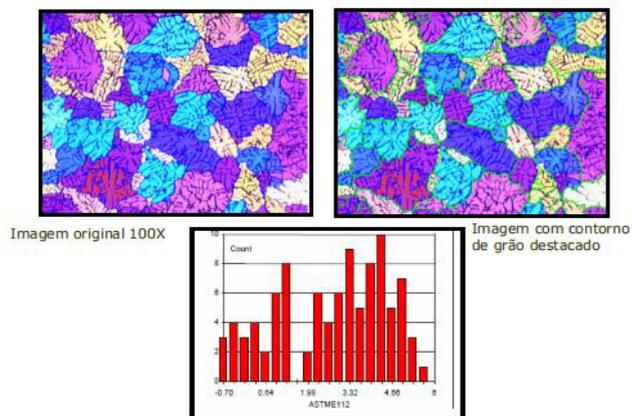
Figura 13 – Microscópio óptico.



Fonte: SARTORI, Alexandre,2022 material de sala de aula.

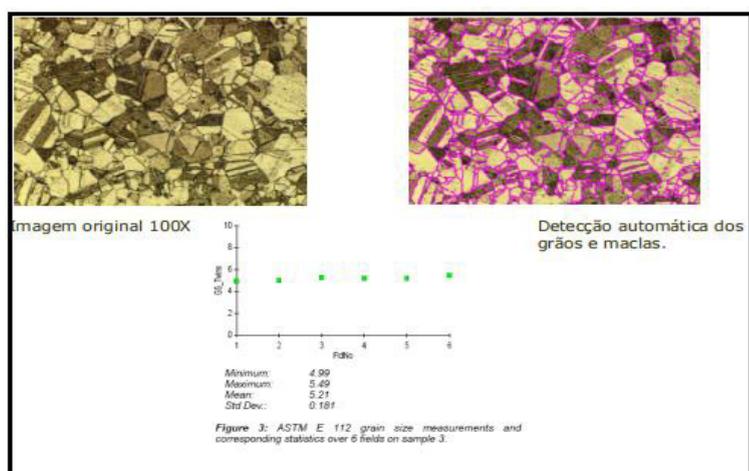
Através desses microscópios podemos analisar os materiais por meio de imagens, identificando contornos de grãos, fases, entre outros, conforme Figuras 14, 15 e 16.

Figura 14 – Imagens das amostras.



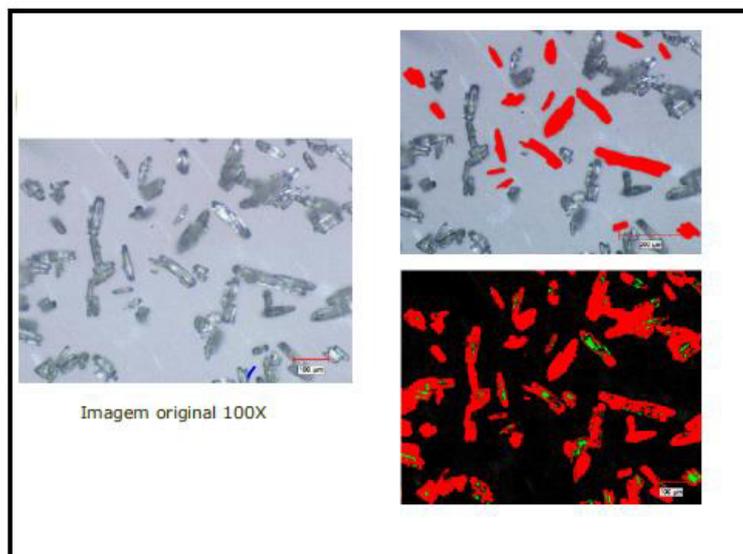
Fonte: SARTORI, Alexandre,2022, material de sala de aula.

Figura 15 – Imagens das amostras.



Fonte: SARTORI, Alexandre,2022, material de sala de aula.

Figura 16 – Imagens das amostras.



Fonte: SARTORI, Alexandre,2022, material de sala de aula.

2.3 Norma NR12

A NR12 (Norma regulamentadora n.12) é uma das normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Empregos no Brasil, que estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda às fases de fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título e incluindo doação. (<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>)

Inspeções e Manutenções Periódicas

Define a necessidade de inspeções e manutenções periódicas em máquinas e equipamentos, a fim de garantir que permaneçam em condições seguras de uso. A avaliação feita usando a metodologia do MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade) de cada equipamento e qual a relevância deste equipamento afetar no resultado final do processo de análise metalográfica. (Abecon,07/12/2021)

3 METODOLOGIA (ou MATERIAIS E MÉTODOS)

A pesquisa realizada para a realização desse trabalho de graduação foi aplicada e com estudo de caso. Utilizamos o equipamento que se encontrava segregado no Laboratório de Processos de Soldagem, pois o mesmo estava com a tampa de proteção de acrílico quebrada devido a quebra do disco de corte durante utilização em aula prática. Segue abaixo a descrição das etapas para identificar o motivo da quebra do disco, conforme Figura 17.

Figura 17 – Cortadeira metalográfica CM-80.



Fonte: Próprio autor.

Descrição do equipamento:

- Cortadora metalográfica de bancada com capacidade de corte até 80 mm de diâmetro e acionamento do corte através de alavanca de ação lateral, deslocando o disco contra a amostra a ser cortada.
- Eficiente sistema de morsa dupla para fixação do corpo de prova com acionamento interno e mordente em aço inoxidável, podendo ser posicionada em três posições diferentes. Tampa com visor em policarbonato para que seja possível visualizar o corte e ao mesmo tempo proteger o operador, com dispositivo de segurança que desliga automaticamente o motor quando aberta durante o processo de corte.
- Sistema de iluminação de LED na câmara de corte. Botão de parada de emergência monitorado e baixa tensão no painel de comando. Equipamento equipado com trava magnética, contadores redundantes e botão reset do sistema elétrico.
- Sistema de refrigeração composto por reservatório com capacidade para 50 litros e bomba de recirculação, utilizando água com aditivo antioxidante refrigerante para

evitar aquecimento excessivo, o que poderia alterar as características estruturais da amostra. Todas as partes externas e internas da cortadora e do reservatório são confeccionadas em alumínio e protegidas com pintura eletrostática a pó oferecendo excelente resistência à corrosão.

A Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba possui 4 unidades dessa cortadeira. Para identificar o que poderia ter motivado a quebra do disco em uma dessas unidades, analisamos as outras 3 unidades. Para nossa surpresa identificamos várias diferenças, conforme Figuras abaixo.

Figura 18 - Eixo com rasgo para o'ring.



Fonte : Próprio autor.

Figura 19- Eixo com rasgo de o'ring.



Fonte : Próprio autor.

Também identificamos que o rolamento está com desgaste, aumentando a folga e conseqüentemente a vibração durante o corte. Efetuamos várias medições no eixo, de cada equipamento, onde é fixado o disco de corte. Os equipamentos estão localizados nos laboratórios de processo de fabricação, metalografia e soldagem.

Tabela - Medição dos eixos e ponteira nos equipamentos estudados.

Peça	Localização		Medidas em mm			
			Diâmetro do eixo		Diâmetro da ponteira	
Coluna1	Coluna2	Coluna3	Coluna4	Coluna5	Coluna6	Coluna7
1	1º Laboratório de Fabricação		32,09		0,18	
2	2º Laboratório de metalografia		32,03		0,10	
1	3º Laboratório de metalografia		32,03		0,10	
1	4º Laboratório de Soldagem		32,03		0,14	

Fonte: Próprio autor.

Verificou-se que as medidas estão dentro dos padrões de fabricação. Nas Figuras 20, 21, 22 e 23 abaixo, podemos observar os eixos.

Figura 20 – Eixo Cortadeira Metalográfica CM 080.



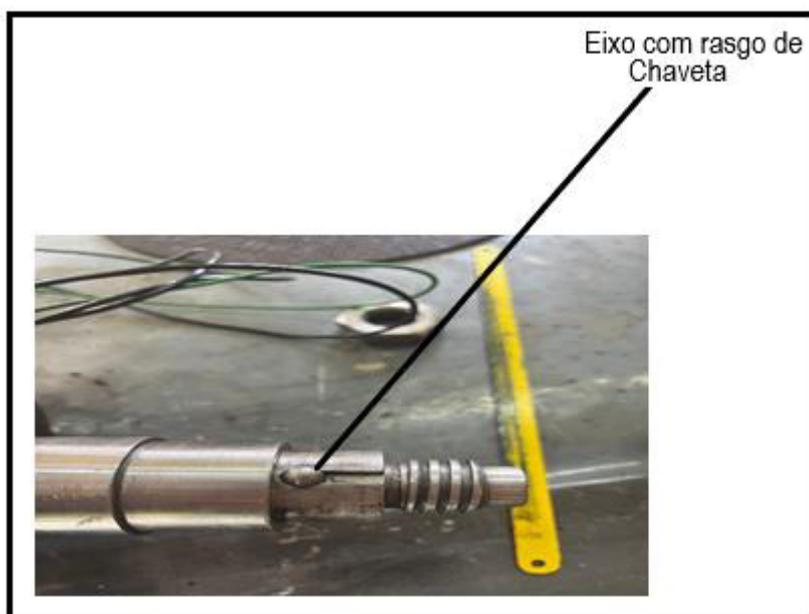
Fonte: Próprio autor.

Figura 21 – Eixo Cortadeira Metalográfica CM 080.



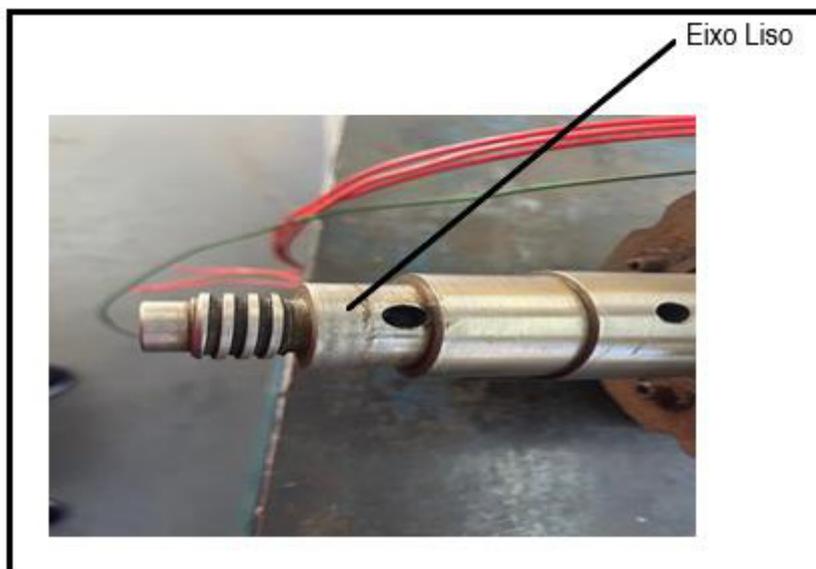
Fonte: Próprio autor

Figura 22 – Eixo Cortadeira Metalográfica CM 080.



Fonte: Próprio autor.

Figura 23 - Eixo Liso.



Fonte: Próprio autor.

Figura 24 - Eixo com Canal de O'ring.



Fonte: Próprio autor.

No eixo acima, quando conectado o disco abrasivo apresentava uma folga ocasionado assim a quebra dele, optou-se em adaptar uma arruela, com 4,5 mm de espessura medida de 75 mm de diâmetro, aço astm1020, conforme imagem abaixo.

Figura 25 - Arruela que foi adicionada.



Fonte: Próprio autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificou-se que as diferenças entre os eixos já vieram do fornecedor. Para sanar o problema de excesso de folga no eixo onde ocorreu a quebra do disco de corte, foi adaptado uma arruela de aço ASTM 1020 para manter o disco fora do rasgo no eixo, mantendo-o assim em uma superfície plana.

Para sanar o problema de vibração, os rolamentos da alavanca que controla o movimento de avanço no corte das peças foram trocados.

Foi feito um estudo numa Cortadeira Metalográfica CM 80, da Fatec de Pindamonhangaba a qual apresentava os seguintes defeitos: Bomba de refrigeração apresentava ruído anormal, foi trocado o rolamento e foi sanado o defeito, o eixo do motor apresentava desgaste fazendo vibrar o disco, com a vibração o mesmo encostava na ponta da morsa de fixação, ocasionando a quebra dele, com esses reparos a mesma apresenta funcionamento perfeito.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito deste trabalho foi mostrar alguns dos equipamentos disponíveis na Fatec Pindamonhangaba, mostrando através de imagens alguns defeitos, que podem ser sanados através de manutenções periódicas, evitando assim uma futura aquisição do mesmo.

REFERENCIAS

ABECON, <https://loja.abecon.com.br>
<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022->

PÁDUA, Elisabete M. M. de. O trabalho monográfico como iniciação à pesquisa científica. In: CARVALHO, Maria Cecília M. de (Org.). **Construindo o saber: metodologia científica; fundamentos e técnicas**. 6 ed. Campinas: Papirus, 1997. p. 147-175

QCONCURSOS <https://www.qconcursos.com>

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia científica**: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. São Paulo: Loyola, 2002.

SARTORI, Alexandre, 2022, material de sala de aula