

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**PORTFÓLIO ACADÊMICO
GESTÃO DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE**

**JOÃO MARCOS OLIVEIRA
MÁRIO HENRIQUE ASSIS FERREIRA
OLEISES FREIRE DE CARVALHO JUNIOR
RAFAEL APARECIDO GOMES**

LAVRAS-MG

2022

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



**JOÃO MARCOS OLIVEIRA
MÁRIO HENRIQUE ASSIS FERREIRA
OLEISES FREIRE DE CARVALHO JUNIOR
RAFAEL APARECIDO GOMES**

GESTÃO DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

Portfólio Acadêmico
apresentado ao Centro Universitário
de Lavras, como parte das exigências
da disciplina Trabalho de Conclusão
de Curso, curso de graduação em
Engenharia Mecânica.

Aprovado em 05/11/2022

ORIENTADORA

Prof^a. Dr^a. Isadora Cota Carvalho

AVALIADOR

Prof. Dr. Evandro Pereira da Silva

Presidente da Banca

Prof^a. Dr^a. Luciana Aparecida Gonçalves Oliveira

LAVRAS-MG

2022

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento Técnico
da Biblioteca Central do UNILAVRAS

O48g Oliveira, João Marcos.
Gestão de manutenção centrada na confiabilidade/ João Marcos
Oliveira, Mário Henrique Assis Ferreira, Oleises Freire De Carvalho
Junior, Rafael Aparecido Gomes – Lavras: Unilavras, 2022.

105 f.:il.

Portfólio acadêmico (Graduação em Engenharia Mecânica)
Unilavras,
Lavras, 2022.

Orientador: Prof.^a Isadora Cota Carvalho.

I. RCM. 2. PCM. 3. FMEA. 4. Auditoria. I. Ferreira, Mário Henrique
Assis. II. Carvalho Junior, Oleises Freire De. III. Gomes, Rafael
Aparecido. IV. Mancini, Simone (Orient.). V. Título.

Dedico aos meus pais, José Geraldo e Vera Lúcia, que me apoiaram ao longo desta longa jornada, e obrigado por serem a base de tudo.

João Marcos

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, aos meus pais José Mario e Rosana, por toda dedicação e compreensão ao longo do curso e pelo incentivo à realização deste trabalho.

Mário Henrique

A Deus, aos meus pais, Oleises e Sônia a minha esposa Natalie e filha Letícia, razões da minha existência.

Oleises

Dedico este trabalho à Deus. Sem ele nada seria possível. Aos meus pais, meus maiores e melhores orientadores na vida. À minha esposa e meus filhos, cuja presença foi essencial e sem eles por perto os resultados não seriam os mesmos.

Rafael

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ser o esteio de minha jornada, desde os momentos mais difíceis até os de maior gratidão.

Agradeço aos meus pais José Geraldo de Oliveira e Vera Lúcia Martins de Oliveira por serem fonte eterna de carinho e amor. Por me ensinarem o verdadeiro significado de resiliência e dedicação, sem vocês querido pai e querida mãe eu não estaria aqui hoje.

Estendo meus agradecimentos também ao meu irmão e minhas irmãs por estarem sempre presentes me incentivando a seguir em frente mostrando que não posso me abalar ante as dificuldades se quero atingir meus objetivos, e hoje aqui estou.

Agradeço especialmente aos irmãos da República A Marvada, que além de grandes amigos, mostraram honrosamente as qualidades de caráter, hombridade e coragem.

Ademais, gostaria de agradecer a meu amigo Cristiano Ferraz, pelo incentivo constante na busca por aprendizado e crescimento pessoal e profissional. Obrigado pelas mensagens de apoio e força em todos os momentos.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação e completude deste curso: Mestres, Professores, Amigos, Familiares e Companheiros de Graduação e de Trabalho. O meu muito obrigado.

João Marcos de Oliveira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e perseverança no curso, e pelo triunfo de me formar em Engenharia Mecânica.

Aos meus maravilhosos pais, José Mario e Rosana, por todo o carinho, dedicação e trabalho duro que colocaram para realizar o sonho que podemos desfrutar juntos hoje.

A minha orientadora e Prof^a. Dr^a. Isadora Cota Carvalho, obrigado pelo apoio e incentivo à minha pesquisa e pela oportunidade de usufruir de alguns de seus conhecimentos.

As minhas quatro tias, Conceição, Inês, Neuza e Sônia, que se não fosse por elas, talvez nem teria começado a minha graduação e de alguma maneira, ajudaram-me ao longo desses anos.

Obrigado aos meus amigos José Geraldo e Gilmar que compartilharam todos os momentos felizes e tristes, nunca foram embora apesar da fase difícil e sempre me apoiaram em todas as decisões que tomei.

Ao Professor Evandro Pereira da Silva, que diretamente me propôs uma ótima oportunidade de estágio, em uma grande indústria, depositando confiança e pelos conselhos de buscar novos desafios para minha carreira profissional: a minha eterna gratidão.

A todos os meus colegas: os anos que passamos juntos nos últimos cinco anos; vivendo o momento; pelas boas lembranças que nunca sairão do meu coração e a amizade eterna cimentada entre todos nós.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

Mário Henrique Assis de Oliveira

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me ajudar nas horas mais difíceis, pela resiliência de sempre continuar em frente e pela conquista de me formar em Engenharia Mecânica.

Aos meus maravilhosos pais, Oleises Freire de Carvalho e Sônia Freire de Carvalho, por sempre me dar o carinho, dedicação e trabalho duro que favoreceu a realizar esse grande sonho, de me tornar a pessoa que irá ajudar a movimentar a grande engrenagem da engenharia e fazer sempre o melhor para a humanidade.

A minha esposa Natalie Oliveira Rezende de Carvalho e a filha Letícia Oliveira Rezende e Freire, pois se não fosse por elas, não teria me dedicado tanto e não teria começado a minha graduação. Vocês sempre incentivaram e ajudaram a perceber que meu potencial está muito além do que sou hoje. Foram anos de muito estudo e noites mal dormidas, que se não fosse o despertar da manhã com elas, tão gratificante, não conseguiria chegar a esse belo final.

A minha orientadora e Prof^ª. Dr^ª. Isadora Cota Carvalho, obrigado pelo apoio, o conhecimento que nos passou e incentivou a desenvolver meu conhecimento e minha pesquisa.

Aos meus irmão e irmã, Adelino e Tássia, que de alguma maneira, ajudaram-me ao longo desses anos.

Obrigado aos meus amigos e colegas de turma do 10 Período de Engenharia Mecânica, irei agora levá-los para a vida toda, em especial ao João Marcos, Mário e Rafael por todo apoio e conhecimento que dividimos.

Ao Professor Evandro Pereira da Silva, Coordenador do curso de Engenharia Mecânica, que além de um grande professor é também um excelente ser humano, que sempre nos apoiou com seu conhecimento espetacular, ensinando tanto teoricamente quanto na prática.

Oleises Freire de Carvalho Junior

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiríssimo lugar, meus mais sinceros agradecimentos por me proporcionar o necessário para que tudo se encaixasse perfeitamente para realização desse sonho.

Aos meus pais, José Martins e Maria do Rosário, pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para me tornar o homem que sou hoje.

A minha esposa Maria Tereza e meus filhos: Luiza, Benicio e Murilo, razões da minha vida, pelo amor incondicional e por compreender minha ausência durante os momentos de dedicação para conquista desse momento.

Aos meus irmãos Edmara e José Luiz, pela amizade e atenção dedicadas, com aquele incentivo e torcida de sempre.

Ao meu sogro Wander e cunhada Flávia, pelo apoio à minha amada família nos momentos de ausência durante esse processo. E a minha sogra Terezinha, pelas incansáveis orações, que significam muito para mim.

A minha orientadora Prof. Dra. Isadora Cota Carvalho pela amizade sincera, atenção e valiosas contribuições dadas durante todo o processo.

A todos os meus amigos de trabalho e amigos do curso de graduação que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentei durante essa fase, sempre com o espírito colaborativo e apoio.

Ao Unilavras e o seu corpo docente que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino a mim concedido durante essa fase inesquecível de minha vida.

Rafael Aparecido Gomes

UNILAVRAS

Centro Universitário de Lavras

www.unilavras.edu.br



“Se você quiser descobrir os segredos do Universo, pense em termos de energia, frequência e vibração”.

Nikola Tesla [s.d.]

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Número de prioridade de risco, RPN.....	24
Equação 2: Tempo médio entre falhas, MTBF.....	27
Equação 3: Taxa de falhas, TF.....	27
Equação 4: Taxa de Confiabilidade (Relability tax), RT.....	27
Equação 5: Fator de inspeção, Fi1.....	28
Equação 6: Substituição de rolamento a graxa, Fi2.....	28
Equação 7: Tempo de lubrificação de rolamentos à graxa, T.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PDCA – Gestão da Manutenção Centrada em Confiabilidade.....	19
Figura 2 - Distribuição ideal da estratégia de Manutenção.....	25
Figura 3 - Ábaco da periodicidade da troca de óleo.....	29
Figura 4 - Tela de inventário de hierarquia equipamentos do SAP.....	36
Figura 5 - Tela de cadastro/atualização da criticidade de equipamentos do SAP.....	37
Figura 6 - Tela de cadastro/atualização de planos de manutenção do SAP.....	39
Figura 7 – Gráfico de manutenções preventivas mensal – Previsto x Real.....	42
Figura 8 - Tela de reserva de materiais no SAP.....	43
Figura 9 - Tela de apontamento de mão de obra para ordem de serviço no SAP.....	45
Figura 10 - Controle de mão de obra no Power BI.....	46
Figura 11 - Evolução das Técnicas de Manutenção.....	50
Figura 12 - Detalhamento dos elementos de máquina da Válvula rotativa.....	62
Figura 13 - Análise da perda devido as paradas incidentais.....	63
Figura 14 - Compressores Atlas Copco.....	71
Figura 15 - Correia Transportadora.....	73
Figura 16 - Moinho Atox de Farinha Crua.....	74
Figura 17 - Moinho Atox de Coque.....	76
Figura 18 - (A) Retomadora de Aditivo 133RE01. (B) Arraste da Retomadora de Aditivo 133RE01. (C) Retomadora de Coque 231RE01.....	78
Figura 19 - (A) Retomadora de Calcário 131RE01. (B) Pilha II de Calcário Mina Sul, cada pilha tem em média 23 a 25 mil toneladas de Calcário.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fator de correção para intervalo de lubrificação a graxa.....	29
Tabela 2 – Relatório de notas de serviço.	31
Tabela 3 – Planilha de priorização de serviços através da matriz GUT.....	33
Tabela 4 – Planilha de programação de serviço.....	34
Tabela 5 – Planilha de controle do Status dos planos de manutenção cadastrados.....	40
Tabela 6 – Planilha de controle do status das manutenções preventivas.....	41
Tabela 7 - Modos de falha de uma bomba.....	51
Tabela 8 – Tabela de classificação de severidade.....	56-57
Tabela 9 – Tabela de classificação da probabilidade de ocorrência da falha.....	55-56
Tabela 10 – Tabela de classificação de dificuldade de detecção da falha.....	58-59
Tabela 11 – Análise dos modos e efeito de falha da válvula.....	65-66
Tabela 12 - Plano de ação para mitigação dos riscos.....	67-68
Tabela 13 – Benefícios da Gestão da Qualidade.....	82
Tabela 14 - Os objetivos organizacionais e os objetivos individuais.....	83
Tabela 15 - Cronograma de Auditoria anual.....	85
Tabela 16 - Controle dos 4M.....	88
Tabela 17 Matriz PQPT – Plano de Qualificação no Posto de Trabalho.....	90
Tabela 18 - Análise da evolução ou decréscimo da não conformidade.....	91
Tabela 19 - Resultado Percentual.....	92
Tabela 20 - CHECK LIST de Pré-uso do tipo OK e NOK.....	93

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

4M - *Máquina, Mão de Obra, Materiais e Mão de Obra*

BACK-UP - *Cópia de Segurança*

CAPEX - *Capital Expenditure, Despesas de Capital*

CEP - *Controle Estatístico de Processos*

CHECKLIST - *Lista para checagem*

CICLO P-F - *Ciclo da falha potencial*

EHS - *Environment, health and safety, Meio ambiente, saúde e segurança*

FCA - *Ferrovia Centro Atlântica*

Fi - *Frequência de inspeção*

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis – Análise modos e efeitos de falha*

GUT - *Gravidade, Urgência e Tendência*

IPR - *Índice de programação*

MMC - *Sigla de etiqueta identificação do equipamento industrial automotiva*

MTBF - *Mean Time Between Failure; Tempo Médio Entre Falhas*

OUTPUTS - *Saídas ou Resultados*

PA - *Plano de Ação*

PCM - *Planejamento Controle e Manutenção*

PDCA - *Plan, Do, Check e Act, - Planejar, Fazer, Checar e Agir*

POWER BI - *Power Bussiness Intelligence,*

PQPT- *Plano de Qualificação no Posto de Trabalho*

RCM - *Reliability centred Maintenance, Manutenção Centrada em Confiabilidade*

RH - *Recursos Humanos*

RPN - *Risk Priority Number, Número de Prioridade de Risco*

Rt-Relability Tax – *Taxa de confiabilidade*

SAP-*Systeme Anwendungen und Produkte, Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema*

SSMA - *Saúde Segurança e Meio Ambiente*

TI - *Tecnologia da informação*

WCM - *World Class Manufacturing, Fabricação de classe mundial*

SUMÁRIO

1. Introdução.....	17
2. Desenvolvimento.....	19
2.1. Vivência do Aluno Oleises Freire de Carvalho Junior.....	20
2.1.1. Auto apresentação.....	20
2.1.2. Apresentação do local da vivência.....	21
2.1.3. Apresentação do tema.....	22
2.1.4. Atividade desenvolvidas.....	30
2.1.4.1. Relatório de notas de serviço de manutenção no sistema SAP x Controle em planilha eletrônica.....	30
2.1.4.2 Priorização de serviço de manutenção no sistema SAP e planilha de controla com a matriz GUT e planilha de GUT EHS.....	32
2.1.4.3 Programação de serviços corretiva e preventiva no SAP e planilha Excel.....	34
2.1.4.4 Inventário, cadastro e atualização de cadastro de equipamento no sistema SAP.....	35
2.1.4.5 Atualização e cadastro da criticidade dos equipamentos.....	37
2.1.4.6 Cadastro e atualização de informações de plano de manutenção dos equipamentos.....	38
2.1.4.7 Planilha de controle do status dos planos de manutenção no sistema SAP....	40
2.1.4.8 Controle de manutenção preventivas.....	41
2.1.4.9 Impressão de ordens de serviço e reserva de materiais para manutenção preventiva.....	42
2.1.4.10 Reserva de materiais de serviços não programados.....	43
2.1.4.11 Atualização e controle da mão de obra das ordens de serviço realizadas em sistema SAP.....	44
2.1.4.12 Controle de mão de obra no Microsoft Power BI.....	45
2.2. Contextualização do aluno Rafael Aparecido Gomes.....	47
2.2.1. Auto apresentação.....	47
2.2.2. Apresentação do local da vivência.....	47

2.2.3. Apresentação do tema.....	47
2.2.4. Evolução das Técnicas de Manutenção.....	49
2.2.5. Modo e efeito de falha.....	51
2.2.6. Efeito de Falha.....	53
2.2.7. Número de Prioridade e Risco (RPN).....	54
2.2.8. Quantificando a Ocorrência da Falha.....	56
2.2.9. Quantificando a Detecção da Falha.....	58
2.2.10. Análise de efeitos e modos de falha.....	60
2.2.11. Aplicação da FMEA na prática.....	61
2.3. Vivência do aluno João Marcos de Oliveira.....	70
2.3.1. Auto apresentação	70
2.3.2. Apresentação do local da vivência.....	70
2.3.3. Fundamentação Teórica	71
2.3.3.1. Sala de Compressores.....	71
2.3.3.2. Correia Transportadora.....	72
2.3.3.3. Moinho Atox de Farinha de Crú.....	74
2.3.3.4. Moinho Atox de Coque.....	75
2.3.3.5. Retomadora de Coque 231RE01/ Retomadora De Aditivo 133RE01.....	77
2.3.3.6. Retomadora de Calcario Mina Sul 131RE01.....	79
2.4. Vivência do Aluno Mário Henrique Assis Ferreira	81
2.4.1. Auto apresentação	81
2.4.3. Objetivo da auditoria.....	82
2.4.4. Objetivo geral da auditoria.....	85
2.4.5. Tipos de auditoria.....	86
2.4.5.1. As auditorias da qualidade podem ser divididas em três tipos.....	86
2.4.5.2. Auditoria de Interna de Processos.....	86
2.4.5.3. Planejamento da auditoria.....	87
2.4.6. Mapeamento dos processos.....	89
2.4.7. Análise e identificação dos riscos.....	89
2.4.8. Formulação de controles internos.....	90

2.4.9. Execução e revisão dos resultados.....	91
2.4.10. Checklists como ferramenta na auditoria de processos.....	92
3. Autoavaliação.....	95
3.1 Autoavaliação Oleises.....	95
3.1.1 Desenvolvimento Profissional.....	95
3.1.2 Desenvolvimento Pessoal.....	95
3.1.3 Desenvolvimento Profissional.....	95
3.2. Autoavaliação Rafael.....	96
3.2.1. Desenvolvimento Profissional.....	96
3.2.2. Desenvolvimento Pessoal.....	96
3.2.3. Perspectiva de formação continuada.....	96
3.3 Autoavaliação João Marcos.....	97
3.3.1. Desenvolvimento Profissional e Pessoal.....	97
3.3.2. Perspectiva de formação continuada.....	97
3.4. Autoavaliação Mario.....	97
3.4.1. Desenvolvimento profissional.....	98
3.4.2. Desenvolvimento pessoal.....	98
3.4.3. Perspectiva de formação continuada.....	98
4 Conclusão.....	99
4.1 Conclusão Oleises.....	99
4.2 Conclusão Rafael.....	99
4.3 Conclusão João Marcos.....	100
4.4. Conclusão Mario.....	100
4.5. Conclusão Conjunta.....	101
Referências Bibliográficas.....	102

1 INTRODUÇÃO

Iniciamos a partir daqui o relato de nossas vivências no estágio, que são apresentadas pelos membros do grupo em ordem alfabética.

Eu, João Marcos Oliveira, iniciei minha caminhada profissional na empresa do ramo de fabricação de cimento, empresa onde atuo desde o ano de 2015 e realizei meu estágio. O objetivo geral foi realizar inspeções preventivas de Alta Frequência e, em caso de necessidade, intervir mecanicamente por meio da manutenção corretiva, a fim de possibilitar a operação de equipamentos seguindo todas as normas de segurança.

Com a minha vivência, eu, Mário Ferreira, pude trabalhar diretamente com auditoria de processos a partir do segundo semestre de 2022, quando iniciei o estágio em empresa do ramo fabricação de peças automotivas. O objetivo foi estabelecer procedimentos com regras e métodos específicos, aplicáveis dentro do escopo de atuação de cada colaborador, a fim de garantir que os processos fossem executados dentro dos parâmetros estabelecidos e que os recursos fossem devidamente atribuídos.

Eu, Oleises Freire de Carvalho Junior, iniciei minha atuação em empresa do ramo de fabricação de peças automotivas onde realizei um estágio, de março à julho de 2022. O objetivo geral foi fazer o planejamento, programação e controle de manutenção centrada em confiabilidade.

Durante o meu processo de reaproveitamento de estágio, eu, Rafael, tive a oportunidade de estar próximo do setor de engenharia de confiabilidade da empresa onde já atuo na área de manutenção mecânica desde 2011. O objetivo foi implantar o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* - Análise dos Modos e efeitos de falha), uma metodologia para analisar possíveis falhas e propor ações.

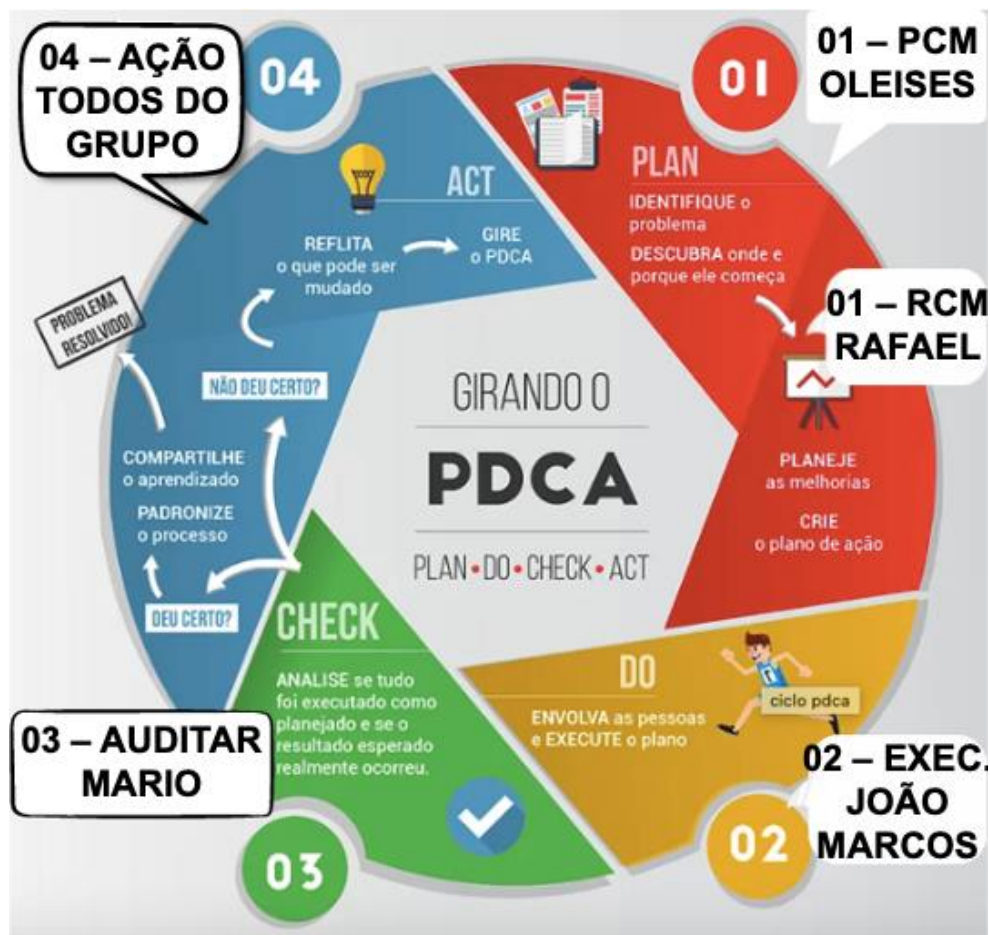
Os objetivos específicos desse portfólio foram: escolher o local para a realização do estágio; solicitar a autorização para a realização dos estágios; realizar anotações e registros fotográficos durante as atividades; correlacionar os registros com as disciplinas do curso e a literatura científica atual.

A importância de todas essas atividades foi refletida nas nossas experiências profissionais, envolvendo a teoria e a prática apreendidas durante o curso, aliando oportunidades de desenvolvimento do conhecimento e de nossas carreiras.

2 DESENVOLVIMENTO

A Figura 1, que ilustra o ciclo conhecido como Plan-Do-Check-Act, PDCA (planeje, faça, confira, aja), evidencia a conexão entre áreas de atuação dos componentes do nosso grupo. Assim como no ciclo do PDCA a gestão da manutenção tem seu ciclo, ele se inicia no planejamento, seguido pela programação de manutenção, passa para execução das inspeções e correções de manutenção, segue para análise, controle e auditoria (VIANA, 2020). Este último elemento retroalimenta o ciclo indicando novas ações, levando então ao seu início. São as etapas desse ciclo que fazem girar as engrenagens da manutenção.

Figura 1 – PDCA – Gestão da Manutenção Centrada em Confiabilidade



Fonte: Própria autoria

A gestão da manutenção é uma área importante para qualquer empresa, independente do seu ramo de atuação. Isto porque, de maneira simplificada, podemos dizer que uma organização tem diversas máquinas e equipamentos que são responsáveis por desempenhar funções onde naturalmente poderá haver intercorrências. A função da manutenção consiste em reparar esses ativos sempre que as quebras ocorrem, além disso agir de forma preventiva para evitar ao máximo que essas quebras ocorram. Dessa mesma forma, destacamos também nossas vivências mostradas ao longo desse trabalho de forma cíclica onde: o aluno Oleises realizou seu estágio voltado para a área do PCM (planejamento controle e manutenção); o aluno João Marcos realizou seu reaproveitamento de estágio direcionado a manutenção e inspeção de equipamentos; o aluno Rafael realizou seu reaproveitamento junto a área de melhoria continua dentro da engenharia de manutenção e por fim o aluno Mario realizou seu estágio na área de auditoria de processos internos.

2.1 Vivência do Aluno Oleises Freire de Carvalho Junior

2.1.1 Auto apresentação

Após concluir o curso técnico de informática, concomitantemente trabalhando em ferrovia, especificamente dentro da área de planejamento e controle de manutenção, busquei a graduação em sistema de informação. O perfil de liderança já era necessário naquele momento para meu crescimento profissional. Após um longo período na manutenção na área de ferrovia, resolvi migrar para área de Tecnologia de informação, minha área de formação, onde atuei como analista de suporte técnico em prefeitura local por 2 anos e, ao mesmo tempo, como tutor de curso a distância pelo Uaitec em parceria com uma escola da região. Nesta ocasião senti que meu sangue já estava contaminado pelo óleo e graxa. Resolvi então retomar atividades relativas à área de manutenção, atuando diretamente com planejamento e programação de manutenção em uma prestadora de serviço de movimentação de insumos em uma fábrica de cimentos da região. Porém, senti falta do conhecimento necessário em manutenção, motivo pelo qual busquei o curso superior de engenharia

mecânica. Durante esse percurso também complementei minha formação com o curso técnico de mecânica. Logo vi que este desafio ainda estava pequeno para minha experiência profissional: resolvi então assumir uma nova proposta de emprego, desta vez em um laticínio inovador da região. Nesta empresa, fui responsável pela implantação do PCM e do sistema SAP, partindo do ponto zero. Passados dois anos, já no início da pandemia, com a vida nada fácil, resolvi dificultar mais um pouco: parti para outro novo desafio, agora no estado de Goiás, visando a implantação do PCM e engenharia de confiabilidade na Intermodal. As atividades se relacionavam ao transporte de insumos do agronegócio através de transbordo de rodoviário para ferroviário e, finalmente, marítimo, em um dos líderes do ramo no mundo. Então, depois de 1 ano e 2 meses de muito aprendizado, resolvi voltar novamente para casa.

2.1.2 Apresentação do local da vivência

Minha vivência aqui destacada foi em uma empresa do ramo industrial de fabricação de peças automotivas. A unidade da região fabrica amortecedores e molas a gás, tendo como clientes grandes montadoras de veículos.

Toda empresa de grande porte tem diversos setores em sua hierarquia. São eles: Saúde Segurança e Meio Ambiente – SSMA; Produção; Qualidade; Logística; Recursos Humanos – RH e, por final, Manutenção. Embora todas eles tenham um papel fundamental, foi na manutenção que me encontrei profissionalmente. A meu ver, a manutenção é peça chave do processo produtivo da empresa.

O setor no qual atuei durante o estágio é a área de Manutenção Industrial, especificamente no Planejamento e Controle de Manutenção e Engenharia de Manutenção. Este setor é responsável pela parte pensante da manutenção, onde são recebidas, planejadas, programadas e controladas as atividades de manutenção de todos os equipamentos da fábrica. Além disso, a Engenharia de manutenção cuida da gestão de equipamentos industriais em geral, reformas dos equipamentos, inventário dos equipamentos, definição da criticidade, custos de manutenção e, finalmente, da melhoria contínua da Manutenção, parte que mais me fascina hoje. É na melhoria

contínua que são feitas as análises de falhas, tratamento de perdas, e é gerido o processo de tratamento em ações como um todo.

2.1.3 Apresentação do tema

Neste trabalho, meu foco será então a união e o desenvolvimento do planejamento, programação e controle da manutenção e a engenharia de manutenção. Juntas, estas atividades representam um foco crítico de melhoria na empresa, onde há ainda a necessidade de organização e integração de processos. Sem a integração das atividades, o processo de priorização não se estabelece, a estratégia da manutenção em si não está bem elaborada e, então, o time de execução de manutenção fica perdido e a gestão da manutenção fica descontrolada. Sem uma estratégia bem definida, a criticidade dos equipamentos não é totalmente traçada, os tipos de manutenção não ficam claros, os planos de manutenção não estão todos funcionando e revisados, além de não serem claros o suficiente para não deixar dúvida na hora de executar a manutenção. A manutenção como um todo cai no círculo vicioso do mundo das manutenções corretivas.

A Manutenção Centrada em Confiabilidade, RCM, do inglês *Reliability Centred Maintenance*, é hoje o mundo ideal de uma estratégia de manutenção (DUTRA, 2019). Nesta metodologia são propostos alguns passos para chegar em um padrão de manutenção ideal (DUTRA, 2019):

- Separar os equipamentos por Criticidade e RPN.
- Definir os padrões e modos de falhas de cada Equipamento.
- Definir ações que diminuam a ocorrência, severidade ou aumentem as chances de detecção de falha.
- Definir as periodicidades das ações.
- Verificar a assertividade das Ações/Periodicidades.

Vamos iniciar com a classificação de todos os equipamentos da fábrica na criticidade ABC, onde se avalia a criticidade do equipamento em meio ambiente, produção, qualidade, custo de manutenção e Back-up. Cada um desses itens tem uma classificação ABC referente a realidade do equipamento naquele setor e no final é somado uma pontuação onde define a criticidade entre ABC (DUTRA, 2019).

Critérios de classificação da criticidade de equipamento (DUTRA, 2019):

- I. Segurança e Meio Ambiente
 - Caso o equipamento falhe, alguém se machucará ou afetará o meio-ambiente de forma grave.
 - Caso o equipamento falhe, causará lesões leve e perturbação ecológica de baixa duração.
 - Caso o equipamento falhe, causa danos leves e controláveis a saúde e meio ambiente.

- II. Produção
 - Caso o equipamento falhe, interrompe o processo produtivo ou reduz a capacidade produtiva de forma irre recuperável.
 - Caso o equipamento falhe, interrompe o processo produtivo ou reduz a capacidade produtiva de maneira recuperável.
 - Caso o equipamento falhe, não interrompe o processo produtivo nem reduz a capacidade produtiva.

- III. Qualidade
 - Caso o equipamento falhe, afetará a qualidade do produto de forma irre recuperável.
 - Caso o equipamento falhe, afetará a qualidade do produto de forma recuperável.
 - Caso o equipamento falhe, não afetará a qualidade do produto.

IV. Custo de Manutenção

- Caso o equipamento falhe, o seu reparo aumentará em 20% ou mais os custos mensais de manutenção.
- Caso o equipamento falhe, o seu reparo aumentará de 10 a 19% os custos mensais de manutenção.
- Caso o equipamento falhe, o seu reparo representará menos que 10% dos custos de manutenção.

V. *Back-up*

- Não existe *backup*.
- Tem backup disponível, mas não está instalado.
- Tem backup instalado em paralelo.

Como saber se a criticidade dos ativos está bem definida? De acordo com Dutra (2019), esta é a pergunta que vale ouro. Basta seguir essa divisão indicada para implantação de RCM em grandes empresas.

Distribuição ideal de equipamentos por nível de criticidade:

- Criticidade A – Máximo de 20%
- Criticidade B – Entre 30% e 40%
- Criticidade C – Entre 40% e 50%

Ainda de acordo com Dutra (2019), assim que a definição da criticidade já estiver bem definida, deve-se definir o Número de prioridade de risco – RPN (Risk Priority Number), que é calculado pela multiplicação dos fatores de ocorrência, severidade e detecção, como apresentado na Equação 1.

$$RPN = \text{ocorrência} \times \text{severidade} \times \text{detecção} \quad (\text{Equação 1})$$

Como o RPN é definido somente ao final da definição do FMEA, vamos primeiro à definição desta ferramenta de análise e efeitos de falha (DUTRA, 2019): de início deve-se definir os pontos de falha dos equipamentos. Após a definição de todos os pontos de falha equipamentos por equipamento, faz-se a análise de falhas, quando serão definidos os modos de falha, efeitos de falha e causas de falha. Seguindo, define-se a ocorrência das falhas, onde são definidas a probabilidade desta falha ocorrer, a possível taxa de falha e o índice de ocorrência.

Após a definição da criticidade e FMEA, deve-se então definir na Estratégia da manutenção quais os tipos serão executados para definir a criticidade, voltando novamente para manutenção centrada em confiabilidade. O padrão ideal é definir seus equipamentos de acordo com a criticidade e a estratégia de manutenção, conforme representado na Figura 2. Sendo assim, sua mão de obra ficará distribuída 20% para corretivas, 30% a 40% em manutenção preventiva, 30% a 40% em manutenção preditiva e 10% em manutenção proativa (DUTRA, 2019).

Figura 2 – Distribuição ideal da estratégia de Manutenção.



Fonte: (DUTRA, 2019)

A Figura 2 tem relação com a disciplina estágio supervisionado I, diretamente com a Unidade de aprendizado PDCA, a disciplina estágio supervisionado II, com a unidade de aprendizado Manutenção preventiva e com a disciplina gestão de projetos, ajudando a fazer a gestão dos planos de manutenção.

A Figura 2 é citada em “Quando se trata de estratégia de manutenção, significa avaliar e escolher determinados tipos de manutenções e suas derivações alinhando aos objetivos da empresa” (DUTRA, 2019, p. 70). Para Romão (2020, p. 74) “Na manutenção centrada em qualidade não é diferente, nessa abordagem, o fluxograma tem o mesmo protagonismo, sendo o principal aliado do planejamento estratégico e tático da área de manutenção e servirá como alicerce para todas as atividades que serão realizadas de maneiras subsequente”. Para Viana (2020, p. 76) “a atividade de definição de criticidade e estratégias de manutenção visa classificar os novos ativos de acordo com um algoritmo de decisão que os separe em equipamentos críticos”.

Quando o processo de manutenção está atuando de maneira errada, praticamente somente em manutenção corretiva, optamos pela classificação 50% corretiva e 50% preventiva até que a equipe se familiarize com as preventivas e novo padrão de manutenção. O próximo passo seria inserir no processo a manutenção preditiva, ficando então 30% corretiva, 40% manutenção preventiva e 30% manutenção preditiva mais alinhado ao modelo da manutenção centrada em confiabilidade, como apresentado na Figura 2.

Após essa definição, o ideal seria iniciar o processo de FMEA dos equipamentos, definindo os modos de falhas, causa e ações para que elas não aconteçam (DUTRA, 2019). No entanto, se o time não tem a equipe disponível necessária, são feitas revisões nos planos de manutenção preventiva já existentes e inclusão de novos planos de manutenção preventiva apenas nos equipamentos de criticidade A. Já na segunda fase, serão incluídas manutenção preditiva para os equipamentos de criticidade A e manutenção preventiva para equipamentos de criticidade B (DUTRA, 2019).

A segunda fase só será implantada quando obtiver melhoras na quantidade de manutenções corretivas. Na empresa, atualmente, o número de corretivas é tão

grande que não se tem mão de obra para atuar preventivamente, sendo necessário desenvolver uma equipe específica para preventivas. Essa equipe é composta por: técnico Eletricista, mecânico lubrificador, técnico mecânico e soldador.

Os planos de manutenção atual foram desenvolvidos de acordo com a experiência dos líderes de equipe de manutenção e analista da engenharia de manutenção. No desenvolvimento do plano é também levantado qual a periodicidade, homem-hora necessário e material (DUTRA, 2019).

Seguindo os passos da manutenção centrada em confiabilidade, seria necessário realizar o FMEA dos equipamentos, definindo os modos de falhas, causa e ações para que elas não aconteçam, como mencionado acima. Em seguida, podemos montar plano de manutenção preventiva e preditiva tratando as ações do FMEA. É possível calcular a frequência dos planos de manutenção, como proposto por Dutra (2019). A definição de alguns indicadores, como o tempo médio entre falhas, MTBF (Mean Time Between Failures), que pode ser calculado pela Equação 2, são essenciais nesta etapa.

$$MTBF = \frac{(TD - TM)}{P} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde TD = tempo de disponibilidade, TM = tempo de manutenção, P = número de paradas (DUTRA, 2019). É preciso calcular a TF (Taxa de falhas) que pode ser calculada pela Equação 3 (DUTRA, 2019).

$$TF = \left(\frac{1}{MTBF} \right) \quad (\text{Equação 3})$$

E logo em seguida podemos definir o RT (Relability Tax – Taxa de confiabilidade), calculado pela Equação 4.

$$RT = e^{-TF} \quad (\text{Equação 4})$$

Para definir a periodicidade das ações de manutenção, podemos seguir os passos 1-6 a seguir, acompanhados das Equações 5-7, a seguir descritos:

1 – Fi – Fator de Inspeções (h):

$$Fi1 = 0,7 \times MTBF \quad (\text{Equação 5})$$

2 - Substituição de rolamentos à graxa (h):

$$Fi2 = 0,85 \times RT \quad (\text{Equação 6})$$

3 - Lubrificação de rolamentos à graxa (h):

$$T = Kx \left[\left(\frac{14.10^6}{n \times (d^{0.5})} \right) - 4 \times d \right] \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

T = Tempo para o próxima relubrificação (em horas);

N = Velocidade em RPM;

d = Diâmetro interno do mancal.

K = Produto de todos os fatores de correção (Ft x Fc x Fm x Fv x Fp x Fd, apresentados na Tabela 1);

Tabela 1 – Fator de correção para intervalo de lubrificação a graxa.

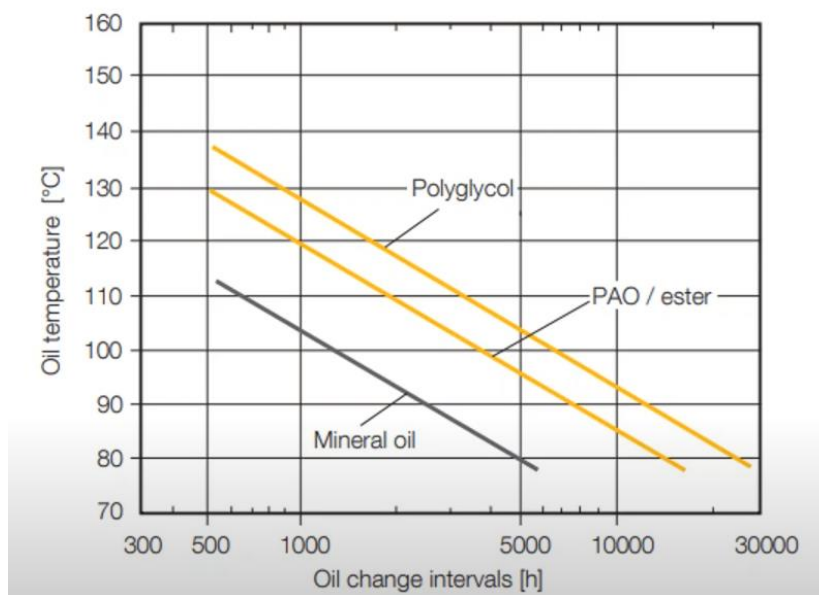
Fatores de Correção para intervalo de lubrificação a graxa		
Condição	Faixa de Operação Média	Fator de Correção
Temperatura Ft	>150 °F	1.0
	Entre 150 e 175 °F	0.5
	Entre 175 e 200 °F	0.2
	Maior que 200 °F	0.1
Contaminação Fc	Leve / Sem poeira abrasiva	1.0
	Pesada / Sem poeira abrasiva	0.7
	Leve/ Com poeira abrasiva	0.4
	Pesada / Com poeira abrasiva	0.2
Umidade Fm	Umidade menor que 80%	1.0
	Umidade entre 80 e 90%	0.7
	Condensação ocasional	0.4
	Umidade ocasional no alojamento	0.2
Vibração Fv	Menor que 0.2 polegadas/seg.	1.0
	Entre 0.2 e 0.4	0.6
	Maior que 0.4	0.3
Posição Fp	Horizontal	1.0
	Na diagonal em 45°	0.5
	Vertical	0.3
Tipo do Rolamento Fd	Rolamento de Esferas	10
	Rolamentos de rolos cilíndricos	5.0
	Rolamentos de rolos cônicos	1.0

Fonte: (DUTRA, 2019)

4 – Trocas de óleo:

Para a definição da periodicidade da troca de óleo temos o ábaco da Figura 3, lembrando que, em caso de grandes quantidades de óleo, o ideal é se controlar pela análise de óleo. Desta forma teremos uma melhor assertividade da condição do óleo, definindo então se será mesmo trocado ou não.

Figura 3 – Ábaco da periodicidade da troca de óleo.



Fonte: (DUTRA, 2019)

5 – Limpeza:

De acordo com a demanda.

6 – Reaperto / Ajustes:

De acordo com demandas / inspeções.

Detalhando melhor a fórmula de cálculo da frequência de lubrificação por graxa, representado na Equação 5.

Pode-se relacionar as Equações 1-7, Tabela 1 e Figura 3 (estão todas dentro do mesmo contexto de definição de lubrificação) as disciplinas Mecânica dos fluidos I, na identificação da propriedade do fluido, na disciplina Manutenção industrial na

definição do tipo de manutenção e na disciplina matemática no estudo das funções para auxiliar nos cálculos da fórmula para definição dos planos de lubrificação.

Após definidos todos esses processos, é preciso verificar a efetividade do plano de manutenção, detalhado por é Dutra (2019, p. 187), por Viana (2020, p. 121) e por Dutra (2017, p. 62), cujas análises incluem:

- Se os indicadores de confiabilidade (MTBF – Tempo médio entre falhas e confiabilidade dos ativos), e o indicador de disponibilidade inerente estão atingindo seus objetivos;
- Se a falha está dentro do intervalo do ciclo P-F previsto;
- Os planos de manutenção não devem ser engessados e suas periodicidades devem ser revisadas com frequência;

2.1.4 Atividade desenvolvidas

2.1.4.1 Relatório de notas de serviço de manutenção no sistema SAP x Controle em planilha eletrônica.

Para toda solicitação de serviço realizada, é aberta uma nota de serviço no sistema informatizado. No caso da empresa do ramo de fabricação de peças automotivas, é utilizado o sistema SAP. Esta nota entra no processo de gerenciamento de demandas do Planejamento e Controle de Manutenção - PCM e, em seguida, é feito o planejamento do serviço, que envolve verificação, análise da necessidade de material, ferramental ou algum outro recurso específico, e é então gerada uma ordem de serviço. Este processo é proposto e discutido por Dutra (2019), Romao (2020) e por Braidotti & Braidotti Junior (2021).

Após gerada a ordem de serviço, ela será programada, com indicação do responsável pela atividade e quando será feita. Então, a ordem de serviço segue para execução, onde será dada a tratativa do serviço, lançada a mão de obra e informação

de retorno do que foi executado. Finalizada esta etapa, o serviço é dado como concluído e a ordem encerrada no SAP.

Em relação a parte de controle da informação, onde mais especificamente ocorre a tarefa que estamos detalhando, é gerado, diariamente, um relatório detalhando todos os serviços gerados, filtrando somente aqueles envolvendo máquina parada, emergência e micro parada. É realizada então a verificação sobre o *status* dos serviços no sistema: se ainda estão em aberto, qual a data e hora da abertura do serviço, quem atendeu o serviço e quando este foi finalizado.

Após gerado este relatório, ele é exportado para uma planilha eletrônica a fim controlar quantitativamente: serviços que ainda estão aguardando atendimento (não têm executante ou data de conclusão), serviços que estão em atendimento (têm o executante, mas não têm data de conclusão) e serviços concluídos (têm o executante e data de conclusão). Um exemplo de planilha de controle é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Relatório de notas de serviço.

	01/jun	02/jun	03/jun	06/jun	07/jun	08/jun	09/jun	10/jun	13/jun	14/jun	17/jun	20/jun	21/jun	22/jun	23/jun	24/jun
Quantidade Ocorrências Abertas - Junho =>	14	16	15	8	8	22	4	5	13	14	12	17	25	25	22	27
Quantidade Ocorrências Abertas - Últimos 4 dias =>	8	10	10	7	6	21	3	4	8	8	9	12	18	18	15	17
D-1 =>	7	2	1	1	1	12	0	0	0	0	0	1	0	5	3	3
D =>	1	4	6	1	3	9	0	0	6	0	5	8	0	9	4	9
Ocorrências Aguardando Atendimento - Junho =>	12	9	9	3	6	10	1	1	6	9	5	8	14	10	12	13
Ocorrências Aguardando Atendimento - Últimos 4 dias =>	7	4	4	3	5	10	1	1	5	5	4	7	13	9	10	9
D-1 =>	6	0	0	1	1	8	0	0	0	0	0	1	0	3	2	2
D =>	1	2	2	0	2	2	0	0	4	0	2	5	0	3	3	3
Ocorrências em Atendimento - Junho =>	2	7	6	5	2	12	3	4	7	5	7	9	11	15	10	14
Ocorrências em Atendimento - Últimos 4 dias =>	1	6	6	4	1	11	2	3	3	3	5	5	5	9	5	8
D-1 =>	1	2	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
D =>	0	2	4	1	1	7	0	0	2	0	3	3	0	6	1	6
Ocorrências Atendidas e Liberadas - Junho =>	542	561	577	57	91	104	122	147	188	210	244	280	300	333	360	381
Ocorrências Atendidas e Liberadas - Últimos 4 dias =>	48	61	58	28	43	47	70	61	43	34	36	39	34	62	85	84
D-1 =>	23	14	15	1	28	17	21	0	0	0	0	4	0	28	23	30
D =>	2	3	4	2	5	2	19	0	11	0	4	6	0	5	7	1

Fonte: Empresa ramo automotivo (2022).

Referenciado a Tabela 2 a disciplinas pode se dizer que tem relação com estágio supervisionado I, estágio supervisionado II e estatística fazendo relação a controle e monitoramento de manutenções corretivas para fins estatísticos. As

manutenções corretivas e os monitoramentos do quantitativo dessas corretivas em formato de controle podem ser controladas por indicadores, como proposto por Dutra (2019, p. 189), por Romão (2020, p. 28) e por Braidotti & Braidotti Junior (2021, p. 167).

2.1.4.2 Priorização de serviço de manutenção no sistema SAP e planilha de controle com a matriz GUT e planilha de GUT EHS.

Para todos os serviços solicitados pela operação que não são emergenciais, são geradas etiquetas de anomalia e etiquetas de problema de segurança. Assim sendo, são serviços que podem ser planejados e programados. Esta etiqueta de anomalia é definida conforme indicado pelo WCM: etiqueta azul de serviços identificados pela manutenção, etiqueta vermelha identificados pela produção e etiqueta amarela problemas de segurança. Além da identificação por cores, a cada uma delas é atribuído um número. Feito isto, pode-se então gerar a nota de serviço no SAP, contendo o número da etiqueta na descrição da nota para rastreio.

A partir deste ponto, a nota de serviço começa a ser controlada pelo Planejamento e Controle de Manutenção - PCM, entra no sistema de priorização de serviço, onde o planejamento a classifica através da matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), representada na Tabela 3.

Seguindo a etapa de classificação, a demanda de serviço é controlada por uma planilha de Excel, onde ficam registrados se o há necessidade de material (se positivo, é verificada a disponibilidade do mesmo em estoque), a mão de obra (tempo para execução da atividade, quantos executantes e especialidade dos executantes) e disponibilidade de máquina (pode ser executado com máquina rodando ou necessita de a máquina estar parada). Caso todos os recursos necessários para a atividade estejam disponíveis e a classificação da prioridade esteja definida, podemos então definir quando será executado o serviço e quem irá executá-lo.

Tabela 3 – Planilha de priorização de serviços através da matriz GUT.

Item	TAG	NOTA	MÁQUINA	NOME DO RECURSO	Lider Área	DESCRIÇÃO	AREA	CÉLULA
1	51378	1017005	10709	ELIAS	Cleudson	TORQUIMETRO		CÉL MTG C 03
2	32734	1019649	4045	MECANICO	Renato	SOLDA COSTURA COPO SELO	MONTAGEM CONVENCIONAL	CÉL MTG C 06
3	51411	1068289	7823	PATTO/FABIANO	Renato	SOLDA COSTURA COPO DO SELO C/ RAMP	MONTAGEM ESTRUTURAL	CÉL MTG E 09
4	32765	1091330	4162	MARCIO	Ramon	CROMAÇÃO	USINAGEM DE HASTES	CROMAÇÃO
5	32697	4183762	643	HELIO	Renato	SOLDA COSTURA COPO DA BASE	MONTAGEM CONVENCIONAL	CÉL MTG C 06
6	41757	10082664	1044	EDUARDO	Ramon	LAMINADORA DE ROSCA GROB	USINAGEM DE HASTES	0
7	51251	10084090	1049	PAULO	Ramon	RETIFICA DE ACABAMENTO	USINAGEM DE HASTES	RETIFICA MOLA GAS
8	49022	10134369	3870	HELIO	Ramon	TORNO MULTIFUSO NEW BRITAIN	USINAGEM DE HASTES	TORNO MULTI FUSO
9	49023	10134370	10466	HELIO	Ramon	TORNO MULTIFUSO NEW BRITAIN	USINAGEM DE HASTES	TORNO MULTI FUSO
10	51199	10135171	580	FRANKIE	Renato	TORQUIMETRO	MONTAGEM CONVENCIONAL	CÉL MTG C 07
11	51232	10135189	4045	FRANKIE	Renato	SOLDA COSTURA COPO SELO	MONTAGEM CONVENCIONAL	CÉL MTG C 06
12	51201	10135291	9003	FRANKIE	Renato	ROLADORA	MONTAGEM CONVENCIONAL	CÉL MTG C 12
13	51200	10135372	3914	FRANKIE	Renato	SOLDA COSTURA COPO DO SELO C/ RAMP	MONTAGEM ESTRUTURAL	CÉL MTG E 08
14	46889	10136752	4162	MARCIO	Ramon	CROMAÇÃO	USINAGEM DE HASTES	CROMAÇÃO
15	36602	10140081	4076	FRANKIE	Renato	DINAMOMETRO EXCENTRICO MECÂNICO	MONTAGEM CONVENCIONAL	CÉL MTG C 07
16	51547	10140154	4045	FRANKIE	Renato	SOLDA COSTURA COPO SELO	MONTAGEM CONVENCIONAL	CÉL MTG C 06
17	51192	1014242	651	FRANKIE	Renato	SOLDA COSTURA COPO DO SELO	MONTAGEM CONVENCIONAL	CÉL MTG C 05
18	43619	10146094	3869	HELIO	Ramon	TORNO MULTIFUSO NEW BRITAIN	USINAGEM DE HASTES	TORNO MULTI FUSO
19	46996	10147180	2737	HÉLIO	Ramon	TORNO MULTIFUSO NEW BRITAIN	USINAGEM DE HASTES	TORNO MULTI FUSO
20	51554	10149486	2018	MANOEL	Ramon	SOLDA MIG MANUAL	PREPARAÇÃO DE COMPONENTES	SOLDA INFERIOR
21	50936	10151075	90903	ANDRELUICIO	Renato	PINTURA 1	PINTURA 1	PINTURA 1
22	50716	10152842	90903	FRANKIE	Renato	PINTURA 1	PINTURA 1	PINTURA 1
23	40846	10154432	90035	FRANKIE	Cleudson	RETIFICA HAUSER	FERRAMENTARIA	FERRAMENTARIA
24	48701	10156216	3984	EDUARDO / JEAN	Renato	PINTURA KTL	PINTURA KTL	PINTURA KTL

Fonte: Empresa ramo Automotivo (2022).

Após a execução da atividade de manutenção, a ordem de serviço é encerrada no sistema SAP com as anotações necessárias. O Planejamento e controle de manutenção – PCM, então atualiza a planilha com a data de finalização e mão de obra gasta.

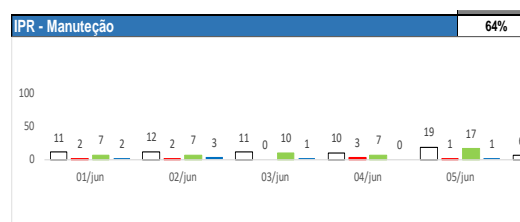
Referenciando a Tabela 3 as disciplinas, Estágio supervisionado I, Manutenção industrial e Gestão de projetos.

O planejamento e programação de manutenção e priorização de serviços com matriz GUT, são temas citados por Viana (2020, p. 105), por Romao (2020, p. 28) e por Braidotti & Braidotti Junior (2021, p. 47). Tal processo é realizado diariamente e, concomitantemente, é gerado um indicador de controle contendo o total de serviços gerados e executados por área, total de serviços gerados e executados por mês e dos que ainda não foram executados. No último caso, é evidenciado qual o motivo pelo qual o serviço não ter sido executado (ex. falta de material, falta de mão de obra, indisponibilidade da máquina para executar o serviço e serviço em execução).

2.1.4.3 Programação de serviços corretiva e preventiva no SAP e planilha Excel

Todos os serviços que são programados para execução, sejam eles corretivas programadas, preventivas ou geridos por meio de ordem de serviços no SAP, também são gerenciados semanalmente e mensalmente através de planilha Excel, exposta na Tabela 4.

Tabela 4 – Planilha de programação de serviços.



Centro de trabalho	Responsável	Turno	Área	Local	OM	Equipamento	Serviço	01/jun
PREV/ELE	Ismael	1º	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 05	4192949	SOLDA 92021.1.1.1	SOLDA 92021.1.1.1_P_COMANDO_26W	Reprogramado
PREV/ELE	Ismael	1º	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 07	4191453	ROBO 90063.1.1.1	ROBO 90063.1.1.1_P_COMANDO_26W	Não Executado
PREV/ELE	Ramon	1º	HASTES	HTS_SUSP	4187363	90122.1.1.1.2	90122.1.1.1.2_VERIFIC_PAINEL_B1_S1_26W	Não Executado
PREV/ELE	Ismael	1º	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 05	4192952	SOLDA 92021.1.2.1	SOLDA 92021.1.2.1_P_COMANDO_26W	CONCLUÍDO
PREV/ELE	Ismael	1º	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 07	4191464	ROBO 92162.1.1.1	ROBO 92162.1.1.1_P_COMANDO_26W	CONCLUÍDO
PREV/MEC	Ismael	1º	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 07	4192973	SOLDA 92167.1.2.2	SOLDA 92167.1.2.2_P_PNEUMATICO_12W	CONCLUÍDO
PREV/MEC	Ramon	2º	HASTES	HTS_L1	4191125	RETIFICA 80817.1.6.1	RETIFICA 80817.1.6.1_CANHAO_DRESS_A_16W	Reprogramado
PREV/MEC	Ramon	2º	HASTES	HTS_L4	4190949	RETIFICA 92250.1.8.2	RETIFICA 92250.1.8.2_MOLA_CANHAO_C_12W	CONCLUÍDO
PREV/MEC	Ramon	2º	HASTES	HTS_L3	4189116	RETIFICA 10657.1.3.1	RETIFICA 10657.1.3.1_P_PNEUMATICO_12W	CONCLUÍDO
LUB	Ramon	2º	PREPARAÇÃO DE COMPONENTES	PC_MTG	4189742	MONTAGEM 4314.1.13.1	MONTAGEM 4314.1.13.1_ST702_LUB_GUA_4W	CONCLUÍDO
LUB	Ramon	2º	HASTES	HTS_L1	4191139	RETIFICA 80817.1.9.1	RETIFICA 80817.1.9.1_LUB_CENTRALIZADA52W	CONCLUÍDO
PREV/ELE	Ismael	1º	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 07	4191473	ROBO 92162.1.3	ROBO 92162.1.3_MOTORES_26W	
PREV/ELE	Ismael	1º	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 07	4191470	ROBO 92162.1.1.1	ROBO 92162.1.1.1_CABO_DADOS_26W	
PREV/ELE	Ismael	ADM	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 07	4192766	ROBO 90063.1.3	ROBO 90063.1.3_MOTORES_26W	
PREV/ELE	Ismael	ADM	FERRAGEM ESTRUTURAL	FE_CEL 07	4191460	ROBO 90063.1.3	ROBO 90063.1.3_MOTORES_26W	

Fonte: Empresa ramo automotivo (2022).

Este procedimento tem como objetivo gerar a programação da manutenção e os indicadores relacionados ao índice de programação, evidenciando dados relacionados ao andamento da execução e definindo mão de obra que irá executar o

serviço, quando irá executar, quando foi executado e quem executou. Então, havendo maior controle do indicador de índice de programação, é possível saber quanto do seu serviço está sendo programado. Além disso, pode-se gerar, ao final do processo, o indicador de índice de programação – IPR.

O planejamento e programação de manutenção e os indicadores de controle de programação referenciados na tabela 4 são citados pelos autores Dutra (2019, p. 189), por Romao (2020, p. 28) e por Braidotti & Braidotti Junior (2021, p. 167). Além dos indicadores acima mencionados, é possível controlar nesta planilha qual o motivo pelo qual o serviço não foi executado (ex. desvio de mão de obra para atendimento de corretiva emergencial ou outro tipo de serviço, falta de material, máquina indisponível, falta de mão de obra, falta de recurso especial). Nesta planilha, monitora-se também a escala da mão de obra, a fim de obter tanto uma dimensão da quantidade de minutos disponíveis para execução dos serviços programados, quanto do tempo desses serviços que foram programados e executados por cada executante.

A programação dos serviços é feita semanalmente e mensalmente, no entanto, o controle e atualização do que foi realizado é diário.

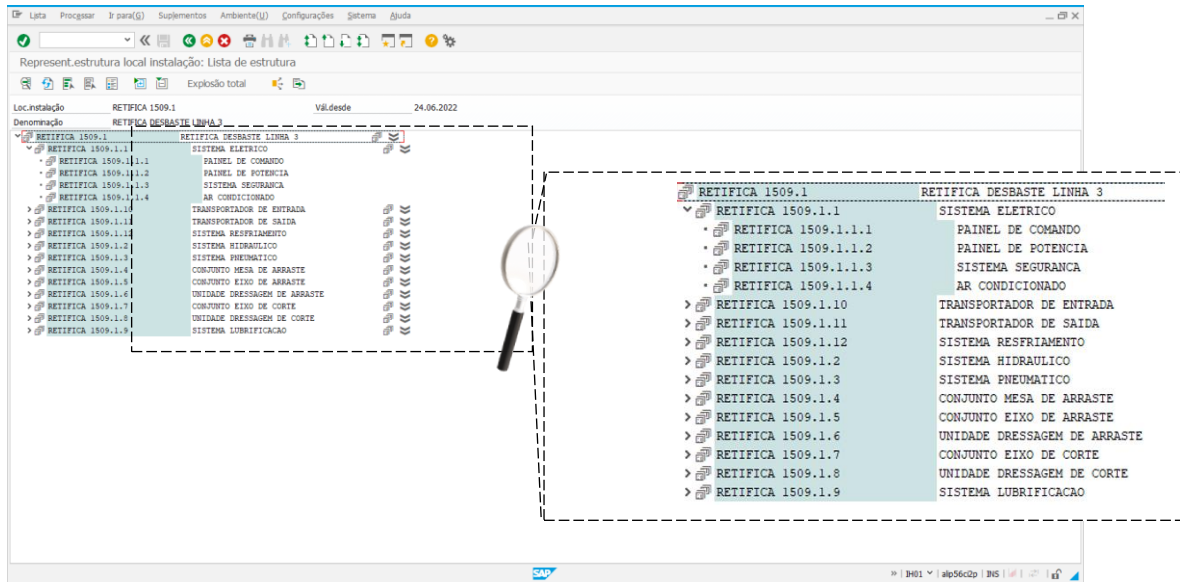
Relacionadas a Tabela 4 estão as disciplinas de manutenção industrial, estágio supervisionado II e estatística, onde se tem a gestão de manutenção com planejamento e programação de manutenção corretiva e preventiva além do indicador de programação estatístico.

2.1.4.4 Inventário, cadastro e atualização de cadastro de equipamento no sistema SAP.

A movimentação de máquinas na empresa do ramo automotivo é constante e, portanto, é preciso realizar frequentemente inventários dos equipamentos. Após feito o inventário dos equipamentos é necessário conferir se as informações físicas batem com sistema SAP e, caso não batam, devem ser feitas atualizações das no sistema SAP para garantir uma boa gestão, conforme ilustrado na Figura 4. Isto vale

também para novos equipamentos, que devem ser inventariados e posteriormente cadastrados no sistema SAP.

Figura 4 – Tela de inventário de hierarquia equipamentos do SAP.



Fonte: Sistema SAP empresa ramo automotivo (2022).

Este procedimento é feito para prevenir falhas no processo de comunicação dessas movimentações da engenharia de manufatura para a engenharia de manutenção/PCM. Neste inventário, é preciso levantar numerações de registro de identificação do equipamento, denominado pela sigla MMC. Além disso, também é conferida a hierarquia dos equipamentos para confirmar se nada foi modificado no equipamento e em sua localização na planta, assim como é importante detalhar sua criticidade, como mencionado Dutra (2017, p. 32; 2019, p. 112;) e Viana (2020, p. 87).

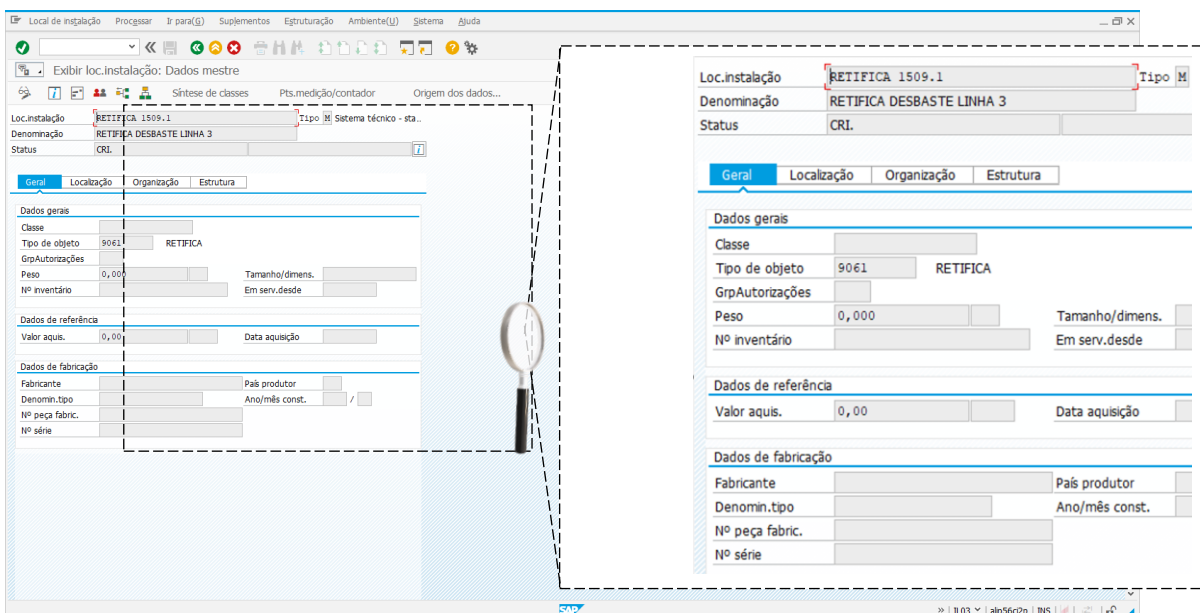
Pode-se referenciar a Figura 4 às disciplinas de Manutenção industrial, Estágio Supervisionado I e Estágio supervisionado II, que envolvem os conceitos do TPM e gerenciamentos dos ativos de manutenção.

2.1.4.5 Atualização e cadastro da criticidade dos equipamentos

A definição da criticidade do equipamento é de extrema importância, pois é nela que se define se o equipamento deve ter mais investimento em manutenção em relação à custo e tipos de manutenção (ex. Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva, Manutenção Proativa) (DUTRA, 2019).

Definida a classificação de criticidade, esta é atualizada no sistema SAP para garantir que a mesma informação física esteja em sistema e que não se perca esta informação, como proposto por Dutra (2019, p. 128; 2017, p. 40) e por Viana (2020, p. 105). Um modelo de cadastro é representado na Figura 5.

Figura 5 – Tela de cadastro/atualização da criticidade de equipamentos do SAP.



The screenshot shows the SAP 'Exibir loc. instalação: Dados mestre' (Display location installation: Master data) screen. The main data fields are:

- Loc. instalação: RETIFICA 1509.1
- Denominação: RETIFICA DESBASTE LINHA 3
- Status: CRI.

The 'Dados gerais' (General data) section includes:

- Classe: 9061
- Tipo de objeto: RETIFICA
- GrpAutorizações: [empty]
- Peso: 0,000
- Tamanho/dimens.: [empty]
- Nº inventário: [empty]
- Em serv.desde: [empty]

The 'Dados de referência' (Reference data) section includes:

- Valor aquis.: 0,00
- Data aquisição: [empty]

The 'Dados de fabricação' (Manufacturing data) section includes:

- Fabricante: [empty]
- País produtor: [empty]
- Denomin.tipo: [empty]
- Ano/mês const.: [empty]
- Nº peça fabric.: [empty]
- Nº série: [empty]

Fonte: Sistema SAP empresa ramo automotivo (2022).

Podemos relacionar a Figura 5, que envolve o processo de mapeamento de ativos, cadastro e definição da criticidade ao conteúdo das disciplinas de Manutenção industrial, Estágio Supervisionado I e Estágio supervisionado II, quem ensinam os conceitos do TPM e gerenciamentos dos ativos de manutenção.

A criticidade do equipamento deve ser revisada toda a vez que algo mudar no processo de fabricação da peça/amortecedor. Por exemplo: a linha de montagem de amortecedor da Fiat tem maior produção do que a da Volkswagen, então a criticidade dos equipamentos da montagem de amortecedores da Fiat teoricamente deveria ter classificação mais elevada do que os da Volkswagen. Isso porque os equipamentos serão mais exigidos em produção. Neste sentido, é feita então a classificação dos equipamentos conforme especificação do referencial teórico (segurança, produção, qualidade, custo de manutenção e backup). De acordo com essa classificação, o equipamento terá a criticidade definida como A, B ou C, sendo o A o mais crítico e C o menos crítico (DUTRA, 2019).

2.1.4.6 Cadastro e atualização de informações de plano de manutenção dos equipamentos

Após ser definida a criticidade dos equipamentos é necessário também cadastrar/atualizar os planos de manutenção de acordo com a estratégia definida para sua realização. Um exemplo de Tela de cadastro/atualização de planos de manutenção do SAP é mostrado na Figura 6.

Na empresa do ramo automotivo na qual estagiei, a estratégia de manutenção segue a seguinte estratégia (DUTRA, 2017; ROMAO, 2020):

Criticidade A

- Manutenção Preventiva (Sistemática e condicional);
- Manutenção corretiva programada;
- Manutenção corretiva emergencial.

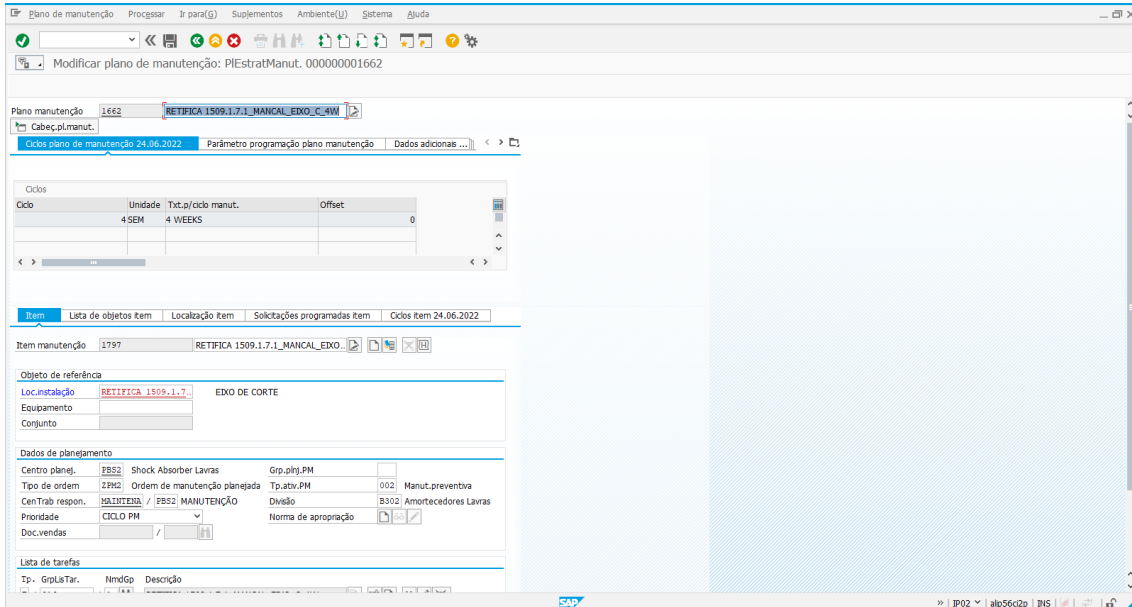
Criticidade B:

- Manutenção corretiva programada;
- Manutenção corretiva emergencial.

Criticidade C:

- Manutenção corretiva emergencial.

Figura 6 – Tela de cadastro/atualização de planos de manutenção do SAP.



Plano manutenção: 1662 [RETIFICA 1509.1.7.1_MANCAL_EXDO_C_4W]

Ciclos

Ciclo	Unidade	Txt.p/ciclo manut.	Offset
	4 SEM	4 WEEKS	0

Objeto de referência

Loc. instalação: RETIFICA 1509.1.7.1 EIXO DE CORTE

Dados de planejamento

Centro planej.: FBS2 Shock Absorber Lavras Grp.plnj.PM

Tipo de ordem: ZPH2 Ordem de manutenção planejada Tp.ativ.PM 002 Manut.preventiva

CenTrab respon.: MANUTENÇÃO / FBS2 MANUTENÇÃO Divisão 8302 Amortecedores Lavras

Prioridade: CICLO PM Norma de apropriação

Lista de tarefas

Tp.	GrpLSTar.	NmMoOp	Descrição
-----	-----------	--------	-----------

Fonte: Sistema SAP empresa ramo automotivo (2022).

Definida a estratégia de manutenção, é feito o cadastro dos planos preventivos para os equipamentos no sistema SAP. Estes planos devem ser revisados pela equipe de engenharia de manutenção e líderes de manutenção experientes a fim de garantir a abrangência dos pontos que precisam realizar o constante acompanhamento no equipamento. Frequentemente, os planos de manutenção preventiva mudam, pois estes devem ser revisados para abranger as causas das falhas repetitivas e de maiores problemas no equipamento. A definição e revisão dos tipos de manutenção dos equipamentos bem como seus planos está toda na estratégia de manutenção, como evidenciado por Dutra (2017, p. 33), por Romão (2020, p. 125) e por Viana (2020, p. 125). Por isto, são feitas semanalmente revisões de cadastro dos planos, atualização de frequência de execução tarefas, tempo de execução e material necessário.

A figura 6 pode ser referenciada as disciplinas de Estágio Supervisionado II, Estágio Supervisionado I e Manutenção industrial, onde ensinam os tipos de manutenção, depois detalha cada uma delas, formando assim a estratégia de manutenção.

2.1.4.7 Planilha de controle do status dos planos de manutenção no sistema SAP

Para que seja possível acompanhar o andamento das atualizações dos planos de manutenção, todas as informações de atualização dos planos de manutenção são semanalmente preenchidas em uma planilha de controle (Tabela 5). Isso é necessário pois o sistema SAP não te mostra com clareza gráficos e cronogramas do processo de atualização ou do cadastro dos planos de manutenção.

Tabela 5 – Planilha de controle do Status dos planos de manutenção cadastrados.

INSTALAÇÃO	ORDEM	LOCAL	STATUS	DATA PROG	DATA CUMPR
SOLDA 4017.1.6.4	4167509	MC_CEL 04	ENTE CNPA IMPR CAPC DMNV NOLQ	12/01/2022	23/01/2022
COMPRESSOR 19908.1.2	4168749	GERACAO	ENTE CNPA CAPC NOLQSCDM	04/01/2022	02/05/2022
TORQUIMETRO 9939.1.3.1	4168842	MC_CEL 04	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA NOLQ	02/01/2022	19/11/2021
SOLDA 4017.1.10.2	4169136	MC_CEL 04	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA NOLQ	23/01/2022	02/04/2022
TORQUIMETRO 9939.1.3.3	4169539	MC_CEL 04	ENTE CONF CAPC DMNV IMPA NOLQSCDM	09/01/2022	05/04/2022
DINAMOMETRO 92151.1.4.2	4170502	MC_CEL 12	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA NOLQ	03/02/2022	27/02/2022
CROMACAO 4162.1.2.1	4171143	HTS_CRO	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA NOLQ	06/02/2022	21/03/2022
COMPRESSOR 4843.1.2	4171738	GERACAO	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	04/01/2022	05/03/2022
COMPRESSOR 739.1.2	4171739	GERACAO	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	04/01/2022	05/03/2022
COMPRESSOR 4841.1.2	4171740	GERACAO	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	04/01/2022	05/03/2022
COMPRESSOR 4844.1.2	4171741	GERACAO	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	04/01/2022	05/03/2022
COMPRESSOR 4846.1.2	4171742	GERACAO	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	04/01/2022	05/03/2022
COMPRESSOR 4847.1.2	4171743	GERACAO	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	04/01/2022	05/03/2022
CROMACAO 4162.1.2.10	4172173	HTS_CRO	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA NOLQ	13/02/2022	21/03/2022
SOLDA 4017.1.1.2	4172343	MC_CEL 04	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	08/01/2022	27/03/2022
SOLDA 4060.1.6.3	4172487	ME_CEL 11	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQSCDM	01/01/2022	30/03/2022
TORQUIMETRO 39096.1.2.1	4172490	ME_CEL 09	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQSCDM	02/01/2022	05/04/2022
DINAMOMETRO 92026.1	4172536	ME_CEL 11	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	03/01/2022	21/03/2022
PINTURA 3984.1.3.2	4172538	PINT. KTL	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	31/01/2022	14/03/2022
DINAMOMETRO 4058.1.2.6	4172542	MC_CEL 05	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQSCDM	02/01/2022	25/03/2022
TORQUIMETRO 9939.1.1.4	4173401	MC_CEL 04	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	15/01/2022	27/03/2022
MONTAGEM 4314.1.14.2	4173566	PC_MTG	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQSCDM	08/01/2022	05/04/2022
DINAMOMETRO 92026.1.7.2	4173618	ME_CEL 11	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	10/01/2022	21/03/2022
DINAMOMETRO 4058.1.6.1	4173868	MC_CEL 05	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQSCDM	11/01/2022	25/03/2022
LAVADORA 92043.1.2.8	4174251	TU_LAVAGEM	ENTE CNPA CAPC DMNV NOLQSCDM	13/01/2022	14/01/2022
SOLDA 3735.1.11.1	4174254	MC_CEL 03	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	13/01/2022	18/01/2022
SOLDA 7823.1.6.3	4174255	ME_CEL 09	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	13/01/2022	27/01/2022
DINAMOMETRO 92152.1.2.2	4174256	ME_CEL 08	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQSCDM	14/01/2022	23/01/2022

Fonte: Empresa ramo automotivo (2022).

A Tabela 5 é referenciada também nas disciplinas de Estágio Supervisionado II, Estágio Supervisionado I e Manutenção industrial, onde ensinam os tipos de

manutenção e plano de manutenção, depois detalha cada um dos tipos de manutenção, além disso falam também sobre controle de planos de manutenção. Os planos de manutenção também são detalhados pelos autores Dutra (2017, p. 41), por Romão (2020, p. 76) e por Viana (2020, p. 125).

2.1.4.8 Controle de manutenção preventivas

Para facilitar a visualização dos planos de manutenção preventiva que estão atrasados, também é feito um controle em planilha eletrônica. Esta planilha, mostra o número geral de preventivas em atraso e número de preventivas em atraso por área com os líderes de execução responsáveis.

Além disso, também é feito, na mesma planilha, um controle do que foi programado e do que foi realizado mensalmente. Desta forma, é possível reprogramar as preventivas das áreas que estão com maior número em atraso para diminuir o volume de preventivas em atraso. A Tabela 6 traz um exemplo deste tipo de planilha e a Figura 7 o gráfico representativo em colunas de preventivas programadas e executadas até a data e por mês.

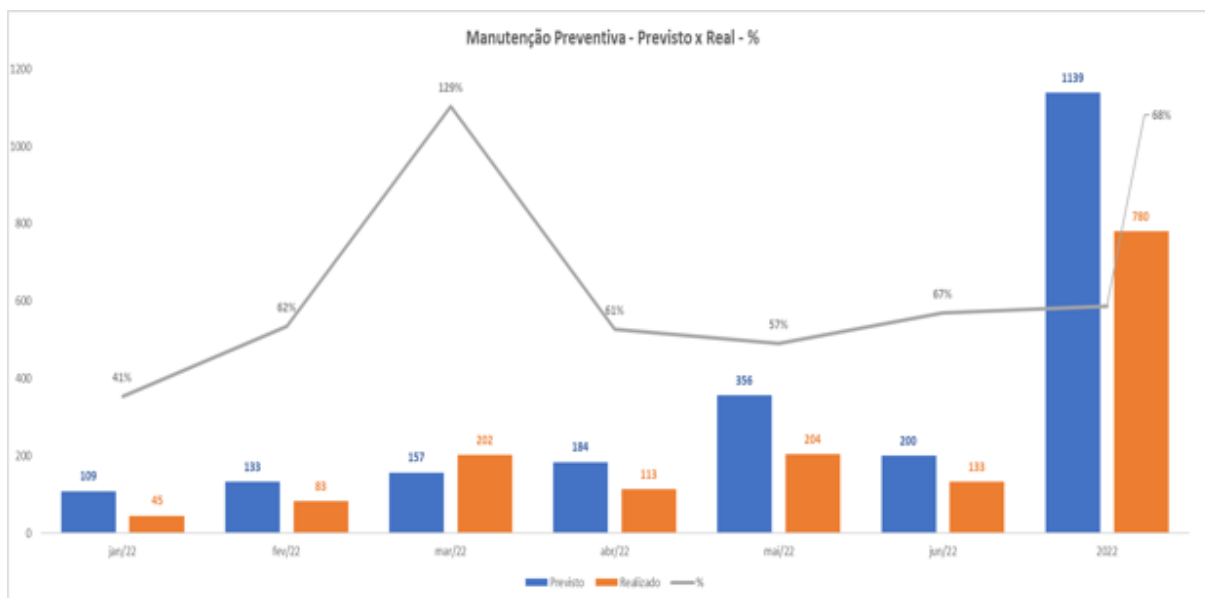
Tabela 6 – Planilha de controle do status das manutenções preventivas.

ANDAMENTO DAS PREVENTIVAS						Quinta Feira DATA: 23/06/22	
ÁREA	PROGRAMAÇÃO DO DIA	CUMPRIDAS NO PRAZO	ATRASADAS CUMPRIDAS	CUMPRIDAS ANTECIPADAS	TOTAL CUMPRIDO	ATRASADAS	
▶ USIN. HASTES	0	0	0	0	0	80	
▶ USIN. TUBOS	0	0	0	0	0	0	
▶ PREPARAÇÃO COMPONENTES	0	0	0	0	0	28	
▶ UO CONVENCIONAL	0	0	0	0	0	3	
▶ ACABAMENTO FINAL	0	0	0	0	0	0	
▶ MONTAGEM ESTRUTURAL	0	0	0	0	0	61	
▶ FERRAGEM ESTRUTURAL	0	0	0	0	0	163	
▶ UTILIDADES	0	0	0	0	0	22	
TOTAL	0	0	0	0	0	357	

BUSCAR PREVENTIVAS	Data Inicial: 01.01.2022
	Data Final: 24.6.2022

Fonte: Empresa ramo automotivo (2022).

Figura 7 – Gráfico de manutenções preventivas mensal – Previsto x Real.



Fonte: Empresa ramo automotivo (2022).

A Tabela 6 e a Figura 7 são relacionadas às disciplinas de Estágio Supervisionado II, Estágio Supervisionado I e Estatística, que detalham os tipos de manutenção e indicadores de manutenção como forma de controle estatístico do planejamento e controle de manutenção, o que é explorado também nos trabalhos dos autores Dutra (2019, p. 189), Romão (2020, p. 28) e Viana (2020, p. 175).

2.1.4.9 Impressão de ordens de serviço e reserva de materiais para manutenção preventiva

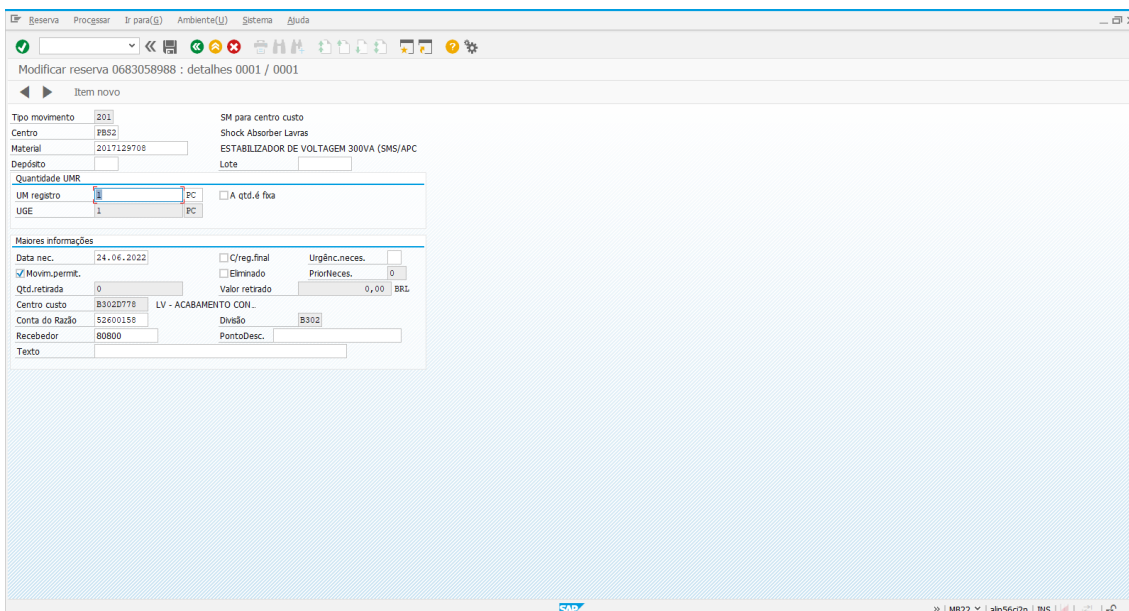
Após todo serviço ser programado, é hora de passar a programação de manutenção para o papel e entregá-la aos executantes. Para tal, é feita a impressão de ordens de serviço e do formulário auxiliar da preventiva, assim como a reserva do material necessário, seguindo o especificado na ordem de serviço, para a execução da manutenção. Após a impressão, separam-se as ordens, conforme previamente programado, em relação aos executantes e data de execução. Desta forma, os executantes podem ter uma visão da programação e de qual ordem de serviço deve

ser executada em qual dia. Em outras empresas, a programação está tão avançada e detalhada que é necessário realizar a ordenação das ordens de serviço de acordo com executante, dia e hora que deverá ser feita.

2.1.4.10 Reserva de materiais de serviços não programados

No dia a dia, devido atendimento corretivo emergencial, é necessário realizar a reserva do material tanto no formulário padrão da empresa do ramo de fabricação de peças automotivas quanto no sistema informatizado SAP. Essa reserva no sistema é feita no centro de custo do equipamento, fazendo-se necessário realizar a aprovação da reserva por um líder de manutenção, supervisor ou gerente, de acordo com o valor dos itens reservados. Muitas das vezes não se têm o material, então é preciso improvisar ou equipamento ficará parado, conforme Figura 8.

Figura 8 – Tela de reserva de materiais no SAP.



Fonte: Sistema SAP empresa ramo automotivo (2022).

Além dessa aprovação em sistema, o formulário padrão deve ser assinado pelo mesmo aprovador do sistema informatizado, a fim de garantir que o almoxarife

entregue o material sabendo que este foi aprovado pelo líder responsável pela atividade. No momento da reserva do material é necessário informar: o código do item, a quantidade, o centro de custo, o número do equipamento que será utilizado, como proposto nos trabalhos de Dutra (2017, p. 16), para Dutra (2019, p. 28) e Romão (2020, p. 91).. Além disso, deve-se verificar se o item consta em estoque.

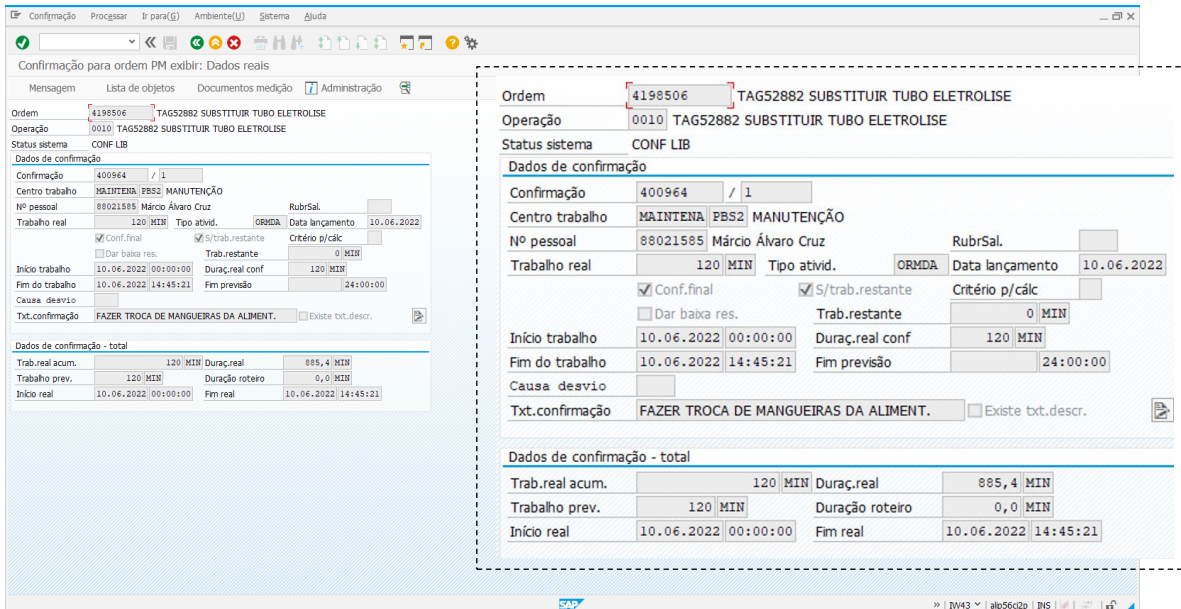
Em outras empresas, a reserva do material é feita diretamente na ordem de serviço. Assim, o sistema localiza o centro de custo e o equipamento a ser utilizado atrelando automaticamente à ordem de serviço ao equipamento e o material reservado.

A Figura 8 é referenciada também nas disciplinas de Estágio Supervisionado I, fundamentos da economia e manutenção industrial, que ensinam a gestão de custos de manutenção, alinhados aos tipos de manutenção e materiais gastos.

2.1.4.11 Atualização e controle da mão de obra das ordens de serviço realizadas em sistema SAP.

Após a execução do serviço, a ordem de serviço ou TAG – Sigla da etiqueta de anomalia, deve voltar ao PCM para que seja feita a conferência do serviço executado e garantir que todas as informações foram devidamente preenchidas. Caso não seja necessário realizar o apontamento de mão de obra do executante, as informações sobre o que foi realizado, data e hora de início e fim, para então concluir a ordem e serviço no sistema SAP, como representado na Figura 9. O processamento das ordens de serviço e seu fluxo dentro do processo de gestão de manutenção são citados pelos autores Dutra (2017, p. 16), para Dutra (2019, p. 28) e Romão (2020, p. 91).

Figura 9 – Tela de apontamento de mão de obra para ordem de serviço no SAP.



Confirmação para ordem PM exibir: Dados reais

Ordem 4198506 TAG52882 SUBSTITUIR TUBO ELETROLISE
 Operação 0010 TAG52882 SUBSTITUIR TUBO ELETROLISE
 Status sistema CONF LIB

Dados de confirmação

Confirmação	400964 / 1
Centro trabalho	MANUTENA, PBS2 MANUTENÇÃO
Nº pessoal	88021585 Márcio Álvaro Cruz RubrSal.
Trabalho real	120 MIN Tipo atvid. ORMDA Data lançamento 10.06.2022
<input checked="" type="checkbox"/> Conf.final <input checked="" type="checkbox"/> S/trab.restante Critério p/calc <input type="checkbox"/> Dar baixa res. <input type="checkbox"/> Trab.restante 0 MIN	
Início trabalho	10.06.2022 00:00:00 Duraç.real conf 120 MIN
Fim do trabalho	10.06.2022 14:45:21 Fim previsão 24:00:00
Causa desvio	
Txt.confirmação	FAZER TROCA DE MANGUEIRAS DA ALIMENT. <input type="checkbox"/> Existe txt.descr.

Dados de confirmação - total

Trab.real acum.	120 MIN	Duraç.real	885,4 MIN
Trabalho prev.	120 MIN	Duração roteiro	0,0 MIN
Início real	10.06.2022 00:00:00	Fim real	10.06.2022 14:45:21

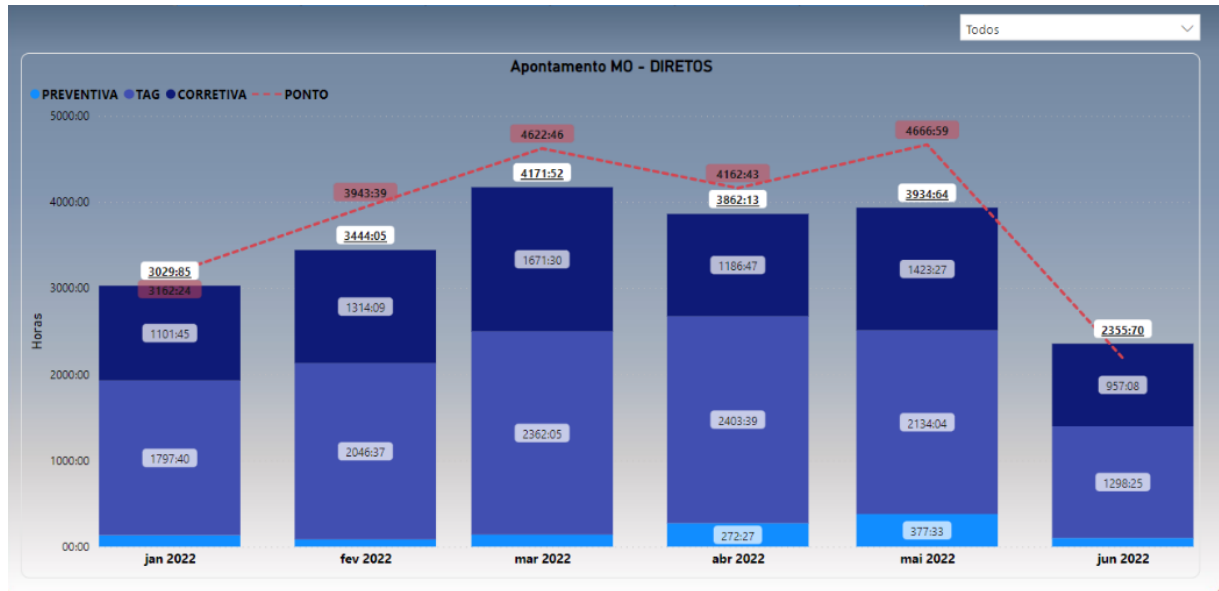
Fonte: Sistema SAP empresa ramo automotivo (2022).

A Figura 9 é referenciada também nas disciplinas de Estágio Supervisionado I, fundamentos da economia e manutenção industrial, que ensinam a gestão de custos de manutenção, alinhados aos tipos de manutenção e materiais gastos.

2.1.4.12 Controle de mão de obra no Microsoft Power BI

A fim de manter o controle da mão de obra dos executantes, é necessário monitorar sua carga horária diária, semanal e mensal, tanto prevista quanto realizada. Para tal, extraímos um relatório de apontamento de mão de obra do sistema SAP para atualizar o Power BI. O Power BI é ferramenta da Microsoft semelhante ao Excel, mas com mais agilidade e funcionalidade, gerando de forma interativa uma série de gráficos para análise de dados. Na Dashboard geramos um gráfico de colunas contendo informações sobre os serviços previsto e real por executante, então temos mais detalhes em qual dia do mês ele teve menos ou mais apontamentos de horas trabalhadas, conforme exposto na Figura 10.

Figura 10 – Controle de mão de obra no Power BI.



Fonte: Empresa do ramo automotivo (2022).

O Power BI é excelente no auxílio da tomada de decisão do líder/supervisor de manutenção quanto aos executantes que estão com melhor desempenho. Ele é uma ferramenta de controle para o gerenciamento de indicadores de controle em geral de manutenção, como citado por Romão (2020, p. 28), para Dutra (2019, p. 189), e para Braidotti & Braidotti Junior (2021, p. 167). O método de controle exposto na Figura 10 é referenciada também nas disciplinas de Estágio Supervisionado I, Manutenção industrial e Estatística, onde ensinam os indicadores de manutenção como forma de controle estatístico do planejamento e controle de manutenção.

2.2 Contextualização do aluno Rafael Aparecido Gomes

2.2.1 Auto apresentação

Após o finalizar o ensino médio, iniciei no curso técnico em mecatrônica que me deu oportunidade de ingressar como estagiário no time manutenção mecânica de uma empresa renomada no ramo do cimento. Após o término do meu estágio, fui admitido para o quadro fixo de funcionários, onde aprendi a gostar mais ainda da área de manutenção. Sete anos após o término do meu primeiro curso, decidi começar uma graduação, em engenharia mecânica, com intuito de me atualizar profissionalmente e buscar novas oportunidades.

2.2.2 Apresentação do local da vivência

Como anteriormente mencionado, tive a oportunidade de realizar meu reaproveitamento de estágio em empresa do ramo de fabricação de cimento, situada na região da cidade de Ijaci-Mg, onde já trabalho há 12 anos na área de manutenção mecânica. A Industria está entre as maiores fabricantes de cimento, com um efetivo atual de 27 unidades produtoras no mundo. A empresa produz e distribui cimento, agregados, concreto e calcário para atacadistas, distribuidores, produtores de concreto, clientes industriais, entre outros.

2.2.3 Apresentação do tema

Como em qualquer outro seguimento, a manutenção nos ativos do centro de produção de uma indústria de cimento deve seguir padrões de indicadores a fim de garantirem a confiabilidade do centro produtivo.

De acordo com Chiavenato (2004), os indicadores de desempenho são apreciações das atividades desempenhadas pelos colaboradores, das metas, dos

resultados a serem alcançados e do seu potencial de desenvolvimento. Por esse motivo, é muito comum grandes empresas utilizarem metodologias que visam a efetividade nos processos de manutenção de seus ativos.

O RCM é uma metodologia extremamente eficaz, que surgiu em meados da década de 70, inicialmente na indústria aeroespacial e, posteriormente, foi se difundindo para outros setores. Para culminar em tal objetivo, a MCC identifica os modos de falha que afetam as funções, determina a importância de cada falha funcional a partir dos seus modos de falha e seleciona as tarefas aplicáveis e efetivas na prevenção das falhas funcionais (MOUBRAY, 2001; SMITH, 1993; PINTO & NASIF, 1999).

O principal fator de difusão da metodologia foi a publicação do livro RCM – Reliability Centred Maintenance, por Moubray (1991). Na obra, este autor explica todas as diretrizes para implantação de uma política de Manutenção Centrada em Confiabilidade. Após a publicação desse livro, a MCC começou a ser popularizada em todo o globo (ROMÃO, 1992). Trata-se de estratégia de manutenção focada em garantir a segurança e confiabilidade dos ativos de uma empresa. Quando dizemos que um equipamento é confiável, significa que ele muito provavelmente manterá seu funcionamento dentro do que foi planejado, mantendo a diferença entre o que foi planejado e o que foi realizado o mínimo possível. Dessa forma, essa metodologia elabora planos de manutenção com as melhores técnicas e define qual o melhor tipo de manutenção para cada situação. Com isso, o RCM mantém o sistema dentro da sua função. Um ponto chave dentro do RCM é o uso da ferramenta FMEA. Essa ferramenta é usada para determinar quais são os modos de falha, suas causas e seus efeitos, pois se quero montar um sistema de produção com equipamentos que se mantenham funcionando dentro do esperado, sem falhas que provoquem manutenções indesejadas, preciso analisar quais as possibilidades de falha. Desta forma, o propósito fundamental do FMEA é constatar que as falhas não excedam as declaradas no esboço de desenvolvimento do produto. Quando se trata de um setor produtivo, o objetivo do FMEA é desenvolver um sistema de tolerância às falhas, para que sejam identificadas e corrigidas antes de acontecer, sem prejuízo e perdas para a operação (DUTRA, 2019). Um FMEA bem-feito e bem implementado gera diversos

benefícios para o setor de manutenção, dentre eles: redução dos custos de manutenção; elevação dos níveis de segurança das instalações; redução de atividades que não tem valor agregado; melhoria na qualidade dos serviços realizados; elevação dos níveis de confiabilidade.

Segundo a norma IMCA M 166 (2002), o FMEA tem como metas: identificar o equipamento ou subsistema; identificar o modo de operação e o equipamento; identificar os possíveis modos de falha e suas causas; avaliar os efeitos no sistema de cada modo de falha; identificar medidas para eliminar ou reduzir os riscos associados a cada modo de falha; selecionar os ensaios e testes necessários para evidenciar e documentar as conclusões; fornecer informações aos operadores e mantenedores do sistema para que eles entendem as capacidades e limitações do sistema para alcançar o melhor desempenho.

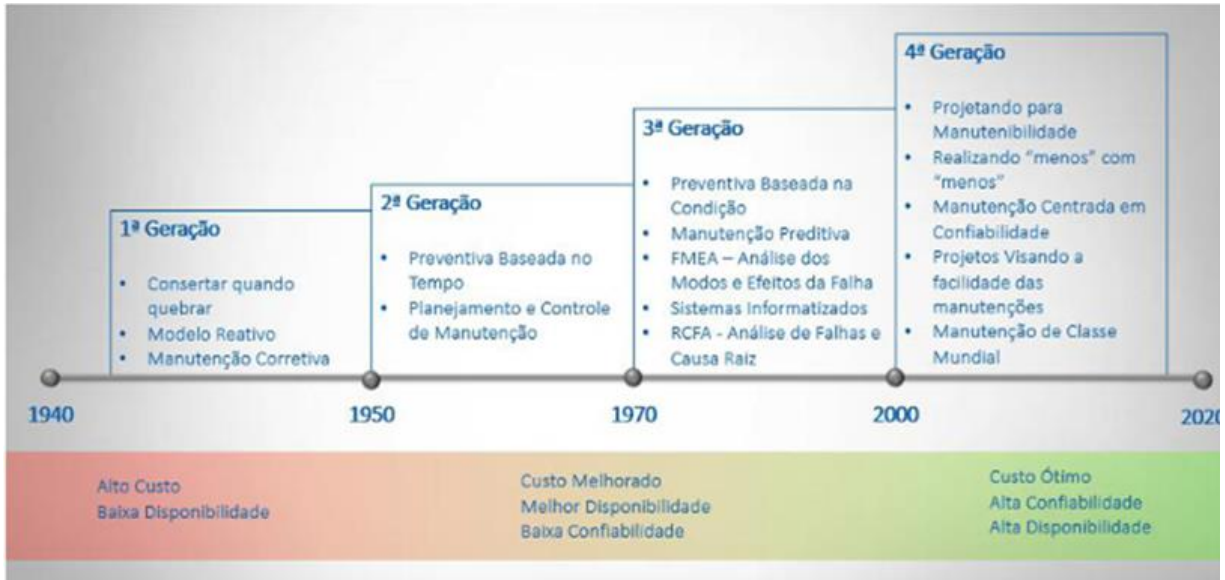
Esta ferramenta pode ser usada tanto em processos industriais ou não. Por exemplo, o FMEA pode muito bem ser utilizado em uma análise de risco em processos administrativos ou avaliações de sistemas de segurança (DUTRA, 2019).

Conforme mostrado por Dutra (2019), já existem diversos indicadores pré-estabelecidos para um acompanhamento eficaz das atividades de manutenção, sendo importante lembrar que é melhor ter poucos indicadores e saber aplicá-los da maneira correta, do que ter muitos indicadores mal controlados.

2.2.4 Evolução das Técnicas de Manutenção

Nos últimos setenta anos, conforme ilustrado na Figura 11 a manutenção industrial evoluiu de forma exponencial.

Figura 11 – Evolução das Técnicas de Manutenção



Fonte: (DUTRA, 2019)

Esta evolução está relacionada a um grande aumento no número de instalações, equipamentos e construções que precisam de manutenção, em todo o mundo (DUTRA, 2017). Além disso, o mundo mudou muito durante a 2ª Guerra Mundial, as pressões do período da guerra aumentaram a mecanização, a indústria começou a depender muito das tecnologias dos equipamentos industriais, aumentando cada vez mais a responsabilidade da manutenção (DUTRA, 2017). Após a 2ª Guerra Mundial, ao revisar o conceito de Manutenção Industrial, foi introduzida na indústria a Manutenção Preventiva, onde executa-se as manutenções em períodos pré-determinados, visando reduzir ou impedir falhas no equipamento. Esse conceito nasceu na Segunda Geração da Manutenção, e para suportar a Manutenção Preventiva, nasceu o PCM (DUTRA, 2017).

A Terceira Geração da Manutenção trouxe a Manutenção Preditiva com o objetivo de estabelecer um ambiente proativo, atuando o mais próximo possível da falha potencial. Desse modo, os custos de manutenção puderam ser reduzidos, uma vez que paramos de atuar em períodos pré-determinados (Manutenção Preventiva) e passamos a atuar com base na condição do equipamento (Manutenção Preditiva). Atualmente, na Quarta Revolução Industrial, e junto vem a Quarta Geração da

Manutenção, que visa trazer uma infinidade de novos conceitos para suportar essa nova fase da indústria.

Podemos correlacionar a Figura 11 as seguintes disciplinas: Estatística aplicada as máquinas, onde aprendi engenharia Mecânica através do estudo de estática aplicada às máquinas e suas estruturas; metodologia da pesquisa onde aprendi classificar e sistematizar o conjunto de técnicas e sistemas que são utilizados em uma determinada investigação científica; cálculo onde aprendi calcular a periodicidade e gestão de projetos para gerenciar as ações.

2.2.5 Modo e efeito de falha

Um modo de falha pode ser definido como qualquer evento que pode levar um ativo (sistema ou processo) a falhar. A melhor maneira de mostrar a conexão e a distinção entre estados de falha e os eventos que os podem causar, é listar primeiro as falhas funcionais e depois lembrar os modos de falha que poderiam causar cada falha funcional. Para uma melhor definição, a Tabela 7 indica que, a descrição de um modo de falha, onde deve consistir pelo menos um substantivo e um verbo.

Tabela 7– Modos de falha de uma bomba.

Função	Falha funcional	Modo de falha	
1 Transferir água do tanque X para o tanque Y a não menos que 800litros por minuto	A Incapaz de transferir a água	1	Rolamento engripa
		2	Rotor fica desgovernado
		3	Rotor obstruído por objeto estranho
		4	O cubo do acoplamento rompido por fadiga
		5	O motor queima
	B Transferir menos que 800 litros por minuto	6	A válvula de entrada obstruída se fecha
		1	Rotor se desgasta
		2	Linha de sucção parcialmente bloqueada

Fonte: (MOUBRAY, 1991)

É igualmente vago e simplista aplicar o termo “falha” a um ativo como um todo, sendo muito mais precioso distinguir entre uma “falha funcional” um (estado de falha) e um “modo de falha” (um evento que pode causar um estado de falha) (MOUBRAY, 1991). De forma geral, essa distinção leva a uma definição mais precisa de modo de falha: Modo de falha é qualquer evento que causa uma falha funcional (MOUBRAY, 1991). A descrição deve ser detalhada para possibilitar a seleção de estratégia apropriada de manutenção de falha, mais não demasiadamente para que não haja perda de tempo no processo de análise. Viana (2014) explica que existem fatores importantes para definir a estratégia de manutenção adequada, como por exemplo as recomendações do fabricante, as características do equipamento, a segurança do trabalho, questões ambientais e, principalmente, o fator econômico.

Especificamente, os verbos usados para descrever os modos de falha devem ser escolhidos com cuidado uma vez que influenciam no processo de seleção do gerenciamento de falha. Por exemplo, verbos como “falhar”, “quebrar” ou “funcionar mal” devem ser usados com moderação pois dão pouca ou nenhuma indicação de qual deve ser modo apropriado para gerenciar a falha (MOUBRAY, 1991). O uso de verbos mais específicos torna possível selecionar melhor dentro de gama variada de opções de gerenciamento de falhas. Por exemplo, “o acoplamento falha” não dá indicação do que deve ser feito para antecipar ou prever a falha. No entanto, se dissermos que os “parafusos do acoplamento começam a se soltar” ou “o cubo do acoplamento falha devido a fadiga”, torna-se muito mais fácil identificar a possível ação proativa. No caso de válvulas ou interruptores, deve-se também indicar se a perda da função é causada pela falha do ativo na posição de abrir ou fechar- “a válvula fechada emperra” diz mais comparado à “a válvula falha” (MOUBRAY, 1991).

Com o objetivo de esclarecer melhor, algumas vezes faz-se necessário um passo a mais. Por exemplo, “a válvula emperra fechada devido à oxidação do parafuso-guia” está mais claro que a “válvula emperra fechada”. Deve se distinguir também entre “o rolamento engripa devido ao uso e ao desgaste” e “o rolamento engripa devido à falta de lubrificação”. Por que analisar os modos de falha? Uma simples máquina pode falhar por dezenas de razões. Um grupo de máquinas ou sistemas como uma linha de produção pode falhar por centenas de razões. Para uma

planta completa, o número pode aumentar para milhares, ou mesmo dezenas de milhares. Muitos gerentes tremem ao pesar no tempo e no esforço. Autores como Xenos (2004) e Viana (2014) explicam que as atividades de manutenção são mais abrangentes do que manter as máquinas e os equipamentos nas condições originais de funcionamento.

Podemos correlacionar a Figura 16 as seguintes disciplinas: Elemento de máquinas 1, onde tive a oportunidade de aprender sobre os componentes mecânicos básicos usados como blocos construtores da estrutura de máquinas; Laboratório em processos mecânicos física do processamento industrial e práticas relacionadas com processos de transformação; Eletrotécnica onde tive contato com manutenção de componentes e equipamentos eletroeletrônicos.

2.2.6 Efeito de Falha

Além dos recursos dos modos de falha, a FMEA embasa a escolha das ações preventivas e corretivas nos efeitos prejudiciais resultantes, e dos impactos sobre a instalação, usuários e meio ambiente.

Analisar os efeitos de falhas compreende em examinar como os modos de falha se estendem e atuam nos objetivos do sistema em análise, e na aplicação da instalação. De acordo com a norma IEC 60300-1(2014), efeito de falha é a consequência de um modo de falha na operação, função ou status do item. Em suma, é o que acontece quando um modo de falha se apresenta. Este conceito evidencia a aplicação do estudo dos efeitos das falhas, que é buscar os impactos dos modos de falha nas funções do sistema e na instalação. A manutenção de melhoria é considerada quando os trabalhos são realizados visando o aumento da condição de operação do equipamento, além das especificações originais (XENOS, 2004). Repare que o efeito examinado terá que levar em crédito o que haveria se nenhum trabalho específico de manutenção fosse efetuado para preceder, prevenir ou identificar a falha. Antes, no entanto, será necessário distinguir os significados de sintomas e efeitos de falha:

- **Sintoma de falha:** É um surgimento aparente, indicando que uma falha potencial existe. Uma vez que aconteça a falha funcional, seja qual for indício de sua presença não será mais um sintoma, porém sim um efeito de falha.
- **Efeito de falha:** É a descrição do que o “cliente” sofre, partindo do pressuposto que a falha já aconteceu. Como exemplo, utilizaremos o diagrama organizacional fictício de uma bomba de lubrificação das sapatas do moinho horizontal. Um desgaste no retentor da bomba central poderá comprometer o subsistema de bombas, o qual afetará a funcionalidade de todo o Sistema de lubrificação, com possível perda de produtividade do sistema de lubrificação.

2.2.7 Número de Prioridade e Risco (RPN)

O Número de Prioridade de Risco (RPN -*Risk Priority Number*), segundo a norma IMCA M 166 (2002), é um produto matemático das classificações numéricas de Severidade, Ocorrência e Detecção. Este número é usado para definir prioridades em itens que exigem planejamento de qualidade adicional. É um valor usado para estabelecimento de valores quantitativos e, isoladamente, não possui significado. Este índice é uma forma de hierarquizar as falhas. O índice de risco pode assumir valores entre 1 e 1000, cabendo ações imediatas para reduzi-lo sempre que requerido pelo “cliente”. Com esse valor quantitativo, é necessário examinar todas as possíveis causas, quando trabalhamos com o RPN, e decidir sobre a gravidade de uma falha, quão provável é que aconteça e qual é a chance de detectar a falha se isso acontecer. A partir disso, pode-se analisar o RPN de duas maneiras distintas:

- Uma falha pode ocorrer frequentemente, mas ter pequeno impacto e ser facilmente detectável, sendo assim considerado de baixo risco (baixo RPN).
- Consequentemente, uma falha que tenha baixíssima probabilidade de ocorrência, pode ser extremamente grave, merecendo grande atenção e sendo considerado de alto risco (maior RPN).

Dessa forma, fica a critério da equipe de elaboração do FMEA, definir, por meio de reunião e consenso, quais os valores médios para a criticidade do valor de RPN, desde que estes valores sejam definidos em três parâmetros: risco baixo; risco médio; risco alto.

Para classificação da severidade do modo de falha, atribuem-se índices para escolha de acordo com o risco, como representado na Tabela 8.

Tabela 8: Tabela de classificação de severidade.

SEVERIDADE		
Severidade	Efeito da severidade	Índice de severidade
Nenhum	Sem efeito identificado	1
Menor	Itens de ajuste, Acabamento chiado e Barulho não conforme. Defeito evidenciado por clientes acurados (menos que 25%)	2
Menor	Itens de ajuste, Acabamento chiado e Barulho não conforme. Defeito evidenciado por 50% dos clientes.	3
Muito baixo	Itens de ajuste, Acabamento chiado e Barulho não conforme. Defeito notado pela maioria dos clientes (Mais que 75%).	4
Baixo	Equipamentos operável, mas item(s) de conforto/convivência operável(is) com nível de desempenho reduzidos.	5
Moderado	Equipamentos operável, mas item(s) de conforto/convivência inoperável(is), Cliente insatisfeito.	6
Alto	Equipamentos inoperável, mas com níveis de desempenho reduzido., Cliente muito insatisfeito.	7

Fonte: (DUTRA, 2019)

Continuação da Tabela 8: Tabela de classificação de severidade.

SEVERIDADE		
Severidade	Efeito da severidade	Índice de severidade
Muito alto	Equipamento inoperável, perda das funções primárias	8
Perigoso com aviso prévio	Índice de severidade muito alto quando o modo de falha potencial afeta a segurança na operação do equipamento com aviso prévio	9

Fonte: (DUTRA, 2019)

2.2.8 Quantificando a Ocorrência da Falha

Ocorrência é a probabilidade de que uma causa/mecanismo específica possa acontecer, resultando em um modo de falha dentro da vida do projeto (DUTRA, 2019). É uma estimativa de ocorrência de falha, logo, igualmente atribuem-se índices para a chance de ocorrer, como representado na Tabela 9.

Tabela 9: Tabela de classificação da probabilidade de ocorrência da falha.

OCORRÊNCIA		
Probabilidade de falha	Taxa de falha possíveis	Índice de ocorrência
Remota: Falha é improvável	Chance remota de falha	1
Baixa: Relativamente poucas falhas	Frequência muito baixa: 1 vez a cada 5 anos	2
	Pouco frequente: 1 vez a cada 2 anos	3
Moderada: Falhas ocasionais	Frequência baixa: 1 vez por ano	4
	Frequência ocasional: 1 vez por semestre	5
	Frequência Moderada: 1 vez por mês	6
Alta: Falhas frequentes	Frequência elevada: 1 vez por semana	7
	Frequência elevada: algumas vezes por semana	8

Fonte: (DUTRA, 2019)

Continuação da Tabela 9 – Tabela de classificação de dificuldade de detecção da falha.

OCORRÊNCIA		
Probabilidade de falha	Taxa de falha possíveis	Índice de ocorrência
Muito Alta: Falhas persistentes	Frequência muito elevada: 1 vez por dia	9
	Frequência muito elevada: várias vezes ao dia	10

Fonte: (DUTRA, 2019)

Um sistema de classificação de ocorrência deve ser consistente para garantir a continuidade dos dados levantados. O número de intervalos de ocorrência é de um intervalo relativo dentro da FMEA e pode não refletir a probabilidade atual de ocorrência. Se houver dados estatísticos de um processo similar, os dados em si devem ser usados como base para determinar o intervalo de ocorrência. Em outros casos, uma avaliação subjetiva pode ser utilizada usando descrições das palavras na coluna do lado esquerdo da tabela, juntamente com as entradas de fontes apropriadas de informações do processo para estimar a classificação. Critérios de avaliação sugerido: A equipe deve concordar com os critérios de avaliação e um sistema de intervalos e aplicá-los consistentemente, mesmo quando modificado por uma análise individual de algum processo (DUTRA, 2017; DUTRA, 2019). Nesta perspectiva, Verri (2007) contribui afirmando que rotinas padronizadas proporcionam que a manutenção seja vista como uma atividade “científica”, deixando de ser vista apenas como despesa, e sim, como departamento organizado. Desta maneira, consegue controlar os custos, os materiais, os tempos de execução dos trabalhos, além de zelar pelos aspectos ligados à segurança do trabalho.

Podemos correlacionar a Tabela 9 as seguintes disciplinas: Estatística aplicada as máquinas, onde aprendi Engenharia Mecânica por meio do estudo de estática aplicada às máquinas e suas estruturas; Elementos de máquina aprendendo os requisitos básicos para a seleção e aplicação dos materiais de construção mecânica; Processo de fabricação conhecendo os diferentes processos de fabricação

e evolução tecnológica nas áreas afins, bem como o conhecimento das máquinas e equipamentos empregados.

2.2.9 Quantificando a Detecção da Falha

Detecção é o intervalo associado ao melhor controle de identificação, sendo assim, a detecção é um intervalo relativo dentro do escopo da FMEA. A detecção deve ser estimada usando, por exemplo, a Tabela 10 como orientação.

Tabela 10 – Tabela de classificação de dificuldade de detecção da falha.

DETECÇÃO						
Detecção	Critério	Tipo de inspeção			Faixas Sugeridas dos métodos de detecção	Índice de detecção
		A	B	C		
Quase impossível	Certeza absoluta da não detecção			x	Não pode detectar ou não pode ser verificado	10
Muito remota	Controles provavelmente e não irão detectar			x	Controle é alcançado somente com verificação aleatória ou indireta	9
Remota	Controles tem pouca chance de detecção			x	Controle é alcançado somente com inspeção visual	8
Muito baixa	Controles tem pouca chance de detecção			x	Controle é alcançado somente com dupla inspeção visual	7
Baixa	Controles podem detectar		x	x	Controle é alcançado com métodos gráficos. Tais como cep (controle estatístico de processo)	6
Moderada	Controles podem detectar		x		Controle é baseado em medições por variáveis depois que as peças deixam a estação, ou em medições do tipo passa/não passa feitas em 100% das peças depois que deixam a estação	5

Fonte: (DUTRA, 2019)

Continuação da Tabela 10 – Tabela de classificação de dificuldade de detecção da falha.

Detecção						
Detecção	Critério	Tipo de inspeção			Faixas Sugeridas dos métodos de detecção	Índice de detecção
		A	B	C		
Moderada e alta	Controles tem boas chances para detectar	x	x		Detecção de erros em operações subsequentes ou medições feita na preparação de máquina na verificação da primeira peça (somente para casos de preparação de máquina)	4
Alta	Controles tem boas chances para detectar	x	x		Detecção de erros na estação, ou em operações subsequentes por múltiplos níveis de aceitação: fornecer, selecionar, instalar, verificar. Não pode aceitar peças discrepante.	3
Muito alta	Controles quase certamente detectarão	x	x		Detecção de erros na estação (medição automática com dispositivo de parada automática). Não pode passar peça discrepante	2
Quase certamente	Controles certamente detectarão	x			Peças discrepantes não podem ser feitas porque o item foi feito a prova de erros pelo projeto do processo/produto	1

Fonte: (DUTRA, 2019)

A fim de alcançar uma faixa menor de detecção, geralmente o controle de detecção planejado tem- que ser melhorado. Quando mais de um controle é identificado, recomenda-se que a detecção de cada controle seja incluída como parte da descrição do próprio controle. Deve-se ter em mente os tipos especificados de métodos para poder ser feito a detecção das falhas. No caso, deve-se saber qual tipo que deve ser efetuado, desde detecções sensitivas, utilizando os sentidos humanos como visão, para casos mais difíceis de se detectar e sendo avaliados como mais críticos e com menores possibilidades, ou por meio de controles estatísticos (gráficos, controle estatístico de processos -CEP, medições em geral) podendo ser

considerado de alta detecção. Não se assume automaticamente que a faixa de detecção é baixa porque a ocorrência é baixa, mas deve-se avaliar a capacidade de Controles de processo para detectar modos de falha de baixa frequência ou prevenir que eles irão mais além no processo (DUTRA, 2019).

Critérios de Avaliação Sugerido: A equipe deve concordar com os critérios de avaliação e com o sistema de classificação e aplicá-los de forma consistente, mesmo se modificar para uma análise individual de algum processo.

2.2.10 Análise de efeitos e modos de falha

Como previamente exposto, o FMEA é usado para determinar quais são os modos de falha, suas causas e seus efeitos: E é exatamente isso que é feito por mim nesta etapa.

Após utilizarmos o FMEA e definirmos todas as características das falhas, podemos decidir qual será o tipo de manutenção a ser realizada em cada ativo da organização. Para auxiliar no processo de decisão, podemos usar o sistema de classificação ABC para os equipamentos, em que A representa os mais importantes, B os de média importância e C os equipamentos que não impactam de forma tão significativa no processo produtivo (DUTRA, 2019). Após fazer essa classificação, é necessário escolher os tipos de manutenção a serem utilizadas de acordo com as classificações:

Tipo A: proativa, preditiva, preventiva e corretiva;

Tipo B: preditiva, preventiva e corretiva;

Tipo C: preventiva e corretiva;

Tipo D: corretiva.

Completados os passos anteriores, é feita a implementação do plano de manutenção. Para tal, deve-se elaborar o plano de manutenção, com seu devido cronograma (DUTRA, 2017). A fim de manter processo em melhoria contínua, não

basta somente corrigir, é necessário manter funcionalidade do ativo. Para tanto, deve-se revisar periodicamente a estratégia de manutenção adotada. Fazendo isso, garantimos que a qualidade será sempre alta e que estamos adotando as melhores estratégias.

2.2.11 Aplicação da FMEA na prática

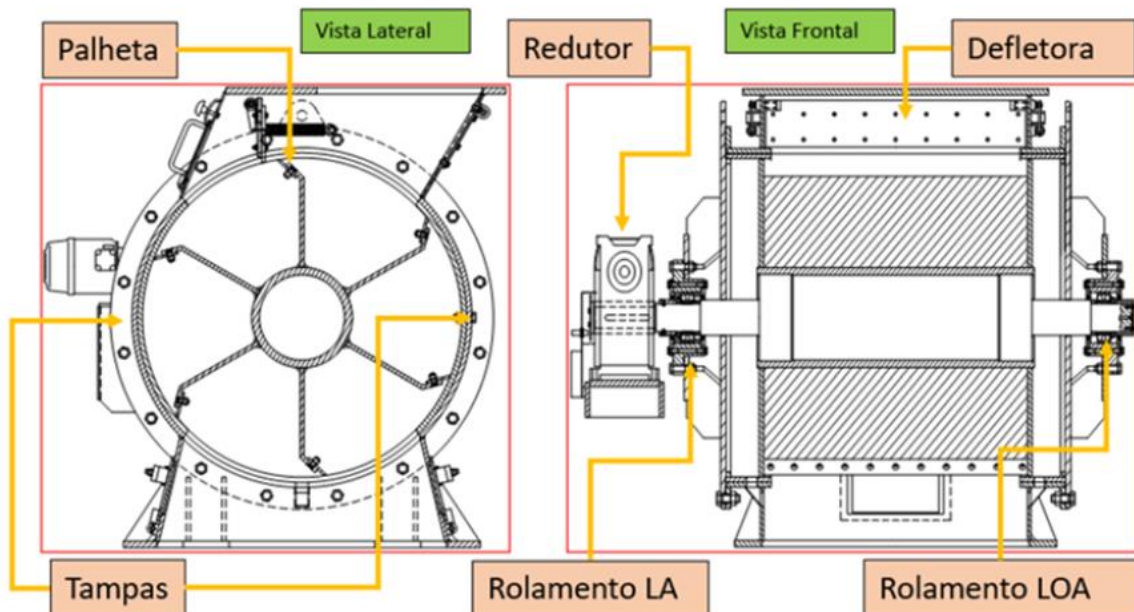
No dia a dia, atuo no setor de manutenção seletiva, que é a manutenção responsável por garantir o bom funcionamento dos ativos, onde sou responsável pelo acompanhamento dos desgastes. Estes são muitas vezes prematuros, mas também ocorrem dentro da normalidade dos principais equipamentos da planta. De certa forma, é possível afirmar que a manutenção seletiva está relacionada com FMEA e, conseqüentemente, com manutenção centrada em confiabilidade.

Como exemplo prático de aplicação, realizei uma análise dos modos e efeitos de falhas de um equipamento na minha área de atuação muito importante da linha de produção da moagem de calcário: uma válvula rotativa. A válvula rotativa tem como função alimentar o moinho com calcário, o que poderia ser realizado por uma caída direta até o moinho se não fosse problema o ar falso (definição para entrada de ar atmosférico no equipamento ocasionando perda de temperatura do processo). Este resfria o moinho e diminui a produção devido perda de eficiência do exaustor principal. É de suma importância também que a válvula não pare de forma não programada, nem mesmo por segundos, uma vez que as paradas cortam a alimentação do moinho e faz com ele vibre de forma a suspender a produção visando a proteção dos demais componentes.

A válvula é composta por pouco elementos, o que a tornam um equipamento simples de ser controlado, mas ao mesmo tempo, por se tratar de um equipamento de grande porte e alto valor agregado, não há na planta outro sobressalente capaz de substituí-lo, o que dificulta as manutenções fora do período de grandes paradas (desligamento do Forno de cimento) de manutenção com duração menor a 15 dias.

Os elementos que a compõem são: Rotor (palheta), carcaça (tampas), rolamentos, defletora e acionamento (motoredutor) conforme desenho ilustrado na Figura 12.

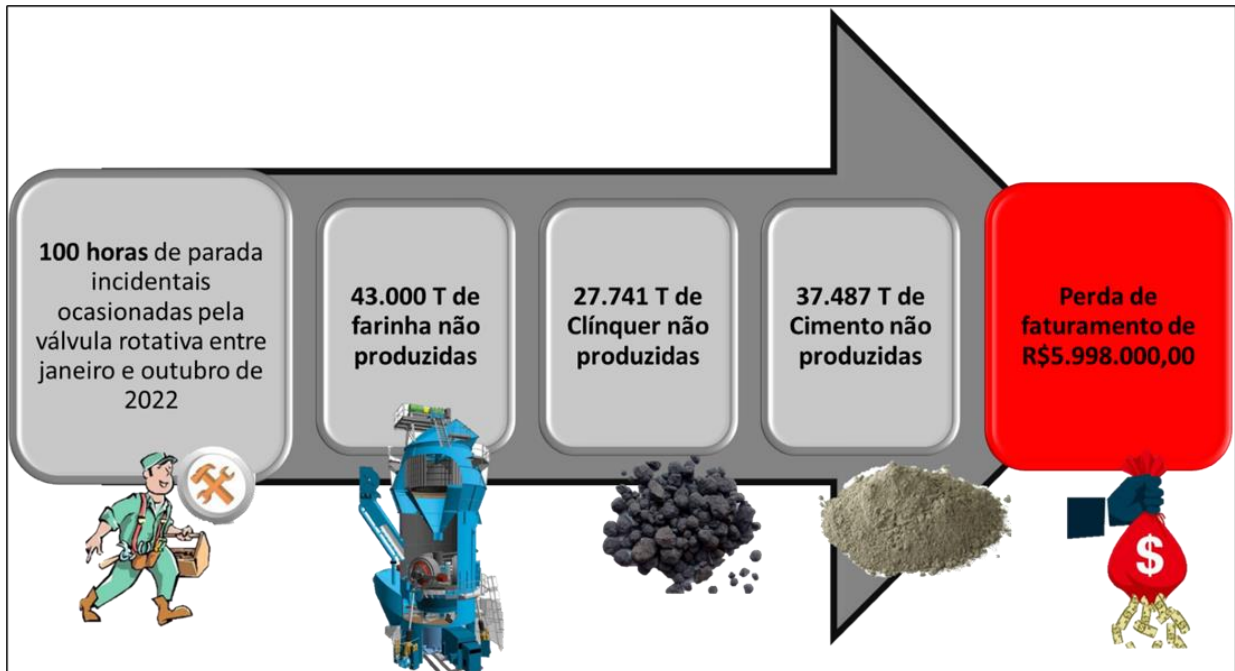
Figura 12: Detalhamento dos elementos de máquina da Válvula rotativa



Fonte: Modificado, F.L. SMIDTH (2003)

Ao analisarmos a atual fiabilidade do equipamento detalhadamente, obtivemos informações importantes. Durante o período de janeiro a outubro de 2022, tivemos aproximadamente 230 paradas incidentais por travamento da válvula totalizando 100 horas de não funcionamento. Quando convertemos esse tempo de parada em produção de farinha e posteriormente em clínquer e cimento conforme mostrado na Figura 13 podemos mensurar o impacto de tantas paradas. Vale salientar que para esse valor final ser totalmente considerado perda, precisaríamos ter espaço para venda desse cimento no mercado atual. Do contrário, não seria possível garantir que é esse o valor real de perda.

Figura 13: Análise de perda devido as paradas incidentais



Fonte: O autor

De acordo com Xenos (1998), as atividades de manutenção não devem se limitar a somente retornar um equipamento em sua condição de operação e uso, mas principalmente executar melhorias nesses equipamentos para evitar quebras e falhas, diminuir o custo e elevar a produtividade. Quanto mais cedo a manutenção souber dos defeitos e falhas, mais rápido podem ser tomadas as devidas providências para realizar os serviços e reestabelecer o funcionamento do equipamento (XENOS, 2004).

Depois de analisarmos a importância do equipamento para centro produtivo e mensurar o impacto que essas paradas geram, realizamos uma análise mais criteriosa deste equipamento com o intuito de solucionar este problema. Para tal, como mencionei acima utilizamos uma análise baseada no FMEA seguindo os passos 1-13 descritos seguir:

1. **Nome:** Nome do componente, subcomponente ou sistema que está sendo analisado;
2. **Função:** é a função que o componente ou sistema desempenha;

3. **Falha:** é o evento que faz com o que o componente ou sistema perca sua função
4. **Efeitos:** Aspecto aparente que o cliente irá notar. É o que a falha provoca;
5. **Classificação da Severidade:** Pode variar de Zero a Dez, sendo zero igual a uma gravidade mínima e dez uma gravidade máxima;
6. **Causa:** Apresentação das possíveis causas para a falha ocorrer;
7. **Classificação e Frequência da Ocorrência:** Pode variar de Zero a Dez, sendo zero igual a uma frequência mínima e dez uma frequência constante;
8. **Classificação da detecção:** Pode variar de Zero a Dez, sendo zero igual a uma detecção máxima e dez uma detecção nula;
9. **Ações e procedimentos atuais;**
10. **Ações Recomendadas;**
11. **Responsabilidade;**
12. **Data Prevista;**
13. **Ação Tomada;**

Tabela 11: Análise dos modos e efeitos de falha da válvula

Equipamento	Função	Modo de falha	Efeito de falha	Ocorrência	Severidade	Detecção	RPN
Válvula rotativa	Alimentação do moinho	Palheta- Desgaste das palhetas	1-Travamento pelo próprio material transportado devido a folga excessiva entre carcaça da válvula e rotor	5	8	2	80
		Palheta- quebra dos parafusos de fixação	2-Travamento pelo próprio material transportado devido a folga excessiva entre carcaça da válvula e rotor	1	8	2	16
		Redutor- Temperatura alta	3-Perda das características do lubrificante que protege o contato das partes metálicas no interior do redutor levando a fadiga.	1	5	2	10
		Redutor- nível de óleo baixo	4-Desgaste dos componentes devido à falta de proteção do lubrificante	3	3	1	9
		Redutor- vibração	5-Fadiga dos componentes internos do redutor devido a vibração excessiva	2	3	2	12
		Defletora- Desgaste da borracha de revestimento	6-Não limpeza do excesso de material do rotor levando ao travamento do mesmo	4	3	2	24

Fonte: O autor

Continuação da Tabela 11: Análise dos modos e efeitos de falha da válvula

Equipamento	Função	Modo de falha	Efeito de falha	Ocorrência	Severidade	Detecção	RPN
Válvula rotativa	Alimentação do moinho	Tampas- Desgaste das chapas de revestimento	7-Travamento pelo próprio material transportado devido a folga excessiva entre carcaça da válvula e rotor	5	8	2	80
		Tampas- Quebra dos parafusos de fixação	8-Travamento pelo próprio material transportado devido a folga excessiva entre carcaça da válvula e rotor	1	8	2	16
		Rolamentos: Aquecimento	9-Perda dos componentes da graxa e desgaste prematuro do rolamento e quebra	2	8	2	32
		Rolamentos-Travamento	10-Parada da válvula por motivo Impossibilidade de giro do rotor	3	8	2	48
		Motor- Enrolamento Danificado	11-Parada da válvula por motivo Impossibilidade de giro do rotor	2	8	2	32
		Motor- Rolamento travado	12-Parada da válvula por motivo Impossibilidade de giro do rotor	2	8	2	32
		Motor- Falha isolamento	13-Parada da válvula por motivo Impossibilidade de giro do rotor	2	8	2	32

Fonte: O autor

Após levantamento de todos os modos e efeitos de falha e classificação da criticidade segundo pontuação sobre o cálculo RPN da válvula rotativa, criamos o plano de ação para controle da manutenção onde posteriormente a execução do mesmo, esperamos eliminar ou mitigar os riscos de falhas. Conforme Pinto & Nascif (2001) e Viana (2014), o levantamento de informações e a coleta de dados realizados corretamente auxiliam os gestores no entendimento de como o setor de manutenção está estruturado frente os seus recursos financeiros e humanos.

Tabela 12: Plano de ação para mitigação dos riscos

Efeito de falha	Ação
1-Travamento pelo próprio material transportado devido a folga excessiva entre carcaça da válvula e rotor	Criar plano de manutenção preventiva para checagem do desgaste das palhetas periodicamente. Se o desgaste for maior que 3mm a palheta deverá ser ajustada.
2-Travamento pelo próprio material transportado devido a folga excessiva entre carcaça da válvula e rotor	Criar plano de troca dos parafusos nas paradas de manutenção anuais
3-Perda das características do lubrificante que protege o contato das partes metálicas no interior do redutor levando a fadiga.	Instalar sensor de temperatura que comunique com CLP e criar alarmes de atenção na tela para acompanhamento do equipamento pelo operador.
4-Desgaste dos componentes devido à falta de proteção do lubrificante	Criar plano de manutenção preventiva para inspeção do nível de óleo bimestral
5-Fadiga dos componentes internos do redutor devido a vibração excessiva	Criar plano de manutenção preditiva para medições mensais

Fonte: O autor

Continuação da Tabela 12: Plano de ação para mitigação dos riscos

Efeito de falha	Ação
6-Não limpeza do excesso de material do rotor levando ao travamento do mesmo	Criar plano de manutenção preventiva para checagem do desgaste da borracha periodicamente. Trocar se necessário.
7-Travamento pelo próprio material transportado devido a folga excessiva entre carcaça da válvula e rotor	Criar plano de manutenção preventiva para checagem do desgaste do revestimento periodicamente. Se o desgaste for maior que 3mm a tampa deverá ser trocada.
8-Travamento pelo próprio material transportado devido a folga excessiva entre carcaça da válvula e rotor	Criar plano de troca dos parafusos nas paradas de manutenção anuais
9-Perda dos componentes da graxa e desgaste prematuro do rolamento e quebra	Instalar PT100 nos rolamentos do motor que gerem alarmes no CLP.
10-Parada da eclusa por motivo Impossibilidade de giro do rotor	Criar plano de troca dos rolamentos anualmente.
11-Parada da eclusa por motivo Impossibilidade de giro do rotor	Criar plano de inspeção no enrolamento do motor anualmente.
12-Parada da eclusa por motivo Impossibilidade de giro do rotor	Criar plano de troca dos rolamentos anualmente
13- Parada da eclusa por motivo Impossibilidade de giro do rotor	Criar plano de inspeção no enrolamento do motor mensalmente.

Fonte: O autor.

Após conhecer todas as possibilidades de falha da válvula rotativa, será possível intervir de forma preventiva no equipamento para eliminar as paradas corretivas por travamento. De certa forma, mostrando os ganhos que poderemos ter diminuído essas paradas incidentais, ganharemos forças para aquisição de uma nova

válvula sobressalente que facilitará as manutenções e possibilitará intervenções no meio da campanha, uma vez que retirar e montar uma válvula dessa precisaríamos de no máximo 18 hora de manutenção, ao contrário do cenário atual onde não é possível parar a válvula para recondicionamento devido necessidade de dias para tal.

2.3 Vivência do aluno João Marcos de Oliveira

2.3.1 Auto apresentação

Após o término do ensino médio, iniciei o Curso técnico em eletrotécnica por ter como inspiração meu Pai. Logo que concluir o curso técnico, fui exercer a função de auxiliar de mecânico dentro em empresa do ramo de fabricação de cimento, onde sempre tive vontade de trabalhar, uma vez que meu pai trabalha há 29 anos na mesma empresa.

Trabalho há 7 anos na empresa e sou grato todos os dias pela oportunidade e aprendizado diário. Durante este tempo, mediante oportunidades, pude ingressar na graduação de Engenharia Mecânica, onde estou em constante evolução profissional e pessoal com muito afincamento e dedicação.

2.3.2. Apresentação do local da vivência

Meu reaproveitamento profissional foi realizado em empresa do ramo de fabricação de cimento na região da cidade de Ijaci-MG. A empresa é uma das líderes na produção de cimento no Brasil, tem uma capacidade mensal de produção de 150 mil toneladas de cimento. Conta com uma planta completa: desde a sua extração do Calcário matéria base para produção do Clínquer que conseqüentemente é a principal matéria para produção de Cimento.

Meu estágio teve como objetivo evidenciar atividades como Técnico de Manutenção Mecânica, em que seguimos uma rotina de inspeções preventivas. Minha função como Técnico em Manutenção envolve o acompanhamento dos equipamentos em operação, realizando inspeções preventivas baseadas em ordens de serviço de alta frequências (periodicidade de 15 dias) geradas a partir de um plano de manutenção criado dentro de um sistema operacional o SAP. Quando necessárias, sou responsável também por realizar as manutenções corretivas durante quebras emergenciais. Além disso, atuo na organização de 5s da área, em conjunto a equipe

de limpeza disponibilizada no horário, e realizo o Checklist de parada programada. Se realizadas de forma detalhada, as inspeções podem prevenir ou mesmo eliminar paradas inesperadas dos equipamentos, evitando assim a perda dos indicadores de produção e manutenção dos ativos.

A seguir será apresentado um pouco da minha rotina de inspeções relatando as atividades e detalhando com fotos e descrições os equipamentos nos quais eu atuo diretamente.

2.3.3 Fundamentação Teórica

2.3.3.1 Sala de Compressores

Composta por 10 compressores parafuso rotativo, que é um tipo de compressor de ar que utiliza um mecanismo de deslocamento positivo, do tipo rotativo. É comum usá-lo para substituir o compressor de pistão, onde são necessários grandes volumes de ar de alta pressão, tanto para grandes aplicações industriais ou para operar ferramentas de ar de alta potência. Uma fotografia da sala de compressores é apresentada na Figura 14.

Figura 14. Compressores Atlas Copco.



Fonte: Acervo Fábrica de Cimento (2022).

Conforme definido por Viana (2020), a manutenção tem o objetivo de manter em perfeito estado produtivo os bens de produção. Assim sendo, minha função de Técnico em Manutenção é inspecionar cada compressor para verificar a existência de vazamento de óleo ou de ar em tubulações que possa prejudicar a eficiência do equipamento, mangueiras furadas etc.

Cada compressor tem uma TAG (etiqueta de identificação de equipamentos) - exemplos 741CP01, 741CP02, 741CP03. Em caso de anomalias encontradas, temos um Plano de Manutenção. Este contém instruções de segurança, ferramentas e o passo a passo a ser seguido para a sua resolução (ATLAS COPCO, 2003).

Podemos correlacionar a Figura 14 com as disciplinas: Elementos de Máquinas que é o órgão unitário que em conjunto com outros componentes formam as partes elementares de uma máquina, em Manutenção Industrial aprendi que o conjunto de atividades, tem objetivo de verificar e garantir a vida útil de um equipamento. Higiene e segurança do trabalho procuram reduzir os riscos profissionais, identificando e minimizando fatores que podem, eventualmente, afetar o ambiente dos colaboradores.

2.3.3.2 Correia Transportadora

Uma fotografia digital da correia transportadora é apresentada na Figura 15.

Figura 15. Correia Transportadora.



Fonte: Acervo Fábrica de Cimento. (2022)

Este equipamento é responsável pelo transporte de Calcário e Gesso. As inspeções de rotina visam verificar a emenda da correia, se há desgaste na cobertura da correia, nos roletes de carga, de retorno e auto-alinhante, raspadores primário/secundário (AUMUND GROUP, 2003). Em caso de problema que possa prejudicar o funcionamento do equipamento, atuamos de imediato para solução, Conforme Moreira Neto (2017) a necessidade de reparos nas máquinas fez surgir um órgão direcionado a manutenção corretiva.

Caso contrário, comunicamos o responsável pela área que conseqüentemente irá abrir nota para manutenção, Segundo Branco Filho (2008, p.5) o PCM é o "*conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, usando os meios disponíveis.*".

A Figura 15 está relacionada as disciplinas: Automação industrial realização de tarefas de controle de mecanismos e funções com o objetivo de otimizar processos

produtivos, Manutenção Industrial aprendi que o conjunto de atividades, tem objetivo de verificar e garantir a vida útil de um equipamento e Organização industrial fornecer uma visão geral dos sistemas de produção em seus aspectos históricos (formas, evolução, tendência atuais) e sistemáticos (estruturas e componentes dos sistemas de produção).

2.3.3.3 Moinho Atox de Farinha de Crú

O Moinho Atox é um moinho vertical desenhado para a moagem de matérias primas. Uma fotografia digital do moinho Atox de Farinha de Crú é apresentada na Figura 16.

Figura 16. Moinho Atox de Farinha Crua



Fonte: Acervo Fábrica de Cimento (2022).

Segundo Smidth (2003), o processo de moagem ocorre quando cilindros hidráulicos presos a um conjunto de rolos exercem o tensionamento dos mesmo sobre uma mesa de moagem rotativa horizontal acionada por um redutor de engrenagens paralelas que trituram as pedras de calcário à pó (farinha crua).

No caso deste equipamento estar em operação, é possível apenas fazer a inspeção auditiva (ruídos anormais) com a experiência e conhecimento do Técnico da área. Em caso de anomalia, solicitamos a parada imediata do equipamento para inspeção interna seguindo procedimento do manual de Smidth (2003). Já em seus periféricos, é possível fazer inspeção na unidade hidráulica verificando nível do tanque de óleo e as condições de operação dos cilindros de rolos.

A figura 16 correlaciono as disciplinas: Automação industrial realização de tarefas de controle de mecanismos e funções com o objetivo de otimizar processos produtivos, Processo de fabricação 2 processos de fabricação mecânicos de fabricação por Fundição em areia, shell-moulding, cera perdida e sob-pressão; Processos de conformação plástica, Laminação, Forjamento em matriz aberta e fechada, Estampagem, Trefilação e Extrusão e Fundamentos dos sistemas hidráulicos

2.3.3.4 Moinho Atox de Coque

Este equipamento segue o mesmo procedimento de inspeção do moinho anteriormente descrito na Figura 16. No entanto, o Moinho Atox de Coque, apresentado na Figura 17, apresenta capacidade de produção inferior, chegando até 30 ton/h estável.

Figura 17. Moinho Atox de Coque



Fonte: Acervo Fábrica de Cimento. (2022)

Durante a operação normal, o moinho é controlado/operado a partir de um painel de controle central. A partida e parada do moinho é feita pela Sala de comando central, como descrito por FLSMIDTH (2003).

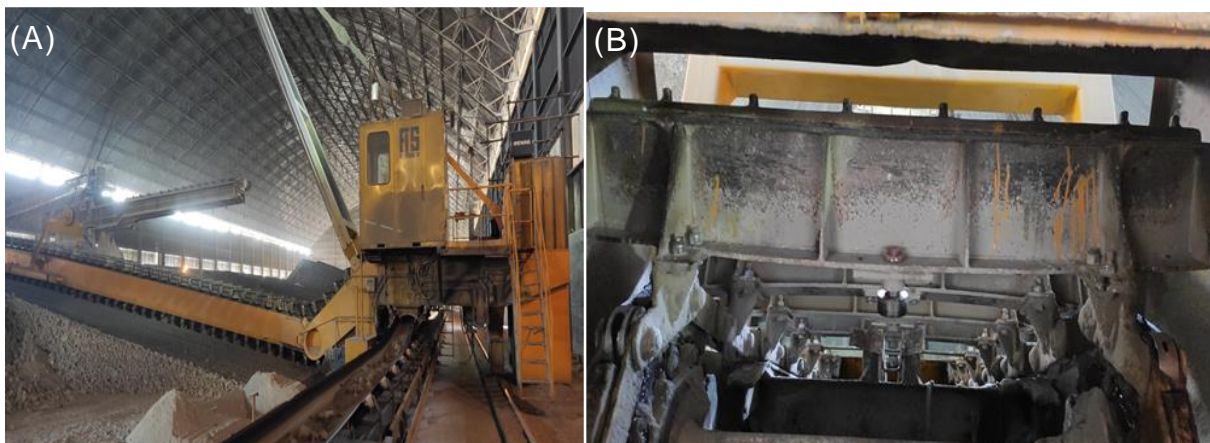
Correlacionamos a Figura 17 as disciplinas: Soldagem definida como processo de união de metais, similares ou não, de forma permanente, processos de soldagem por pressão ou deformação, processos de soldagem por fusão e os tipos de soldagem MIG/MAG, TIG e eletrodo revestido, Transmissão de calor os métodos que são radiação, condução e convecção. O calor é um tipo de energia que pode ser transferido de um corpo para o outro quando há diferença de temperatura entre eles e Controle de vibrações é de extrema importância para o conhecimento dos

Engenheiros Mecânicos que atuam principalmente na área de manutenção preditiva, com enfoque em análise de vibrações, pois estes irão se deparar com máquinas que estão submetidas a diversos fenômenos vibratórios.

2.3.3.5 RETOMADORA DE COQUE 231RE01/ RETOMADORA DE ADITIVO 133RE01

Neste equipamento, são realizadas inspeções nas caçambas, abas de fixação, parafuso de fixação e corrente de translação FLSmith (2003). Sua operação é realizada via supervisorío por uma central de comando ou *in loco* com o operador de área quando há necessidade de troca de pilhas de calcário e gesso. Segundo Chiavenato (2004), planejar significa interpretar o objetivo e estabelecer os meios necessários para realização desses objetivos com o máximo de eficácia e eficiência. Assim sendo, acompanhei um projeto de melhoria de retomadoras (cujas fotografias são apresentadas nas Figuras 18 (A-C) com o objetivo de proporcionar que seu controle fosse feito somente via supervisorío (Sala de comando central).

Figura 18. (A) Retomadora de Aditivo 133RE01. (B) Arraste da Retomadora de Aditivo 133RE01. (C) Retomadora de Coque 231RE01.





Fonte: Acervo Fábrica de Cimento (2022).

De acordo com Branco Filho (2008), controlar e prevenir falhas passou a fazer parte do dia a dia da equipe de manutenção o que trouxe resultados positivos em relação ao aumento da confiabilidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos. Além disso, obtém-se a redução dos riscos de segurança e saúde do trabalhador pela diminuição da exposição de pessoas aos riscos envolvidos nessa atividade. Conforme definido por Viana (2020), a manutenção tem o objetivo de manter em perfeito estado produtivo os bens de produção.

As Figuras 18 A-C estão diretamente relacionadas as disciplinas: Automação industrial realização de tarefas de controle de mecanismos e funções com o objetivo de otimizar processos produtivos, Desenho Técnico Mecânico avalia a eficiência e o surgimento de possíveis erros, antes da construção de uma máquina e Engenharia de materiais aplicar um material em um processo, tanto como matéria-prima quanto como produto final.

2.3.3.6 RETOMADORA DE CALCÁRIO MINA SUL 131RE01

Este equipamento, representado nas Figuras 19 A-B, é responsável pelo abastecimento de calcário para o moinho de cru.

Figura 19. (A) Retomadora de Calcário 131RE01. (B) Pilha II de Calcário Mina Sul, cada pilha tem em média 23 a 25 mil toneladas de Calcário.



Fonte: Acervo Fábrica de Cimento (2022).

Aqui, o procedimento de inspeção envolve a verificação das caçambas de retomada, dos parafusos de fixação, da corrente do arraste, inspeção do desmancha pilha, da fixação dos garfos, da existência de ruídos anormais nas rodas dos trilhos de translação e da efetividade da lubrificação. De acordo com Branco Filho (2008) controlar e prevenir falhas passou a fazer parte do dia a dia da equipe de manutenção o que trouxe resultados positivos em relação ao aumento da confiabilidade e

disponibilidade de máquinas e equipamentos. As presentes instruções tratam de situações que segundo experiência obtida são as que aparece com mais frequência. Não é viável uma enumeração exaustiva de todos as condições imagináveis que possam surgir durante serviço de inspeção do equipamento de acordo com o manual fornecido pela FLSmith (2003). Quando há a troca de pilha, a cada 3 ou 4 dias, a operação é feita manual pelo painel de controle.

As Figuras 19 A-B estão ligadas as disciplinas: Processo de Fabricação 1, em que aprendemos a utilizar equipamentos mecânicas para conformar peças metálicas. Estes processos podem ser agrupados em cinco famílias básicas, quais sejam: Conformação Mecânica (ex. extrusão, trefilação), Fundição, Soldagem, Metalurgia do pó, Usinagem. Fenômenos de Transportes, em que fazemos um estudo sistemático e unificado da transferência de quantidade de movimento, energia e matéria. Automação Industrial, onde associamos a realização de tarefas de controle de mecanismos e funções com o objetivo de otimizar processos produtivos.

2.4 Vivência do Aluno Mário Henrique Assis Ferreira

2.4.1 Auto apresentação

Em razão do mercado de trabalho, apontar para a necessidade de profissionais com formação técnica, ingressei no curso técnico de mecatrônica. Em cumprimento a exigência do curso do estágio supervisionado, tive a oportunidade de estagiar em uma empresa do ramo ferroviário, na área de manutenção de vagões, o que me despertou grande interesse pelo ofício. Ao concluir o estágio não tive dúvidas de que a graduação em engenharia mecânica era a minha vocação. Logo, me preparei para o vestibular e ingressei no curso de Engenharia Mecânica no ano 2018.

2.4.2 Apresentação do local da Vivência

Nesse estágio tive a oportunidade de conhecer a estrutura de uma grande empresa, com vários departamentos, como Meio Ambiente, Operação (que cuida do transporte), eletroeletrônica, além dos administrativos, como RH, Financeiro e Tecnologia de Informação (TI). Durante o estágio aprendi sobre hierarquia, gestão da qualidade, e atividades inerentes a manutenção, como ações preventivas e corretivas, execução de *check list*, prevenção de acidentes, análise de risco e ordem de serviço, funções essas que confirmaram minha aptidão para o trabalho em manutenção.

Nesse momento, estou em um período de estágio, em uma prestadora de serviço terceirizada na planta industrial de uma empresa automotiva onde exerço a função de Auditor Interno da Qualidade. Uma função desafiadora na medida que, ao identificar as falhas no processo, posso contribuir para a qualidade final do produto Também, a auditoria permite identificar as falhas “humanas” no referido processo. É necessário ter, além de conhecimento técnico, habilidade na interação com a equipe, sempre pautado no objetivo único de crescimento e desenvolvimento da organização.

2.4.3 Objetivo da auditoria

Auditoria é o exame das operações, atividades e sistemas de determinada entidade, com vista a verificar se são executados ou funcionam em conformidade com determinados objetivos, orçamentos, regras e normas (NOVIDA, acesso em 2022). De acordo com Paladini (2004) afirma que, sob a ótica da competitividade, o desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Qualidade sólido que pode favorecer a empresa em diversos aspectos conforme apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Benefícios da Gestão da Qualidade

Satisfação do Cliente	Melhoria do desempenho do produto e consequentemente maior satisfação do consumidor
Imagem da Organização	Melhoria da imagem da organização percebida pelo cliente
Redução de Custos	Redução de custos, movida pelo aumento da produtividade e eficiência
Motivação dos Colaboradores	Melhoria da comunicação, moral e satisfação no trabalho

Fonte: Adaptado de (PALADINI, 2004, p. 31)

Conforme a Tabela 13, a auditoria pode contribuir também com a seleção de profissionais qualificados, identificar os objetivos de cada colaborador para mantê-los motivados e garantir que todos trabalhem satisfeitos produzindo muito mais (BENITES & ARANHA, 2014; PARDINI, 2019; GALAN, 2017). Para assegurar o padrão estabelecido pelas normas de qualidade, à parte técnica, o estado de motivação da equipe se faz importante. Assim, os funcionários têm que estar satisfeitos com o trabalho, bem treinados e preparados para executar um bom serviço conforme exige a Matriz PQPT - Plano de Qualificação no Posto de Trabalho. Essa ferramenta é fundamental para, por exemplo, operação de equipamentos, conforme Tabela 17. Exemplo: O operador Nível 1 não tem conhecimento, logo não pode operar. O operador Nível 2 tem conhecimento e não tem autonomia. A Tabela 18 contempla

todos os níveis e respectiva autonomia. O operador, um funcionário sem treinamento e insatisfeito pode comprometer todos esses elementos (BENITES; ARANHA, 2014).

As empresas devem estar sempre atentas para as expectativas de seus funcionários, para que possa desta forma atingir os objetivos finais. Através de uma parceria que atenda tanto os interesses da empresa como os interesses dos funcionários, a empresa só terá a ganhar, pois um funcionário satisfeito trabalhará mais animado e produz muito mais (ARTER, 2003). Desta forma, ambos atingirão seus objetivos, conforme demonstrado no comparativo representado na Tabela 14.

Tabela 14 - Os objetivos organizacionais e os objetivos individuais

Objetivos organizacionais	Objetivos individuais
Sobrevivência	Melhores salários
Crescimento sustentado	Melhores benefícios
Lucratividade	Estabilidade no emprego
Produtividade	Segurança no trabalho
Qualidade nos produtos/serviços	Qualidade de vida no trabalho
Redução de custos	Satisfação no trabalho
Participação no mercado	Consideração e respeito
Novos mercados	Oportunidades de crescimento
Novos clientes	Liberdade para trabalhar
Competitividade	Liderança liberal
Imagem no mercado	Orgulho dá organização

Fonte: Adaptado de (CHIAVENTATO, 2008)

O quadro representado na Tabela 14 pode ser correlacionado com as disciplinas: gestão de projetos, onde aprendemos a Visão, entendimento e percepção do papel da Gestão de projetos no Ambiente Empresarial, bem como das Áreas de Conhecimento da Gestão de Projetos, do Ciclo de Vida de Projetos e dos Processos da Gestão de Projetos; na automação industrial aprendemos sobre qualidade nos produtos/serviços e redução de custos, uma das principais ferramentas para o sucesso da automação industrial. Na Engenharia Industrial temos a oportunidade de crescimento, Liderança e Qualidade dos produtos/serviços importantes para o desenvolvimento organizacional.

A Auditoria Interna necessita do apoio da alta direção, na gestão com o trabalho, com recursos materiais e humanos, na divulgação da importância do trabalho da Auditoria, na disseminação do espírito de equipe entre os auditores e colaboradores a fim de que os resultados sejam alcançados (CHRISTINO, 2021).

De acordo com a ISO 9001 (2015) as responsabilidades da alta direção são 14, e estão listadas a seguir:

1. Prestar contas pela eficácia do sistema de gestão da qualidade;
2. Assegurar que a política e os objetivos da qualidade sejam estabelecidos para o sistema de gestão da qualidade e que sejam compatíveis com o contexto e a direção estratégica da organização;
3. Assegurar a integração dos requisitos do sistema de gestão da qualidade nos processos de negócio da organização;
4. Promover o uso da abordagem de processo e da mentalidade de risco;
5. Assegurar que os recursos necessários para o Sistema de Gestão da Qualidade estejam disponíveis;
6. Comunicar a importância de uma gestão da qualidade eficaz e sua conformidade com os requisitos do sistema de gestão da qualidade;
7. Assegurar que o sistema de gestão da qualidade alcance seus resultados pretendidos;
8. Engajar, dirigir e apoiar pessoas a contribuir para a eficácia do sistema de gestão da qualidade;
9. Promover melhorias;
10. Apoiar outros papéis pertinentes da gestão a demonstrar como sua liderança se aplica às áreas sob sua responsabilidade;
11. Demonstrar liderança e comprometimento com relação ao foco no cliente;
12. Assegurar que as responsabilidades e autoridades e papéis pertinentes sejam atribuídas, comunicadas e entendidas na organização.
13. Analisar criticamente o sistema de gestão da qualidade da organização.
14. Estabelecer, implementar e manter uma política da qualidade

planilhas no Excel, proporcionado concomitante com o Estágio Supervisionado, o que será aplicado constantemente em Manutenção Industrial.

2.4.5 Tipos de auditoria

2.4.5.1 Tipos de auditorias da qualidade

Conforme evidenciado por Sestrem (2021), pode-se dividir as auditorias de qualidade em três tipos:

- Auditorias internas - são aquelas praticadas pelo pessoal interno da empresa buscando identificar falha no processo, ou até mesmo para certificação na Gestão da Qualidade.
- Auditoria de 2ª parte (fornecedor): essa auditoria busca avaliar o fornecedor a fim de garantir matéria prima de qualidade com o objetivo de garantir a qualidade do produto.
- Auditoria de 3ª parte. Essa auditoria, também chamada externa, busca identificar se os procedimentos adotados atendem às exigências dos órgãos certificadores.

2.4.5.2 Auditoria Interna de Processos

De acordo com Werneck (2021) a auditoria de processos pode ser considerada como uma “avaliação dos sistemas de controle e verificação de uma empresa com o objetivo de definir se os recursos produtivos e humanos estão sendo empregados da maneira mais eficiente possível, evitando retrabalho e desperdícios na operação”.

Werneck (2021) em seu artigo intitulado “Auditoria de processos: objetivos e passo a passo de como fazer” apresenta as 05 etapas principais para implementar sua auditoria: Planejamento da auditoria, mapeamento dos processos, análise e

identificação dos riscos, formulação de controles internos, execução e revisão dos resultados.

2.4.5.3 Planejamento da auditoria

O planejamento da auditoria requer, em primeiro lugar, definição dos setores e processos a serem auditados. Em seguida, é traçado um plano de auditoria conforme exposta na Tabela 16, onde estão definidos e relacionados todos os itens a serem auditados, para que o cumprimento destes apresentem o resultado esperado no produto (WENECK, 2021).

As não conformidades identificadas permitem que a empresa revise o processo e melhore o sistema (NOVIDA, 2022). Uma das ferramentas utilizadas é o 4M - Método, Máquina, Materiais e Mão de Obra, que consiste em auditar esses quesitos, conforme demonstrado detalhadamente na Tabela 16.

Tabela 16: Controle dos 4M: Método, Máquina, Mão de Obra, Materiais e Mão de Obra

ÁREA 09			UTE: ÁREA 9		ÁREA: CELULA 03		DATA:		TURNO: 1º	
4M	item	REQUISITOS	OK	PRIORIDADE			Nº ANC			
				1	2	3				
MÉTODO	1	Os documentos relacionados a operação (FMEA, Instrução de trabalho e Plano de Controle) existem e estão atualizados e em acordo com a operação?								
	2	Os padrões de produção / especificações / desenhos estão atualizados?								
	3	Para as operações críticas, a máquina está propriamente identificada com adesivo de características especiais e a documentação também reflete as características especiais do processo?								
	4	A matriz de PQPT existe e está atualizada?								
	5	A validação das primeiras peças é realizada conforme planejada e em caso de troca de setup?								
	6	Existe evidência da verificação da conformidade do produto após uma parada de linha (planejada ou não)? Existe um procedimento que oriente esta atividade e ele é aplicado?								
MÁQUINA	7	Existem "Dispositivos de Proteção de Estação" e os carinhos de intertravamento estão intactos e são usados corretamente (Segurança)?								
	8	CONTROLE DE APERTO DE DISPOSITIVOS DE PARAFUSO	As instruções do produto não conforme existem e são aplicadas? (por exemplo, o produto não conforme é inutilizado?)							
	9		O layout requerido esta sendo utilizado conforme planejado?							
	10		O ferramental / Poka yoke requeridos no Procedimento Operacional Padrão e Plano de Controle funcionam perfeitamente (etapas de trabalho e os parâmetros correspondem a receita)?							
MÁQUINA	11	DISPOSITIVOS DE CONTROLE	Os equipamentos de medição requeridos pela documentação técnica estão claramente identificados e sem ambiguidade?							
	12		Os equipamentos de medição correspondem aos requisitos do procedimento interno?							
	13		Os equipamentos de medição estão funcionando corretamente?							
	14		Onde solicitado, as configurações, calibrações e certificações são controladas e monitoradas corretamente?							
MATERIAIS	15	Os materiais utilizados na operação estão requeridos pelo cartão Kanban / Plano de Controle ?								
	16	Os contenedores requeridos no procedimento operacional padrão estão sendo utilizados?								
	17	Os componentes são fornecidos intactos, em conformidade com o desenho / especificação / embalagem e com os conteúdos de rastreabilidade exigidos?								
	18	Os recipientes são intactos e limpos? (Incrustação com fluidos, resíduos de usinagem, corpos estranhos, etc)								
	19	O material armazenado é gerenciado corretamente? (FIFO, proteção, armazenamento etc.)								
	20	Os materiais (peças soltas e / ou subconjuntos) são manuseados de forma a proteger sua integridade e conformidade?								
MÃO DE OBRA	21	A Sequência e o Método de Execução da Operação exigidos pelo Procedimento Operacional (SOP) Padrão estão de acordo?								
	22	As atividades de verificação executadas pelo operador estão em conformidade com a prescrição do Plano de Controle?								
	23									
	24									
NOTA FINAL			Resultado Percentual							

Fonte: Própria autoria (2022), adaptado de documento fornecido por uma Industria Automotiva.

De acordo com Falconi (1992), este método de controle é de extrema importância para ajustar e definir as prioridades dos processos, e relaciona-se com o aprendizado em Informática e Linguagem de Programação, quando aprendemos a elaboração de planilhas no Excel, proporcionado concomitante com o Estágio Supervisionado, o que será aplicado constantemente em Manutenção Industrial.

2.4.6 Mapeamento dos processos

Periodicamente deverá ser feito o mapeamento dos processos a fim de confirmar as ações aplicadas e garantir o resultado. Neste trabalho, entendemos que das ferramentas normalmente utilizadas, a mais adequada é o *brainstorming*, que consiste de uma reunião com os colaboradores envolvidos em que todos terão oportunidade de colocar suas ideias em discussão, permitindo assim melhor visão da realização das atividades diárias.

2.4.7 Análise e identificação dos riscos

A auditoria atua também na prevenção de riscos. Nesse trabalho, vamos citar o Plano de Controle: Esta ferramenta determina o nível de risco de um equipamento, os riscos inerentes e as ações necessárias para segurança. Na atuação do auditor, considera-se uma não conformidade a ausência de um Plano de Controle devidamente atualizado. Portanto, mais um item dentro de uma organização que a Auditoria Interna irá contribuir para a otimização da operacional. A Matriz do Plano de Qualificação no Posto de Trabalho, ilustrada na Tabela 17, é uma excelente ferramenta para tal.

Tabela 17 Matriz PQPT – Plano de Qualificação no Posto de Trabalho

MATRICULA		PLANO DE QUALIFICAÇÃO NO POSTO DE TRABALHO																												
		1 Ausência de conhecimento			2 Demonstra Conhecimento, sabe aplicar, mas não tem autonomia					3 Demonstra Conhecimento sabe aplicar e tem autonomia					4 Apto e treinado, a companhia outros colaboradores															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
OPERADOR		PREPARAÇÃO DAS GANCHEIRAS	ABASTECIMENTO	OPERAR REBOCADOR MASTER MOVER	OPERAR BRAÇO ARTICULADO	OPERAR SISTEMA DE GIRO DA MESA GIRATORIA	DESABASTECIMENTO	VERIFICAÇÃO DAS VEDAÇÕES DAS GANCHEIRAS	VERIFICAR EMPENAMENTO DAS GANCHEIRAS	TROCA DAS VEDAÇÕES	SET UP DO BRAÇO ARTICULADO	VERIFICAÇÃO DO PRE TRATAMENTO	COLHEITA AMOSTRA PARA ANÁLISE QUÍMICA	VERIFICAR TELA PRINCIPAL DO PAINEL CENTRAL DA ÁREA	VERIFICAR AS TELAS DA CATAFORESE PAINEL CENTRAL	VERIFICAR TUA DA ESTUFA PAINEL CENTRAL	VERIFICAR TELA DO TRANSFORMADOR CENTRAL	LIMPEZA DO TROCADOR DE CALOR - CARRINHO DE ACIDO	INICIAR OPERAÇÃO DO REFINADOR TERMO	OPERAÇÃO DE ULTRAFILTRAÇÃO	VERIFICAR O SISTEMA ANOLITO	LIMPEZA DA ESTUFA	REGENERAÇÃO DE AGUA	MEDIDAÇÃO DE CARGAS	TESTE DE ADERÊNCIA	LAVADOURA DE FERRAGENS	TRANSFIDIDO CONVENCIONAL	OPERAR RTO		
2255187	MÁRIO FERREIRA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	
2255188	RAFAEL GOMES	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
2255858	GRABRIEL MASSOTE	4	4	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
22557412	THAIS DA SILVA	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	1	1
22558963	JESSICA CARVALHO	4	4	4	2	2	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
22558521	ADRIANO OLIVEIRA	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	2
22557854	ALVARO ABREU	4	4	4	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	4	1	3	3	
2255478	OLEISES JUNIOR	3	3	3	3	3	1	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4	4	2	4	1	1	3	2	
22559632	BRUNO CARVALHO	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	1	2	4	3	2	3	2	
2255896	RODRIGO MARQUES	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	2	2	2	2	
2255236	THIAGO ASSIS	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	1	2	4	3	1	1	1	1	
2255486	LUANA FERREIRA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3	3	3	3	1	3	4	1	2	3	3	3	3	3	3	
22558564	JÓÃO MARCOS OLIVEIRA	2	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
22558721	ISODORA COTA	3	3	3	1	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
22553678	MATHEUS PEREIRA	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	1	1	4	
22559137	KARLA CARVALHO	2	2	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	1	1	1	1	
2255486	RODRIGO PEREIRA	3	3	3	3	3	3	3	4	1	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	
2255682	LUCAS OLIVEIRA	4	4	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Figura 4- Cronograma da Matriz PQPT.

PROXIMA ATUALIZAÇÃO 05/04/2022

Fonte: Própria autoria (2022) adaptado de documento fornecido por uma Indústria Automotiva.

Essa ferramenta utiliza um processo para delegar autonomia aos operadores, muito importante na Gestão de Projetos na medida que toda a organização tem conhecimento das pessoas chave do processo e suas qualificações (FALCONI, 1992; NOVIDA, 2022; WERNEK, 2021). Ainda, podemos aplicar a metodologia em Manutenção Industrial em células de trabalho e Organização Industrial como um todo.

2.4.8 Formulação de controles internos

Toda organização estabelece seus controles tais como normas e diretrizes, e um deles é a Auditoria Interna. Como já vimos nesse trabalho, a Auditoria Interna possibilita a redução de custos, evita prejuízos e alavanca resultados (NOVIDA, 2022; WERNEK, 2021).

No contexto da Auditoria interna são criadas planilhas determinando os quesitos a serem auditados garantindo a eficácia operacional e gerando relatórios sobre o desempenho garantindo a não conformidade, como exposto na Tabela 18.

Tabela 18: Análise da evolução ou decréscimo da não conformidade.

Nº	4M	DATA DA AUDITORIA	ITEM DO 4M	UTE	ÁREA	NÃO CONFORMIDADE ENCONTRADA	AÇÃO	RESPONSÁVEL	SETOR RESPONSÁVEL	DATA DA ABERTURA	DATA ALVO (FIM)	DATA CONCLUSÃO	STATUS
1ªM	MÉTODO	06/01/2022	2	ÁREA 02	-	Evidenciado Plano de Controle (L020) 0002 - 028 revisão 05 Desatualizado.	Atualizar plano de controle (L020) 0002 - 028.	RAFAEL GOMES / MÁRIO	QUALIDADE	06/01/2022	18/01/2022	18/01/2022	CONCLUÍDO
1ªM	MÉTODO	06/01/2022	6	ÁREA 02	-	Evidenciado no Plano de controle (L020) 0002 - 028 registro CPM2 - 02 revisão 03 Desatualizado.	Atualizar registro CPM2 - 02	RAFAEL GOMES / MÁRIO	QUALIDADE	06/01/2022	15/01/2022	15/01/2022	CONCLUÍDO
2ªM	MÁQUINA	06/01/2022	7	ÁREA 02	-	Evidenciado carrinho de Interveramento, sem adesivo de identificação e o mesmo não trava ao iniciar uma operação.	Comunicar à MANUTENÇÃO e identificar carrinho de interveramento.	RAFAEL GOMES	MANUTENÇÃO	06/01/2022	08/01/2022	08/01/2022	CONCLUÍDO
2ªM	MÁQUINA	06/01/2022	8	ÁREA 02	-	Evidenciado caixa de refugo destrancada.	Caixa de refugo deve sempre permanecer trancada e identificada.	RAFAEL GOMES / JOÃO MARCOS	PRODUÇÃO	06/01/2022	07/01/2022	07/01/2022	CONCLUÍDO
2ªM	MÁQUINA	06/01/2022	11	ÁREA 02	-	Evidenciado paquímetro COD PQ 0015 - 01 com selo de validade de calibração 09/2021	Paquímetro PQ 0015 - 01 deve ser retirado da área para a devida calibração.	RAFAEL GOMES / OLEISES	METROLOGIA	06/01/2022	06/02/2022	06/02/2022	CONCLUÍDO
3ªM	MATERIAIS	06/01/2022	16	ÁREA 02	-	Evidenciado contenedor sem o cartão de identificação.	Identificar contenedores na área.	RAFAEL GOMES / JOÃO MARCOS	PRODUÇÃO	06/01/2022	08/01/2022	08/01/2022	CONCLUÍDO
1ªM	MÉTODO	22/02/2022	5	ÁREA 01	CÉLULA 09	Não foi evidenciado validação das primeiras peças, conforme pede plano de controle (M100) 0008 - 004.	Executar validação conforme pede no plano de controle (M100) 0008 - 004.	MÁRIO / JOÃO MARCOS	PRODUÇÃO	22/02/2022	24/02/2022	24/02/2022	CONCLUÍDO
2ªM	MÁQUINA	22/02/2022	9	ÁREA 01	CÉLULA 09	Evidenciado raques fora do local requerido.	Manter equipamentos dentro do layout requerido.	MÁRIO / JOÃO MARCOS	PRODUÇÃO	22/02/2022	23/02/2022	23/02/2022	CONCLUÍDO
3ªM	MATERIAIS	22/02/2022	19	ÁREA 01	CÉLULA 09	Evidenciado caixa de componentes sem cartão FIFO.	Identificar caixa de componente com o cartão de identificação (FIFO).	MÁRIO / JOÃO MARCOS	PRODUÇÃO	22/02/2022	23/02/2022	23/02/2022	CONCLUÍDO

Fonte: Própria autoria (2022) adaptado de documento fornecido por uma Industria Automotiva.

Um plano de ação nos remete a muitas disciplinas, mas vamos nos pautar em Trabalho de Conclusão de Curso, Projeto mecânico por computador e Informática e linguagem de programação, na medida que essa ferramenta aponta responsabilidades, evidencia necessidades e alavanca resultados.

2.4.9 Execução e revisão dos resultados

As planilhas e relatórios gerados, demonstram o resultado percentual de conformidade por área conforme Tabela 19.

Tabela 19 - Resultado Percentual: Modelo de documento fornecido por uma Indústria Automotiva

Resultado Percentual anual														
AUDIT 2022	AVG 2021	JAN 22	FEV 22	MAR 22	ABR 22	MAI 22	JUN 22	JUL 22	AGO 22	SET 22	OUT 22	NOV 22	DEZ 22	2021 YTD
TARGET	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
AVG YTD	69,30%	80,40%	76,70%	77,60%	77,90%	76,00%	78,50%	77,80%	77,50%	77,80%				77,80%
AVG MONTH		80,40%	80,00%	81,50%	80,00%	77,70%	79,30%	78,50%	74,60%	82,80%				
ÁREA 1	72,10%		62,50%		78,90%	79,00%				81,60%				70,80%
ÁREA 2	73,80%	65,50%		76,40%	65,00%		84,30%	96%	81,00%	67,50%				70,50%
ÁREA 3	78,80%		80,70%	79,90%		82,00%	84,20%	85,50%	88,10%					81,40%
ÁREA 4	74,90%	85,00%	75,00%	75,60%	79,20%	90,50%	88,10%		77,60%	77,20%				82,00%
ÁREA 5	74,20%			74,90%	86,50%			49,50%	57,50%					64,50%
ÁREA 6	74,00%		80,00%			76,00%	69,90%	78,20%	68,00%	85,50%				74,70%
ÁREA 4 - CÉLULA 04	73,50%	69,90%	80,00%		77,60%	85,50%	71,50%	84,30%	65,50%					77,00%
ÁREA 1 - CÉLULA 03	73,50%	72,50%		69,00%					62,50%	92,10%				59,40%
ÁREA 1 - CÉLULA 09	72,20%	73,80%	76,10%	73,00%				68,00%		88,20%				70,50%
ÁREA 6 - CÉLULA 03	76,30%		84,60%	73,00%	82,10%		78,00%							75,50%
ÁREA 6 - CÉLULA 01	73,80%	67,90%	64,00%		75,60%	70,70%		53,50%	70,50%	88,20%				65,70%
ÁREA 1 - CÉLULA 07	73,20%	70,00%	67,80%	88,40%	84,00%			58,00%	60,70%	78,90%				68,60%
ÁREA 3 - CÉLULA 02	71,80%	71,50%	80,00%	75,60%	73,60%	69,20%			68,50%	69,90%				72,60%
ÁREA 3 - CÉLULA 06	71,90%		72,50%		74,90%	71,50%		88,20%		71,20%				72,00%
ÁREA 3 - CÉLULA 06	68,20%			81,50%	74,80%		53,20%		60,20%					58,30%
ÁREA 4 - CÉLULA 03	72,00%	78,10%	69,90%	75,00%	71,90%	74,60%	81,00%		79,90%	73,80%				78,00%
ÁREA 3 - CÉLULA 01	87,60%		88,90%		88,40%	86,50%			84,30%	87,50%				87,60%
ÁREA 1 - CÉLULA 05	72,50%	78,50%	75,60%	87,20%	73,30%			87,90%	82,30%	86,40%				72,50%
ÁREA 1 - CÉLULA 04	84,60%		85,80%		84,60%	82,40%	82,20%	78,90%	71,30%					84,90%
ÁREA 3 - CÉLULA 04	79,90%	83,50%	82,10%		80,30%	81,37%			84,30%	91,30%				79,60%
ÁREA 6 - CÉLULA 02	78,10%	88,40%		79,90%	80,70%	79,50%			84,30%					82,60%
ÁREA 4 - CÉLULA 02	93,40%		89,40%	91,60%	88,90%	74,60%			89,10%	88,90%				91,30%
ÁREA 3 - CÉLULA 03	65,40%	72,20%	69,80%	67,90%	67,50%	75,20%	84,30%	87,30%		75,60%				96,60%
ÁREA 1 - CÉLULA 01	74,50%		78,90%		76,90%	86,90%	100,00%		78,90%					72,10%
ÁREA 1 - CÉLULA 02	85,50%			86,90%	86,40%	74,60%	69,80%	91,20%		88,60%				83,50%
ÁREA 3 - CÉLULA 07	79,90%	66,80%			83,40%	89,60%	78,30%		85,60%	82,30%				81,90%
ÁREA 6 - CÉLULA 04	78,40%			89,70%	80,60%		68,00%	80,90%		80,00%				76,90%
ÁREA 4 - CÉLULA 01	63,90%	78,50%			68,70%	78,40%	79,90%		91,30%					76,70%
ÁREA 1 - CÉLULA 08	91,10%	87,60%	100,00%	90,00%		87,40%	76,50%	87,60%	87,30%	70,00%				93,60%
ÁREA 3 - CÉLULA 05	68,90%		100%		86,40%	68,90%	77,20%		88,60%					73,80%
QUANTIDADE DE AUDITORIA REALIZADAS	76,09%	16	21	18	26	20	18	17	22	19	0	0	0	79,41%

Fonte: Própria autoria (2022) adaptado de documento fornecido por uma Indústria Automotiva.

De acordo com Silva (2020), Novida, (2022) e Paladini (2004), ao apresentar o resultado, o Auditor deve cuidar para colocar em evidência os bons resultados e minimizar as falhas detectadas pela auditoria, demonstrando que, por exemplo, após correção o percentual elevou e assim foi atingido o objetivo de melhoria contínua.

Esse quadro remete aos ensinamentos de Cálculo III pois apliquei os ensinamentos da disciplina a fim de demonstrar o resultado percentual das auditorias realizadas. Em Estatística tivemos a base para entendimento percentual assim como em Fundamentos da Economia aprendemos sobre custos e seus processos para garantir a lucratividade.

2.4.10 Checklists como ferramenta na auditoria de processos

Como evidenciado por Werneck (2021), o checklist tem se apresentado como uma das mais eficientes ferramentas para não só acompanhar, mas também determinar agilidade e eficácia no processo de auditoria interna. A Tabela 20

apresenta um checklist demonstrando que pode garantir que os processos sejam executados de acordo com o planejamento, ajustando com rapidez o que não esteja em conformidade.

Tabela 20 - CHECK LIST de Pré-uso do tipo OK e NOK.

CHECK-LIST DE PRÉ USO			
RESPONSÁVEL: MÁRIO FERREIRA			
OPERADOR: JOÃO MARCOS		DATA: 21/04/2022	
OK	NOK	ITEM	DESCRIÇÃO
X		1	Equipamento de Proteção Individual - EPI: Verificar o uso correto e o estado de conservação.
X		2	Dispositivos de Segurança: Testar funcionamento, verificar proteções das partes móveis, comandos de emergência, comando bi-manual, cortina de luz e travas eletrônicas.
X		3	Organização e Limpeza: Verificar limpeza e organização de máquinas, equipamentos, ferramentas, pisos e via de acesso desobstruída, de forma que possibilite a movimentação com segurança.
X		4	Riscos Elétricos: Verificar se os painéis estão devidamente fechados e se não existem fios elétricos expostos na estrutura da máquina.
X		5	Riscos Mecânicos - Ferramentas Manuais: Verificar se as ferramentas estão em perfeitas condições de uso (Não possui improvisos, não estão danificadas e estão no local correto).
X		6	Treinamento: Recebi o treinamento específico para a operação deste equipamento e foi evidenciado através da assinatura da SOP?
X		7	Iluminação: Verificar se a iluminação está adequada (Lâmpadas acesas e bem posicionadas).
X		8	Carrinho/Embalagens: Verificar estrutura, posição, estado de conservação travas de segurança e condições de uso.
X		9	Vazamento/Derramamento: Verificar se o nível de óleo hidráulico está abaixo do limite máximo e não possui vazamento como (ar comprimido, água, óleo, parafu, etc).
X		10	Sinalização: Verificar se as sinalizações dos riscos de operação do equipamento e dos EPI's necessários para a operação estão disponíveis, se são de fácil entendimento e estão legíveis.

Fonte: Própria autoria (2022) adaptado de documento fornecido por uma Indústria Automotiva.

O *Check-list* é uma das ferramentas que nos ensina a organização do trabalho e nos auxilia no desempenho das atividades (GALAN, 2017). Podemos perceber claramente em Higiene e Segurança do Trabalho disciplina voltada para o bem-estar não só da organização, mas de cada colaborador. Na Organização Industrial podemos aplicá-lo tanto em nível de gestão como operacional oferecendo importante

contribuição. Já em Engenharia de Materiais, podemos utilizá-lo de forma sistemática tanto na produção de novos materiais como na transformação e melhoria contínua dos já existentes.

Considerando que auditoria interna cumpre com o seu papel de consultoria, construindo recomendações de melhoria inteligentes, como exposto por Teixeira, (2019) e Silva (2019), e baseadas nos paradigmas de boas práticas de governança (WERNECK, 2021), este trabalho tem também como função apresentar sugestões após análise dos processos.

3. AUTOAVALIAÇÃO

3.1 Autoavaliação Oleises Freire

3.1.1 Desenvolvimento Profissional

Mesmo tendo mais de 16 anos de experiência com PCM, a oportunidade de atuar como estagiário na empresa do ramo automotivo me ajudou a desenvolver profissionalmente, aprendi a ter outra visão de manutenção, ficou ainda mais claro de o quanto faz falta um PCM de qualidade na gestão de manutenção. Além disso, em cada empresa que se passa, os equipamentos são diferentes, de forma que sempre se aprende. O conhecimento é sempre uma coisa que irei levar comigo por onde for, aumentando meu *know how* sobre manutenção e PCM.

3.1.2 Desenvolvimento Pessoal

Quanto ao meu desenvolvimento pessoal, a cada dia que passa, a minha cabeça muda. Meu pensamento como pai de família é sempre querer ficar ao lado da minha esposa e filha, porém ainda preciso continuar trabalhando e crescendo profissionalmente. Além disso em cada empresa que passei, enfrentei vários desafios, e a superação desses a cada dia vem me fortalecendo, me fazendo mais resiliente, dedicado, competente, sábio, disciplinado e inovador, reforçando ainda mais meu espírito de equipe e liderança. Para que no futuro possa ser um excelente líder e pai de família, conseguir trazer para a minha família o conforto que merecem.

3.1.3 Desenvolvimento Profissional

Minhas perspectivas de formação continuada são de concluir a graduação, realizar uma pós-graduação em gestão de manutenção ou engenharia de confiabilidade, na sequência outra pós-graduação de gestão de projetos ou gestão de pessoas. Ainda não defini qual das quatro irei começar primeiro, pois meu 2023 ainda não está totalmente planejado, isso deverá acontecer no segundo semestre. A certeza que tenho é que preciso realizar um curso de inglês imediatamente. Perdi excelentes

oportunidades na área de engenharia de confiabilidade em 2022 porque meu inglês não é de nível avançado, então vou focar em um curso de inglês em 2023.

3.2. Autoavaliação Rafael Gomes

3.2.1 Desenvolvimento Profissional

Todo profissional que deseja crescer em sua carreira deve investir tempo e intelecto nos estudos, buscando agregar o maior número de conhecimentos técnicos e experiências práticas dentro do seu repertório de atuação. Assim sendo, desde o primeiro momento após ingressar no curso de engenharia mecânica, busquei me evoluir aprimorando meus conhecimentos práticos e teóricos concedidos a mim durante esse processo de formação com intuito de crescer profissionalmente dia a dia. Isso fez e faz toda diferença na minha carreira e poderá me levar a atingir níveis cada vez melhores na profissão.

3.2.2 Desenvolvimento Pessoal

Acredito sempre que meu desenvolvimento pessoal é um processo contínuo de aprendizado. No meu dia a dia tenho buscado me aperfeiçoar dentro de minhas habilidades pessoais em busca de uma qualidade de vida melhor pra mim e para os meus. Porém, entendo que o desenvolvimento pessoal acontece gradualmente e deve ser encarado como o ponto de partida em nossas vidas.

3.2.3. Perspectiva de formação continuada

Minha perspectiva de futuro profissional é procurar desenvolver novas habilidades. Isso porque é possível conhecer mais e entender pontos fortes e os que precisam ser melhorados dentro de um segmento. Tenho como objetivo pessoal para a futuro a curto prazo iniciar um curso de Power BI e Excel, além de aprimorar meu inglês, que no momento se encontra no nível intermediário. Depois, pretendo fazer uma pós-graduação em engenharia da manutenção para desenvolver na área de confiabilidade, a qual tenho gostado muito de trabalhar.

3.3 Autoavaliação João Marcos Oliveira

3.3.1 Desenvolvimento Profissional e Pessoal

Pessoalmente e profissionalmente sempre tive a vontade de aprimorar meus conhecimentos para além da prática laboral, por essa razão decidi, mesmo com 3 anos de experiência no ramo cimenteiro, ingressar na graduação de Engenharia Mecânica. Oportunidades foram escassas durante minha trajetória, porém não me deixei abalar pelas dificuldades, e, portanto, perseverei com a ajuda de familiares e amigos para chegar aonde estou na empresa e no ensino superior. Percebi que preciso estar disposto a melhorar profissionalmente aprimorando meus pontos positivos e mitigando meus aspectos negativos. Pretendo manter firme na caminhada de construção de minha carreira profissional buscando sempre excelência, qualidade, humildade e trabalho em equipe.

3.3.2 Perspectiva de formação continuada

Após concluir a graduação meu planejamento é ingressar na pós-graduação em gestão de pessoas para desenvolver meu lado de trabalho em equipe, priorizando a gestão humanizada, além de ingressar no curso de inglês.

3.4 Autoavaliação Mario Ferreira

Minha autoavaliação começa pelo tema, Auditoria Interna, que considero ótimo na medida que através do meu estágio pude enriquecer em muito o material apresentado, tanto pelos dados disponíveis, mas também e principalmente pelo conhecimento adquirido no decorrer do estágio.

Me identifiquei muito com a Gestão da Qualidade e suas ferramentas, sendo que o processo da Auditoria interna a que mais identifiquei, possibilitou um grande crescimento no desenvolvimento de planilhas, quadros e gráficos.

3.4.1 Desenvolvimento profissional

Referente ao trabalho executado no estágio, este me trouxe uma visão organizacional, vivência no “chão de fábrica” e diferentes níveis do *staff*.

As atividades diárias exercidas no estágio contribuíram para o desenvolvimento profissional, trazendo larga experiência técnica, de relacionamento interpessoal com colegas e superiores, bem como a vivência diário no ambiente de trabalho.

3.4.2 Desenvolvimento pessoal

O trabalho compartilhado com os colegas, com temas diferentes, mas do mesmo contexto – Gestão da Qualidade, proporcionou também conhecimento em outros setores e formas de aplicação de várias ferramentas da Qualidade, como PDCA e FMEA.

Esta integração no trabalho aprimorou ainda mais o relacionamento com os colegas de classe e desenvolvimento pessoal tanto no âmbito acadêmico como pessoal.

3.4.3 Perspectiva de formação continuada

Durante a elaboração deste trabalho, as pesquisas, leituras, e vivências diversas com os colegas, a orientadora em conjunto com as atividades de estágio despertaram sem dúvida o interesse em aprimorar o conhecimento na área de Engenharia Mecânica. Assim, em breve pretendo buscar especialização em Auditoria da Qualidade com vistas a certificação como Auditor Interno da Qualidade.

4 CONCLUSÃO

Chegamos na reta final desse portfólio e a seguir apresentamos a conclusão de nossas atividades desenvolvidas.

Eu Oleises Freire de Carvalho Junior, nesses quase 5 meses de estágio, somando 220h do estágio supervisionado e mais 250h de estágio na sequência na mesma empresa de ramo automotivo, ficou claro o papel mais que essencial do planejamento e controle de manutenção. Sem essa etapa a gestão da manutenção fica única e pura baseada em manutenções corretivas, não tendo gestão de custos de manutenção, planejamento e programação das manutenções preventivas, preditivas, corretivas e gestão de indicadores de manutenção.

Portanto o processo de implantação do PCM, deve ser feito com muito critério. A melhor forma de se fazer é criar um cronograma com ações dos passos a se fazer com colaboradores definidos e as datas estipuladas, então ao longo da implantação esse o cronograma deve ser seguido e atualizado para chegar no resultado que consegui atingir da implantação do PCM na empresa do ramo automotivo. O resultado não é somente o PCM implantado: além disso, se reduz o número de corretivas emergenciais, quebra de equipamentos e custo de manutenção. Nesse período de implantação e gerenciamento de planos preventivos que fiz no PCM, consegui reduzir o número de corretivas emergências de 600 mensal para 340, quase metade do número.

Eu Rafael Aparecido Gomes, apresentei no desenvolvimento, O FMEA visa identificar potenciais modos de falha de um produto ou processo para avaliar o risco associado a esses modos de falha. Pude aprender na prática como utilizar essa ferramenta tão eficaz como um método importante que pode ser utilizado em diversas áreas de uma como: projeto de produtos, análise de processos, área industrial e/ou administrativa, manutenção de ativos e confiabilidade que foi onde atuei durante esse tempo. Vi também como as paradas incidentais prejudicam o equipamento e atrapalham os indicadores de manutenção trazendo grandes perdas para o processo

produtivo por não serem tratadas de forma correta. Dessa forma, sabendo quais os próximos passos a serem dados, iremos preparar o ativo para próxima campanha de 2023, uma vez que estamos com custo de manutenção bem enxuto no momento sem chances de realizar ainda em 2022. Todas as ações que foram levantadas serão iniciadas ainda esse ano e acompanhadas até a data de execução proposta através de um banco de dados, dessa forma ganharemos tempo para preparação das eventuais necessidades, para então termos resultados melhores no próximo ano.

Eu João Marcos Oliveira, concluo que os processos de manutenção preventiva e inspeção são extremamente importantes para que os equipamentos se mantenham em pleno funcionamento, garantindo a confiabilidade e disponibilidade. Sem a manutenção preventiva os equipamentos podem conturbar o processo de manutenção corretiva emergencial, prejudicando o cumprimento de metas de confiabilidade. Além disso, o custo de manutenção iria subir exorbitantemente e o cliente direto não conseguiria performar como previsto.

Eu Mario Henrique Assis Ferreira concluo que este trabalho contribuiu significativamente para meu desenvolvimento profissional com o cumprimento do estágio, conhecimento teórico com leitura bibliográfica e elaboração de texto, o que ampliou meus conhecimentos com o compartilhamento entre colegas de temas afins.

4.5 Conclusão Conjunta

Ao longo deste trabalho pudemos observar claramente a importância do aprendizado adquirido no curso de engenharia mecânica, em seguimento com nossa vivência no período de estágio e reaproveitamento dentro do setor da manutenção voltada para confiabilidade de ativos. Quando abordamos a manutenção dentro da confiabilidade, especialmente neste caso, de equipamentos, percebemos a responsabilidade do processo como um todo, não só no tocante a prejuízos financeiros de produção, mas também manutenção e conservação do próprio equipamento. Com o PCM, aumentamos consideravelmente sua vida útil e atuamos na prevenção de acidentes que, além de causar afastamentos e prejuízos, interfere também nos custos e, conseqüentemente, no preço do produto. Além disso, o custo de manutenção iria subir exorbitantemente e o cliente direto não conseguiria performar como previsto. Entretanto, alcançar esses objetivos exige ações proativas, o que infere em um planejamento bem-feito.

Ao abordarmos a Auditoria Interna de Processos observamos um outro viés da manutenção, agora voltado diretamente ao produto, na medida em que o processo produtivo garante a qualidade e com esse objetivo alcançado maior lucratividade, habilitação da empresa na certificação da qualidade, visibilidade no mercado, segurança, satisfação do cliente. Nessa conclusão, destacamos então a segurança, uma vez que a empresa em questão é fabricante de peças para o ramo automotivo e, no caso de uma peça com defeito em um veículo, desnecessário seria dizer as conseqüências, uma vez que vidas estão envolvidas. Ressaltamos também a importância dos *check list* de verificação e da análise dos resultados da auditoria, demonstrando como o processo tem se desenvolvido, trazendo sucesso pela constatação de índices baixos de não conformidades, ficando assim clara a eficiência da auditoria para garantir o padrão de produção e o produto com qualidade.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTER, DENNIS R., **Quality audits for improved performance**. 3 ed. Milwaukee: ASQ Quality press, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 5462:1994. Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ATLAS COPCO, **Manual de Instruções para Compressores GA90+, GA132, GA160, GA132VSD, GAVASD N° 0015 0004 54**, Barueri: Atlas Copco Brasil LTDA. – Compressor Technique, 2016.

BENITES, TÂNIA R. B., ARANHA, JOSÉ A. M., Auditoria interna aplicada à gestão de pessoas *In*: 7º ECAECO e 2º Seminário Internacional de Integração e Desenvolvimento Regional, 2014, Artigo Completo, Ponta Porã: **ANAIS DO 7º ECAECO**, v. 1 n. 1, 2014.

BRAIDOTTI, FELIPE R.; JUNIOR BRAIDOTTI, JOSÉ W., **A anatomia do PPCM – Planejamento, programação e controle de manutenção**. Ciência Moderna, 2021.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.

CASTRO, MAYARA R., **Estudo de substituição de equipamentos utilizando a técnica do LCC e a metodologia CAUE para definir a vida útil econômica: o caso de uma empresa do setor de mineração**. 2019. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

CHIAVENATO, IDALBERTO, **Gestão de Pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4ª ed. Tamboré: Editora Manole Ltda., 2014a.

CHIAVENATO, IDALBERTO. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 9ª ed. Tamboré: Editora Manole Ltda., 2014b.

CHRISTINO, CAMILA. **Alta direção: o que é e quais são suas responsabilidades?** SoftExpert, 2021. Disponível em <https://blog.softexpert.com/alta-direcao/>. Acesso em 05/10/2022.

DUTRA, JHONATA T. **PCM 4.0 Planejamento e Controle de Manutenção na Indústria 4.0** [e-book]. Brasília: ENGETELES Editora, 2017. Disponível em: <https://engeteles.com.br/>. Acesso em 10/05/2019.

DUTRA, JHONATA T., **Bíblia do RCM: O guia completo e definitivo da manutenção centrada na confiabilidade na indústria 4.0**. Brasília: ENGETELES Editora, 2019. Disponível em: <https://engeteles.com.br/>. Acesso em 22/10/2022.

FALCONI, V. TQC: **Controle de qualidade total**. Rio de Janeiro: Bloch, 1992.

FLSMIDTH, **Manual do Moinho Atox KM 27,5 34155-31 (Construção, modo de funcionamento, operação e manutenção)** Copenhagen: FLSmidth A/S, 2001a.

FLSMIDTH, **Manual do Raspador de Ponte 37015-04 (Retomadora 131RE01)** 2001b.

FLSMIDTH, **Manual do Raspador lateral 35595-05 (Retomadora de Coque e Aditivos)**, Copenhagen: FLSmidth A/S, 2001c.

FLSMIDTH, **Manual F.L.Smidth Moinho Atox para farinha Crua 34145-28**, Copenhagen: FLSmidth A/S, 2001d.

FLSMIDTH, **Manual Moinho Atox para farinha Crua (Construção, operação e manutenção) 34155-30** Copenhagen: FLSmidth A/S, 2001e.

GALAN, CRISLAINE R. **Auditoria de Qualidade**. Maringá: Núcleo de Educação a Distância, Centro Universitário De Maringá, 2017.

GARDNER, Robert A. **The process-focused organization: a transition strategy for success**. 1ª Ed. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2004.

MELLO, CARLOS. H. P. *et al.* **ISO 9001: 2000: sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

MOUBRAY, JOHN. **RCM II Reliability-Centred Maintenance**. New York: Industrial Press Inc., 1992.

NASCIMENTO, Alexandre M. V. N., **Antecedentes da Aceitação da Auditoria Contínua pelos Auditores Internos**. 2019. 107 f. Dissertação de Mestrado Ciências Contábeis e Atuárias, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

NOVIDA, **O que você precisa conhecer sobre: Auditoria de Processos**.

Disponível em: <http://www.novida.com.br/blog/auditoria-de-processos/>. Acesso em: 06/10/2022.

PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade – Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2004.

PARDINI, Eduardo P., **E-Book Auditoria Interna Básica**, 1º Edição, São Paulo: Consulting & Auditing, 2019. Disponível em <<https://www.crossoverbrazil.com/papers/EBOOK%20-%20Auditoria%20Interna%20B%C3%A1sica.pdf>>.

PINTO, Alan K.; NASCIF, Júlio A. **Manutenção: função estratégica**. 2ª Edição. Rio de Janeiro -RJ: Editora Qualitymark, 2001.

REIF, Estela M., **Fatores Determinantes para a Eficácia da Auditoria Interna**, 2015. 108 f. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2015.

ROMÃO, DANILO S. **Manutenção Centrada em qualidade**. 1ª Ed. Brasília: ENGETELES Editora, 2020.

SESTREM, TATIANA, **Quais os desafios da empresa durante uma auditoria de qualidade?** Blog Quality Team, 2021. Disponível em www.qualityteam.com/pb/blog/auditoria-de-qualidade. Acesso em 16/09/2022.

SILVA, M. A.; VIEIRA, T. V. **Auditoria Interna: Uma ferramenta de gestão dentro das organizações**. Departamento De Atuária E Métodos Quantitativos, 2(2), 1–2020.

TEIXEIRA, M. F. - **O contributo da auditoria interna para uma gestão eficaz**. Dissertação de Mestrado. 142 f. Contabilidade e Auditoria, Universidade Aberta. Coimbra, 2006. Disponível em <https://revistas.pucsp.br/redeca/article/view/28559>.

VERRI, Luiz A. **Gerenciamento pela qualidade total na manutenção industrial: aplicação prática**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

VIANA, HERBERT R. G., **Manual de gestão da manutenção**. 1ª Ed. Brasília: ENGETELES Editora, 2020.

VIANA, HERBERT. R. G. **Fatores de Sucesso na Gestão da Manutenção de Ativos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Bookstart, 2016.

WERNEK, GUILHERME, **AUDITORIA DE PROCESSOS – objetivos e passo a passo de como fazer**. MOKI, 2021. Disponível em www.moki.com.br/auditoria-de-processos/. Acesso em 16/09/2022.

XENOS, HARILAU S. G. D. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Nova Lima: IMDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

XENOS, HARILAU S. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.