



FACULDADE DE ENGENHARIA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA-LABORAL

ESTÁGIO PROFISSIONAL

**PROPOSTA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DOS
COMPRESSORES: UMA OPORTUNIDADE PARA MELHORAR O
RESULTADO OPERACIONAL.**

Estudante:

Cuambe, Manuel Henrique

Supervisores:

Eng. Manuel Telles (UEM)

Augusto da Silva (EMPRESA)

Maputo, Junho de 2025



FACULDADE DE ENGENHARIA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA-LABORAL

ESTÁGIO PROFISSIONAL

**PROPOSTA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO DOS
COMPRESSORES: UMA OPORTUNIDADE PARA MELHORAR O
RESULTADO OPERACIONAL.**

Estudante:

Cuambe, Manuel Henrique

Supervisores:

Eng. Manuel Telles (UEM)

Augusto da Silva (EMPRESA)

Maputo, Junho de 2025

DEDICATÓRIA

Quero dedicar esse trabalho aos meus pais: Henrique António Cuambe e a minha querida mãe Flora Ângelo Massango e aos meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus pela vida, aos meus queridos pais pela força e motivação que deram em mim, aos meus irmãos, aos meus amigos e a todos aqueles que influenciaram directamente ou indirectamente no meu trajecto.

Aos irmãos em Cristo que deram-me dicas tremendas de como seguir nos momentos difíceis.

Ao Eng. Manuel Telles e Eng. Augusto da Silva pelo supervisionamento ao longo do trabalho, e não só, agradeço imenso pelos vossos conselhos, dicas e pela paciência que tiveram.

A todos docentes do DEEL que têm contribuído para minha formação em especial ao curso de Engenharia Eléctrica que de maneira sábia puderam fazer chegar com maior sensibilidade os seus conhecimentos científicos que foram bastante importantes para a realização desde projecto.

Aos colegas da AME que receberam-me com muito carinho e tiveram a paciência de me mostrar e ensinar o manuseio do material de trabalho bem como o reparo de certos equipamentos e máquinas Eléctricas.

RESUMO

A expansão tecnológica, a globalização, o desaparecimento das fronteiras e a incorporação da sustentabilidade e responsabilidade social dentro das empresas são, certamente, grandes indicativos da evolução da economia mundial. Ao mesmo tempo, acirra-se a concorrência entre as organizações e estas se vêem obrigadas a melhorar a agilidade a que respondem ao mercado, inovando e efectuando melhorias contínuas.

Portanto, a manutenção deve se configurar como agente proactivo dentro da organização. Para isso, a gestão da empresa deve ser sustentada por uma visão de futuro e os processos gerenciais devem focar na satisfação plena dos clientes, através da qualidade intrínseca de seus produtos e serviços, tendo como balizadores a qualidade total dos processos productivos (KARDEC & NASCIF, 2009).

A necessidade de uma fonte de ar extra para determinados serviços é antiga. Pode-se imaginar um homem das cavernas abanando a sua fogueira para mantê-la acesa ou aumentar a potência do fogo.

Actualmente o ar comprimido é utilizado para diversos fins: ferramentas pneumáticas, accionamentos, controles de equipamentos, transporte de materiais, etc. Depois da energia elétrica, o ar comprimido é a forma de energia mais consumida na indústria de transformação. É também a forma de energia mais onerosa e, paradoxalmente, negligenciada, e muitas vezes é utilizado para limpeza de máquinas e limpeza de uniforme de operários.

A introdução, de forma mais generalizada, da pneumática na indústria, começou com a necessidade, cada vez maior, de automatização e racionalização dos processos de trabalho. Apesar da rejeição inicial, quase sempre proveniente da falta de conhecimento, por fim foi aceita e o número de campos de aplicação tornou-se cada vez maior.

Palavras chaves: Manutenção, ar comprimido.

ABSTRACT

Technological expansion, globalization, the disappearance of borders and the incorporation of sustainability and social responsibility within companies are certainly major indicators of the evolution of the global economy. At the same time, competition between organizations is intensifying and they are forced to improve the agility with which they respond to the market, innovating and making continuous improvements.

Therefore, maintenance must be configured as a proactive agent within the organization. To this end, the company's management must be supported by a vision of the future and management processes must focus on full customer satisfaction, through the intrinsic quality of its products and services, with the overall quality of production processes as a guideline (KARDEC & NASCIF, 2009).

The need for an extra air source for certain services is ancient. One can imagine a caveman shaking his fire to keep it burning or increase the power of the fire.

Currently, compressed air is used for a variety of purposes: pneumatic tools, drives, equipment controls, material transportation, etc. After electrical energy, compressed air is the most consumed form of energy in the processing industry. It is also the most expensive and, paradoxically, neglected form of energy, and is often used to clean machines and clean workers' uniforms.

The widespread introduction of pneumatics into industry began with the growing need for automation and rationalization of work processes. Despite initial rejection, often due to lack of knowledge, it was eventually accepted and the number of fields of application became increasingly greater.

Keywords: Maintenance, compressed air.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	I
AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
Lista de Símbolos	VII
Índice de Figuras	VII
Índice de Tabelas	VIII
1. Introdução.....	1
1.1. Formulação do problema	1
1.2. Justificativa	1
1.3. Objectivos	2
1.4. Metodologia	2
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. Histórico da Manutenção e Compressores	3
2.2. Definição de Manutenção	4
2.2.1. Ciclo de vida de um componente	5
2.2.2. Tipos de manutenção	7
2.2.3. Vantagens e desvantagens de cada tipo de manutenção	11
2.3. Compressores.....	13
2.3.1. Principais componentes dos compressores	14
2.3.2. Princípio de funcionamento	15
2.3.3. Tipos de compressores	16
3. DESENVOLVIMENTO.....	18

3.1. Gestão da manutenção.....	18
3.1.1. Manutenção Productiva Total (TPM)	19
3.1.2. Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM)	21
3.2. Como escolher um bom plano de gestão de manutenção	23
3.2.1. Plano de manutenção preventiva dos compressores.....	25
4. Manutenções feitas durante o período de estágio	34
5. Conclusão.....	36
6. Recomendações.....	37
7. Referencias Bibliográficas	38
8. Anexos.....	45

Lista de Símbolos

TPM- Total Productive Maintenance

RCM- Reliability Centered Maintenance

FMEA- Análise de Modos de Falha e seus Efeitos

PM- Plano de Manutenção

KPLs- Indicadores de performance

PSI- Pounds per Square Inch

Índice de Figuras

Figura 1: Ciclo de vida de um componente. Fonte: Senai (2014).....	5
Figura 2: Bacia da relação entre o custo da manutenção vs o tempo de funcionamento. Fonte: Senai (2014).....	6
Figura 3: Tipos de manutenção e suas características. Fonte: Autor	11
Figura 4: Compressor. Fonte: Manual Técnico.....	15
Figura 5: Compressor de pistão. Fonte: mtibrazil.com.br	16
Figura 6: Compressor de parafuso. Fonte: mtibrazil.com.br	17
Figura 7: Compressor centrífugo. Fonte: blogs.simplusbr.com.....	17
Figura 8: Comportamento dos custos da estratégia de manutenção ao longo do tempo Fonte: Senai (2014).....	24
Figura 9: Planos de manutenção preventiva. Fonte Senai	28

Índice de Tabelas

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos tipos de manutenção. Fonte: Autor.....	12
Tabela 1.1: Vantagens e desvantagens dos tipos de manutenção. Fonte: Autor.....	13
Tabela 2: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor.....	29
Tabela 2.1: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor.....	30
Tabela 2.2: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor.....	31
Tabela 2.3: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor.....	32
Tabela 2.4: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor.....	33
Tabela 3: Manutenções feitas durante o estagio. Fonte: Autor.....	34
Tabela 3.1: Manutenções feitas durante o estagio. Fonte: Autor.....	35

1. Introdução

A expansão tecnológica, a globalização, o desaparecimento das fronteiras e a incorporação da sustentabilidade e responsabilidade social dentro das empresas são, certamente, grandes indicativos da evolução da economia mundial. Ao mesmo tempo, encontra-se a concorrência entre as organizações e estas se vêem obrigadas a melhorar a agilidade a que respondem ao mercado, inovando e efectuando melhorias contínuas.

Neste cenário, é preciso que a actividade de manutenção se integre de maneira eficaz ao processo productivo, contribuindo para que a empresa caminhe rumo à excelência.

Os modernos processos industriais de fabricação trazem a necessidade de produção do ar comprimido, tornando a aplicação de compressores imprescindível para o funcionamento destas máquinas.

1.1. Formulação do problema

A actividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planeada. Portanto, a busca pelo sucesso em determinado sector do mercado exige que os gestores abram os olhos para o futuro, principalmente os que actuam na manutenção.

Como criar um plano de gestão de manutenção dos compressores com vista a melhorar o resultado operacional nas empresas?

1.2. Justificativa

O aumento dos níveis de competitividade teve como uma de suas consequências mais expressivas a maior importância concedida ao gerenciamento da produção. Ao mesmo tempo, os avanços tecnológicos e a introdução dos mesmos dentro das indústrias levam a uma reavaliação de vários conceitos e práticas antes tidas como verdades absolutas. Neste sentido, novos sistemas, práticas e inovações surgem para a aplicação no sector de manutenção, associando a isso, uma mudança brusca nos paradigmas desta actividade.

O ar comprimido é, provavelmente, uma das mais antigas formas de transmissão de energia que o homem conhece, empregada e aproveitada para ampliar sua capacidade física. O reconhecimento da existência física do ar, bem como a sua utilização mais ou menos consciente para o trabalho, são comprovados há centenas de anos.

Portanto, há grande motivação por parte do autor em se aprofundar no assunto, foi um tema não tratado com base nos trabalhos já vistos e a mesma reconhece importância fundamental em discutir o sector.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo geral

- ❖ Propor um plano de gestão de manutenção dos compressores nas Empresas;

1.3.2. Objectivos específicos

- ❖ Realizar um estudo teórico acerca das concepções de Manutenção Eléctrica, e conhecer seus tipos, suas diferenças, vantagens e desvantagens;
- ❖ Realizar um estudo teórico acerca das concepções dos compressores bem como conhecer seus tipos;
- ❖ Apresentar os defeitos dos compressores, possíveis causas e as técnicas usadas para solucionar-las.

1.4. Metodologia

Para a elaboração deste projecto, usar-se-á como procedimento metodológico:

- ❖ **A Pesquisa bibliográfica**, que consistirá essencialmente na leitura de manuais, guias-técnicos que abordam acerca dos compressores bem como as normas que regem aos projectos de Gestão de Manutenção;
- ❖ **Pesquisa de campo**, consistirá em ir até as Empresas e deste modo colher informações na base de um questionário.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Histórico da Manutenção e Compressores

A manutenção, embora despercebida, sempre existiu, mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa central, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência. Tomou corpo ao longo da Revolução Industrial e firmou-se, como necessidade absoluta, na Segunda Guerra Mundial. No princípio da reconstrução pós-guerra, Inglaterra, Alemanha, Itália e principalmente o Japão alicerçaram seu desempenho industrial nas bases da engenharia de manutenção.

Nos últimos anos, com a intensa concorrência, os prazos de entrega dos produtos passaram a ser relevantes para todas as empresas. Com isso, surgiu a motivação para se prevenir contra as falhas de máquinas e equipamentos.

Além disso, outra motivação para o avanço da manutenção foi a maior exigência por qualidade. Essas motivações deram origem a uma manutenção mais planeada.

Neste cenário, é preciso que a atividade de manutenção se integre de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo para que a empresa caminhe rumo à excelência. A grande interseção do sector de manutenção com o de produção, influenciando directamente a qualidade e produtividade, faz com que o mesmo desempenhe um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios (XENOS, 1998). Portanto, a manutenção deve se configurar como agente proactivo dentro da organização. Para isso, a gestão da empresa deve ser sustentada por uma visão de futuro e os processos gerenciais devem focar na satisfação plena dos clientes, através da qualidade intrínseca de seus productos e serviços, tendo como balizadores a qualidade total dos processos productivos (KARDEC & NASCIF, 2009).

A partir de 1980, com desenvolvimento dos microcomputadores a custos mais acessíveis e controles mais simples, as equipes de manutenção adquiriram maior independência para criar e aplicar seus programas, sem necessidade de analista externo à área. Isso possibilitou enorme avanço no manejo de informações e análise de dados que envolviam manutenção

e produção. Houve grande aproximação dessas duas áreas, que buscaram trabalhar com sinergia para otimizar a qualidade e produtividade (TAVARES, 2000). Observou-se aumento da confiabilidade dos processos industriais e da disponibilidade de equipamentos e máquinas; intervenções mais curtas, conscientes e precisas com análises dos riscos envolvidos; melhoria da segurança e condições ambientais em geral; sistematização dos programas de manutenção, favorecendo a interseção com a própria produção (NETTO, 2008).

Outro aspecto importante dos avanços na manutenção foi a dependência cada vez maior das organizações na capacidade de criação e resposta deste sector, já que as novas exigências do mercado tornaram visíveis as limitações dos sistemas de gestão (MOUBRAY, 1996). Em muitos casos, a necessidade de inovação e otimização demandava criação de equipes multidisciplinares para interações nas fases de projeto, fabricação e manutenção de equipamentos e máquinas, proporcionando resultados ainda melhores em termos de produtividade e eficiência em custos. Além disso, com a crescente exigência de qualidade dos produtos por parte dos consumidores, a manutenção foi obrigada a responder por suas intervenções com maior rigor e confiabilidade, diminuindo retrabalhos e falhas na produção. Neste contexto, a Manutenção assumiu papel não apenas importante, mas estratégico dentro das empresas (FILHO, 2008).

2.2. Definição de Manutenção

Dois conceitos de manutenção:

- ❖ Pode ser considerada como a engenharia do componente uma vez que estuda e controla o desempenho de cada parte que compõem um determinado sistema;
- ❖ Pode ser considerada como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção.

Em suma, **manutenção** é atuar no sistema (de uma forma geral) com o objectivo de evitar quebras e/ou paradas na produção, bem como garantir a qualidade planeada dos produtos.

De uma maneira geral, a manutenção em uma empresa tem como objetivos:

1. Manter equipamentos e máquinas em condições de pleno funcionamento para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos;
2. Prevenir prováveis falhas ou quebras dos elementos das máquinas.

Outros conceitos importantes no que tange na área da manutenção:

- ❖ **Manutenção ideal** - é a que permite alta disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço e a um custo adequado.
- ❖ **Vida útil de um componente** - é o espaço de tempo que este componente desempenha suas funções com rendimento e disponibilidade máximas. A medida que a vida útil se desenvolve, desenvolve-se também um desgaste natural (crescente), que após um certo tempo inviabilizará seu desempenho, determinando assim o seu fim.

2.2.1. Ciclo de vida de um componente

Veja gráfico a seguir:

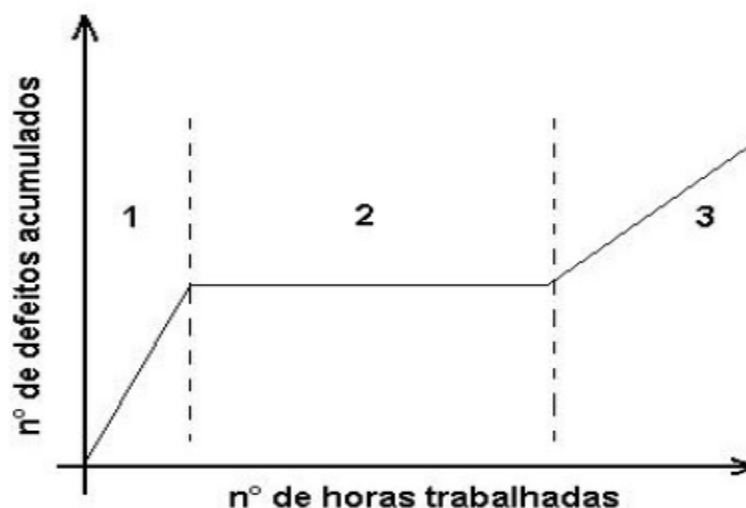


Figura 1: Ciclo de vida de um componente. Fonte: Senai (2014)

Onde:

- 1) Fase de amaciamento - os defeitos internos do equipamento se manifestam pelo uso normal e pelo auto ajuste do sistema. Normalmente estes defeitos estão cobertos pela garantia de fábrica.
- 2) Vida útil do componente - esta é a fase de pouquíssimas quebras e/ou paradas e é a fase de maior rendimento do equipamento;
- 3) Envelhecimento - os vários componentes vão atingindo o fim da vida útil e passam a apresentar quebras e/ou paradas mais frequentes. É a hora de decidir pela reforma total ou sucateamento.

Veja no gráfico da bacia do custo da manutenção para cada fase:

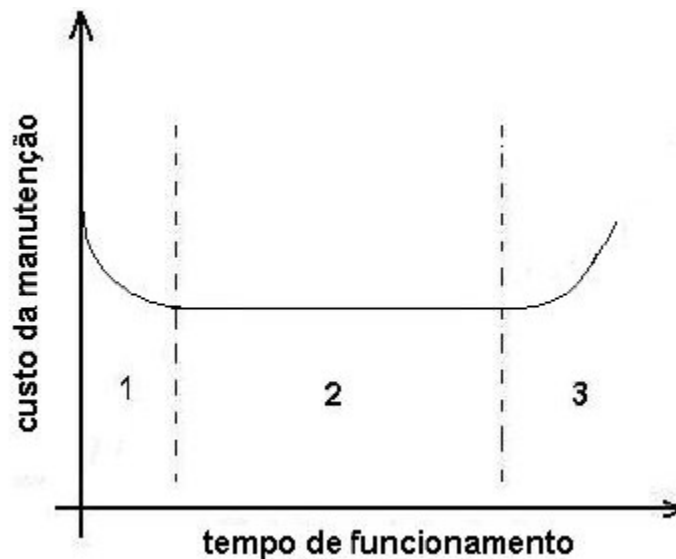


Figura 2: Bacia da relação entre o custo da manutenção vs o tempo de funcionamento.
Fonte: Senai (2014)

A manutenção, vista como função estratégica, responde diretamente pela disponibilidade e confiabilidade dos activos físicos e qualidade dos produtos finais, representando, portanto, importância capital nos resultados da empresa. Entender o tipo de manutenção adequada

para a organização é garantir a optimização dos processos, possibilitando expansão da empresa.

Dados mostram que, em geral, o investimento das indústrias com a manutenção representa cerca de um PIB não inferior a 4%. É um valor significativo e realmente impactante dentro das indústrias, o que comprova que a manutenção não deve ser tratada como uma simples atividade de reparo, mas nem sempre é isso o que acontece. BELHOT & CAMPOS destacam a falta de rigor no planeamento da manutenção de muitas indústrias nacionais, que simplesmente adotam planos preventivos recomendados pelos fabricantes ou criados apartir deles, sem uma visão crítica administrativa maior (BELHOT & CAMPOS, 1995).

KARDEC & NASCIF (2009) cita os três paradigmas da manutenção em relação ao tempo:

- 1) Paradigma do passado: o homem da manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo;
- 2) Paradigma do presente: o homem da manutenção sente-se bem quando também evita a necessidade do trabalho, a falha.
- 3) Paradigma do futuro: o homem da manutenção sente-se bem quando ele consegue evitar todas as falhas não planeadas.

De acordo com KARDEC & NASCIF (2009), pode se concluir que boa parte das empresas moçambicanas ainda atuam dentro do paradigma do passado, algumas poucas já conseguiram caminhar para o paradigma moderno e, apenas, uma pequena minoria já trabalha, hoje, dentro do paradigma do futuro e estão dando grandes saltos nos resultados empresariais.

2.2.2. Tipos de manutenção

Os tipos de manutenção são caracterizados pela maneira como é feita a intervenção no sistema. Neste trabalho, serão descritas seis práticas básicas de manutenção, consideradas como principais por diversos autores. São elas: manutenção correctiva: planeada e não-

planeada, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva e engenharia de manutenção.

2.2.2.1. Manutenção Correctiva

É a forma mais simples e mais primitiva de manutenção. De acordo com SLACK et al. (2002) “significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido [...]”. Apesar de esta definição apontar para uma manutenção simplesmente entregue ao acaso, essa abordagem ainda se subdivide em duas categorias: planeada e não-planeada.

2.2.2.1.1. Manutenção corretiva não-planeada

A correção da falha ou do desempenho abaixo do esperado é realizada sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planeamento anterior, aleatoriamente. Implica em altos custos e baixa confiabilidade de produção, já que gera ociosidade e danos maiores aos equipamentos, muitas vezes irreversíveis (OTANI & MACHADO, 2008).

2.2.2.1.2. Manutenção corretiva planeada

Quando a manutenção é preparada. Ocorre, por exemplo, pela decisão gerencial de operar até a falha ou em função de um acompanhamento preditivo. OTANI & MACHADO (2008, p. 4) apontam que “pelo seu próprio nome planeado, indica que tudo o que é planeado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido”.

Entretanto, o mais importante, segundo ALMEIDA (2000), é que ao adotar esse tipo de filosofia, as máquinas e equipamentos da planta não são revisados e não passam por grandes reparos até a falha.

Esse tipo de gerência de manutenção, apesar de simples, pode requerer custos altíssimos, associados a: estoque de peças sobressalentes, trabalho extra, custo ociosidade de máquina e baixa disponibilidade de produção (ALMEIDA, 2000). E os custos tendem a aumentar ainda mais caso o tempo de reação se prolongue, seja por falha da equipe de manutenção, seja por falta de peça de reposição.

2.2.2.2. Manutenção preventiva

A manutenção preventiva ocorre de forma cíclica e programada, independentemente da condição do activo e com o objectivo de evitar avarias e minimizar as consequências de colapsos de equipamentos. A frequência da realização das actividades da manutenção preventiva é definida pelo gestor de manutenção com base na vida útil do equipamento e nas recomendações do fabricante.

Segundo SLACK et al. (2002, p. 645), “visa eliminar ou reduzir a probabilidade de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planeados”. De acordo com ALMEIDA (2000, p.3) “todos os programas de gerência de manutenção preventiva assumem que as máquinas degradarão com um quadro típico de sua classificação em particular”. Ou seja, os reparos e recondicionamentos de máquinas, na maioria das empresas, são planeados a partir de estatísticas, sendo a mais largamente usada a curva do tempo médio para falha – CTMF (ALMEIDA, 2000). O grande problema deste tipo de abordagem, no entanto, é basear-se em estatísticas para programação de paradas sem, no entanto, avaliar as variáveis específicas da planta que afectam diretamente a vida operacional normal da maquinaria. ALMEIDA (2000, p.3) cita como exemplo que “o tempo médio entre as falhas (TMF) não será o mesmo para uma bomba que esteja trabalhando com água e bombeando polpas abrasivas de minério”.

2.2.2.3. Manutenção Preditiva

É aquela que se baseia na constante monitorização do equipamento em funcionamento e na previsão de avarias. A manutenção preditiva baseia-se na condição física e operacional dos equipamentos, através da monitorização regular e testes da condição e desempenho dos equipamentos, usando técnicas avançadas como análise de vibrações, temperatura, contaminantes nos óleos, acústica, etc.

Segundo ALMEIDA (2000, p. 4): “(...) trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro, e a efectividade global de nossas plantas industriais de manufatura e de produção”. Isso porque tal abordagem se utiliza de ferramentas mais efectivas para obter a condição operativa real dos sistemas produtivos, ou seja, consegue

fornecer dados sobre a condição mecânica de cada máquina, determinando o tempo médio real para falha. Portanto, todas as actividades de manutenção são programadas em uma base “conforme necessário”.

2.2.2.4. Manutenção Detectiva

O termo manutenção detectiva vem da palavra “detectar” e começou a ser referenciado a partir da década de 90. O objectivo da prática desta política é aumentar a confiabilidade dos equipamentos, haja vista, é caracterizada pela intervenção em sistemas de proteção para detectar falhas ocultas e não perceptíveis ao pessoal da operação (SOUZA, 2008). FERREIRA (2008, p. 23) cita um exemplo de aplicação da manutenção detectiva, de maneira a aumentar a confiabilidade do processo:

“Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha, o gerador não entra. Por isso, este circuito é testado/acionado de tempos em tempos, para verificar sua funcionalidade”.

Portanto, a manutenção detectiva é especialmente importante quando o nível de automação dentro das indústrias aumenta ou o processo é crítico e não suporta falhas.

2.2.2.5. Engenharia de Manutenção

Após o advento da manutenção preditiva, a prática da Engenharia de Manutenção pode ser considerada como uma quebra de paradigma, principalmente em virtude das mudanças na rotina da atividade e da consolidação de uma política de melhoria contínua para a área de manutenção. De acordo com KARDEC & NASCIF (2009, p. 50) a Engenharia de Manutenção significa “perseguir **benchmarks**, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”. Para tanto, visa, dentre outros fatores, aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e maneabilidade; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar gestão de pessoal, materiais e sobressalentes; participar de novos projetos e dar suporte à execução; fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção, fazer análise crítica e acompanhar indicadores, zelando sempre pela documentação técnica (KARDEC & NASCIF, 2009). A empresa que pratica a

Engenharia de Manutenção não está apenas realizando acompanhamento preditivo de seus equipamentos e máquinas, ela está alimentando sua estrutura de dados e informações sobre manutenção que irão lhe permitir realizar análises e estudos para proposição de melhorias no futuro.

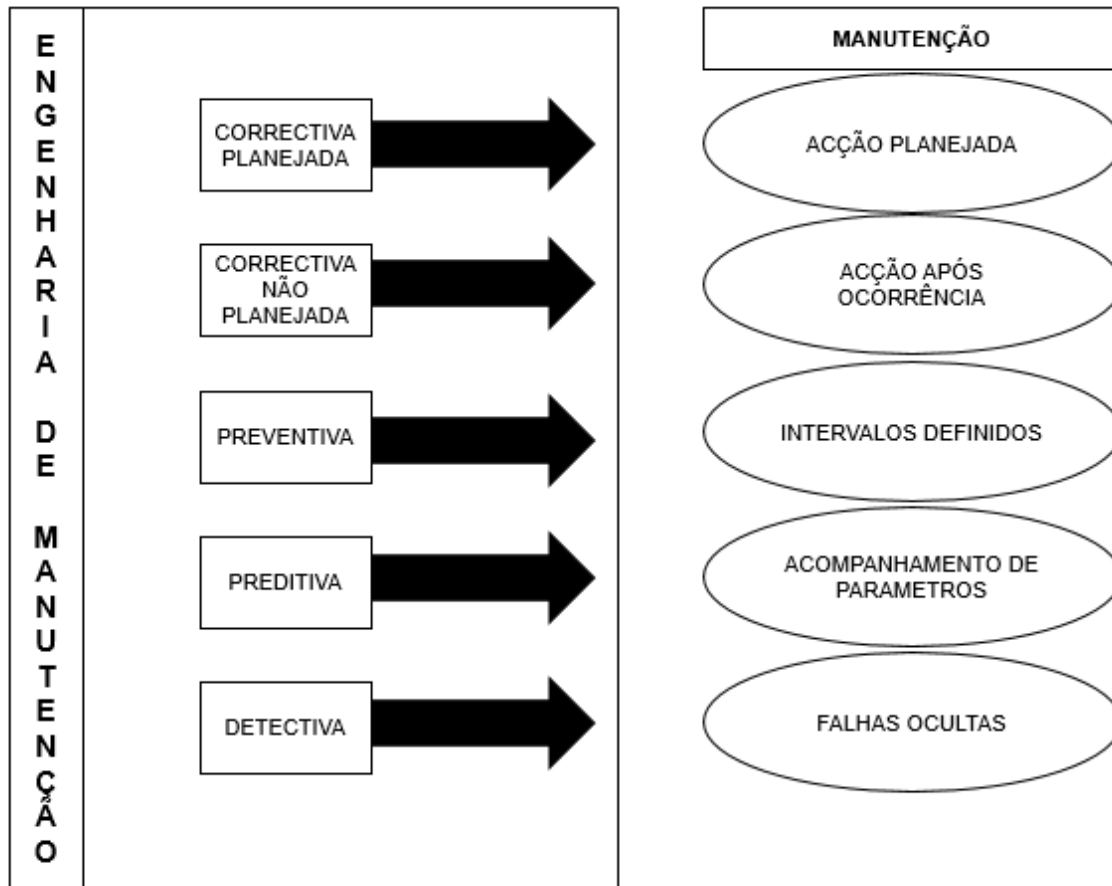


Figura 3: Tipos de manutenção e suas características. Fonte: Autor

2.2.3. Vantagens e desvantagens de cada tipo de manutenção

A escolha da melhor estratégia de manutenção requer a determinação das possibilidades mais viáveis de solução para cada caso e para cada equipamento, no geral, a decisão sobre a melhor estratégia de manutenção pode ser tomada com base em algumas perguntas como:

1. O custo total do dano excede os custos de manutenção?
2. Cada tarefa resolve um modo de falha específico?
3. É a opção mais barata eficaz para esse tipo de falha?

A seguir apresenta-se um quadro comparativo entre as diversas estratégias de manutenção:

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos tipos de manutenção. Fonte: Autor

Estratégia	Resumo	Custo de implementação	Vantagens	Desvantagens
Correctiva	Consertar após a falha ou quebra	Baixo	Ideal para equipamentos não essenciais	Pode levar a custos de reparo que aumentem inesperadamente
Preventiva	Manutenção feita de acordo com um cronograma pré-definido	Médio	Melhor estratégia para implementar quando não há conhecimento aprofundado sobre o assunto	Os cronogramas geralmente são ineficientes quando comparados com a preditiva e RCM

Tabela 1.1: Vantagens e desvantagens dos tipos de manutenção. Fonte: Autor

Preditiva	Baseada no monitoramento de condições e acompanhamento de medições de sensores	Alto	Monitoramento é informado em tempo real e fornece muitos dados úteis sobre a planta	Muito caro e é viável apenas para ativos essenciais
Detectiva	Investigação profunda das causas das falhas nos equipamentos	Mais alto de todas	Se executado de forma correcta, é o melhor plano de manutenção	Inviável para a maioria das organizações

2.3. Compressores

Actualmente o ar comprimido é utilizado para diversos fins: ferramentas pneumáticas, accionamentos, controles de equipamentos, transporte de materiais, etc. Depois da energia eléctrica, o ar comprimido é a forma de energia mais consumida na indústria de transformação. É também a forma de energia mais onerosa e, paradoxalmente, negligenciada, e muitas vezes é utilizado para limpeza de máquinas e limpeza de uniforme de operários.

Compressores podem ser definidos como estruturas mecânicas industriais destinadas, essencialmente, a elevar a energia utilizável de gases (ar comprimido), pelo aumento de sua pressão. **(Ver anexo 5)**

De uma maneira geral, o tema ar comprimido pode ser dividido em três partes:

- ❖ Geração – captação, compressão, tratamento e armazenamento.
- ❖ Distribuição – transporte do ar comprimido até os pontos de consumo.
- ❖ Consumo – transformação da energia contida no ar comprimido em trabalho por meio de equipamentos e ferramentas.

O enfoque principal será dado à geração, incluindo alguns conceitos básicos.

Embora, a base da pneumática seja um dos mais velhos conhecimentos da humanidade, foi preciso aguardar o século 19 para que o estudo de seu comportamento e de suas características se tornasse sistemático. Porém, pode-se dizer que somente após o ano 1950 é que ela foi realmente introduzida na produção industrial. Antes, porém, já existiam alguns campos de aplicação e aproveitamento da pneumática, como, por exemplo, a indústria mineira, a construção civil e a indústria ferroviária (freios a ar comprimido).

A introdução, de forma mais generalizada, da pneumática na indústria, começou com a necessidade, cada vez maior, de automatização e racionalização dos processos de trabalho. Apesar da rejeição inicial, quase sempre proveniente da falta de conhecimento, por fim foi aceita e o número de campos de aplicação tornou-se cada vez maior.

2.3.1. Principais componentes dos compressores

Entender os principais componentes dos compressores de ar ajuda a avaliar sua funcionalidade:

❖ Motor

Alimenta o compressor, permitindo a compressão do ar. O motor pode ser eléctrico ou a diesel, dependendo da aplicação e do local. **(Ver anexo 6)**

❖ Compressor

Onde se efectua a compressão do ar. Veja a figura abaixo.

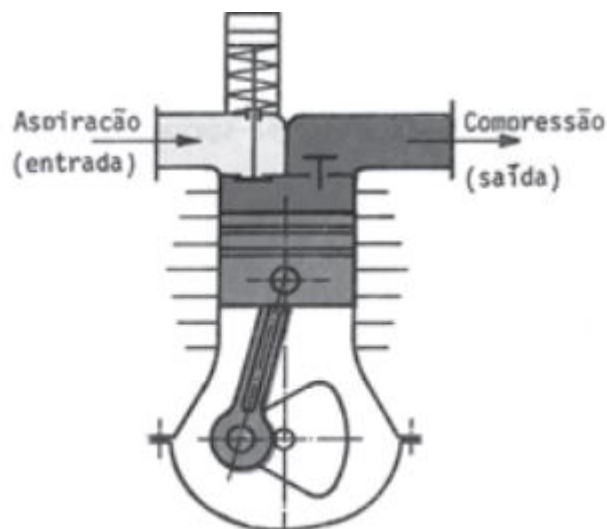


Figura 4: Compressor. Fonte: Manual Técnico

❖ Tanque de ar ou reservatório

Armazena o ar comprimido até que seja necessário. O tamanho do tanque pode variar de acordo com a finalidade do compressor e o volume de ar necessário. **(Ver anexo 8)**

2.3.2. Princípio de funcionamento

Em essência, os compressores de ar convertem potência em energia potencial armazenada no ar pressurizado. Esse processo envolve algumas etapas críticas:

❖ Admissão de ar:

O compressor aspira o ar do ambiente através de uma válvula de admissão. Esse ar geralmente é filtrado para remover poeira e outros contaminantes.

❖ Processo de compressão:

O ar é então comprimido pelo movimento de um pistão ou elemento rotativo, reduzindo seu volume e aumentando sua pressão. **(Ver figura 4)**

❖ **Armazenamento de ar comprimido:**

O ar de alta pressão é armazenado em um tanque ou em uma série de tanques. Este tanque actua como um reservatório para fornecer ar quando necessário, mantendo a pressão constante e garantindo um suprimento constante. **(Ver anexo 8)**

❖ **Lançamento e uso:**

Quando necessário, o ar comprimido é liberado através de uma válvula para alimentar ferramentas, máquinas ou outros equipamentos.

2.3.3. Tipos de compressores

Os compressores de ar são amplamente classificados em duas categorias nomeadamente: compressores de deslocamento positivo e compressores dinâmicos.

2.3.3.1. Compressores de deslocamento positivo

Os compressores de deslocamento positivo dividem-se em:

2.3.3.1.1. Compressores alternativos

Eles utilizam pistões accionados por um virabrequim para fornecer ar em alta pressão. O ar fica preso em um cilindro e então comprimido pelo movimento do pistão, o que diminui o volume e aumenta a pressão do ar. Compressores alternativos são comumente usados em aplicações que exigem uma saída de alta pressão intermitente.



Figura 5: Compressor de pistão. Fonte: mtibrazil.com.br

2.3.1.1.2. Compressores de parafuso rotativo

Eles utilizam dois parafusos helicoidais entrelaçados, conhecidos como rotores , para comprimir o ar. À medida que os parafusos giram, reduzem o volume de ar, aumentando assim sua pressão. Os compressores de parafuso rotativo são conhecidos por seu funcionamento contínuo e confiabilidade, tornando-os ideais para aplicações que exigem um fluxo constante de ar comprimido.



Compressor de parafuso

Figura 6: Compressor de parafuso. Fonte: mtibrazil.com.br

2.3.3.1.2. Compressores dinâmicos

2.3.3.1.2.1. Compressores centrífugos

Eles utilizam um disco giratório para transmitir velocidade ao ar, que é então convertida em pressão. O ar é aspirado para o centro de um impulsor rotativo com pás radiais e lançado para fora pela força centrífuga, o que aumenta sua pressão. Os compressores centrífugos são normalmente utilizados em aplicações de larga escala, onde são necessários grandes volumes de ar a pressão moderada.

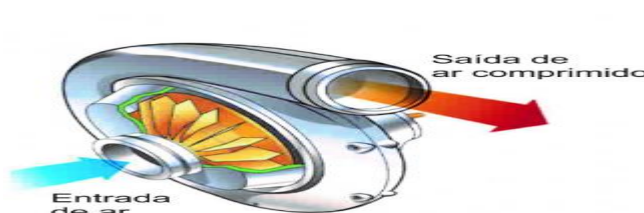


Figura 7: Compressor centrífugo. Fonte: blogs.simplusbr.com

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Gestão da manutenção

Em face das grandes mudanças ocorridas nos sectores tecnológico e de produção nos últimos anos, com complexidade cada vez maior dos equipamentos e, ao mesmo tempo, grande exigência de productividade e qualidade, a função manutenção tem assumido grandes responsabilidades no sentido de garantir confiabilidade e disponibilidade, factores refletidos directamente no desempenho operacional da organização (NUNES & VALLADARES, 2008).

De acordo com SOUZA (2008, p.66), a gestão da manutenção se inicia na definição da concepção: “(...) a gestão deve estar relacionada a todo conjunto de ações, decisões e definições sobre tudo o que se tem que realizar, possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os serviços que são aguardados pela função manutenção”. A concepção, ou modelo, revela como a empresa pretende que a função manutenção haja para que sejam alcançadas as metas do negócio. Nenhuma modalidade de manutenção substitui a outra, mas elas devem ser associadas para trazer melhorias em termos de desempenho de gestão. Neste sentido, diversas práticas atuais estão voltadas para a Engenharia de Manutenção, que busca aumentar confiabilidade ao mesmo tempo em que garante disponibilidade. Para isso, concentra-se na busca das causas, na melhoria dos padrões e sistemáticas, na modificação de situações permanentes de mau desempenho, no desenvolvimento da manutenibilidade, na intervenção das compras e projectos (ARAÚJO & SANTOS, 2008, apud NETTO, 2008).

Portanto, mais importante do que restringir a política de manutenção a uma abordagem ou outra, é necessário utilizar uma metodologia adequada de gestão do sistema de manutenção. Assim, a função manutenção deixará de ser um gasto adicional para a empresa e poderá ser encarada como factor estratégico para redução dos custos totais de produção. A seguir serão apresentadas duas filosofias/ferramentas de gestão da manutenção: o TPM (**Total Productive Maintenance**) ou Manutenção Produtiva Total e o RCM (**Reliability Centered Maintenance**) ou Manutenção Centrada em Confiabilidade.

3.1.1. Manutenção Productiva Total (TPM)

A Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance) teve sua origem no Japão, no início dos anos 60, e tinha como objectivo principal melhorar a confiabilidade dos equipamentos e aumentar a qualidade dos processos, viabilizando assim o sistema **Just in Time** (NETTO, 2008).

Ou seja, o TPM exige compromisso voltado para o resultado. Antes de uma política de manutenção, é uma filosofia de trabalho, com forte dependência de envolvimento dos mais diferentes níveis da organização. MORAES (2004) cita três características importantes do TPM:

- ❖ reconhecimento da manutenção como actividade geradora de lucros para a organização;
- ❖ integração e optimização das políticas de manutenção existentes e utilizadas na organização, melhorando a eficiência global dos equipamentos;
- ❖ promoção e incentivo à cultura do envolvimento dos operadores com a manutenção (manutenção espontânea), adquirindo novas capacidades e se dedicando aos projectos de aperfeiçoamento de diagnóstico e do equipamento.

Apesar de cada empresa possuir suas peculiaridades, a metodologia do TPM fornece alguns princípios, denominados pilares, que deveriam ser considerados para sua implementação. MORAES (2004, p. 40) aponta esses 8 pilares: “Melhoria Focada ou Específica”, “Manutenção Autônoma”, “Manutenção Planeada”, “Treinamento e educação”, “Gestão antecipada”, “Manutenção da Qualidade”, “Segurança, saúde e meio ambiente”, “Melhoria dos processos”.

- ❖ Melhoria Focada ou Específica

Actuação nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos (foco correctivo);

❖ Manutenção Autônoma

Relacionada, principalmente, às atividades que envolvem os operadores e seus equipamentos, despertando neles a vontade de cuidar e manter seus instrumentos de trabalho em boas condições de uso. Baseia-se também no espírito de trabalho em equipe para melhoria contínua das rotinas de manutenção e produção;

❖ Manutenção Planeada

Foco preventivo, com rotinas de inspeção baseadas no tempo ou na condição do equipamento, visando aumento de confiabilidade e disponibilidade e redução dos custos;

❖ Treinamento e educação

Refere-se à aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para desenvolvimento das equipes, principalmente nos quesitos liderança, flexibilidade e autonomia;

❖ Gestão antecipada

Todos os históricos anteriores de equipamentos e seus similares são analisados quando do projecto de um novo equipamento, a fim de que se construam equipamentos mais adequados aos índices de confiabilidade desejados;

❖ Manutenção da qualidade

Refere-se à interação existente entre qualidade dos produtos e capacidade de atendimento à demanda e confiabilidade dos equipamentos e da manutenção;

❖ Segurança, Saúde e Meio Ambiente

Como sugere o próprio nome, tem foco na melhoria contínua das condições citadas, reduzindo os riscos acerca de falhas;

❖ Melhoria dos Processos Administrativos

Baseia-se em organizar e eliminar desperdícios nas rotinas administrativas, evitando que as mesmas interfiram na eficiência dentro do chão-de-fábrica. Esses oito pilares definem e norteiam a filosofia do TPM, cujo foco é a “Falha Zero”. Para tanto, a metodologia também sugere objectivos específicos a serem alcançados. Souza (2008, p. 84) cita 4 desses objectivos principais como sendo:

- ❖ Eliminação das Grandes Perdas;
- ❖ Manutenção Autônoma;
- ❖ Manutenção Planeada;
- ❖ Educação e Treinamento.

3.1.2. Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM)

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (Reliability-Centered Maintenance) foi documentada na publicação de Stan Nowlan e Howard Heap em 1978, a partir da análise da política de manutenção no sector de transporte aéreo, e demonstrou, dentre outros aspectos, que não havia forte correlação entre idade de equipamento e taxa de falhas (FERREIRA, 2009).

O RCM é uma metodologia que identifica quais as práticas mais indicadas, dentro de uma operação, para a preservação das funções nela existentes. Ou seja, identifica e mensura a confiabilidade de um sistema (equipamentos, máquinas e processos) e, de maneira científica, propõe meios para aumentar essa confiabilidade (MARCORIN & LIMA, 2003).

Diferentemente de outras metodologias, busca direccionar e replanear a manutenção de uma área/equipamento específico ou da empresa como um todo, e é a própria empresa que vai dizer qual o nível de serviço que deseja ou que considera aceitável para seus equipamentos, de acordo com especificações de projecto, custo x benefício, custo e impacto de falhas, entre outros (SOUZA & LIMA, 2003). KRONER (1999) apud SOUZA & LIMA (2003), define sete passos para implantação da metodologia RCM, os quais serão descritos a seguir:

Passo 1 - Seleção de equipamento/área onde será realizada a manutenção: onde os investimentos forem justificáveis, deve-se planejar os detalhes da manutenção, como análises (quando e onde), auditorias e treinamento;

Passo 2 - Determinação do desempenho desejado e capacidade real tecnológica do activo: conciliar a manutenção de maneira que o equipamento tenha sempre condições de executar o que ele foi projectado para executar (“capabilidade intrínseca”) e também o que se deseja que ele execute (“desempenho desejado”), da maneira correta;

Passo 3 - Análise das falhas do activo: realizar registro e análise de falhas funcionais (perda de função) de acordo com as consequências para o desempenho operacional do activo, classificando-as em falhas parciais e totais, falhas limites inferiores e superiores e falhas contexto operacional. Isso permitirá à função manutenção maior conhecimento e controle sob seus equipamentos;

Passo 4 – Estudar as causas das falhas, seus efeitos e possíveis consequências: usualmente, é utilizado o FMEA - Análise de Modos de Falha e seus Efeitos – para conduzir as investigações sobre as falhas, gerando informações que justifiquem tomada de decisão para eliminar/amenizar a causa/efeito da falha;

Passo 5 – Selecionar o tipo de manutenção mais adequada, de acordo com a seguinte classificação: tempo (preventiva), condição (preditiva) e teste (detectiva). Isso permitirá uma alta confiabilidade operacional do equipamento e, onde for aplicável, alta longevidade do mesmo com a manutenção preditiva, baixando os custos de manutenção;

Passo 6 – Formular e Implementar o Plano de Manutenção: é importante que as recomendações no novo plano de manutenção sejam comparadas às já existentes, de maneira a decidir se devem ser propostas novas actividades, mudar as já existentes ou, até mesmo, eliminar algumas.

Passo 7 – Melhoria Contínua: melhoria contínua baseada no Kaisen, através de constantes revisões, para adaptação às novas tecnologias, aos novos problemas e às novas condições do ambiente. O autor destaca a importância do envolvimento de todos os setores e

colaboradores, para que as novas melhorias atinjam a empresa como um todo e apresentem, de fato, resultados significativos.

O RCM visa a utilização máxima dos recursos disponíveis, desde que viáveis, para garantir a confiabilidade de operação. Além disso, pelo alto nível de informações que gera, permite a empresa melhorar seu desempenho operacional, aumentar a vida útil dos equipamentos, melhorar a tomada de decisão a respeito das manutenções (quando, onde, o que e por que fazer).

Depois de levantados os riscos de falhas, a empresa poderá dirigir seus esforços para as máquinas que, caso falhem, possam vir a gerar algum agravante para o ambiente e/ou seus próprios colaboradores. Melhora, portanto, a segurança (SOUZA & LIMA, 2003).

3.2. Como escolher um bom plano de gestão de manutenção

A empresa AM Electricidade tem vindo a fazer trabalhos importantíssimos no que concerne na área das máquinas e equipamentos eléctricos. Com base no questionário que se encontra no **anexo 1** foi possível escolher a melhor estratégia de gestão de manutenção.

A adopção de uma estratégia de manutenção deve vir a partir de uma decisão gerencial, possibilitando a comparação do desempenho real com o desempenho desejado, de acordo com a estratégia da unidade produtiva. A estratégia de manutenção deve estar integrada com as metas de produção, favorecendo os aspectos considerados mais decisivos, por exemplo: aumento da disponibilidade e confiabilidade de equipamentos e máquinas; aumento do facturamento; redução dos custos; aumento da segurança pessoal e ambiental; entre outros. É papel da gerência, ao invés de falar em “mudança de cultura”, implantar uma “cultura de mudanças”, liderando as ações necessárias para tal. A visão sistêmica do negócio e a mudança de paradigmas levarão a grandes inovações, portanto, é de suma importância que o líder seja um agente de mudanças (KARDEC & NASCIF, 2009). O plano de manutenção a ser adotado deve considerar os seguintes fatores, segundo KARDEC & NASCIF (2009, p. 59):

- 1) A importância do equipamento do ponto de vista operacional, de segurança pessoal, de segurança da instalação e do meio ambiente;
- 2) Os custos envolvidos no processo, no reparo/substituição, nas consequências da falha;
- 3) A oportunidade;
- 4) A capacidade de adequação do equipamento/instalação favorecer a aplicação deste ou aquele tipo de manutenção (adequabilidade do equipamento). Seguindo essa linha de pensamento, é perfeitamente adequado adotar diferentes tipos de manutenção para diferentes equipamentos/áreas.

A escolha da melhor estratégia de manutenção pode ser analisada graficamente, verificando o comportamento dos custos da estratégia de manutenção ao longo do tempo como pode se ver no gráfico a seguir:

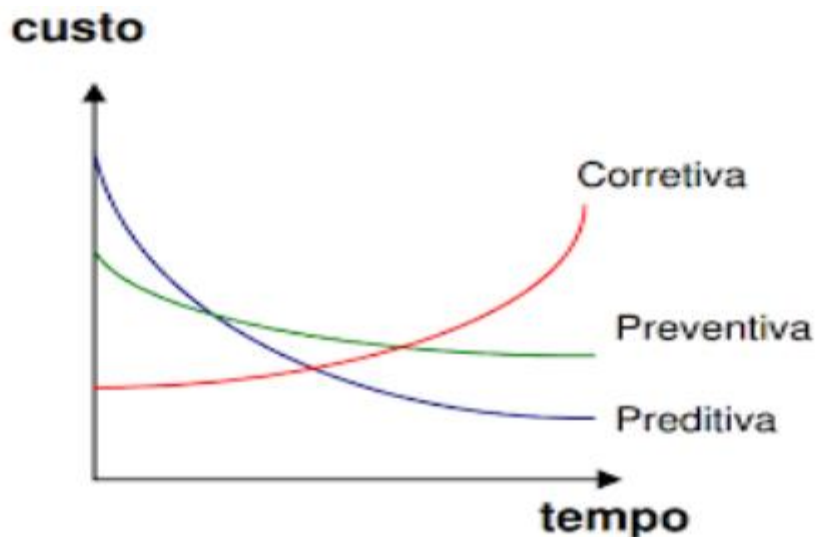


Figura 8: Comportamento dos custos da estratégia de manutenção ao longo do tempo
Fonte: Senai (2014)

Como se pode ver no gráfico anterior, a curva que representa a manutenção correctiva tem um custo aparentemente baixo relativamente as outras estratégias de manutenção. No entanto, a médio e longo prazo os custos se tornam muito maiores, o que a torna uma estratégia de manutenção não sustentável. A manutenção preditiva apesar de ter um custo

que reduz com o decorrer do tempo, requer um investimento inicial bastante alto, justificando-se o seu custo para activos essenciais numa empresa ou organização. Assim, a estratégia que se mostra numa situação mais razoável é a **manutenção preventiva**.

3.2.1. Plano de manutenção preventiva dos compressores

O plano de manutenção é usado para mapear as manutenções de rotina que devem ser realizadas em um determinado período, ou seja, é um documento que pode ser criado de diversas formas (em papel, planilhas ou sistemas) e que vem antes de todas as etapas do processo. É uma fase muito estratégica e envolve a planificação. O plano pode ser criado para serviços vinculados a equipamentos, máquinas ou activos (veículos, prédios e outros).

Etapas de um plano de manutenção preventiva

A seguir apresentamos as 5 etapas de um plano de manutenção preventiva, são eles:

3.2.1.1. Definir objectivos e prioridades

Significa definir o que pretende, por exemplo: evitar avarias que comprometeram o funcionamento normal da empresa no passado ou proteger os equipamentos dispendiosos que seriam difíceis de substituir com facilidade.

3.2.2.2. Fazer um inventário de activos e a listagem de tarefas

Consiste em fazer o mapeamento dos activos divididos por famílias de equipamentos. Deve-se incluir as seguintes informações:

- ❖ Prazos de garantia;
- ❖ Recomendações do fabricante ou manual do utilizador relativamente à manutenção do equipamento;
- ❖ Dados de verificações anteriores para verificar o funcionamento do equipamento;
- ❖ Dados de reparações anteriores especialmente se houve substituição de peças;
- ❖ Criticidade do activo e
- ❖ Requisitos legais.

3.2.2.3. Gerir prioridades e recursos

Inicialmente define-se os objectivos a longo prazo, nesta etapa precisa-se traduzir os objectivos para o curto prazo, consoante o tempo e os recursos de que se dispõe. Nesta etapa recomenda-se que:

Acções de manutenção preventiva nos activos mais críticos (classe A), cuja avaria mais afecta os nossos objectivos, até os activos menos críticos (criticidade de classe B), manutenção correctiva programada (activos de classe C) que não justificam o investimento em manutenção preventiva. Em poucas palavras diríamos que dá-se prioridade aos activos mais críticos. Uma avaliação de risco é extremamente útil para classificar o nível de prioridade de cada activo. A inspeção das fugas de gás, por exemplo, é sempre prioritária porque põe em risco a segurança de todos os utentes das instalações.

3.2.2.4. Criar KPLs para o plano de manutenção

Definidos os objectivos, nesta etapa precisa-se saber até que ponto os mesmos foram atingidos. Isto é feito através dos indicadores de performance (KPLs) previamente definidos, de forma a acompanhar o progresso e a eficácia do plano de manutenção. Alguns dos indicadores mais comuns são os seguintes:

- ❖ Percentagem de manutenção planificada;

$$\% \text{ man. plan} = \frac{\text{horas de man. planificada}}{\text{total de horas de manut}} \times 100\%$$

Equação 1: Taxa de cumprimento da manutenção preventiva

Se a percentagem de manutenção planificada for inferior a 85%, deve-se fazer mais exames, pois, isto significa que os técnicos de manutenção passam 15% do tempo a corrigir avarias que poderiam ter sido evitadas;

- ❖ Taxa de cumprimento da manutenção preventiva;

$$PMC = \frac{Nr\ de\ tarefas\ executadas}{Nr\ de\ tarefas\ planificadas} \times 100\%$$

Equação 2: Taxa de cumprimento da manutenção preventiva

Esta taxa deve ser de pelo menos 90%.

- ❖ Eficácia geral do equipamento;
- ❖ Percentagem crítica de manutenção agendada;

$$\%crit.\ de\ manut.\ agend. = \frac{Nr\ dias\ de\ ciclo\ de\ PM}{Nr\ dias\ de\ atraso + Nr\ dias\ de\ ciclo\ de\ PM} \times 100\%$$

Equação 3: Percentagem crítica de manutenção agendada

Esta taxa está relacionada com a percentagem de manutenção preventiva que se está a fazer com atraso.

- ❖ Tempo médio entre avarias;
- ❖ Custo total com a manutenção (incluindo a mão-de-obra, materiais, contratos de manutenção).

3.2.2.5. Rever e melhorar o plano

Consoante os resultados que se obtém (medidos de acordo com os KPLs que já se definiu na etapa anterior), deve-se fazer melhorias progressivas ao plano. De um modo geral, as (cinco) 5 etapas básicas de um plano de manutenção preventiva podem ser visualizadas através do esquema seguinte:

OS 5 PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

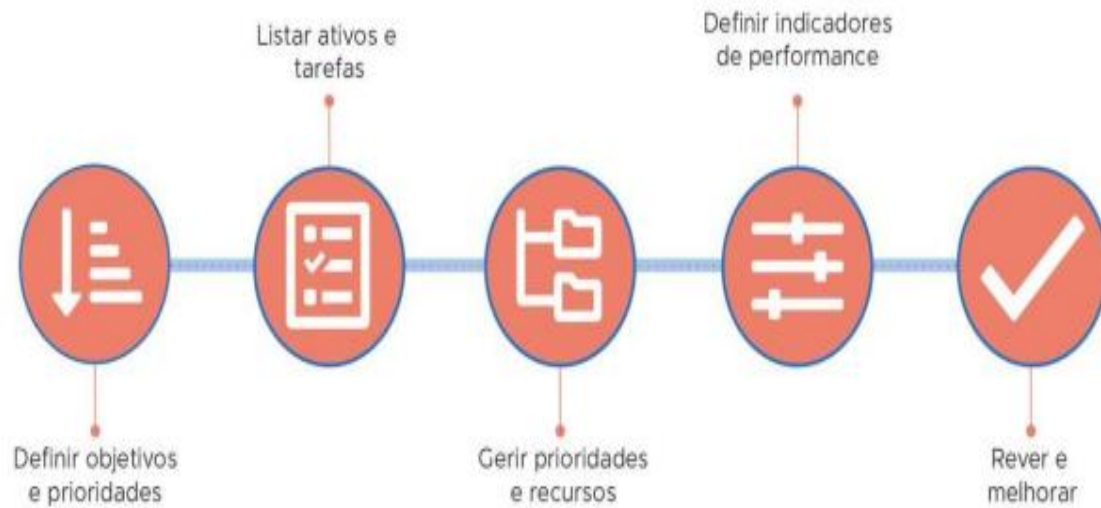


Figura 9: Planos de manutenção preventiva. Fonte Senai

Determinadas operações de assistência são agrupadas em planos, designados planos de assistência I, A, B ou D.

Em compressores com um regulador eletrônico, aparecerá uma mensagem no visor do regulador quando o intervalo é atingido, indicando que planos de assistência deverão ser efectuados. Após a assistência, o regulador deve ser rearmado.

Tabela 2: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor

Período	Horas de funcionamento	Plano de assistência	Ação
Diariamente			- Verificar se os condensados são descarregados durante o funcionamento; -Limpar os condensados manualmente; -Verificar as leituras no visor; -Nos compressores com secador integrado: verificar o ponto de orvalho.
Semestralmente			-Operar a(s) válvula(s) de segurança -Limpar o compressor

Tabela 2.1: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor

Trimestralmente	500		-Verificar a queda de pressão sobre os filtros (opcional) -Inspeccionar os filtros de entrada de ar: verificar a existência de sujidade e danos. Substituir um filtro sujo ou danificado por um filtro novo; -Verificar os arrefecedores. Se necessário, limpar com jacto de ar
-----------------	-----	--	--

Tabela 2.2: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor

Anualmente	2500	A	-Testar a(s) válvula(s) de segurança; -Mandar testar os componentes eléctricos/ interruptor de corte de funcionamento; -Verificar a tensão e o estado das correias; -Substituir os filtros de entrada de ar;
	5000	B	-Remover, desmontar e limpar a válvula flutuadora do colector de condensados; -Substituir as correias;

Tabela 2.3: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor

A cada 2 anos	5000	B	-Limpar o ventilador, a conduta do ventilador e as aletas de refrigeração do elemento; -Substituir a(s) válvula(s) de retenção; -Compressores de 10 bar e 145psi: • Substituir o tubo de saída; • Mandar substituir as borrachas de vedação e o vedante de poeiras; • Mandar lubrificar o rolamento de espiral em órbita e os rolamentos dos mancais da manivela.
---------------	------	---	--

Tabela 2.4: Plano de manutenção preventiva dos compressores. Fonte: Autor

A cada 4 anos	1000	C	-Compressores de 8 e 116psi: • Substituir o tubo de saída; • Mandar substituir as borrachas de vedação e o vedante de poeiras • Mandar lubrificar o rolamento de espiral em órbita e os rolamentos dos mancais da manivela.
---------------	------	---	--

Notas importantes

1. A manutenção deve ser efectuada em função do número de horas de funcionamento ou período de tempo de funcionamento, considera-se o que ocorrer primeiro.
2. Em caso de ambientes poeirentos, deve ser efectuada com mais frequência
3. A lubrificação dos rolamentos do elemento compressor deve ser efectuada com lubrificante especial, uma pistola de lubrificação especial e segundo um procedimento específico.
4. Em condições de temperatura ambiente elevada, os rolamentos devem ser lubrificados mais frequentemente: para cada aumento de 5°C (9°F) acima de 30°C (86°F), o intervalo de manutenção deve ser reduzido em 30%.
5. Em condições extremamente secas (humidade relativa abaixo de 15%) as borrachas de vedação e os vedantes de poeira têm de ser substituídos mais frequentemente.

4. Manutenções feitas durante o período de estágio

Durante o meu estágio foram feitas as seguintes manutenções:

Tabela 3: Manutenções feitas durante o estagio. Fonte: Autor

Nr de Anexo	Tipo de Manutenção	Defeito	Solução empregue
Anexo 3	Manutenção Preventiva		Troca de óleo
Anexo 4	Manutenção Correctiva	Reservatório não enche	Calibrar o pressostato
		Vazamento de ar	Troca da tubulação

Tabela 3.1: Manutenções feitas durante o estagio. Fonte: Autor

Anexo 5	Manutenção Preventiva		Limpeza do compressor
			Troca de filtros
			Troca de motor
Anexo 6	Manutenção Correctiva	Placa de válvula	Substituição da placa de válvula
Anexo 7	Manutenção Correctiva	Dispositivos de protecção defeituosos	Substituição dos dispositivos
Anexo 9	Manutenção Correctiva	Pressóstato danificado	Substituição do pressostato
Anexo 10	Manutenção Preventiva	Reservatório cheio de água	Drenagem da água

5. Conclusão

Este trabalho contemplou diversos aspectos relacionados à manutenção dos compressores visando determinar uma gestão estratégica ideal. No entanto, sabia-se que não seria tarefa trivial, principalmente pelas inúmeras variáveis relacionadas ao processo productivo e gerencial. Sabia-se também que dificilmente se conseguiria encontrar um único padrão de gerenciamento estratégico da função manutenção passível da afirmativa: este é o melhor. Apesar disso, acredita-se que o detalhamento teórico de diversos itens relacionados à manutenção dos compressores, bem como o de funcionamento dos mesmos, cria a possibilidade de estabelecer diversos pontos-chave que, se seguidos, levarão as empresas a melhorarem seus resultados operacionais, atingindo níveis de excelência organizacional.

Considera-se, portanto, que foram alcançados todos os objectivos traçados para este trabalho e, apesar de não existir um único caminho correto e ideal para o gerenciamento estratégico do sector de manutenção, há práticas, conceitos e técnicas diversos que, se aplicados correctamente e coerentemente, poderão garantir excelentes resultados operacionais para a organização e o alcance do “Estado da Arte”.

6. Recomendações

Considerando os resultados obtidos recomenda-se um estudo mais aprofundado da pesquisa de campo, envolvendo mais empresas e focando em sectores distintos, de maneira a traçar planos e objetivos de manutenção que lhes fossem mais condizentes, de acordo com suas categorias e limitações pois a questão do plano de gestão a se aplicar é relativa baseando-se em uma série de factores;

É importante que a execução de um projecto de sistema de ar comprimido/compressor siga normas técnicas e, também, definir a necessidade de consumo do processo, para que o sistema trabalhe com folga, respeitando a eficientização energética. É necessário, ainda, respeitar a manutenção preventiva e corretiva, seguindo o cronograma citado nos catálogos dos fabricantes;

Colocar as máquinas em um local onde o ar ambiente seja o mais fresco e limpo possível. Se necessário, instalar uma conduta de sucção. Não obstruir a entrada de ar. Deve-se ter o cuidado de minimizar a entrada de humidade no ar de entrada;

Durante a manutenção e reparação, manter a máxima limpeza. Manter a limpeza tapando as peças e aberturas expostas com um pano, papel ou fita, limpos;

7. Referencias Bibliográficas

1. Compressores: guia básico / Eletrobrás [et al.]. Brasília : IEL/NC, 2009
2. ENGETELES. Como elaborar planos de manutenção preventiva. Brasília, 2018. Disponível em: Acesso em: 15 Maio. 2025.
3. FREITAS, M. A. S. Implementação da Filosofia TPM (Total Productive Maintenance): um estudo de caso.
4. KARDEC, ALAN. & NASCIF, J.A. Manutenção – função estratégica. 2.^a ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2001.
5. KARDEC, A.; NASCIF J. Manutenção: função estratégica. 3^a edição. Rio de Janeiro:Qualitymark: Petrobrás, 2009.
6. SIQUEIRA, I. P. Manutenção centrada na confiabilidade: Manual de implementação. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2014.
7. SOUZA, S. S.; LIMA, C. R. C. Manutenção Centrada em Confiabilidade como Ferramenta Estratégica. In: XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção, 2003, Ouro Preto –MG.
8. OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.
9. WYREBSK, J. Manutenção Produtiva Total. Um Modelo Adaptado. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
10. MOREIRA, Illo da Silva. Compressores: instalação, funcionamento e manutenção. São Paulo: SENAI-SP, 1991. 76 p.

Anexos



AM – Eletricidade Geral, E.I
Engenharia ao seu serviço

Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Engenharia

Nossa Referência:

Vossa Referência:

Data:

AME-195-2025

FE-006/2025

31/03/2025

Contacto:

Augusto da Silva

Info@ame.co.mz

+258 84 846 0060

Assunto: Resposta ao Pedido de Estágio Profissional

Exmo. Senhor,

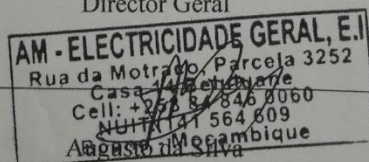
Acusamos a recepção da carta de V. excia, através da qual solicita o estágio pré-profissional a favor do **Sr. Manuel Henrique Cuambe**, estudante do ensino superior em **Engenharia Eléctrica**, pelo que vimos pela presente informar que mereceu especial atenção.

Relativamente ao assunto, serve a presente para informar que o seu pedido foi aceite, pelo que, o estágio teve início no dia 12 de Março de 2025 e termina a 12 de Julho de 2025, na Área de Manutenção Industrial e Instalações Eléctricas.

Sem mais de momento, agradecemos a atenção dispensada e subscrevemo-nos com elevada estima e consideração.

Com melhores cumprimentos,

Director Geral



Á:

Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Engenharia

Nossa Referência:

AME-195-2025

Vossa Referência:

FE-006/2025

Data:

01/06/2025

Contacto:

Augusto da Silva

Info@ame.co.mz

+258 84 846 0060

Assunto: Carta de conclusão do Estágio

Exmo. Senhor,

A AM Electricidade, EI, declara para os devidos efeitos e fins achados convenientes que o Sr. **Manuel Henrique Cuambe**, estudante do ensino superior em Engenharia Eléctrica, estagiou nesta instituição no período de 12/03/2024 à 12/06/2023 totalizando 3 meses de estágio, sendo que nesses meses esteve alocado na área de Manutenção e Instalações Eléctricas. Tendo mostrado interesse e conhecimentos técnicos nas responsabilidades que lhe foram atribuídas como engenheiro estagiário. Por ser verdade e para os devidos fins, firmamos a presente declaração assinada e autenticada com carimbo à tinta de óleo em uso nesta instituição. Sem mais de momento, agradecemos a atenção dispensada e subscrevemo-nos com elevada estima e consideração. Com melhores cumprimentos,

Director Geral





FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Curso de Engenharia Eléctrica

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA:	2025ELEPD21
---------------------	-------------

Data:	17/02/2025
-------	------------

1. TÍTULO DO TEMA

Proposta de Gestão de Manutenção dos Compressores: Uma oportunidade para melhorar o resultado Operacional.

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

2.1. Introdução

A expansão tecnológica, a globalização, o desaparecimento das fronteiras e a incorporação da sustentabilidade e responsabilidade social dentro das empresas são, certamente, grandes indicativos da evolução da economia mundial. Ao mesmo tempo, encontra-se a concorrência entre as organizações e estas se vêem obrigadas a melhorar a agilidade a que respondem ao mercado, inovando e efectuando melhorias contínuas.

Neste cenário, é preciso que a actividade de manutenção se integre de maneira eficaz ao processo productivo, contribuindo para que a empresa caminhe rumo à excelência.

Os modernos processos industriais de fabricação trazem a necessidade de produção do ar comprimido, tornando a aplicação de compressores imprescindível para o funcionamento destas máquinas.

2.2. Formulação do problema

A actividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada. Portanto, a busca pelo sucesso em determinado sector do mercado exige que os gestores abram os olhos para o futuro, principalmente os que actuam na manutenção.

Como criar um plano de gestão de manutenção dos compressores com vista a melhorar o resultado operacional nas empresas?

2.3. Justificativa

O aumento dos níveis de competitividade teve como uma de suas consequências mais expressivas a maior importância concedida ao gerenciamento da produção. Ao mesmo tempo, os avanços tecnológicos e a introdução dos mesmos dentro das indústrias levam a uma reavaliação de vários conceitos e práticas antes tidas como verdades absolutas. Neste sentido, novos sistemas, práticas e inovações surgem para a aplicação no sector de manutenção, associando a isso, uma mudança brusca nos paradigmas desta actividade.

O ar comprimido é, provavelmente, uma das mais antigas formas de transmissão de energia que o homem conhece, empregada e aproveitada para ampliar sua capacidade física. O reconhecimento da existência física do ar, bem como a sua utilização mais ou menos consciente para o trabalho, são comprovados há centenas de anos.

Portanto, há grande motivação por parte do autor em se aprofundar no assunto, foi um tema não tratado com base nos trabalhos já vistos e a mesma reconhece importância fundamental em discutir o sector.

2.4.. Objectivos

2.4.1. Objectivo geral

- ✓ Propor um plano de gestão de manutenção dos compressores nas Empresas;

2.4.2. Objectivos específicos

- ✓ Realizar um estudo teórico acerca das concepções de Manutenção Eléctrica, e conhecer seus tipos, suas diferenças, vantagens e desvantagens;
- ✓ Realizar um estudo teórico acerca das concepções dos compressores bem como conhecer seus tipos;
- ✓ Apresentar os defeitos dos compressores, possíveis causas e as técnicas usadas para solucionar-las.

2.5. Metodologia

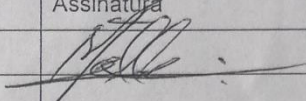
Para a elaboração deste projecto, usar-se-á como procedimento metodológico:

- ❖ **A Pesquisa bibliográfica**, que consistirá essencialmente na leitura de manuais, guias-técnicos que abordam acerca dos compressores bem como as normas que regem aos projectos de Gestão de Manutenção;
- ❖ **Pesquisa de campo**, consistirá em ir até as Empresas e deste modo colher informações na base de um questionário.

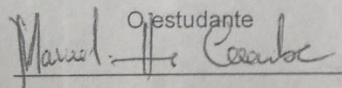
3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

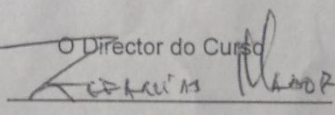
Provincia de Maputo- Mozal

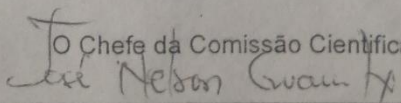
4. SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM	Manuel Telles	
Co-supervisor		
Da Instituição	Augusto da Silva	Augusto Silva

Maputo, 19 de Março de 2025

O estudante

(Manuel Henrique Cuambe)

O Director do Curso

(Engº. Zefanias José Mabote)

O Chefe da Comissão Científica




FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Curso de Licenciatura em Engenharia Electrónica

PLANO DE ACTIVIDADES DE TRABALHO DE LICENCIATURA

REFERÊNCIA DO TEMA: 2025ELEPD21

Data: 17/02/2025

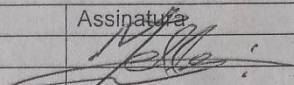
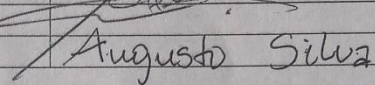
TÍTULO DO TEMA

Proposta de Gestão de Manutenção dos Compressores: Uma oportunidade para melhorar o resultado Operacional.

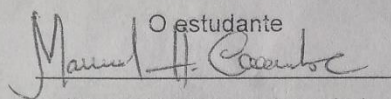
#	Actividade	Mar.	Abr.	Maio.	Jun.	OBS
1	Escolha e pesquisa do tema					
2	Levantamento bibliográfico					
3	Escolha de instrumentos de recolha de dados					
4	Pesquisa de campo					
5	Redação da revisão bibliográfica					
6	Análise e dados					
7	Discussão de resultados					
8	Redação da análise de dados e discussão dos resultados					
9	Redação das conclusões e referências bibliográficas					
10	Revisão e redação final					
11	Submissão do relatório final					

Observações:

SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM	Manuel Telles	
Co-supervisor		
Da Instituição	Augusto da Silva	

Maputo, 19 de Março de 2025


O estudante
(Manuel Henrique Cuambe)

Ficha de avaliação da atitude do estudante



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTECNICA

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE

Nome da estudante: Manuel Henrique Cuambe

Referência do tema: 2025ELEPD21

Data: __/__/2025

Título do tema: Proposta de Gestão de Manutenção dos Compressores: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.

Indicador	Classificação				
Classificação Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)	1	2	3	4	5
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)	1	2	3	4	5
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)	1	2	3	4	5
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)	1	2	3	4	5
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)	1	2	3	4	5

Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)	1	2	3	4	5
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)	1	2	3	4	5
Total de pontos (max: 35)					

Valor do classificador	Cotação obtida	Significado
	1	Não aceitável (0 a 9 valores)
	2	Suficiente (10 a 13 valores)
	3	Bom (14 a 16 valores)
	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)

Total de pontos (max: 35)			Nota (=Total*20/35)
---------------------------	--	--	---------------------



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO: ENGENHARIA ELÉCTRICA

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE PROJECTO DE CURSO

Declaro que o estudante: Manuel Henrique Cuambe entregou no dia 10/06/2025 as 3 cópias do relatório do seu Estágio Profissional com referência: 2025ELEPD21

Intitulado:

Proposta de Gestão de Manutenção dos Compressores: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.

Maputo, 10 Junho de 2025

A chefe da secretaria

Arlete Cuco Chiconela

(Arlete Chiconela)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu Manuel Henrique Cuambe, estudante do 5º nível do curso de Engenharia Eléctrica na Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, declaro por minha honra que este trabalho é da minha autoria, sendo fruto dos conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação, investigação pessoal e da orientação dos supervisores. O conteúdo deste trabalho é original e todos os documentos consultados estão devidamente identificados na bibliografia.

Maputo, Junho de 2025

Manuel H. Cuambe

(Manuel Henrique Cuambe)

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.1- 1. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

ENGENHARIA AO SEU SERVIÇO

Questionário desenvolvido para pesquisa sobre o sector de manutenção, com foco em seu planeamento e gestão, visando identificar melhores práticas, bem como oportunidades de melhoria no sector.

Preenchimento Obrigatório

Nome: _____

Email ou telefone para contacto: _____

Empresa: _____

Cargo ou função: _____

Tempo na função: _____

Autoriza a divulgação

☐ Sim ☐ Não

* Legenda:

☐ Escolha apenas uma alternativa

☐ Pode ser seleccionada mais de uma alternativa

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.2- 2. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

PARTE 1 – Ferramentas e modelos de gestão da manutenção

1. Dentre os modelos de manutenção apresentados abaixo, qual(is) é(são) o(s) mais utilizado(s) em sua empresa?

☐ Manutenção Corretiva Não-Planejada

☐ Manutenção Corretiva Planejada

☐ Manutenção Preventiva

☐ Manutenção Preditiva

☐ Manutenção Detectiva

☐ Engenharia de Manutenção

☐ Não sei informar.

2. Qual(is) da(s) os modelos de manutenção ou ferramentas da qualidade abaixo é(são) utilizada(s)?

☐ MCC ou RCM – Manutenção Centrada em Confiabilidade

☐ MPT ou TPM – Manutenção Produtiva Total

3. Existe algum sistema, informatizado ou manual, de Planejamento e Controle da Manutenção?

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.3- 3. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

[] Sim, é informatizado e planeja, controla, prioriza e gerencia todos os serviços ligados à manutenção, apresentando excelentes resultados em termos de disponibilidade, registro e análise de falhas, acompanhamento de serviços e comprometimento com os resultados da organização.

[] Sim, é informatizado e planeja, controla, prioriza e gerencia todos os serviços ligados à manutenção, mas não consegue ser eficaz no sentido de fornecer boa disponibilidade dos equipamentos e eventualmente há falhas de priorização ou de alocação dos recursos.

[] Sim, é informatizado, mas deixa a desejar em vários aspectos, como _____

[] Sim, é realizado manualmente, e engloba todos os serviços de manutenção, trazendo excelentes resultados em termos de disponibilidade de máquinas, acompanhamento de serviços, registro e análise de falhas e comprometimento com os resultados da organização.

[] Sim, é realizado manualmente, mas deixa a desejar em vários aspectos, como _____

[] Não, não existe qualquer controle relativo ao sector de Manutenção.

[] Não sei informar.

4. A empresa possui um planeamento estratégico com objectivos estratégicos bem definidos nos quais a área de manutenção contribui decisivamente para o alcance deste objetivos e metas?

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.4- 4. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

☐ Sim, possui Planejamento Estratégico e a manutenção participa activamente.

☐ Sim, possui Planejamento Estratégico, mas a manutenção contribui pouco para o alcance dos objetivos.

☐ Sim, possui Planejamento Estratégico, mas a área de manutenção não está inserida nos objetivos traçados.

☐ Não possui Planejamento Estratégico.

☐ Não sei informar.

A área de manutenção possui indicadores para medir seu desempenho, realizando análises periódicas destes indicadores?

☐ Sim, traça objectivos coerentes e mede-os através dos indicadores, que são actualizados e analisados periodicamente por toda a equipe, que irá propor melhorias para alcançar novas metas.

☐ Sim, traça objectivos e mede-os através de indicadores, mas estes não são actualizados periodicamente e/ou estas análises não resultam em quaisquer resultados efetivos.

☐ Não, a área possui objectivos e indicadores, mas estes não são medidos quase nunca ou não são coerentes com as funções do sector, e portanto, não apresentam resultado efectivo algum.

☐ Não, a área não possui quaisquer objectivos ou indicadores.

☐ Não sei informar.

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.5- 5. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

PARTE 2 – Organização da função manutenção

6. Como está organizado o sector de manutenção em sua empresa?

☐ É descentralizado, sendo que há uma equipe própria de manutenção para cada processo ou área.

☐ É centralizado, havendo apenas uma equipe de manutenção que actua em toda a empresa.

☐ É misto, sendo que cada área/processo tem uma equipe própria, mas a função de manutenção é centralizada por um órgão que gerencia e controla os processos e pessoas envolvidas.

☐ A manutenção é terceirizada em minha empresa.

☐ Não sei informar.

7. A actual estrutura organizacional da manutenção atende às expectativas e à demanda pelo sector dentro da empresa?

☐ Sim, os serviços são sempre atendidos dentro do tempo esperado e de acordo com os procedimentos.

☐ Sim, na maioria das vezes, os serviços são atendidos dentro do tempo esperado e de acordo com os procedimentos.

☐ Sim, mas há falhas na organização do sector e, por vezes, os serviços sofrem com atrasos desnecessários e/ou com má qualidade dos serviços.

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.6- 6. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

☐ Não atende.

☐ Não sei informar.

8. Como você avalia o desempenho dos responsáveis (supervisores/gerente) pela área?

☐ Excelente, eles lideram ações de melhoria e estão comprometidos com os resultados, além de promoverem reuniões de conscientização com participação dos colaboradores para a organização da manutenção.

☐ Muito bom, lideram ações de melhoria e demonstram comprometimento com os resultados, mas nunca ou quase nunca buscam contacto com os colaboradores.

☐ Bom, mas poderiam ser mais comprometidos e participar mais activamente da rotina da manutenção, para proposta de ações mais coerentes com os objetivos da área.

☐ Regular, sendo que, por vezes, adoptam medidas incoerentes ou não comunicam aos colaboradores sobre as ações que estão sendo tomadas, além disso, poderiam ser mais participativos.

☐ Ruim, não participam da rotina da manutenção, não são pró-ativos e nem comprometidos. Poucas ou pouquíssimas ações de melhoria são propostas.

PARTE 3 – Qualidade aplicada à Manutenção

9. A gestão é baseada em itens de controle (disponibilidade, custos, confiabilidade, etc.) definidos pela gerência e estes possuem análise crítica periódica?

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.7- 7. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

☐ Sim, são definidos itens de controle e há auditorias periódicas que possibilitam medir esses itens, que também são analisados periodicamente.

☐ Sim, mas as auditorias e análises são pouco frequentes e/ou ineficazes.

☐ Sim, há itens de controle, mas as auditorias e análises simplesmente não são realizadas.

☐ Não.

☐ Não sei informar.

10. A empresa está preocupada em diagnosticar a causa das principais falhas e possui ferramentas para análise das mesmas, bem como mantém um histórico das causas das falhas recorrentes?

☐ Sim, é mantido registro das falhas e todas as falhas são diagnosticadas, buscando-se sempre a melhor solução para elas através de ferramentas de análise de falhas.

☐ Sim, as falhas são sempre diagnosticadas e solucionadas através de ferramentas, mas não há registro nem histórico de tais falhas.

☐ Sim, mas algumas vezes não se consegue diagnosticar com precisão a causa raiz da falha e/ou ela é simplesmente ignorada.

☐ Não, o diagnóstico e análise de falhas é realizado aleatoriamente, e nem todas as falhas são registradas.

☐ Não, não há diagnóstico nem registro.

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.8- 8. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

☐ Não sei informar.

11. Os funcionários são bem treinados e/ou capacitados para exercer sua função, tendo pleno domínio dos procedimentos da área e tendo autonomia para implantar melhorias?

☐ Sim, todos os funcionários são capacitados para a função e também recebem treinamento. Respeitam os procedimentos e recebem incentivos para implantar melhorias.

☐ Sim, os funcionários recebem treinamento, mas não há controle rígido sobre o uso correto dos procedimentos. Todos tem autonomia para implantar melhorias.

☐ Não, faltam supervisores e os serviços são realizados fora dos procedimentos, apesar de estes existirem. O treinamento não é efectivo.

☐ Não, treinamentos ineficazes e contratação de mão-de-obra pouco capacitada, os serviços são realizados abaixo da expectativa.

☐ Não sei informar.

12. A empresa avalia e monitora eficazmente os riscos das falhas, de maneira a permitir o melhor planeamento das intervenções e controle dos equipamentos?

☐ Sim, em todas as áreas.

☐ Sim, mas apenas em equipamentos e/ou sectores críticos.

☐ Sim, mas apenas quando os riscos envolvem aspectos regulatórios de segurança e meio ambiente.

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.9- 9. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

☐ Sim, mas não é eficaz.

☐ Não.

☐ Não sei informar.

PARTE 4 – Investimentos e Orçamentação

13. A empresa possui domínio entre a relação custo vs. risco envolvido em suas decisões?

☐ Sim, na maioria das operações.

☐ Sim, mas apenas nas operações mais críticas.

☐ Não.

☐ Não sei informar.

14. Ao realizar um investimento em novo equipamento são considerados também os custos de operação e manutenção?

☐ Sim, na maioria dos investimentos.

☐ Sim, mas apenas nos investimentos mais altos.

☐ Não.

☐ Não sei informar.

Anexo 1- Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI

A 1.10- 10. Questionário feita pela AM- ELECTRICIDADE GERAL. EI. Fonte: Autor

15. Ao aplicar uma política de cortes orçamentários no sector de manutenção, a empresa avalia anteriormente os efeitos em termos de redução de productividade, confiabilidade e disponibilidade?

☐ Sim, a empresa só toma decisões avaliando a alternativa com melhor custo benefício.

☐ Sim, mas os estudos são superficiais e não englobam todos os riscos envolvidos.

☐ Não.

☐ Não sei informar.

PARTE 5 – Terceirização (responda apenas se sua empresa contrata este tipo de serviço)

16. A sua empresa trabalha com algum tipo de terceirização na área de manutenção?

☐ Sim, a área de manutenção é 100% terceirizada.

☐ Sim, a manutenção é terceirizada apenas quando alguma máquina ou equipamento quebra, sendo necessária a troca de peças e um conhecimento mais específico do maquinário.

☐ Sim, terceirizamos parcialmente o sector de manutenção.

☐ Não sei informar.

[illegible]

A 2.11

Anexo 3- Compressor de marca Mattei



Figura A 3.1- 12 Compressor de marca Mattei. Fonte: Autor

Problemas: - óleo sem as propriedades apropriadas.

Anexo 4- Compressor de marca EMAX



Figura A 4.1- 13. Compressor de marca EMAX. Fonte: Autor

Problema: - Reservatório não enche e

- Vazamento de ar.

Anexo 5- Compressor



Figura A 5.1- 14. Compressor de marca EMAX. Fonte: Autor

Problemas: - Compressor sujo;
- Filtros danificados;
- Motor avariado.

Anexo 6- Compressor de marca Fini



Figura A 6.1- 15. Compressor de marca Fini. Fonte: Autor

Problemas: - Placa de válvula defeituosa

Anexo 7- Quadro de comando do compressor e motor eléctrico



Figura A 7.1- 16. Quadro de comando do compressor e motor eléctrico. Fonte: Autor

Problema: - Dispositivos de protecção defeituosos

Anexo 8- Motor electrico



Figura A 8.1- 17. Motor eléctrico. Fonte: Empresa AME

Anexo 9- Pressóstato danificado



Figura A 9.1- 18. Pressóstato danificado. Fonte: Autor

Anexo 10- Reservatório e sua respectiva chapa característica



Figura A 10.1- 19. Reservatório e sua respectiva chapa característica. Fonte: Autor

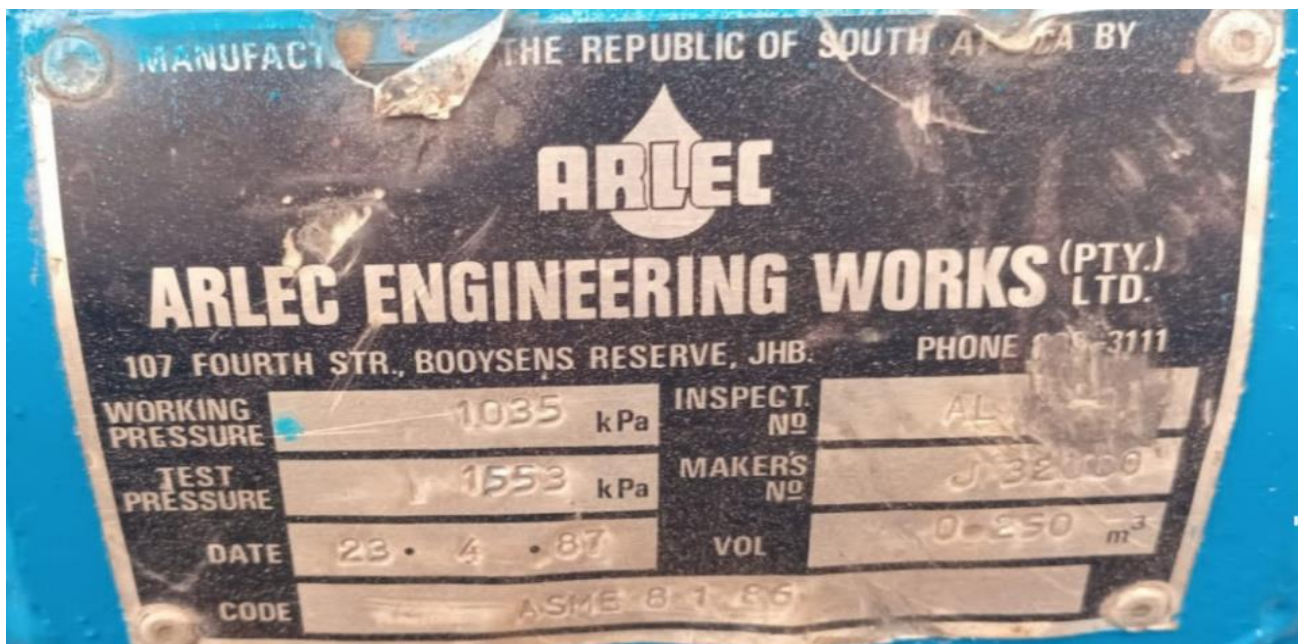


Figura A 10.2- 19. Reservatório e sua respectiva chapa característica. Fonte: Autor

Anexo 11- Relatório de progresso

Tabela A 11.1- 20. Relatório de progresso



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

RELATÓRIO DE PROGRESSO

REFERÊNCIA DO TEMA	2025ELEPD21	Data	19/03/2025
--------------------	-------------	------	------------

ACTIVIDA DE	DATA	ESTÁGI O (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	19-03-2025	70	Melhorar o tema	
	28-03-2025	60	Melhorar os objectivos	
2	01-04-2025	20	Fazer a revisão literária	
	30-05-2025	100	Desenvolver o trabalho	

Anexo 11- Relatório de progresso

Tabela A 11.2- 21. Relatório de progresso

04-06-2025	50	Aumentar os conceitos, colocar as imagens que ilustram a realidade	
09-06-2025	100	Organizar os anexos, organizar a paginação do trabalho e dos anexos	

Anexo 12- Actas dos encontros

Tabela A 12.1- 22. Acta dos encontros



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2025ELEPD21
---------------------	-------------

Data:	21/03/2025
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do termo de atribuição de tema

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng. Manuel Telles
Co- Supervisor	
Estudante	Manuel Henrique Cuambe.
Outros	

Anexo 12- Actas dos encontros

Tabela A 12.2- 23. Acta dos encontros

3. RESUMO DO ENCONTRO

Análise do tema do trabalho

5. RECOMENDAÇÕES

Especificar o tipo de máquinas que vai se propor o plano de manutenção.

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	28-03-2025
-----------------------------	------------

Anexo 12- Actas dos encontros

Tabela A 12.3- 24. Acta dos encontros



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2025ELEPD21

Data:	28/03/2025

1. AGENDA:

Apresentação das retificações sugeridas no tema

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng. Manuel Telles
Co- Supervisor	
Estudante	Manuel Henrique Cuambe
Outros	

Anexo 12- Actas dos encontros

Tabela A 12.4- 25. Acta dos encontros

3. RESUMO DO ENCONTRO

Verificação e Validação do TAT

5. RECOMENDAÇÕES

Modificar os objectivos específicos e avançar para o desenvolvimento do trabalho.

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	30-05-2025
-----------------------------	------------

Anexo 12- Actas dos encontros

Tabela A 12.5- 26. Acta dos encontros



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2025ELEPD21
---------------------	-------------

Data:	30/05/2025
-------	------------

1. AGENDA:

Verificação final do relatório

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng. Manuel Telles
Co- Supervisor	
Estudante	Manuel Henrique Cuambe
Outros	

Anexo 12- Actas dos encontros

Tabela A 12.6- 27. Acta dos encontros

3. RESUMO DO ENCONTRO

Análise dos tipos de manutenção, gráficos, figuras.

5. RECOMENDAÇÕES

Detalhar mais o tipo de gestão de manutenção escolhida; Organizar os anexos
--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	10-06-2025
-----------------------------	------------

Anexo 12- Actas dos encontros

Tabela A 12.7- 28. Acta dos encontros



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2025ELEPD21
---------------------	-------------

Data:	10/06/2025
-------	------------

1. AGENDA:

Entrega do relatório final.

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng. Manuel Telles
Co- Supervisor	
Estudante	Manuel Henrique Cuambe
Outros	

Anexo 12- Actas dos encontros

Tabela A 12.8- 29. Acta dos encontros

3. RESUMO DO ENCONTRO

5. RECOMENDAÇÕES

--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

--

Anexo 13- Guia de avaliação do relatório escrito

Tabela A 13.1- 30. GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: Manuel Henrique Cuambe

Referência do tema: 2025ELEPD21

Data: ____/____/2025

Título do tema: Proposta de Gestão de Manutenção dos Compressores: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.

1. Resumo					
1.1.Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
Secção 1 subtotal (max: 5)					

Anexo 13- Guia de avaliação do relatório escrito

Tabela A 13.2- 31. F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

2. Organização (estrutura) e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal (max: 45)										

Anexo 13- Guia de avaliação do relatório escrito

Tabela A 13.3- 32. F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

3. Argumentação										
3. 1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/ resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 30)										

Anexo 13- Guia de avaliação do relatório escrito

Tabela A 13.4- 33. F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

4. Apresentação e estilo da escrita					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4. Fontes bibliográficas (citação correta, referências, etc.)	1	2	3	4	5
Secção 4 subtotal (max: 20)					

Total de pontos (max: 100)		Nota (=Total*0,2)	
----------------------------	--	-------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.

O supervisor

Maputo, ____ de Junho de 2025

Anexo 14- Guia de avaliação da apresentação oral e defesa

Tabela A 14.1- 34. Guia de avaliação da apresentação oral e defesa



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome do estudante: Manuel Henrique Cuambe

Referência do tema: 2025ELEPD21

Data: ____/____/2025

Título do tema: Proposta de Gestão de Manutenção dos Compressores: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.

1. Introdução										
1.1.Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 1 subtotal (max: 10)										

Anexo 14- Guia de avaliação da apresentação oral e defesa

Tabela A 14.2- 35. Guia de avaliação da apresentação oral e defesa

2. Organização e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal (max: 25)										

Anexo 14- Guia de avaliação da apresentação oral e defesa

Tabela A 14.3- 36. Guia de avaliação da apresentação oral e defesa

3. Estilo da apresentação										
3. 1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audiovisuais	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 15)										

Anexo 14- Guia de avaliação da apresentação oral e defesa

Tabela A 14.4- 37. Guia de avaliação da apresentação oral e defesa

4. Defesa										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 3 subtotal (max: 50)										

Total de pontos (max: 100)		Nota (=Total*0,2)	

Anexo 15- Ficha de avaliação global

Tabela A 15.1- 38. Ficha de avaliação global



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do estudante: Manuel Henrique Cuambe

Referência do tema: 2025ELEPD21

Data: ____/____/2025

Título do tema: Proposta de Gestão de Manutenção dos Compressores: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.

Membros do júri	Assinatura
Membro 1 (O presidente)	
Membro 2	
Membro 3	

Anexo 15- Ficha de avaliação global

Tabela A 15.2- 39. Ficha de avaliação global

AVALIADOR	NOTA OBTIDA	PESO (%)
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2=	B= 40

CLASSIFICAÇÃO FINAL $= (N1 \cdot A + N2 \cdot B) / 100$	
---	--

Maputo, _____ de Junho de 2025