

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA-A POLITECNICA
Instituto Superior Universitário de Tete - ISUTE

Projecto de Melhoria da Manutenção Eléctrica do Estaleiro da Mota-Engil África na Mina da
Vale Moçambique

João Virgílio Sequeira Fonseca Pinto

Tete
2021

João Virgílio Sequeira Fonseca Pinto

Projecto de Melhoria da Manutenção Eléctrica do Estaleiro da Mota-Engil África na Mina da
Vale Moçambique

Monografia apresentada à Universidade
Politécnica, Instituto Superior de
Universitário de Tete como requisito
parcial para a obtenção do Grau de
Licenciado em Engenharia Eléctrica.

Tutor: Lic. Ajofre Companhia

Tete
2021

Tutor:Lic.Manuel Domingos José

Parecer do Tutor:

Eu, Manuel Domingos José, Engenheiro Mecatrônico, graduado pela Universidade Zambeze, docente a tempo parcial nesta instituição de ensino e supervisor do candidato ao grau de licenciatura em Engenharia Elétrica, João Virgílio Sequeira Fonseca Pinto.

O presente projecto resulta de uma pesquisa teórica e de campo realizada pelo candidato, com o tema: Projecto de melhoria da manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África na mina da Vale Moçambique. Este projecto constitui um material de extrema importância e um desafio tendo em conta o contexto atual do estaleiro que se depara com problemas eléctricos devido à falta de plano de manutenção, o que dificulta a operação de estaleiro na sua máxima eficiência.

O candidato cumpriu integralmente com os procedimentos teóricos, práticos e metodológicos em busca de uma compressão científica do problema a ser estudado o que lhe deu a possibilidade, a partir dos resultados obtidos, apresentar o seu ponto de vista teórico, prático e recomendar estratégias e propostas de intervenção.

Por isso, na qualidade de tutor, aprovo esta monografia à Universidade Politécnica, como elemento principal para culminação do curso de Licenciatura em Engenharia Elétrica.

Tete, aos 05 de Fevereiro de 2021

O Tutor

Lic. Manuel Domingos José

Agradecimentos

Agradecer significa reverenciar o comportamento e ajuda de pessoas pelo incentivo e, por vezes, ajuda material ou moral que possam ter contribuído e é neste espírito que agradeço a Deus, que todos os dias me renova de esperanças e crenças em um mundo melhor.

A minha mãe, meus tios, minha avó, minha namorada, meus irmãos e primos, que sempre me compreenderam nos dias de angústia e aflição diante dos estudos.

Aos amigos, que conquistei ao longo do curso, e, em especial, aos docentes, que, com muita dedicação e paciência, nos instruíram com conhecimento técnico e científico e, mais do que isso, foram verdadeiros amigos nos momentos de dificuldade.

A todos vocês, que directa ou indirectamente fizeram e fazem parte da minha vida e trajetória, os meus sinceros agradecimentos.

Epígrafe

Acredite em si próprio e chegará um dia em que os outros não terão outra escolha senão acreditar com você.

Cynthia Kersey (2009)

Resumo

Esta pesquisa tem como objectivo principal a elaboração de um projecto de melhoria da Manutenção Eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África: Um estudo de caso na província de Tete, distrito de Moatize na mina da Vale Moçambique. A elaboração deste projecto foi levada a cabo após a realização do levantamento dos circuitos eléctricos existentes nas instalações, bem como da sua análise na vertente técnica e estado de conservação. A escolha deste tema é de ordem objectiva. Pela experiência que vou tendo no meu ambiente de trabalho, constatei que há um défice no plano de manutenção do estaleiro da Mota-Engil África, o principal objectivo desta pesquisa é planificar as melhores estratégias para melhorar a manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África, Assim coloca-se a seguinte questão para o tema em estudo: Quais são as estratégias para a melhoria da manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África? Com esta pesquisa pretende-se provar que: O projecto de manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África trará melhorias nas medidas preventivas de forma a aumentar a fiabilidade e a operacionalidade das instalações em questão. Com essa pesquisa espera-se que haverá a identificação de estratégias para melhoria da manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África, a apresentação dos factores que propiciam a melhoria nas medidas preventivas, a exposição das consequências causadas pela ausência de um plano de manutenção eléctrica, a conscientização dos encarregados sobre a importância de ter e aplicar um plano de manutenção eléctrica e também a criação de um projecto aplicável para manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África .

Palavras-chave: Projecto, Manutenção, Instalações Eléctricas.

Abstract

The main objective of this research is to develop a project to improve the Electrical Maintenance of the Mota-Engil África shipyard: A case study in Tete province, Moatize district in Vale Mozambique mine. The preparation of this project was carried out after the survey of the existing electrical circuits in the facilities, as well as their analysis in the technical and state of conservation. The choice of this theme is objective in order. From the experience I have in my work environment, I have found that there is a deficit in the maintenance plan of the Mota-Engil África shipyard, the main objective of this research is to plan the best strategies to improve the electrical maintenance of the Mota-Engil África shipyard, So the following question arises for the theme under study: What are the strategies for improving the electrical maintenance of the Mota-Engil África shipyard? With this research it is intended to prove that: The project of electrical maintenance of the Mota-Engil África shipyard will bring improvements in preventive measures to increase the reliability and operation of the facilities in question. With this research it is expected that there will be the identification of strategies to improve the electrical maintenance of the Mota-Engil África shipyard, the presentation of the factors that provide the improvement in preventive measures, the exposure of the consequences caused by the absence of an electrical maintenance plan, the awareness of those in charge about the importance of having and implementing an electrical maintenance plan and also the creation of an applicable project for electrical maintenance of the Mota-Engil África shipyard.

Keywords: Design, Maintenance, Electrical Installations.

Lista de Figuras

Figura 1: Localização do estaleiro.	20
Figura 2: Diagrama de manutenção.	25
Figura 3: Tomadas e suporte de lâmpadas danificadas.	34
Figura 4: Quadro de distribuição geral.	35
Figura 5: Quadro de distribuição geral.	35
Figura 6: Cabos queimados devido a um curto circuito.	37
Figura 7: Quadro de derivação e cabos queimados devido a um curto circuito.	38
Figura 8: Cabos com baixo nível de isolamento.	38
Figura 9: Quadro de distribuição do contentor da casa de banho.	39
Figura 10: Quadro de distribuição da sala de formação.	39
Figura 11: Quadro de distribuição parcial.	39
Figura 12: Quadros de distribuição com baixo índice de proteção.	40
Figura 13: Custos estimados para a manutenção.	42
Figura 14: Ilustra modo adaptado para etiquetar os equipamentos.	45
Figura 15: Matriz de criticidade (Risco em função do Impacto).	48
Figura 16: Ilustra Matriz GUT.	49
Figura 17: Ilustra o tempo improdutivo apos a introdução de um Plano de Manutenção.	53
Figura 18: Custos estimados para a manutenção.	55

Lista de Tabelas

Tabela 1: Matriz de frequência de falhas.	26
Tabela 2: Matriz de detecção de falhas.	27
Tabela 3: Ilustra o tempo Improdutivo durante o turno.	41
Tabela 4: Ilustra o cabeçalho da ficha de inspecção.	46
Tabela 5: Apresenta o modelo a ser usado para ficha técnica.....	46
Tabela 6: Ilustra um exemplar para ordens de serviços a ser usado.	47
Tabela 7: Apresenta a matriz GUT para os componentes do estaleiro.	49
Tabela 8: Ilustra os tipos de manutenção a serem aplicados consoante a criticidade do componente.	50
Tabela 9: Ilustra a periodicidade para intervenção de quadros Eléctricos.	51
Tabela 10: Periodicidade para intervenção dos quadros gerais e distribuição.	51
Tabela 11: Periodicidade do posto de transformação.....	52
Tabela 12: Cronograma das tarefas a serem executadas na manutenção.	52
Tabela 13: Tempo improdutivo após a introdução de um plano de manutenção.....	53
Tabela 14: Ilustra a planilha de rastreamento de Ordens de Serviços.....	54
Tabela 15: Valores estimados para as actividades de manutenção.	56

Lista de Apêndices

Apêndice I: Ficha de inspecção rotineira	62
Apêndice II: Modelo a ser usado para ordens de serviços	63
Apêndice III: Percurso de inspecção eléctrica	64

Lista de Anexos

Anexo I: Esquema do estaleiro.....	72
Anexo II: Esquema eléctrico geral proposto ao estaleiro.....	73
Anexo III: Esquema eléctrico proposto ao estaleiro	74
Anexo IV: Esquema eléctrico de quadro de distribuição proposto ao estaleiro.....	75
Anexo V: Esquema do quadro eléctrico do centro de formação proposto ao estaleiro.	76
Anexo VI: Esquema do quadro eléctrico da sala de controlo proposto ao estaleiro.....	77
Anexo VII: Esquema do quadro de distribuição proposto ao estaleiro.....	78

Lista de siglas

FMECA – Efeitos do Modo de Falha e Análise Crítica (Failure Mode Effects and Criticality Analysis).

ISUTE – Instituto Superior Universitário de Tete.

RTIEBT – Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão.

Lista de abreviaturas

BA – Bianual;

EPR – Borracha de etileno-propileno;

M – Mensal;

MC – Manutenção Correctiva;

MCF – Manutenção Centrada em Fiabilidade;

MD – Manutenção Detectiva;

MPBT – Manutenção Preventiva Baseada no Tempo;

MPd – Manutenção Preditiva;

MSC – Manutenção Sob Condição;

NBR – Norma Brasileira;

NE – Norma eléctrica;

NP – Norma Portuguesa;

PVC – Policloreto de vinilo;

RCM – Manutenção Centrada na Confiabilidade (Reliability Centered Maintenance);

RPN – Número Prioritário de Risco (Risk Priority Number);

SM – Semestral;

TM – Trimestral;

TPM – Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintainance);

WC – Casa de Banho (Water Closet).

Sumário

Capítulo I	17
1. Introdução	17
1.1 O Tema e suas Delimitações	17
1.2 O Problema de Investigação e suas Respectivas Hipóteses	17
1.2.1 O problema de investigação	17
1.2.2 Hipóteses	18
1.3 Os Objectivos do Trabalho	18
1.3.1 Objectivo geral:	18
1.3.2 Objectivos específicos:	18
1.4 As Justificativas para Escolha do Assunto.....	19
1.5 As Características do Ambiente de Estudo e a Organização do Trabalho	19
1.5.1 Características do ambiente de estudo.....	19
1.6 Organização do Trabalho	21
Capítulo II.....	23
2. Revisão da Literatura	23
2.1 Marco Conceptual	23
2.1.1 História e evolução da manutenção	23
2.1.2 Tipos de manutenção	24
2.1.3 Determinação de prioridade.....	25
2.2 Desenvolvimento Circunstancial	28
2.2.1 Trabalhos realizados no âmbito da manutenção.....	28
2.2.1 Estrutura do plano de manutenção.....	28
2.2.2 Plano de manutenção preventiva	28
2.3 Marco Teórico.....	28
2.3.1 Propriedades eléctricas dos equipamentos.....	28
2.3.2 Curto circuito.....	29
2.4 Marco Referencial.....	30
2.4.1 Método linear.....	30

2.4.2	Tipos de isolações.....	30
2.4.3	Fases de um projecto	31
Capítulo III		32
3.	Metodologia	32
3.1	Tipo de Estudo e Desenho de Pesquisa.....	32
3.1.1	Tipo de estudo	32
3.1.2	Desenho de pesquisa.....	32
3.2	Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados	32
3.3	Procedimentos Administrativos	33
Capítulo IV.....		34
4.	Resultados	34
4.1	Apresentação.....	34
Capítulo V		41
5.	Discussão	41
5.1	Análise dos Dados/Resultados.....	41
5.2	Produtividade	41
5.3	Os Principais Motivos que Levam a Inexistência da Manutenção Preventiva.	43
5.4	Dificuldades Enfrentadas Durante a Manutenção.....	43
5.4.1	Consequências da falta de manutenção eléctrica preventiva no estaleiro.....	44
5.5	Métodos Estratégicos para Melhoria da Manutenção	44
5.6	Documentação de Equipamentos	45
5.6.2	Fichas técnicas	46
5.6.3	Geração de ordens de serviços	47
5.6.4	Criticidade.....	47
5.6.5	Priorização de tarefas	49
5.6.5.1	Matriz GUT	49
5.6.5.2	Definição do tipo de manutenção para cada equipamento	50
5.6.5.3	Periodicidade adaptada para manutenção preventiva.....	51
5.7	Estruturação Do Plano	52

5.7.1	Eliminação de desperdícios	53
5.8	Acompanhamento do Plano de Manutenção.....	54
5.9	Custos de uma Manutenção	55
Capítulo VI	57
6.	Conclusão.....	57
6.1	Principais Resultados do Trabalho.....	57
6.2	Recomendações.....	57
Referências	59
Apêndices	61
Anexos	71

Capítulo I

1. Introdução

1.1 O Tema e suas Delimitações

A presente Pesquisa tem como tema: “Projecto de melhoria da manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África na mina da Vale Moçambique”, surge no âmbito do trabalho para a conclusão de nível para a obtenção do grau académico de licenciatura em Engenharia Eléctrica.

A elaboração deste projecto foi levada a cabo após a realização do levantamento dos circuitos eléctricos existentes nas instalações, bem como da sua análise na vertente técnica e estado de conservação. Após a concretização do ponto acima referido, foi possível identificar as lacunas nas instalações eléctricas e apresentar medidas para resolver as mesmas, de forma curativa e desenvolver medidas preventivas de forma a aumentar a fiabilidade e a operacionalidade das instalações em questão.

1.2 O Problema de Investigação e suas Respectivas Hipóteses

1.2.1 O problema de investigação

Realizar a manutenção eléctrica periódica de uma residência, empresa ou condomínio é uma tarefa fundamental para ter certeza de que todos os equipamentos electrónicos estão funcionando corretamente, com a segurança necessária para o bem-estar de todos. Para isso, sempre que houver desconfiança a respeito do funcionamento inadequado de qualquer sistema eléctrico, é importante fazer a verificação de modo a prevenir situações perigosas e confirmar que tudo esteja adequado para utilização. Um projecto de melhoria da manutenção das instalações eléctricas deve ser ponderado e adequado às características e exigências, tendo o cuidado da forma como é estruturado, quais as medidas a adotar e qual a periodicidade das intervenções a considerar de modo a aumentar a fiabilidade dos serviços que são prestados, rentabilizando os recursos disponíveis por forma a garantir uma maior protecção e conforto ao utilizador, entre outras. A partir do tema proposto, as dificuldades específicas com a qual existe um défice de maior importância são relacionadas com o dimensionamento de equipamentos

eléctricos na vertente de nível de isolamento, índice de protecção, verificação dos limites de elevação de temperatura, verificação das propriedades dieléctricas, verificação da corrente suportável de curta duração, verificação da eficácia do circuito de protecção, verificação das distâncias de isolamento e de escoamento, verificação do funcionamento mecânico, verificação do grau de protecção. Bem como na vertente da mão de obra a realizar as actividades.

O problema em questão para o tema abordado é: Quais são as estratégias para a melhoria da manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África?

1.2.2 Hipóteses

Com esta pesquisa pretende-se provar que:

H.0 – O projecto de manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África não trará melhorias nas medidas preventivas de forma a aumentar a fiabilidade e a operacionalidade das instalações em questão.

H.1 – O projecto de manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África trará melhorias nas medidas preventivas de forma a aumentar a fiabilidade e a operacionalidade das instalações em questão.

1.3 Os Objectivos do Trabalho

1.3.1 Objectivo geral:

- Planificar as melhores estratégias para melhorar a manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África.

1.3.2 Objectivos específicos:

- Levantar as principais dificuldades existentes durante a manutenção.
- Verificar os conceitos e princípios relacionados a manutenção eléctrica.
- Avaliar o grau de incidência da falta de manutenção preventiva do estaleiro.
- Identificar as principais estratégias para melhorar a manutenção eléctrica.
- Conhecer os principais motivos que levam a inexistência da manutenção preventiva.
- Traçar estratégias para a melhoria da manutenção.

1.4 As Justificativas para Escolha do Assunto

Esta pesquisa tem como objectivo principal a elaboração de um projecto de melhoria da Manutenção Eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África: Um estudo de caso na província de Tete, distrito de Moatize na mina da Vale Moçambique. A elaboração deste projecto foi levada a cabo após a realização do levantamento dos circuitos eléctricos existentes nas instalações, bem como da sua análise na vertente técnica e estado de conservação.

Após a concretização do ponto acima referido, foi possível identificar as lacunas nas instalações eléctricas e apresentar medidas para resolver as mesmas, de forma curativa e desenvolver medidas preventivas de forma a aumentar a fiabilidade e a operacionalidade das instalações em questão. Os motivos ou razões que justificam o esforço de realização da pesquisa são os de minimizar os gastos excessivos para a reparação e correção dos problemas existentes, maximizar a fiabilidade energética do estaleiro, diminuindo assim os números de cortes de energia devido a manutenções e reparações corretivas. Evitar o número de incêndios por curto circuito ou sobrecarga nos circuitos eléctricos, diminuir os índices de electrocução por contacto com estruturas metálicas não aterradas.

A escolha deste tema é de ordem objectiva. Pela experiência que vou tendo no meu ambiente de trabalho, constatei que há um défice no plano de manutenção do estaleiro da Mota-Engil África. Assim a escolha pelo tema é também de ordem subjectiva pois tenho me deparado com esta défice no meu dia a dia.

1.5 As Características do Ambiente de Estudo e a Organização do Trabalho

1.5.1 Características do ambiente de estudo

O estaleiro da Mota-Engil África em questão está situado na província de Tete, distrito de Moatize na mina da Vale Moçambique.

Figura 1: Localização do estaleiro.



Fonte: Google Maps 2020.

O estaleiro da Mota-Engil África instalou-se na área de mineração da Vale Moçambique. De acordo com as informações adquiridas desde o ano de 2015 a Empresa Mota-Engil África tem como uns dos seus estaleiros neste local, na qual sofreu algumas fases ao longo do tempo.

Na primeira fase, foi a inicial na qual a empresa se fixou por dois anos respetivamente 2015 -2017.

Na segunda fase, foi a fase da renovação do contrato celebrado com a empresa mãe de 6 meses, após a finalização dos seis meses a empresa teve de indemnizar os seus funcionários devido a paralisia das suas actividades.

Na terceira fase, a fase que se depara a empresa neste momento, a Mota-Engil África voltou a celebrar um contrato com a Vale Moçambique de cinco anos.

Pode-se visualizar uma representação do estaleiro no anexo 1, como indicação das fases de projecto:

O número total de utilizadores deste estaleiro ronda as 700 pessoas distribuídas pelos diversos tipos de actividades nele desenvolvidos que se destacam desde o director do projecto até ao simples agente de serviço.

As salas estão distribuídas na seguinte estrutura:

- Secção das bombas.
- Sala de segurança saúde e ambiente 1.
- Sala de controlo.
- Sala dos operadores.
- Sala do administrativo. 1
- Sala da direcção da produção.
- Sala de mobilização.
- Sala de reuniões.
- Sala de perfuração.
- Sala de segurança saúde e ambiente 2.
- Sala do administrativo 2.
- Sala do administrativo.
- Sala de formação.
- Sala dos encarregados.
- Sala do aconomato.
- Wc's.
- Bebedouro.
- Sala da direcção do projecto.
- Sala de informática.
- Wc's 2.
- Sala de segurança saúde e ambiente 3.

Todos os dados foram obtidos com acesso directo aos documentos, manuais, locais e pessoas envolvidas na manutenção. A facilidade no acesso a todos estes recursos é devido ao facto do autor estar a desempenhar a função de supervisor em uma das empresas que presta serviços para a Mota-Engil África no caso concreto na mina da Vale Moçambique, durante o período de desenvolvimento do projecto.

Durante os dois primeiros anos no estaleiro, observou-se uma fraca realização de manutenção eléctrica, tal ausência levou a danificação de vários equipamentos de trabalho, os dispositivos de iluminação e bem como os dispositivos de protecção.

1.6 Organização do Trabalho

O trabalho está organizado em seis capítulos, três apêndices e sete anexos, compostos da seguinte forma:

Capítulo I- Introdução: apresenta os aspetos gerais dos assuntos contemplados no trabalho, ao introduzir o tema e as suas delimitações.

Capítulo II- Revisão da literatura: aponta os principais conceitos básicos e fundamentos

teóricos que serviram suporte do estudo. É apresentada uma introdução sobre manutenção elétrica, com uma definição, principais funções e implementação.

Capítulo III- Apresenta o conjunto de métodos de elaboração do estudo, técnicas e instrumentos aplicados, ao classificar segundo a sua natureza, objetivos e procedimentos técnicos para a elaboração desta pesquisa.

Capítulo IV- Resultados: Aponta os dados de falhas ocorridas pela ausência da manutenção nas instalações elétricas, implicações no que concerne aos custos.

Capítulo V- Discussão: apresenta uma análise dos resultados observados seguida de uma proposta.

Capítulo VI- Conclusões: apresenta os principais resultados, seguida de uma análise conclusiva a respeito do trabalho desenvolvido com devidas recomendações para trabalhos futuros.

Capítulo II

2. Revisão da Literatura

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 História e evolução da manutenção

Para Pitéu, (2011) a conservação de instrumentos e ferramentas é uma prática observada historicamente desde os primórdios da civilização, porém, foi em meados do século XVIII, aquando da invenção das primeiras máquinas têxteis a vapor, durante a Revolução Industrial, que a função da manutenção se revelou importante.

Desde o início da era industrial até ao final da 2.^a Guerra Mundial a actividade de manutenção manteve a atitude geral de corrigir as anomalias que iam surgindo. Todavia, as indústrias de transportes constituíram sempre uma exceção, pelo facto de serem a projetar a manutenção do seu equipamento de modo a assegurar um certo grau de confiança nas unidades em serviço. Era o caso das inspeções, segundo um plano fixo, dos motores alternativos a vapor dos primeiros navios.

Segundo Monchy, (1987) o termo “manutenção” teve origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante.

Nesta época, com o aparecimento dos computadores Main Frame, que surgiram pela necessidade de executar tarefas em menos tempo e com mais precisão, muitas empresas implementaram estratégias de manutenção preventiva periódicas para encorajar inspeções periódicas planeadas. Esta aproximação, ainda hoje dominante, utiliza programas de planeamento da manutenção para controlar, deste modo, as actividades de manutenção baseadas em calendário para automaticamente “imprimir” ordens de trabalho.

Perante o aumento exponencial dos custos associados às ações de manutenção, assim surge, no término dos anos 70, a aplicação de um método com o objetivo de reduzir a probabilidade de falha de um equipamento, bem como os seus custos de manutenção, denominado por Manutenção Centrada em Fiabilidade (MCF) ou metodologia RCM (Reliability Centered Maintenance), procurou reduzir o tão crescente volume de ordens de trabalho resultante do planeamento informatizado, sendo os primeiros procedimentos de MCF influenciados pelos fatores de segurança, oriundos da indústria aeronáutica.

Por volta da mesma altura uma filosofia de manutenção designada por Manutenção Produtiva Total (TPM) era adotada entre os fabricantes Japoneses. A TPM contempla uma parceria entre a produção e a manutenção de modo a que as operações básicas de manutenção (limpezas e inspeções) sejam efetuadas pelos operadores das máquinas.

O último século assistiu assim a uma enorme evolução na sofisticação das máquinas utilizadas nos processos produtivos, provocada principalmente pelas solicitações de aumento de produtividade como facto de competitividade. Isto levou a que os equipamentos evoluíssem de sistemas puramente mecânicos para sistemas eletromecânicos, de precisão, com sofisticados controlos por computador.

De modo a ter sucesso, a filosofia básica da manutenção tem de continuar a evoluir ao nível das solicitações em mudança da produção e competitividade. Uma empresa, para permanecer competitiva, requer a máxima disponibilidade das máquinas e instalações técnicas a funcionarem à sua capacidade de projecto.

2.1.2 Tipos de manutenção

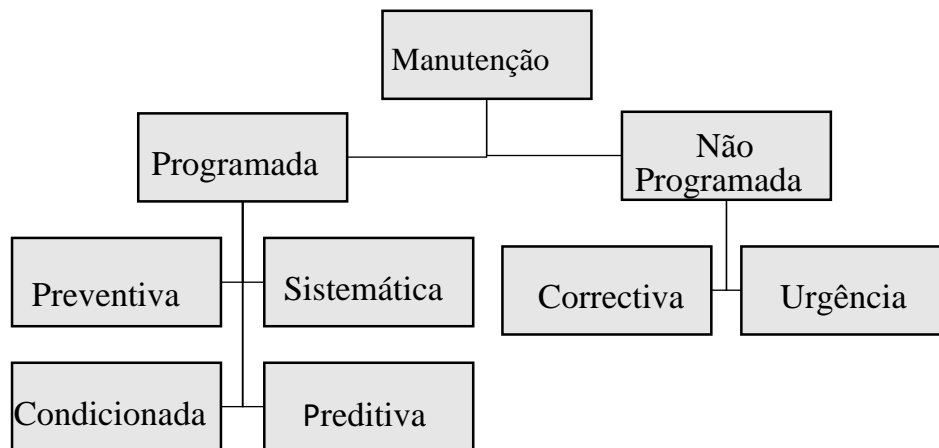
De acordo com Siqueira, (2005) os tipos de manutenção são também classificados de acordo com a atitude dos usuários em relação às falhas. Seis categorias são normalmente identificadas, sob este aspecto:

- Manutenção Reativa ou Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Proactiva;
- Manutenção Produtiva;
- Manutenção Detectiva.

Para Mouta, (2011) os tipos de manutenção podem distinguir-se utilizando como critérios a causa da sua realização, o objetivo a que se pretende atingir com a sua realização e a forma como a manutenção é desencadeada, diversos tipos de manutenção.

Assim, distinguem-se os seguintes dois grandes tipos de manutenção: programada e não programada.

Figura 2: Diagrama de manutenção.



Fonte: Mouta, c. S (2011).

De acordo com Kardec e Nascif, (2008) a ordem de serviço é uma ferramenta que irá padronizar a comunicação, registar as ocorrências e as ações dos técnicos de manutenção. Posteriormente todas as informações apontadas, sejam qualitativas ou quantitativas, irão servir de base para cálculo de indicadores.

O fluxo da ordem de serviço deve ser padronizado. O processo deve ser mapeado e todos os colaboradores devem ser instruídos quanto ao novo procedimento de registar as ações de manutenção na ordem de serviço.

2.1.3 Determinação de prioridade

Segundo Jian-ming et al (2011) Apud Baran (2015), a avaliação do número de risco traduzido do inglês Risk Priority Number (RPN), é uma ferramenta que analisa os riscos presentes em falhas potenciais, com o objectivo de focar a priorização das actividades de manutenção.

Para IEC 60300 (2006) risco pode ser definido como a probabilidade de um evento ocorrer, ou a frequência no qual o mesmo ocorre combinado ao efeito desse evento.

De acordo com IEC (2006) e Huadong e Zhigang (2011) Apud Baran (2015), a avaliação do NRP pode ser realizada através da equação 1, ou quando o nível de detecção pela equação

Segundo Siqueira (2009), no fluxo o sistema é avaliado mediante os critérios escolhidos pelos responsáveis pela análise, através de perguntas que direccionam a avaliação do sistema, com inserção do activo em três classes críticas (A, B e C).

Classe A: Equipamentos altamente críticos para o processo. Nessa classe é fundamental uma política preventiva, com utilização de algumas dessas técnicas: preditiva e preventiva, análise das falhas de manutenção e operação, equipes de melhoria focada, equipes focadas na redução de falhas, aplicação de metodologias RCM ou FMECA;

Classe B: Equipamentos importantes para o processo. Classe onde é aceitável aplicação de alguma das seguintes técnicas: Preventiva ou preditiva, equipe e times de melhoria, análise das falhas pela manutenção.

Classe C: Equipamentos com baixo impacto no processo, com as seguintes políticas de manutenção: Correctiva, preditiva e/ou preventiva em equipamentos utilitários, monitoramento de falhas para evitar recorrências.

De acordo com Smith e Keith (2008), as falhas encontradas por meio da técnica FMECA são priorizadas a partir da criticidade das causas, utilizando o índice RPN (Grau de Prioridade de Risco), composto pelo produto dos seguintes indicadores: severidade (gravidade do modo de falha, obtida pela média aritmética dos valores do impacto do modo de falha em termos de segurança, meio-ambiente, produção e custo), ocorrência (frequência com que o modo de falha ocorre) e detecção (grau de facilidade para detectar a falha). Para indicar a gravidade da falha, sua frequência e grau de detecção adota-se uma escala de 1 a 10, onde 10 sinaliza a situação de maior intensidade. Define-se o RPN como sendo o produto desses três indicadores.

Tabela 1: Matriz de frequência de falhas.

Pontuação	Frequência de Falhas (O)
10	$0 \leq 1$ Mês
9	$0 \leq 6$ Meses
8	$0 \leq 1$ Ano
7	$1 \text{ Ano} < 0 \leq 2$ Anos
6	$2 \text{ Anos} < 0 \leq 4$ Anos
4	$4 \text{ Anos} < 0 \leq 6$ Anos
2	$6 \text{ Anos} < 0 \leq 8$ Anos
1	$0 > 8$ Anos

Fonte: Adaptado por Smith e Keith (2008).

Tabela 2: Matriz de detecção de falhas.

Pontuação	Detecção de Falhas (D)
10	Probabilidade Improvável
9	Probabilidade Remota
8	Probabilidade muito Pequena
6	Probabilidade baixa
4	Probabilidade moderada de detecção
2	Probabilidade alta de detecção
1	Probabilidade muito alta de Detecção

Fonte: Adaptado por Smith e Keith (2008).

Primeiramente deve ser definida a lista de prioridade dos componentes seguindo a seguinte Equação:

$$NRP = O \times S \quad (1)$$

$$NRP = O \times S \times D \quad (2)$$

Onde:

O – Ocorrência;

S – Severidade;

D – Detectabilidade.

Bevilacqua et al. (2000) propuseram uma metodologia baseada na integração entre uma FMECA modificada e uma simulação de Monte Carlo como um método para testar os pesos atribuídos à medida do RPN. O RPN modificado consistiu de uma soma ponderada de seis parâmetros (segurança, importância do equipamento para o processo, custos de manutenção, frequência de falhas, tempo de inatividade devido às falhas e condições de operação), multiplicada por um sétimo fator (dificuldade de acesso da máquina), em que a importância relativa dos seis atributos foi estimada utilizando comparações em pares.

2.2 Desenvolvimento Circunstancial

2.2.1 Trabalhos realizados no âmbito da manutenção

Segundo a (EN13306) os principais trabalhos a serem realizados no âmbito da manutenção são:

- A inspecção;
- A monitorização do funcionamento;
- O teste de funcionamento;
- A manutenção de rotina;
- A Reparação;
- A Melhoria.

2.2.1 Estrutura do plano de manutenção

Para Morais (2007), o plano de manutenção deverá ser efetuado pelo Técnico Responsável de Funcionamento das instalações eléctricas e deverá estar de acordo com o disposto, mas não são objecto de estudo deste projecto, com tudo, é pertinente que seja aqui referenciado uma vez que contempla a matéria necessária à constituição do presente plano de manutenção.

2.2.2 Plano de manutenção preventiva

O plano de manutenção preventiva deve constar, pelo menos:

- A identificação completa do edifício e sua localização;
- A identificação e contacto do técnico responsável;
- A identificação e contacto do proprietário e, se aplicável, do locatário;
- A descrição e caracterização sumária dos edifícios e dos respetivos compartimentos interiores climatizados, com a indicação expressa.

2.3 Marco Teórico

2.3.1 Propriedades eléctricas dos equipamentos

Segundo a Decorwatts (2020), cada luminária, spot, abajur ou lustre, possui características como tipo de bocal, capacidade de dissipação do calor e tipo de material.

Se, por exemplo, o lustre suporta apenas 60w e nessa peça você usar uma lâmpada de 100W, com o tempo o calor excedente da lâmpada de 100w irá danificar o bocal, podendo até causar o derretimento da peça.

Segundo Garrett (2018), o derretimento ou escurecimento do material plástico no entorno dos furos da tomada está relacionado às sobrecargas de corrente. Isso ocorre quando há um descompasso entre os valores de intensidade – medida em amperes (A) – oferecidos pela tomada e exigidos por um dispositivo ligado a ela.

2.3.2 Curto circuito

(Silva, 2020) Quando dois pontos de um circuito são ligados por um fio de resistência desprezível, dizemos que há curto-circuito, o que significa que os dois pontos têm o mesmo potencial. Em alguns casos, provocando um curto-circuito podemos eliminar um resistor do circuito, pois ele deixará de ser percorrido por corrente.

Segundo os autores Viana, Silva, Mantovani, Souza e Ferreira (2017), isolamento das partes vivas é destinada a impedir todos os contatos com as partes vivas da instalação elétrica através do recobrimento total por uma isolação que somente possa ser removida através de sua destruição. As isolações dos componentes de uma instalação elétrica têm um papel fundamental na proteção contra choques elétricos.

Segundo a Legrand (2017), a penetração de água e corpos sólidos pode causar diversos problemas em equipamentos elétricos. Equipamentos elétricos não funcionam bem na presença de água, pois esta é condutiva. Além disso, a água acelera o processo de oxidação de metais, por isso, mantê-la fora de partes não protegidas é importante para o funcionamento de produtos.

Gomes (2010), os quadros terminais e de distribuição deverão ser localizados preferencialmente no centro de carga da instalação, que será definido como ponto ou região onde se concentram as maiores potências. A verificação da estrutura dos quadros acontece através da observação de seu estado geral quanto a fixação, integridade mecânica, pintura, corrosão, fechaduras e dobradiças, além da conferência do estado geral dos condutores e cordoalhas de aterramento.

Os componentes com partes móveis, como contactores, relés, chaves seccionadoras e disjuntores devem ser inspecionados em relação ao estado dos contatos e das câmaras de arco, sinais de aquecimento, limpeza, fixação, ajustes e calibrações. Se possível, o componente tem de ser acionado algumas vezes para testar seu funcionamento. No caso de componentes sem partes móveis, como fusíveis, condutores, barramentos, calhas, canaletas, conectores, terminais e transformadores é necessário inspecionar o estado geral, verificando-se a existência de sinais de aquecimento e de ressecamentos, além da fixação, identificação e limpeza.

No caso de sinalizadores, é preciso verificar a integridade das bases, fixação e limpeza interna e externa.

Segundo a Legrand (2017), a entrada de líquidos ou pó em um quadro eléctrico pode causar desde um mau funcionamento da instalação até acidentes graves. É por isso que engenheiros e projetistas se preocupam tanto em desenvolver produtos que evitem a penetração desses elementos.

2.4 Marco Referencial

2.4.1 Método linear

A formula do método linear, ou em linha reta, ou ainda método das quotas constantes é o mais comum e mais empregado, não fora sua simplicidade. É também o único aceito pelo imposto de renda. Baseia-se na estimativa do tempo de vida útil de cada bem, ou seja, o tempo em que ele ainda estará em condições de produzir riqueza para a organização, em termos de produção. Assim sendo, este método leva em conta que a perda do valor de um bem ocorre de maneira constante (Schmidt, 2010). Quadro 2: Método Linear. Fonte: Ludicibus et al., 2010.

2.4.2 Tipos de isolações

- Básica: aplicada às partes vivas para assegurar um mínimo de proteção.
- Suplementar: destinada a assegurar a proteção contra choques eléctricos no caso de falha da isolação básica.
- Dupla: composta por isolação básica e suplementar.
- Reforçada: aplicada sobre partes vivas, tem propriedades equivalentes às da isolação dupla. O recobrimento total por uma isolação deverá ter as mesmas características do isolamento original do cabo.

2.4.3 Fases de um projecto

a) Fase de projecto: toda medida tomada em nível de projecto com o objetivo de aumentar a proteção e a durabilidade da estrutura, como, por exemplo, aumentar o comprimento da armadura, reduzir a relação água / cimento do concreto, especificar certas adições, ou tratamentos protetores de superfície, e outras tantas implica um custo que pode ser associado ao número 1(um);

b) Fase de execução: toda medida extra projecto, tomada durante a fase de execução propriamente dita, implica um custo cinco vezes superior ao custo que acarretaria tomar uma medida equivalente na fase de projecto, para obter-se o mesmo nível final de durabilidade ou vida útil da estrutura. Um exemplo típico é a decisão em obra de reduzir a relação água / cimento para aumentar a durabilidade. A mesma medida tomada na fase de projecto permitiria o redimensionamento automático da estrutura considerando um novo concreto de resistência à compressão mais elevada, de maior módulo de deformação e de menor fluência. Esses predicados permitiriam reduzir as dimensões dos componentes estruturais, reduzir as formas e o volume de concreto, reduzir o peso próprio e reduzir as taxas de armadura. Essas medidas tomadas em nível de obra, apesar de eficazes e oportunas do ponto de vista da vida útil, não mais podem propiciar economia e otimização da estrutura;

c) Fase de manutenção preventiva: as operações isoladas de manutenção do tipo; pinturas frequentes, limpezas de fachada sem beirais e sem proteções, impermeabilizações de coberturas e reservatórios mal projetados, e outras, necessárias a assegurar as boas condições da estrutura durante o período da sua vida útil, podem custar até 25 vezes mais que medidas corretas tomadas na fase de projecto estrutural ou arquitetónico. Por outro lado, podem ser cinco vezes mais econômicas que aguardar a estrutura apresentar problemas patológicos evidentes que requeiram uma manutenção corretiva;

d) Fase de manutenção corretiva: corresponde aos trabalhos de diagnóstico, reparo, reforço e proteção das estruturas que já perderam sua vida útil de projecto e apresentam manifestações patológicas evidentes. A estas actividades pode-se associar um custo 125 vezes superior ao custo das medidas que poderiam e deveriam ter sido tomadas na fase de projecto e que implicariam um mesmo nível de durabilidade que se estime dessa obra após essa intervenção corretiva.”

Capítulo III

3. Metodologia

3.1 Tipo de Estudo e Desenho de Pesquisa

3.1.1 Tipo de estudo

Por tratar-se de pesquisa envolvendo instalações privadas, durante a pesquisa serão respeitados todos os elementos relacionados a zona onde será desenvolvida a pesquisa, os costumes, os valores, as regras, aos direitos e entre outros aspetos inerentes ao tema em estudo. Esta pesquisa será feita no estaleiro da Mota-Engil África: Situado na província de Tete, distrito de Moatize na mina da Vale Moçambique, está inserida numa zona tipicamente quente.

3.1.2 Desenho de pesquisa

Esta é uma pesquisa explicativa, onde se usará uma estratégia qualitativa para a colecta de dados referentes ao tema em estudo.

3.2 Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

Para a recolha de proposições de dados referentes ao problema levantado, nesta pesquisa científica serão usadas as seguintes técnicas:

- Observação participante que consiste na coleta de dados objectivos no campo de Ação segundo Hungler, (1997), tratando-se de uma pesquisa de campo a presença do pesquisador será indispensável para a fidedignidade do trabalho.
- Multímetros;
- Máquina fotográfica;

3.3 Procedimentos Administrativos

O processo de investigação desta pesquisa ocorrerá em dois momentos, primeiramente terá um procedimento técnico com a pesquisa bibliográfica, o que será através de levantamentos teóricos acerca dos fenómenos, em livros, teses, artigos, revistas e na internet.

O segundo momento será procedido através de pesquisa empírica, que acontecerá no estaleiro da Mota-Engil África: Situado na província de Tete, distrito de Moatize na mina da Vale Moçambique. Visando conscientizar a exposição das consequências causadas pela ausência de um plano de manutenção eléctrica, também conscientizar os encarregados sobre a importância de ter e aplicar um plano de manutenção eléctrica bem como elaborar um plano estratégico aplicável para manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África.

Sendo assim, a pesquisa será objetivada em dois aspetos, o de observação. A observação será procedida como indicam Ludke M. , (1986) de carácter controlado e sistemático, elaborando um planeamento e uma preparação rigorosa do observador prevendo o que vai se observar e como se dará esta observação, estes critérios se fazem necessários segundo as autoras porque as observações que cada um de nós faz na nossa vivência diária são muito influenciadas pela nossa história pessoal, o que nos levam a privilegiar certos aspetos da realidade e negligenciar outros. E também a participação directa.

Capítulo IV

4. Resultados

4.1 Apresentação

Durante os dois primeiros anos no estaleiro, observou-se uma fraca realização de manutenção eléctrica, tal ausência levou a danificação de vários equipamentos de trabalho, os dispositivos de iluminação e bem como os dispositivos de protecção eléctrica, de tal modo em que em algum momento foi possível presenciar situações que serão apresentadas abaixo:

Figura 3: Tomadas e suporte de lâmpadas danificadas.



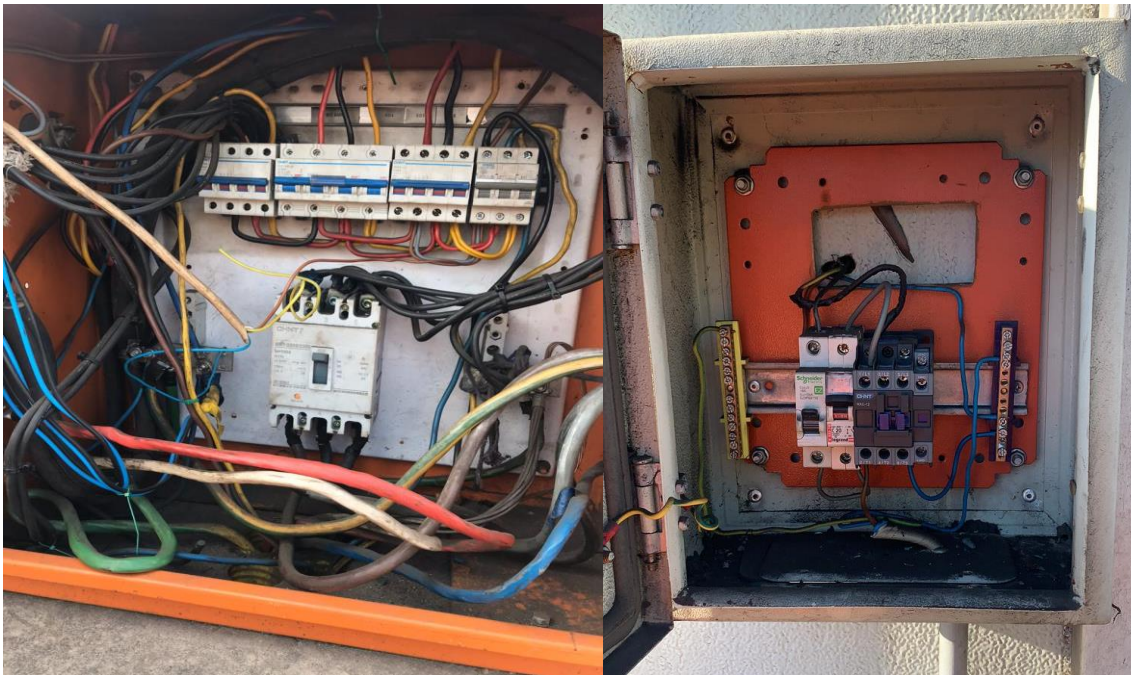
Fonte: João Pinto (2020).

As figuras acima referenciam algum dos problemas encontrados que podem ser um ponto crucial no diz respeito a integridade das instalações eléctricas.

Ao usar uma lâmpada nova em um material que está danificado, as probabilidades maiores são de que a lâmpada irá queimar mais rapidamente.

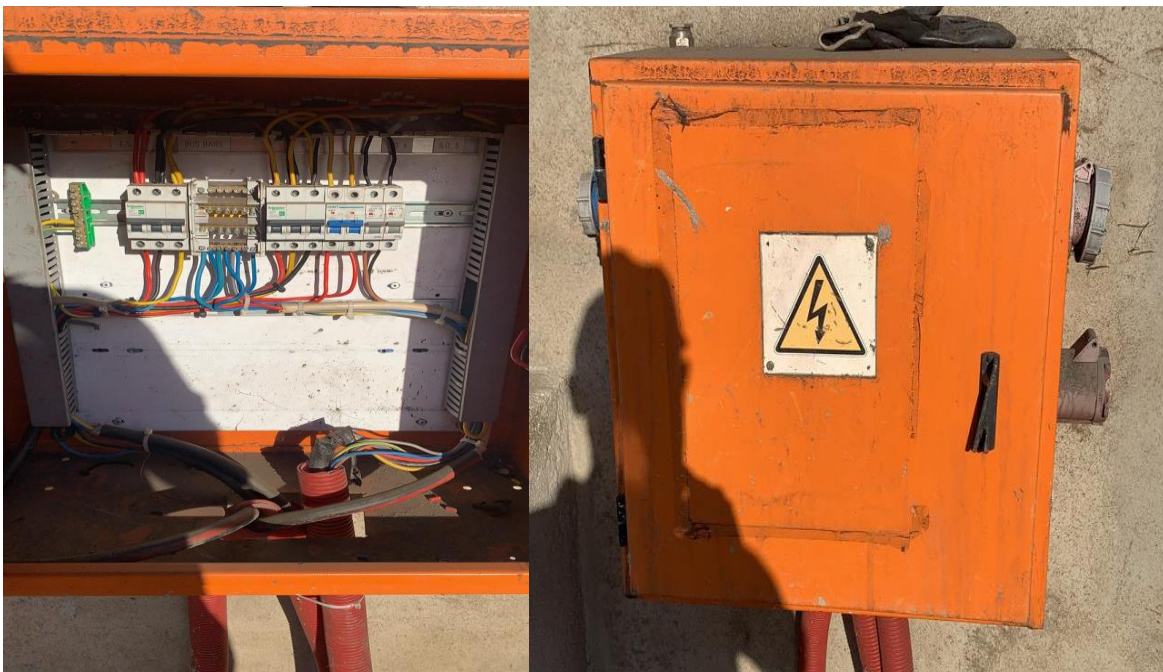
A falta de manutenção pode permitir que materiais eléctricos sofram fadiga, podendo ceder ou quebrar. Como consequência desta primeira eventualidade, poderá ocorrer um curto-circuito pelo contato de partes de condutores com diferentes potenciais da rede eléctrica.

Figura 4: Quadro de distribuição geral.



Fonte: João Pinto (2020).

Figura 5: Quadro de distribuição geral.



Fonte: João Pinto (2020).

A figura 5 e 6 ilustram que há poeira e a falta de organização dos quadros eléctricos estão presentes no estaleiro, e devemos focalizar em esses pontos para a realização desse

projecto. Um quadro eléctrico bem organizado garante o seu funcionamento correto, além de evitar a ocorrência de acidentes. Por isso, a montagem, a manutenção e as rotinas de testes e de ensaios devem ser executadas apenas por profissionais com conhecimento para tal.

Deste modo, são as principais vantagens de ter quadros eléctricos bem organizados:

4.1.1 Segurança

A organização dos quadros eléctricos garante mais segurança aos operadores durante seu manuseio, afinal a ausência de fios soltos ou de fuga energética, por exemplo, evita a ocorrência de choques e torna mais fácil sua utilização.

Além disso, caso ocorra alguma falha no funcionamento do quadro, seja ele de controle, de distribuição, comando, acionamento e demais tipos, é rápido e simples diagnosticar sua origem quando todos os dispositivos estão bem organizados e identificados.

4.1.2 Melhor aproveitamento de recursos energéticos

Os quadros de distribuição e de subdistribuição são responsáveis por distribuir a energia eléctrica oriunda de uma ou mais fontes para todos os equipamentos, residências (no caso de prédios, por exemplo) e demais aparelhos que são alimentados por ela.

Porém, quando os circuitos e disjuntores estão mal posicionados ou desorganizados, é comum que haja fugas eléctricas que demoram a ser detectadas em virtude da falta de organização, resultando em aumentos nas contas de luz que, muitas vezes, parecem inexplicáveis.

4.1.3 Manutenção facilitada

Todos os equipamentos e máquinas estão suscetíveis a falhas, porém, quando não há organização de seus componentes internos, é muito mais difícil identificar sua origem e, conseqüentemente, realizar os consertos necessários.

É comum, por exemplo, que em quadros de comando montados da forma incorreta, sem organização de seus componentes, uma simples manutenção demore mais para ser efetivada, pois é preciso desmontar e movimentar muitas peças a fim de localizar e sanar o problema.

4.1.4 Viabilidade operacional

Quanto mais organizados são os quadros eléctricos, mais simples é a sua operação, afinal, os botões e os displays estão corretamente ajustados, respondem aos comandos dados e funcionam em toda a sua potência, fatores que, somados, tornam a operação mais viável.

4.1.5 Realização de testes e de ensaio

A efetivação de testes e de ensaios é essencial para detectar a ocorrência de falhas, montagem incorreta e presença de defeitos não apenas no que tange o funcionamento dos dispositivos, mas também a sua composição material. Por isso, o serviço deve ser realizado, ao menos, anualmente. Em construções comerciais ou industriais, é recomendada uma manutenção preventiva mensal. Já em quadros eléctricos que se encontram desorganizados, é necessário contar com a atuação de técnicos especializados a fim de desmontá-los e montá-los novamente de forma organizada, evitando acidentes e aproveitando ao máximo o potencial de trabalho.

Figura 6: Cabos queimados devido a um curto circuito.



Fonte: João Pinto (2020).

Figura 7: Quadro de derivação e cabos queimados devido a um curto circuito.



Fonte: João Pinto (2020).

A figura 6 e 7 relatam a causa do mau dimensionamento dos cabos eléctricos e a sobrecarga de alguns circuitos.

O curto-circuito é um dos principais causadores de incêndios em instalações eléctricas mal construídas ou mal conservadas, que possuem constante movimentação eléctrica. Normalmente, erros de dimensionamento e fios desencapados são os maiores provocadores de curtos-circuitos em ambientes residenciais, comerciais e industriais.

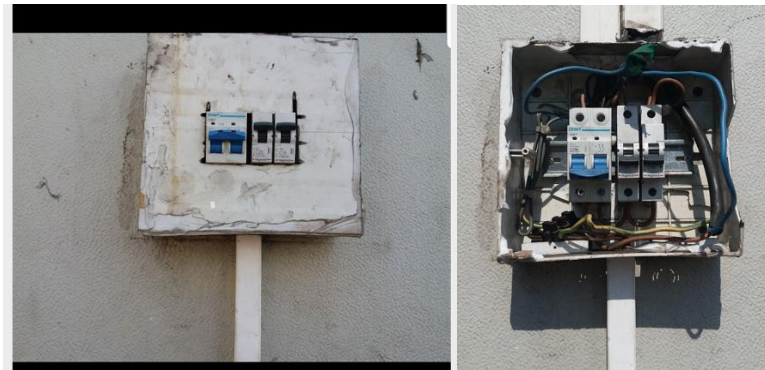
Figura 8: Cabos com baixo nível de isolamento.



Fonte: João Pinto (2020).

Acima demonstra a realização de mau isolamento em condutores eléctricos.

Figura 9: Quadro de distribuição do contentor da casa de banho.



Fonte: João Pinto (2020).

Há baixo nível de índice de proteção dos dispositivos eléctricos de proteção e comando que estão presentes nesses quadros de distribuição apresentados acima. Equipamentos eléctricos não funcionam bem na presença de água, pois esta é condutiva. Além disso, a água acelera o processo de oxidação de metais, por isso, mantê-la fora de partes não protegidas é importante para o funcionamento de produtos.

Figura 10: Quadro de distribuição da sala de formação.



Fonte: João Pinto (2020).

De entre vários quadros de distribuição, a figura acima ilustra um quadro eléctrico que reúne os requisitos mínimos para uma boa conservação de um quadro eléctrico e garante uma boa manutenção e maior tempo de vida dos equipamentos e dispositivos nele existente.

Figura 11: Quadro de distribuição parcial.



Fonte: João Pinto (2020).

Figura 12: Quadros de distribuição com baixo índice de proteção.



Fonte: João Pinto (2020).

Capítulo V

5. Discussão

5.1 Análise dos Dados/Resultados

O presente projecto apresenta uma proposta de melhoria de manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África de modo a permitir a gestão das demandas de manutenção eléctrica e o equilíbrio financeiro.

O estaleiro da Mota-Engil África está composto por mais de 20 compartimentos, centenas de aparelhos eletrodomésticos e para melhor proteção e distribuição da energia eléctrica existem 20 quadros eléctricos de distribuição.

O estaleiro está vocacionado em projeção de novas estratégias de mineração, avaliação das maneiras de extração do minério, programação das frentes de trabalho bem como a gestão e manutenção dos equipamentos e instalações nele existentes. As actividades são realizadas em 24 horas diárias, em turnos variados.

O estaleiro contempla mais de 25 compartimentos principais dentre eles: A sala do administrativo, a sala da direcção do projecto, sala da direcção da produção, sala de mobilização, a secção das bombas de água, as salas de segurança saúde e ambiente, a sala de controlo, a sala dos encarregados, a sala do aconomato, as wc's, o bebedouro, a sala dos operadores, a sala de informática, a sala de reuniões, a sala de perfuração, a sala de formação, dentre outras .

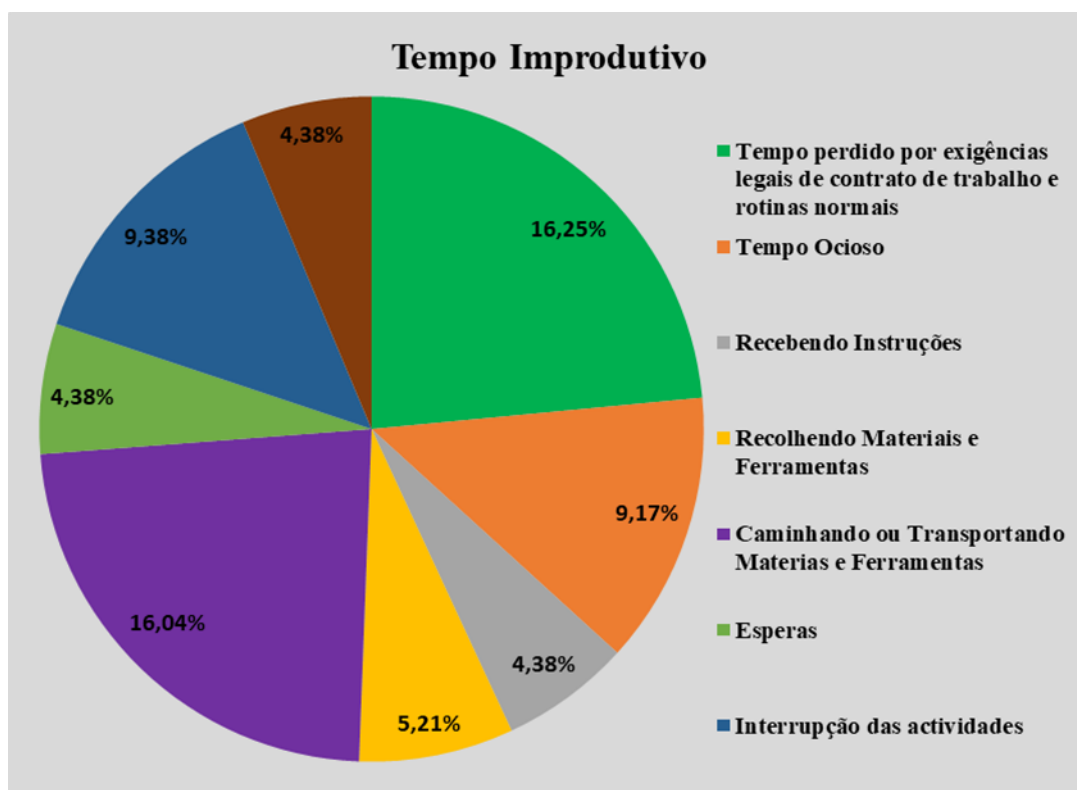
5.2 Produtividade

Tabela 3: Ilustra o tempo Improdutivo durante o turno.

Improdutividade 8horas/dia (480min)		
Distribuição	Tempo	%
Tempo perdido por exigências legais de contrato	78	16,25
Tempo Ocioso	44	9,17
Recebendo Instruções	21	4,38
Recolhendo Materiais e Ferramentas	25	5,21
Caminhando ou Transportando Materiais e Ferramentas	77	16,04
Atrasos e Saídas antecipadas	21	4,38
Interrupção das actividades	45	9,38
Esperas	21	4,38
Total	332	69,17

Fonte: João Pinto (2020).

Figura 13: Custos estimados para a manutenção.



Fonte: João Pinto (2020).

A tabela 3 apresenta a disposição do tempo improdutivo durante o turno de 8 horas que cada técnico tem durante as suas actividades normais bem como as de manutenção. A partir do gráfico 14 nota-se que o maior tempo improdutivo, mas necessário é o gasto por exigências legais do contrato de trabalho, o qual engloba as reuniões matinais de consciencialização de segurança, procedimentos de avaliação de risco, permissão de trabalho, isolamento e de isolamentos de equipamentos, procedimentos de levantamento de materiais no armazém; seguida do tempo de deslocação para o local a se realizar a actividade ou de levantamento de materiais e ferramentas no armazém. Constatou-se que das 8 horas laborais os técnicos somente passam 02:46 horas to tempo (30,83%) realmente produzindo. As restantes 05:53 horas correspondentes a 69,17% são improdutivas.

5.3 Os Principais Motivos que Levam a Inexistência da Manutenção Preventiva.

- Ausência de pessoal de manutenção com conhecimento inicial profundo das instalações
- Ausência de "stocks" corretos de peças de reposição, no que se refere à qualidade ou à quantidade dos itens de almoxarifado;
- Inexistência de rotinas de manutenção preventiva e de diagnóstico previamente estruturado e racionalizado;
- Inexistência de ficheiros históricos para registo de tempos e ocorrências;

5.4 Dificuldades Enfrentadas Durante a Manutenção

Durante os estudos realizados referente ao modo de manutenção aplicado a empresa, foram notadas várias dificuldades que os técnicos de manutenção têm enfrentado, facto que torna todo o processo ineficiente e ineficaz. Abaixo são listadas os aspectos que dificultam o processo de controlo e manutenção:

- Ausência de pessoal de manutenção com conhecimento inicial profundo das instalações;
- Escassez de dados de consulta necessários para a correta pesquisa de anomalias e para referência dos procedimentos e peças de substituição a usar, isto é, má organização da biblioteca de manuais técnicos e de manuais de manutenção;
- Escassez de desenhos de projecto detalhado correspondendo corretamente aos equipamentos instalados e às conexões efetuadas;
- Ausência de "stocks" corretos de peças de reposição, no que se refere à qualidade ou à quantidade dos itens de almoxarifado;
- Inexistência de rotinas de manutenção preventiva e de diagnóstico previamente estruturado e racionalizado;
- Inexistência de procedimentos normalizados e racionalizados para a manutenção periódica, programada de grandes equipamentos;

- Inexistência de ficheiros históricos para registo de tempos e ocorrências;
- Escolha incorreta dos equipamentos e soluções;
- Negligência de aspectos de grande importância tais como: "conservabilidade" ou manutenibilidade dos equipamentos, tempo médio entre falhas, vida útil do equipamento, tempo médio de reparo dos equipamentos, e existência de meios locais humanos e materiais para a manutenção dos equipamentos.

5.4.1 Consequências da falta de manutenção eléctrica preventiva no estaleiro

A falta de manutenção sobrecarrega a actividade de manutenção, leva a alteração constante dos planos de previamente elaborados das actividades rotineiras bem como da manutenção, muitas tarefas especialmente inspecções passam a ser adiadas ou não realizadas para se poder atender a demanda da manutenções correctivas, qualidade dos serviços baixa visto que os técnicos devem minimizar o volume de trabalhos, dispêndios não controlados por haver tendências de usar-se material alternativo visto que não há material de substituição disponível para urgências.

5.5 Métodos Estratégicos para Melhoria da Manutenção

Com vista a melhorar-se as actividades de manutenção serão usados os seguintes métodos:

1. Documentação do equipamento em uso;
 - Etiquetagem do equipamento
 - Fichas Técnicas
 - Fluxogramas
2. Classificação quanto a Criticidade;
 - Matriz Criticidade
 - Matriz GUT
3. Definição do tipo de manutenção;

Manutenção Baseada no Tempo e a Manutenção Baseada na Condição;

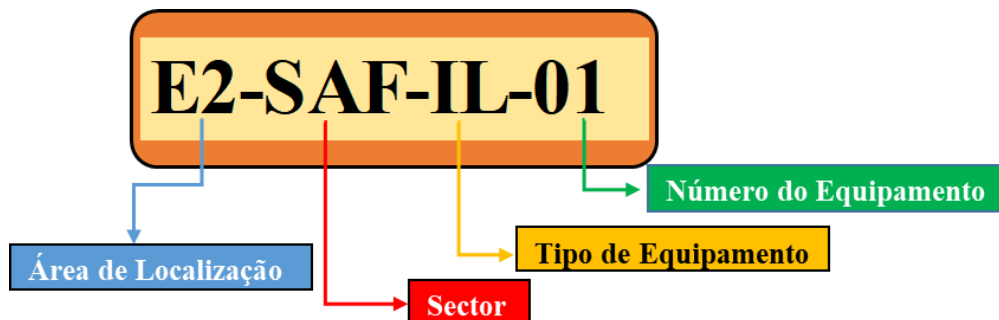
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Preventiva;

- Manutenção Correctiva.
4. Estruturação do plano;
 - Estimativa do tempo de manutenção;
 - Recursos humanos necessários para cada equipamento;
 - Cronograma
 5. Acompanhamento do plano de Manutenção.

5.6 Documentação de Equipamentos

Para melhor controlo dos equipamentos e dispositivos uma identificação por etiquetagem será feita indicando o sector a que pertence, o tipo e o número. Deste modo facilmente se poderá ter o histórico do equipamento, conhecer o modelo e a chapa de características para futuras manutenções e ou substituições.

Figura 14: Ilustra modo adaptado para etiquetar os equipamentos.



Fonte: João Pinto (2020).

5.6.1 Ficha de inspecção

As inspecções rotineiras (diárias, semanais mensais e anuais) devem ser devidamente realizadas, preenchendo-se a ficha de inspecção e descrevendo as condições observadas no terreno. Com essa inspecção poder-se-á facilmente avaliar o estado do equipamento e dispositivos, identificar-se anomalias e a necessidade de intervenção. Após o preenchimento da mesma deverá ser entregue ao supervisor para avaliação do estado do equipamento, facilitará planeamento meticuloso da manutenção e possibilitará a previsão de possíveis anomalias.

Tabela 4: Ilustra o cabeçalho da ficha de inspecção.

INSPECÇÃO			
TIPO DE INSPECÇÃO			
TIPO DE PROPRIEDADE			
REQUISITADO POR		ENDEREÇO	
TELEFONE			
EMAIL			
NÍVEL DE PRIORIDADE		DATA E HORA DA EMISSÃO	
DATA NECESSÁRIA		DATA DE ENTREGA	
ID DO CLIENTE		ID DA TAREFA	
AUTORIZADO POR		CUSTO DE EXECUÇÃO PARA	
CUSTOS PARA		CUSTO TOTAL	0 MZN

Fonte: João Pinto (2020).

5.6.2 Fichas técnicas

Informações e instruções dispostas pelo fabricante ou fornecedor dos equipamentos e dispositivos por meio de catálogos e chapas de características, devem estar disponíveis aos técnicos de manutenção para assegurar-se a execução das tarefas nos padrões recomendados e durabilidade do equipamento.

Tabela 5: Apresenta o modelo a ser usado para ficha técnica.

Sector de Manutenção Eléctrica	
Ficha de Equipamento nº	
Ano:	
Equipamento:	Nº Patrimonial:
Localização (bloco/andar/sala/oficina):	
Departamento:	
Tipo:	
Nº Fabricante:	
Nº Série:	Marca:
Fabricante:	Fornecedor:
Preço:	Ano de Fabrico:
Valor actual:	Dimensões:
Hora de Uso:	Motor (tipo):
Nº de Fornecedor:	Série:
Rótor (Tipo):	
V1:	V2:
Potência:	Corrente:
Frequência:	Rolamentos (est., rótor)
Enrolamentos:	
Escovas:	
Fases:	ligações
Rotação:	
Observações:	

Fonte: Finocchio, m. A 2013, editado por autor

5.6.3 Geração de ordens de serviços

Com base nas necessidades de execução de tarefas, serão solicitados os trabalhos por meio de Ordens de Serviço, com descrição detalhada a tarefa a ser executada, o local e as habilidades necessárias para a execução da tarefa.

Tabela 6: Ilustra um exemplar para ordens de serviços a ser usado.

ORDEM DE SERVIÇO			
NOME DO CLIENTE		DATA DE EMISSÃO	NÚMERO DA ORDEM
CONTACTO			
EMAIL DO CLIENTE		DATE PREVISTA PARA O INÍCIO	PREVISÃO DE TÉRMINO
ORDEM RECEBIDA POR			
LOCAL DE EXECUÇÃO			
TERMOS DO SERVIÇO			
DESCRIÇÃO DA TAREFA			
COMENTÁRIOS ADICIONAIS			

Fonte: João Pinto (2020).

5.6.4 Criticidade

Para melhor organização do plano de manutenção, foi feita uma análise de relevância dos componentes no processo operacional baseada nos propósitos gerais e específicos da empresa. Essa análise permite uma intervenção técnica objectiva possibilitando o alcance das metas previstas pela empresa, diminui os custos de manutenção, flexibiliza as actividades da empresa e melhora o desempenho dos técnicos e do programa de manutenção.

Com base na importância e nos impactos causados no processo operacional normal os equipamentos serão classificados como A, B e C.

Os equipamentos com o grau de Criticidade A são os que tem baixo grau de criticidade, não deixam de ser importantes, mas a sua paragem não perturba o processo operacional normal, não cria perigos letais na segurança do trabalho, nem agride o meio ambiente.

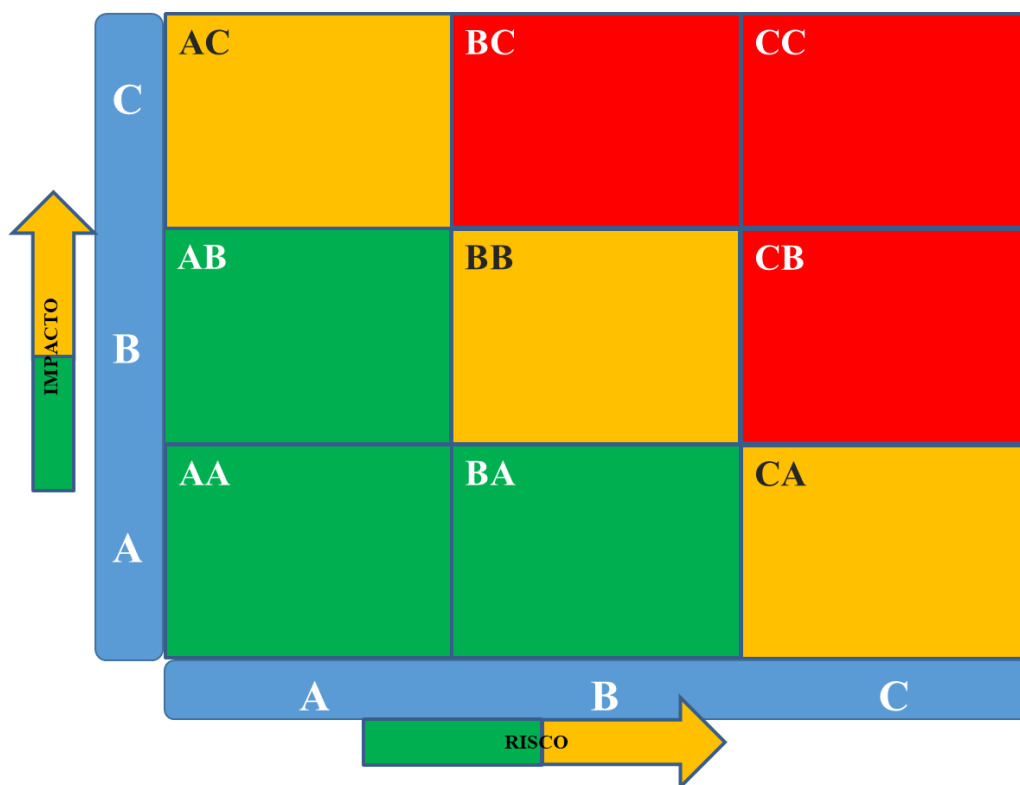
Os equipamentos com o grau de Criticidade B são os que possuem médio grau de criticidade, impactos são notórios com consequências que podem se tornar rapidamente graves se não resolvidas, gerando elevações consideráveis de custos de manutenção, perturbando a qualidade e os propósitos da empresa.

Os equipamentos com o grau de Criticidade C ou com Alto grau de criticidade são os que parando param as operações normais ou as impactam consideravelmente.

Para rápida identificação visual adotou-se a utilização de cores como sinais de relevância ou criticidade do facto em questão.

A cor amarela refere a condição de média criticidade, a cor verde significa uma baixa criticidade e a vermelha alta criticidade.

Figura 15: Matriz de criticidade (Risco em função do Impacto).



Fonte: João Pinto (2020).

A combinação das letras foi feita segundo a avaliação do impacto pelo risco. Em ambos os eixos se notam as letras A, B e C. Na combinação a primeira letra representa o risco inerente e a segunda o impacto. AA baixo risco e baixo impacto, AB baixo risco e médio impacto, AC risco baixo e alto impacto; BA refere a médio risco e baixo impacto, BB médio risco e impacto

médio, BC médio risco e alto impacto; e CA alto risco e baixo impacto, CB alto risco e médio impacto e CC alto risco e alto impacto.

5.6.5 Priorização de tarefas

No acto de solicitação de tarefas deverá ser mencionada a prioridade de execução da tarefa aplicando-se a Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) como critério de avaliação.

5.6.5.1 Matriz GUT

Figura 16: Ilustra Matriz GUT.

N ot	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente Grave	Precisa de acção Imediata	Irá Piorar Rapidamente se nada for feito
4	Muito Grave	É Urgente	Irá Piorar em pouco tempo se nada for feito
3	Grave	O mais Rápido Possível	Irá Piorar
2	Pouco Grave	Pouco Urgente	Irá Piorar a Longo Prazo
1	Sem Gravidade	Pode Esperar	Não irá Mudar

Fonte: João Pinto (2020).

A sequência da priorização de execução de tarefas é obtida a partir do produto dos valores da Gravidade, Urgência e Tendência.

Tabela 7: Apresenta a matriz GUT para os componentes do estaleiro.

Descrição do Problema	G	U	T	Total	Priorização
Gerador vertendo Óleo	3	4	5	60	2º
Sobreaquecimento do Gerador	5	5	5	125	1º
Danificação das Baterias do Gerador	5	5	5	125	1º
Tomadas deteriorada	3	3	2	18	4º
Iluminação Normal não funciona	2	3	1	6	5º
Bebedouro	2	3	2	12	4º

Disjuntor avariado	4	4	4	64	2°
Transformador vertendo óleo	4	5	5	100	1°
Avaria na linha de alimentação	4	4	4	64	2°
Ar condicionado não funciona	3	4	4	48	3°
Dispositivos de proteção não funcionam	5	5	5	125	1°
Cabos com ranhuras/emendas	5	5	5	125	1°

Fonte: João Pinto (2020).

A tabela constará o número de registo do componente, seguido da descrição do problema ocorrido, as notas da Gravidade do problema, seguida da nota da Urgência e Tendências do problema com o passar o tempo se nenhuma intervenção for tomada, as notas estão num intervalo de 1 a 5. A multiplicação dos valores obtidos pela análise GUT ditará o problema com maior prioridade de intervenção, baseado no impacto que o problema em causa criará nas operações normais. Auxiliará na tomada de decisão do tipo de manutenção a ser usado.

5.6.5.2 Definição do tipo de manutenção para cada equipamento

Usando-se a avaliação do número de risco, escolheu-se o tipo de manutenção a ser executada por componente.

Tabela 8: Ilustra os tipos de manutenção a serem aplicados consoante a criticidade do componente.

Item	Componente	Nível de Criticidade	Estratégia de Manutenção e NRP			
			< que 150	Entre 150 - 300	Entre 300 - 650	> 650
1	Gerador vertendo Óleo	B	MC	MPBT	MSC;MPd	MPd;MD
2	Sobreaquecimento do Gerador	C	MC	MC	MC	MPBT
3	Danificação das Baterias do Gerador	B	MC	MPBT	MSC	MPd;MD
4	Tomadas deteriorada	A	MC	MPBT	MSC;MPd	MPd;MD
5	Iluminação Normal não funciona	A	MC	MPBT	MSC;MPd	MPd;MD
6	Bebedouro	B	MC	MPBT	MSC	MPd;MD
7	Disjuntor avariado	B	MC	MPBT	MSC	MPd;MD
8	Tranformador vertendo óleo	C	MC	MC	MC	MPBT
9	Avaria na linha de alimentação	C	MC	MC	MC	MPBT
10	Ar condicionado não funciona	B	MC	MPBT	MSC	MPd;MD
11	Dispositivos de protecao não funcionam	B	MC	MPBT	MSC	MPd;MD
12	Cabos com ranhuras/emendas	C	MC	MC	MC	MPBT

Fonte: João Pinto (2020).

Legenda:

MC – Manutenção Correctiva;

MD – Manutenção Detectiva;

MPBT – Manutenção Preventiva Baseada no Tempo;

MPd – Manutenção Preditiva;

MSC – Manutenção Sob Condição

5.6.5.3 Periodicidade adaptada para manutenção preventiva

Tabela 9: Ilustra a periodicidade para intervenção de quadros Eléctricos.

Programa de Intervenção dos quadros eléctricos	Periodicidade
Verificação de estanquicidade de portas	A (8000 horas de uso)
Disjuntores	A (8000 horas de uso)
Diferenciais	A (8000 horas de uso)
Reaperto de contactos eléctricos se necessário	A (8000 horas de uso)
Verificação de esquemas eléctricos, etiquetagem interior e exterior	A (8000 horas de uso)
Verificação do estado dos equipamentos: testar e regular se necessário:	A (8000 horas de uso)
Contactores e Relés (comando manual - automático)	A (8000 horas de uso)
Verificação do estado das tampas interiores do quadro	A (8000 horas de uso)
Verificação das ligações à terra	A (8000 horas de uso)
Revisão de todos os circuitos eléctricos de potência e de controlo	SM (4500 horas de uso)
Verificar o funcionamento geral e pesquisa de anomalias	TM (2500 horas de uso)
Limpeza geral do quadro (despoeiramento)	M (1000 horas de uso)

Fonte: João Pinto (2020).

Tabela 10: Periodicidade para intervenção dos quadros gerais e distribuição.

Programa de Intervenção dos quadros gerais e de distribuição	Periodicidade
Revisão de todos os circuitos eléctricos de potência e de controlo	SM (4500 horas de uso)
Reaperto de contactos eléctricos se necessário	A (8000 horas de uso)
Limpeza geral do quadro	SM (4500 horas de uso)
Verificação das ligações à terra	A (8000 horas de uso)
Verificação de esquemas eléctricos, etiquetagem interior e exterior	A (8000 horas de uso)
Verificação do estado dos contactos e terminais eléctricos	A (8000 horas de uso)
Verificação do estado dos equipamentos: testar e regular se necessário:	A (8000 horas de uso)
Disjuntores	A (8000 horas de uso)
Verificação de estanquicidade de portas	A (8000 horas de uso)
Verificação do estado das tampas interiores do quadro	A (8000 horas de uso)
Diferenciais	A (8000 horas de uso)
Verificar o funcionamento geral e pesquisa de anomalias	TM (2500 horas de uso)

Fonte: João Pinto (2020).

Tabela 11: Periodicidade do posto de transformação.

Programa de Intervenção do posto de transformação	Periodicidade
Verificação do bom estado de funcionamento da iluminação do PT, com substituição do material avariado ou danificado	TM (2500 horas de uso)
Realização de termografia aos contactos eléctricos	A (8000 horas de uso)
Limpeza geral (contactos, isoladores, etc.)	SM (4500 horas de uso)
Verificação e ensaios dos sistemas de proteção	A (8000 horas de uso)
Eventual reposição do nível do óleo do TP	A (8000 horas de uso)
Medição da resistência de terra	A (8000 horas de uso)
Análise físico/química do óleo do Transformador	BA (16000 horas de uso)
Verificação do estado dos contactos e terminais eléctricos	A (8000 horas de uso)
Reaperto de contactos eléctricos	A (8000 horas de uso)
Verificar o funcionamento geral e pesquisa de anomalias (ruídos)	TM (2500 horas de uso)

Fonte: João Pinto (2020).

Legenda das tabelas:

A – Anual; BA – Bianual; M – Mensal; SM – Semestral; TM – Trimestral.

5.7 Estruturação Do Plano

A estruturação do plano consistirá na menção dos detalhes referentes ao equipamento, os problemas detectados, a tarefa a ser executada, as datas do plano e da previsão da execução, o técnico que executará a manutenção e o tempo necessário para cada tarefa. A tarefa a ser executada será descrita em etapas com os devidos tempos a ser despendidos para cada etapa.

Tabela 12: Cronograma das tarefas a serem executadas na manutenção.

Plano de Manutenção											4-jul-2020	5-jul-2020	6-jul-2020
O S	Código do Equipamento	Descrição do Equipamento	Descrição da tarefa	Tipo de trabalho	Data	Recurso	Responsável	Status	Duração				
O S 001	SAF-AC-01	Ar Condicionado	Limpeza das peças	Manuten. Preventiva	02/07/20	Tecn. Frios	Titos Moreira	Por Iniciar	0:40:00				
			Remover os Filtros						0:02:00				
			Remover a carcaça						0:08:00				
			Limpar a jacto de Água						0:12:00				
			Fechar a carcaça						0:02:00				
			Repôr os Filtros						0:09:00				
			Limpeza da Área de serviço						0:07:00				
O S 002	E2-SAL-01	Gerador	Substituição de Fusíveis	Manuten. Correctiva	02/07/20	Tecn. Electricista	João Siqueira	Por Iniciar	1:00:00				

Fonte: João Pinto (2020).

5.7.1 Eliminação de desperdícios

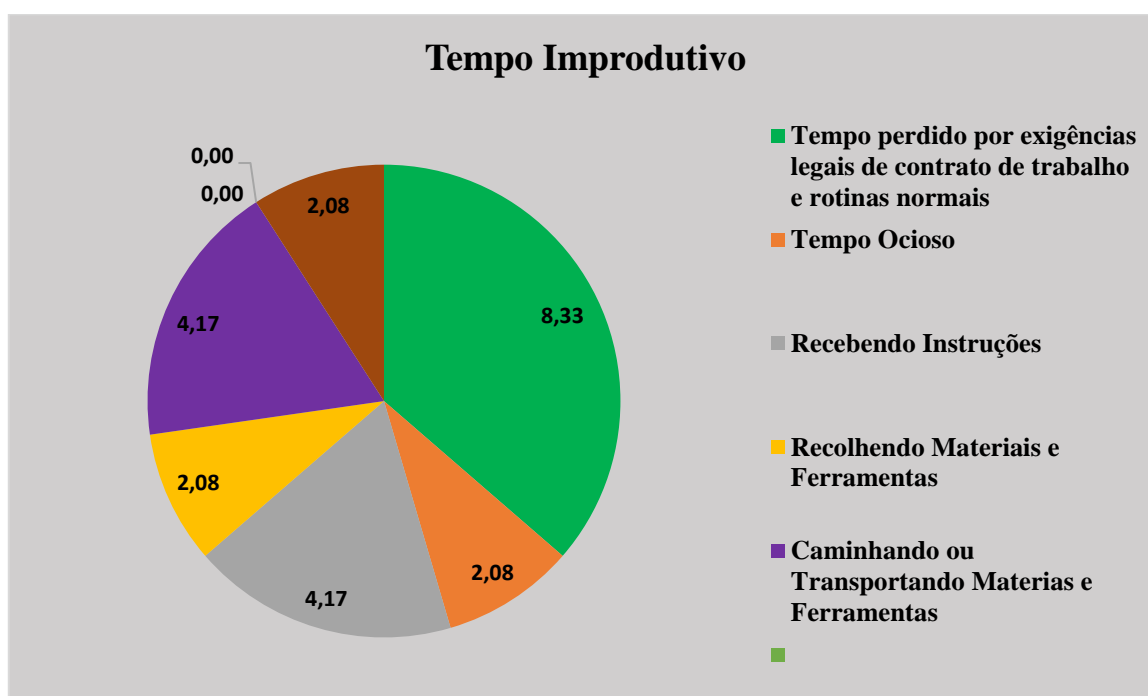
Para o aumento da produtividade da mão de obra, será necessário eliminar ou diminuir tempo improdutivo, revendo e aplicando os padrões organizacionais estabelecidos pela empresa. Criando um modelo de abordagem nos encontros e reuniões matinais, focalizando aspectos concernentes aos diferentes fóruns. Uso racional de tempo especialmente para tarefas interdependentes.

Tabela 13: Tempo improdutivo após a introdução de um plano de manutenção.

Improdutividade 8horas/dia (480min)		
Distribuição	Tempo (min)	%
Tempo perdido por exigências legais de contrato de trabalho e rotinas normais	40	8,33
Tempo Ocioso	10	2,08
Recebendo Instruções	20	4,17
Recolhendo Materiais e Ferramentas	10	2,08
Caminhando ou Transportando Materias e Ferramentas	20	4,17
Esperas	10	2,08
Total	110	22,92

Fonte: João Pinto (2020).

Figura 17: Ilustra o tempo improdutivo apos a introdução de um Plano de Manutenção.



Fonte: João Pinto (2020).

5.8 Acompanhamento do Plano de Manutenção

A introdução de um Plano de Controlo e Manutenção reduzirá a improdutividade a 46%, visto que todas as actividades de manutenção serão previamente elaboradas e recursos serão devidamente alocados com o progresso controlado das tarefas e o registo do estado dos equipamentos. Os atrasos, as saídas antecipadas e a interrupção das actividades serão eliminados por completo. O planeamento será realizado ponderando-se o histórico do equipamento obtido ao longo do período de funcionamento por intermédio de relatórios de inspecções.

Para as manutenções correctivas a eficiência será alcançada a partir da criação de estoque de equipamentos e dispositivos de reserva prioritário no armazém da empresa, pronto para uso em substituições urgentes.

Tabela 14: Ilustra a planilha de rastreamento de Ordens de Serviços.

FORMULÁRIO DE VERIFICAÇÃO DE ORDENS DE SERVIÇO									
ORDEM ID	DESCRIÇÃO	PEDIDO POR	ATRIBUIDA PARA	PRIORIDADE	DATA INÍCIO	TÉRMINO	PCT DE EXECUÇÃO	STATUS	COMENTÁRIOS
				BAIXA			0%	POR INICIAR	
				MÉDIA			0%	EM PROGRESSO	
				ALTA			0%	COMPLETA	
							0%	EM ESPERA	
							0%		
							0%		
							0%		

Fonte: João Pinto (2020).

5.8.1 Filtros para as ordens de serviços

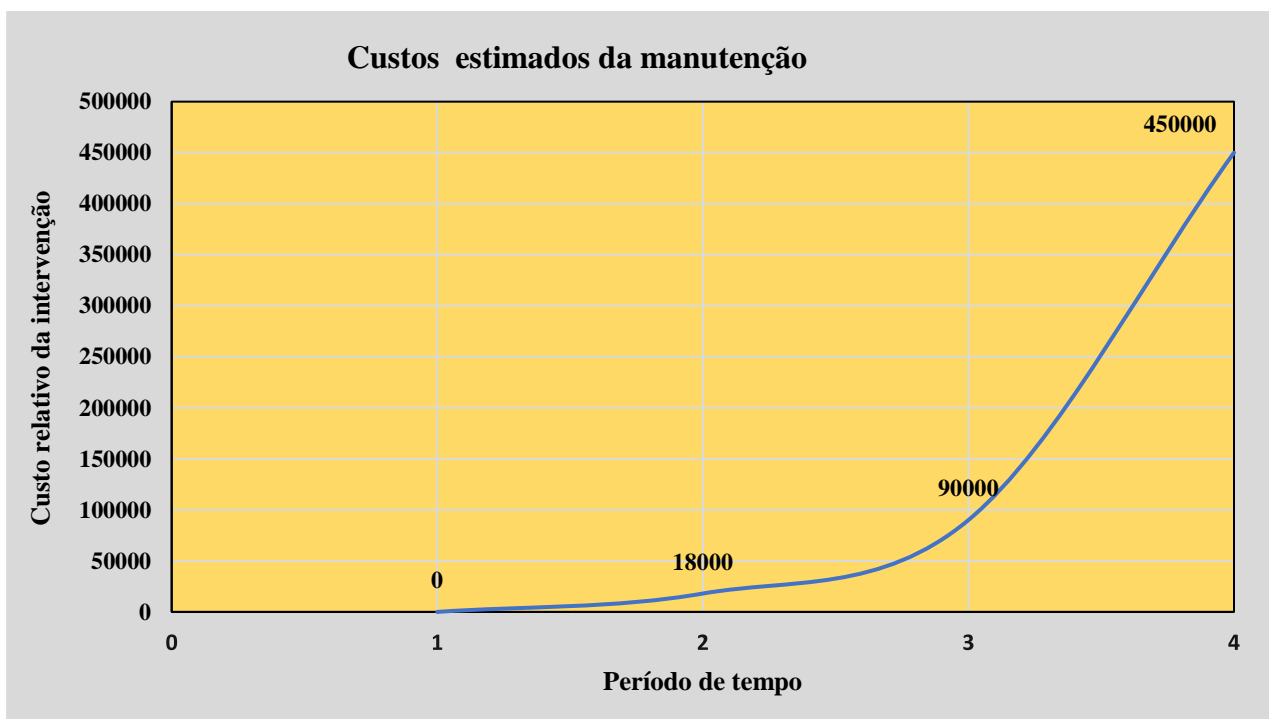
Uma verificação diária das ordens de serviço deverá ser executada para aumentar o controlo de pedidos, tarefas já executadas devem ser encerradas e as incompletas deverão ser remarcadas, identificando-se as razões que impediram o término da tarefa. Os filtros permitirão o controlo do número de ordens de serviços emitidas para o mesmo componente, também da necessidade de aumento de técnicos de manutenção e do tempo ocioso.

5.9 Custos de uma Manutenção

De acordo com a lei de Sitter, conhecida como a lei dos custos, ao adiar uma intervenção significa incrementar os custos diretos em uma razão de progressão geométrica de factor cinco. Conforme o gráfico abaixo, se em T2, o custo de intervenção é igual a aproximadamente 18.000 mil meticais; em T3 o custo será de 90.000 mil meticais; em T4 será de 450.000 mil e assim sucessivamente, sobre razão de 5.

Os valores de T1 são os valores utilizados na fase de execução do projecto, logo após vem a fase de T2 que conserve na manutenção preventiva, acima dos valores de uma manutenção preventiva programada vem os custos gerados pela consequência do adiamento de uma intervenção.

Figura 18: Custos estimados para a manutenção.



Fonte: João Pinto (2020).

Um componente fundamental de um projecto de manutenção é a estimativa de custos de cada uma das actividades dentro dos sistemas ou processos existentes no estaleiro, através destes valores será possível realizar uma projecção orçamentária equilibrada e evitar despesas elevadas em determinados períodos.

Outro ponto importante é a justificativa da inclusão de determinados valores na previsão orçamental, de modo a esclarecer os limites e parâmetros na logística e aquisição de material e utensílio de grande porte.

Os custos envolvidos nesta manutenção incluem materiais de consumo, ou seja, consumíveis e a mão de obra, seja ela de uma empresa especializada em manutenção ou os mesmos integrantes da Mota-Engil África.

Tabela 15: Valores estimados para as actividades de manutenção.

Valor estimado das actividades de manutenção				
Número	Local a realizar a manutenção	Mão de obra	Materiais/ Insumos	Total gasto por compartimento
1	Secção das bombas	2 500,00 MZN	15 000,00 MZN	17 500,00 MZN
2	Sala de segurança saúde e ambiente 1	3 000,00 MZN	15 000,00 MZN	18 000,00 MZN
3	Sala de controlo	4 000,00 MZN	15 000,00 MZN	19 000,00 MZN
4	Sala dos encarregados	3 000,00 MZN	15 000,00 MZN	18 000,00 MZN
5	Sala do aconomato	1 500,00 MZN	15 000,00 MZN	16 500,00 MZN
6	Wc's	3 000,00 MZN	15 000,00 MZN	18 000,00 MZN
7	Bebedouro	1 750,00 MZN	15 000,00 MZN	16 750,00 MZN
8	Sala dos operadores	9 000,00 MZN	15 000,00 MZN	24 000,00 MZN
9	Sala do administrativo 1	2 000,00 MZN	15 000,00 MZN	17 000,00 MZN
10	Sala da direcção do projecto	3 000,00 MZN	15 000,00 MZN	18 000,00 MZN
11	Sala da direcção da produção	3 000,00 MZN	15 000,00 MZN	18 000,00 MZN
12	Sala de mobilização	2 500,00 MZN	15 000,00 MZN	17 500,00 MZN
13	Sala de informática	1 750,00 MZN	15 000,00 MZN	16 750,00 MZN
14	Wc's 2	3 000,00 MZN	15 000,00 MZN	18 000,00 MZN
15	Sala de reuniões	4 500,00 MZN	15 000,00 MZN	19 500,00 MZN
16	Sala de perfuração	3 000,00 MZN	15 000,00 MZN	18 000,00 MZN
17	Sala de segurança saúde e ambiente 2	2 500,00 MZN	15 000,00 MZN	17 500,00 MZN
18	Sala de segurança saúde e ambiente 3	2 500,00 MZN	15 000,00 MZN	17 500,00 MZN
19	Sala do administrativo 2	2 000,00 MZN	15 000,00 MZN	17 000,00 MZN
20	Sala do administrativo 3	2 000,00 MZN	15 000,00 MZN	17 000,00 MZN
21	Sala de formação	9 750,00 MZN	15 000,00 MZN	24 750,00 MZN
22	Quadro geral de distribuição	4 000,00 MZN	15 000,00 MZN	19 000,00 MZN
23	Quadro de distribuição 1	1 750,00 MZN	15 000,00 MZN	16 750,00 MZN
24	Quadro de distribuição 2	1 750,00 MZN	15 000,00 MZN	16 750,00 MZN
25	Quadro de distribuição 3	1 750,00 MZN	15 000,00 MZN	16 750,00 MZN
26	Quadro eléctrico das bombas	1 000,00 MZN	15 000,00 MZN	16 000,00 MZN
27	Quadro eléctrico da sala de segurança saúde e ambiente	2 000,00 MZN	15 000,00 MZN	17 000,00 MZN
28	Quadro eléctrico da sala de controlo	2 000,00 MZN	15 000,00 MZN	17 000,00 MZN
29	Quadro eléctrico da sala dos encarregados	1 500,00 MZN	15 000,00 MZN	16 500,00 MZN
30	Quadro eléctrico da sala do aconomato	750,00 MZN	15 000,00 MZN	15 750,00 MZN
31	Quadro eléctrico das wc's	1 500,00 MZN	15 000,00 MZN	16 500,00 MZN
32	Quadro eléctrico do bebedouro	750,00 MZN	15 000,00 MZN	15 750,00 MZN
33	Quadro eléctrico da sala dos operadores	2 000,00 MZN	15 000,00 MZN	17 000,00 MZN
34	Quadro eléctrico da sala do administrativo	1 300,00 MZN	15 000,00 MZN	16 300,00 MZN
35	Quadro eléctrico da sala da direcção do projecto	1 200,00 MZN	15 000,00 MZN	16 200,00 MZN
36	Quadro eléctrico da sala da direcção da produção	1 200,00 MZN	15 000,00 MZN	16 200,00 MZN
37	Quadro eléctrico da sala de mobilização	1 600,00 MZN	15 000,00 MZN	16 600,00 MZN
38	Quadro eléctrico da sala de informática	750,00 MZN	15 000,00 MZN	15 750,00 MZN
39	Quadro eléctrico das wc's	1 750,00 MZN	15 000,00 MZN	16 750,00 MZN
40	Quadro eléctrico da sala de reuniões	3 200,00 MZN	15 000,00 MZN	18 200,00 MZN
41	Quadro eléctrico da sala de perfuração	1 700,00 MZN	15 000,00 MZN	16 700,00 MZN
42	Quadro eléctrico da sala de segurança saúde e ambiente	800,00 MZN	15 000,00 MZN	15 800,00 MZN
43	Quadro eléctrico da sala de segurança saúde e ambiente	800,00 MZN	15 000,00 MZN	15 800,00 MZN
44	Quadro eléctrico da sala do administrativo	1 300,00 MZN	15 000,00 MZN	16 300,00 MZN
45	Quadro eléctrico da sala do administrativo	1 300,00 MZN	15 000,00 MZN	16 300,00 MZN
46	Quadro eléctrico da sala de formação	2 800,00 MZN	15 000,00 MZN	17 800,00 MZN
Total anual		109 700,00 MZN	690 000,00 MZN	799 700,00 MZN
Total mensal		9 141,67 MZN	57 500,00 MZN	66 641,67 MZN

Fonte: João Pinto (2020).

Capítulo VI

6. Conclusão

6.1 Principais Resultados do Trabalho

Com base no estudo feito o autor chegou as seguintes conclusões:

A falta de um plano de manutenção rigoroso tem contribuído para a baixa taxa de resolução eficiente dos problemas levando a alternativas que elevam os custos de manutenção porque o volume de tarefas aumenta e o pessoal técnico de manutenção não responde a demanda.

Cancelamentos, apressamentos e adiamentos de certas tarefas diminuindo consideravelmente a qualidade do trabalho e violações dos procedimentos de segurança no trabalho bem como os procedimentos padrões internacionalmente estabelecidos.

Com a Planificação de manutenções haverá melhorias consideráveis na produtividade, segurança, custos aplicados e nos procedimentos padronizados pela empresa.

As principais dificuldades existentes durante a manutenção são geradas principalmente por falta de um plano devidamente estruturado de acção, falta de execução de inspecções dos equipamentos, falta de cadastro dos componentes do equipamento.

Contudo valida-se a hipótese que o projecto de manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África trará melhorias nas medidas preventivas de forma a aumentar a fiabilidade e a operacionalidade das instalações em questão.

6.2 Recomendações

A concretização do presente projecto de manutenção deverá ser tido em consideração como uma colaboração e contributo para melhorar a manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil África na mina da Vale Moçambique, bem como propor um plano de manutenção com melhores estratégias a melhoria da manutenção eléctrica do estaleiro da Mota-Engil, devidamente estruturado, de modo a aumentar a produtividade (visto que com a realização de um plano de manutenção preventiva serão evitadas avarias, contribuindo assim para a melhoria do ritmo de trabalho), garantia de segurança (tanto das máquinas, quanto do trabalhador com um melhor controlo do seu uso), redução de custos para a empresa (custos que seriam causados pela

possível substituição de máquinas que tiveram sua vida encurtada pela falta de manutenção preventiva), etc. Garantindo assim maior eficiência e eficácia na prestação de serviços. É de referir que é importante dar atenção à manutenção preventiva, pois a manutenção corretiva para além dos elevados custos diminui o tempo de vida útil dos equipamentos.

Uma vez feitas as correções de montagem em campo, é recomendado que:

O projecto deve ser rígido quanto às características e exigências, tendo o cuidado da forma como é executado, quais as periodicidades das intervenções a considerar de modo a aumentar a fiabilidade dos serviços que são prestados.

Deverá ser feito o devido acompanhamento do plano de manutenção, de modo a que as actividades de manutenção sejam previamente elaboradas e seus recursos devidamente alocados, tendo sido feita uma prévia estimativa de custos.

Com características inovadoras da ciência é recomendável a aplicação de uma futura sala de controle baseada no registo online, que já se tornou uma das mais eficientes soluções na qualidade e controle de energia eléctrica para alimentar cargas crítica.

Referências

- Baran, I. R. (2015) proposta de um modelo multicritério para determinação da criticidade na gestão da manutenção industrial. Utfpr, paraná – br.
- Bevilacqua, m.; braglia, m.; gabbrielli, r. (2000) *monte carlo simulation approach for a modified fmeca in a power plant. Quality and reliability engineering internacional*, v. 16, p. 313-324,
- Decorwatts. (7 de julho de 2020). O que fazer para aumentar a duração das lâmpadas. Obtido de decorwatts: <http://blogdecorwatts.com/economia/o-que-fazer-para-aumentar-a-duracao-das-lampadas>
- En13306. (s.d.). En13306.
- Finocchio, m. A. (2013). Manutenção elétrica, 5ª revisão, utfpr, paraná – br.
- Fogliatto f. S. Herpich c. (2013) aplicação de fmeca para definição de estratégias de manutenção em um sistema de controle e instrumentação de turbogeradores, *ijie – ufsc*, br.
- Acesso em: www.periodicos.ufsc.br
- Garrett, f. (29 de 11 de 2018). Tomada escura ou derretendo: entenda os riscos para sua casa. Obtido de techtudo: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/11/tomada-escura-ou-derretendo-entenda-os-riscos-para-sua-casa.ghtml/>
- Gomes, f. V. (2010). Quadro de distribuição pode garantir a segurança do circuito elétrico. Obtido de <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/quadro-de-distribuicao-pode-garantir-a-seguranca-do-circuito-eletrico/9209>
- Hungler, p. E. (1997). Figueiredo.
- Kardec, a.; nascif, j. (2009) manutenção: função estratégica. 4. Ed. Rio de Janeiro: qualitymark,
- Legrand. (25 de outubro de 2017). Mantendo seu quadro resistente a água e poeira. Obtido de legrand: [Http://www.legrand.com.br/blog/noticias/referencias/mantendo-seu-quadro-resistente-a-agua-e-poeira](http://www.legrand.com.br/blog/noticias/referencias/mantendo-seu-quadro-resistente-a-agua-e-poeira)
- Ludke, m. (1986). Pesquisa em educação: abordagem qualitativa. São Paulo: são paulo: epu.
- Monchy, f. (1987). A função manutenção: são paulo: Durban.
- Morais, j. M. (2007). Guia técnico das instalações elétricas. Certiel.
- Mouta, c. S. (2011). Gestão da manutenção. Universidade da beira interior.
- Pitéu, j. T. (2011). Manutenção de edifícios. Isel, livros técnicos e científicos editores.

Viana m.j., silva a.c.m., mantovani o.c., souza p.c., & ferreira s.s. (2017). Instalações eléctricas temporárias em canteiros de obras. São paulo.

Silva, d. C. (14 de julho de 2020). "curto-circuito"; brasil escola. Obtido de <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/curtocircuito.htm>.

Siqueira, y. P. D. S. Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação. 1ª (reimpressão). Ed. Rio de Janeiro: qualitymark, 2009.

smith r.; r. Keith r. K. (2008) *rules of thumb for maintenance and reliability engineers*. Oxford: *butterworth-heinemann*.

Apêndices

Apêndice I: Ficha de inspeção rotineira

INSPECÇÃO			
TPO DE INSPECÇÃO			
TPO DE PROPRIEDADE			
REQUISITADO POR		ENDEREÇO	
TELEFONE			
EMAIL			
NÍVEL DE PRIORIDADE		DATA E HORA DA EMISSÃO	
DATA NECESSÁRIA		DATA DE ENTREGA	
ID DO CLIENTE		ID DA TAREFA	
AUTORIZADO POR		CUSTO DE EXECUÇÃO PARA	
CUSTOS PARA		CUSTO TOTAL	0 /MZN
DESCRIÇÃO DO PEDIDO			
LOCAL DA INSPECÇÃO			
PROPRIETÁRIO		ENDEREÇO	
TELEFONE			
EMAIL			

Fonte: João Pinto (2020).

Apêndice II: Modelo a ser usado para ordens de serviços

ORDEM DE SERVIÇO			
NOME DO CLIENTE		DATA DE EMISSÃO	NÚMERO DA ORDEM
CONTACTO			
EMAIL DO CLIENTE		DATA PREVISTA PARA O INÍCIO	PREVISÃO DE TÉRMINO
ORDEM RECEBIDA POR			
LOCAL DE EXECUÇÃO			
TERMOS DO SERVIÇO			
DESCRIÇÃO DA TAREFA			
COMENTÁRIOS ADICIONAIS			
DESCRIÇÃO DE MÃO-DE-OBRA		HORAS	PREÇO
			- MZN
			- MZN
		MÃO-DE-OBRA TOTAL	- MZN
DESCRIÇÃO DO MATERIAL		QUANTIDADE	PREÇO POR UNIDADE
			- MZN
			- MZN
		MATERIAL TOTAL	- MZN
ORDEM DE SERVIÇO COMPILADA POR			SUBTOTAL
			0,00 MZN
			TAXAS %
			0,000%
APOVADOR POR NOME E POSIÇÃO			TAXA TOTAL
			0,00 MZN
ASSINATURA			OUTROS
DATA DA APROVAÇÃO			TOTAL
			0,00 MZN

Fonte: João Pinto (2020).

Apêndice III: Percurso de inspecção eléctrica

Órgão a Inspeccionar	Descrição da inspecção	EQP	Observações
Sala do administrativo e financeiro			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala da direção do projecto			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	

Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala da direção de produção			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala do planeamento			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala da perfuração e desmonte			

Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala da mobilização e formação			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala dos técnicos de segurança (SHE)			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	

Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala das fotocópias			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala da segurança, saúde e ambiente			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	

Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala de informática e telecomunicações			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala do economato			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	

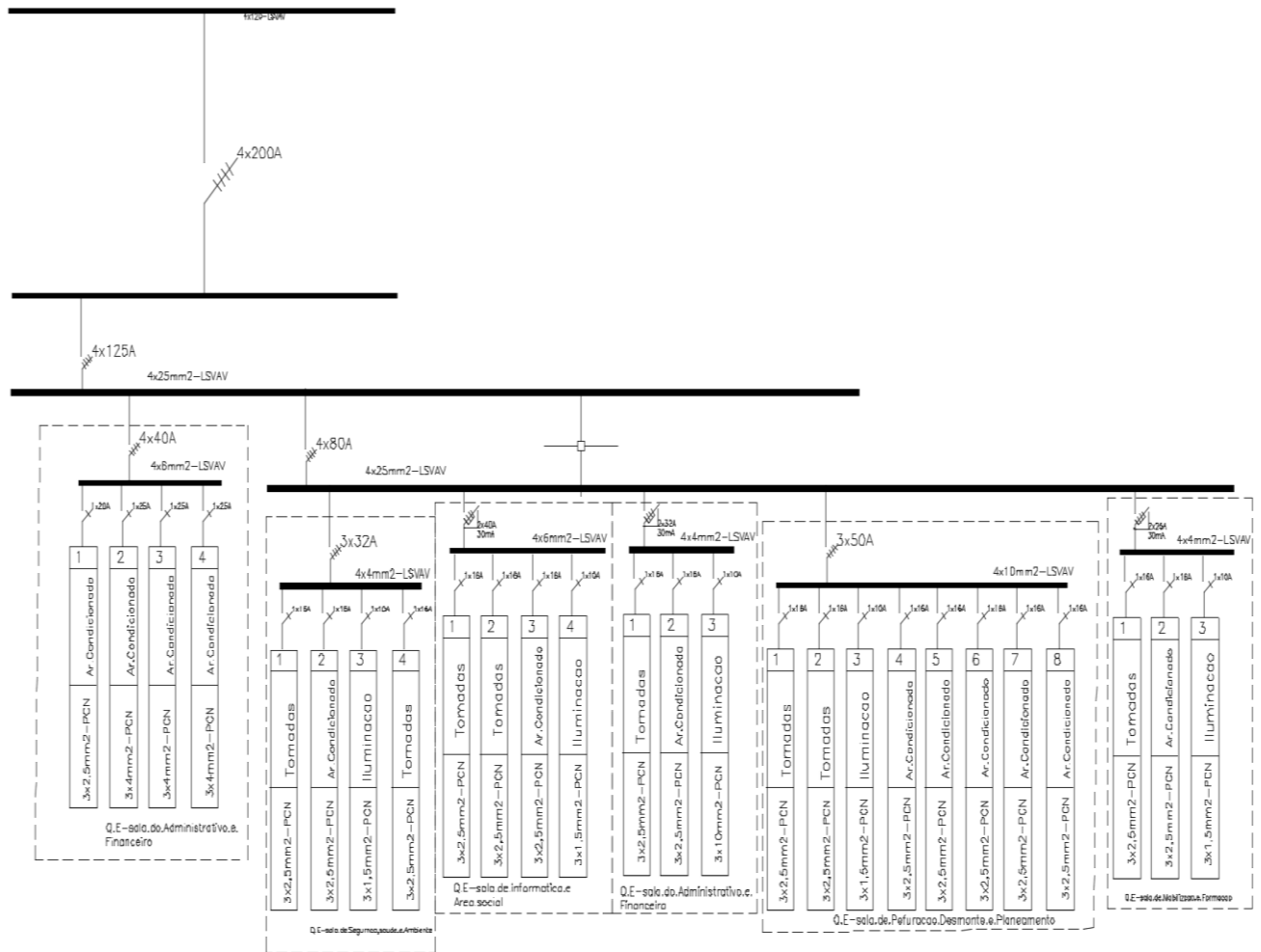
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala dos encarregados			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala do control Room			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	

Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala do estaleiro e áreas sociais			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Sala Aníbal Leite			
Iluminação Normal	Verificar existência de lâmpadas fundidas e substituir.	ELE	
Iluminação Normal	Verificação das fixações e reaperto (se necessário).	ELE	
Iluminação Normal	Verificação do funcionamento de interruptores.	ELE	
Iluminação Normal	Verificar estado geral das luminárias, limpeza se necessário.	ELE	
Tomadas	Verificar fixações.	ELE	
Tomadas	Verificar funcionamento de tomadas, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Tomadas	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificação do funcionamento, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Verificar estado geral, limpeza se necessário.	ELE	
Ar condicionados	Reaperto dos contactos, por amostragem.	ELE	
Ar condicionados	Limpeza, se necessário, por amostragem.	ELE	

Fonte: João Pinto (2020).

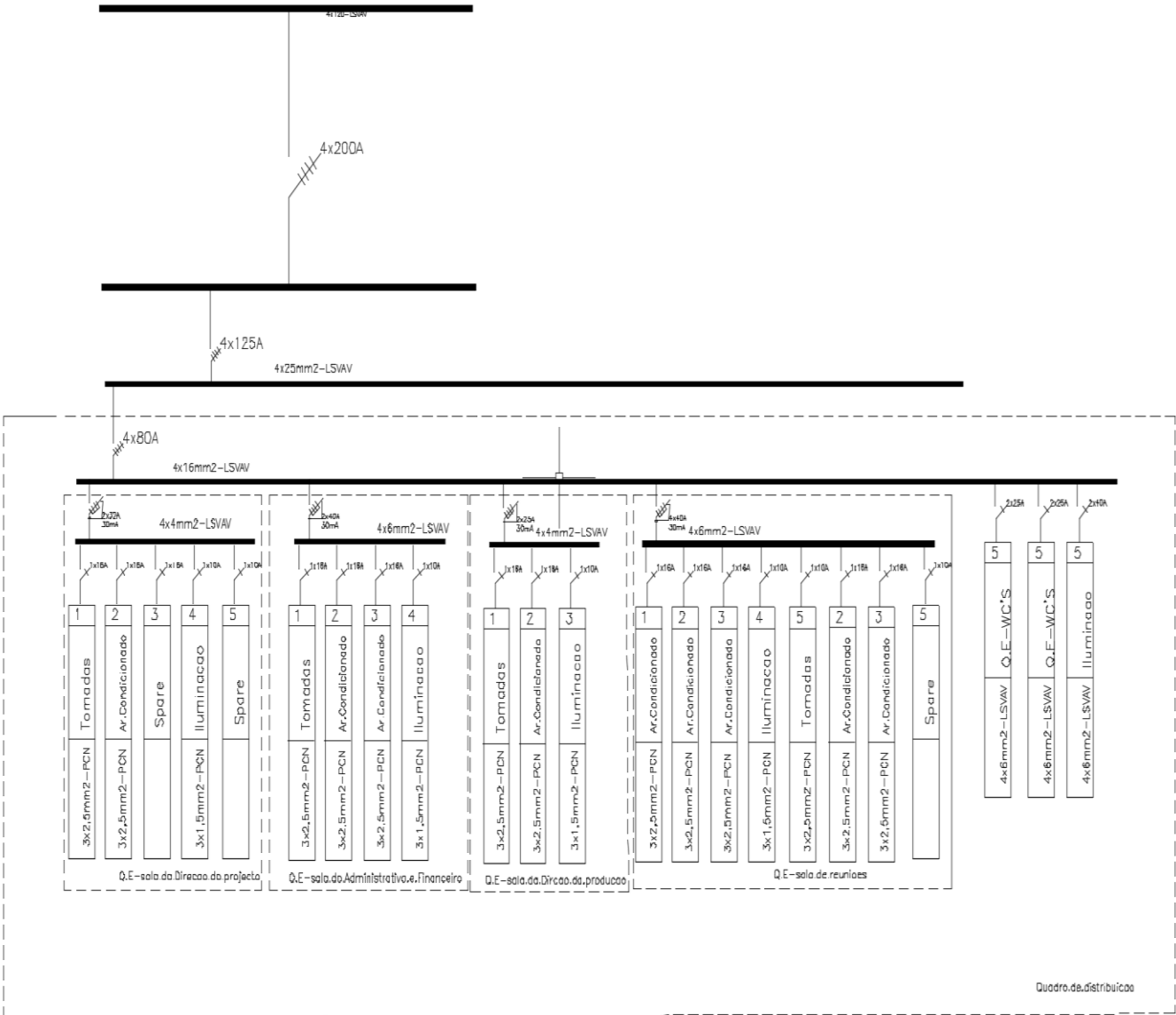
Anexos

Anexo III: Esquema eléctrico proposto ao estaleiro



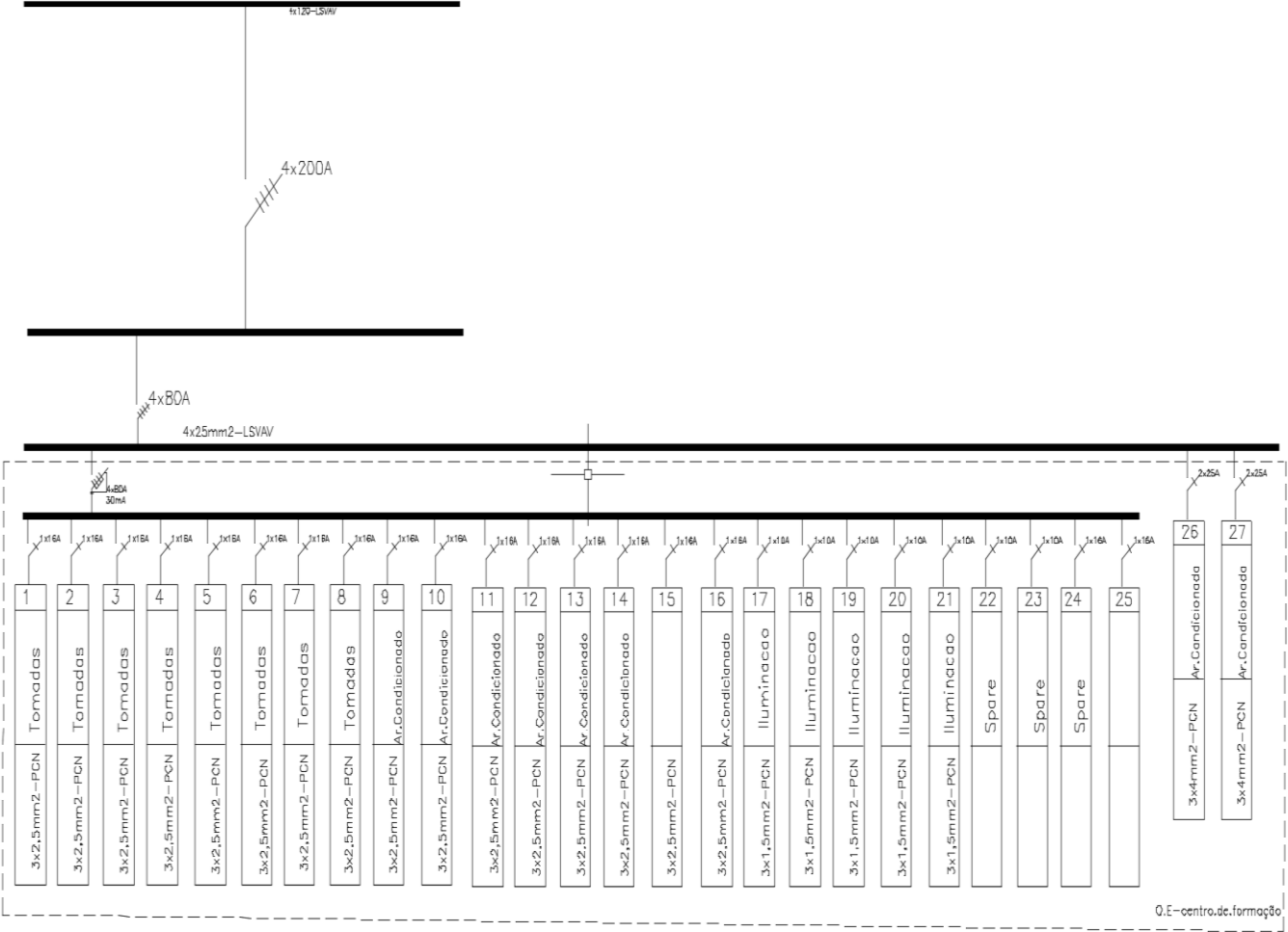
Fonte: João Pinto (2020).

Anexo IV: Esquema eléctrico de quadro de distribuição proposto ao estaleiro.



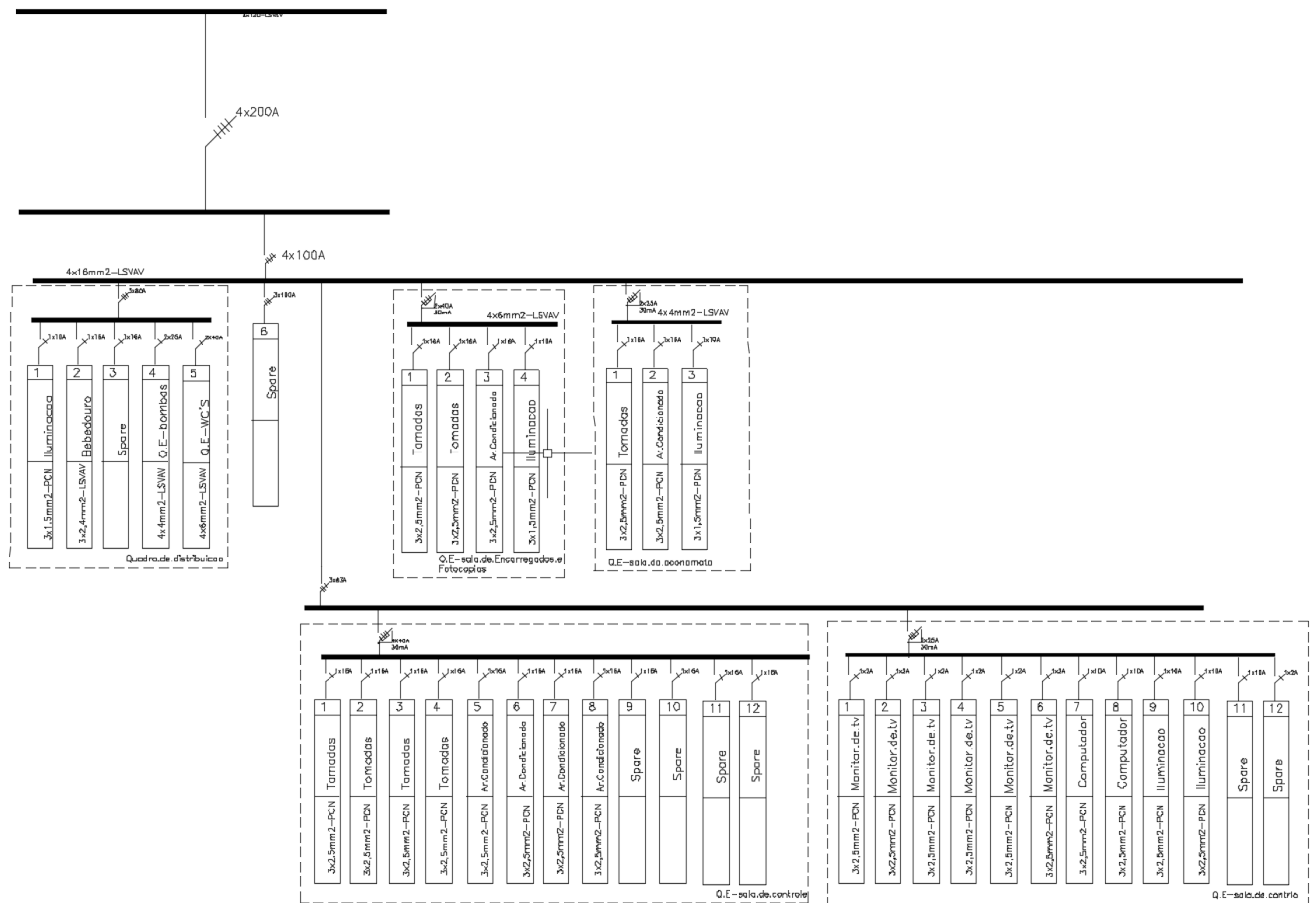
Fonte: João Pinto (2020).

Anexo V: Esquema do quadro eléctrico do centro de formação proposto ao estaleiro.



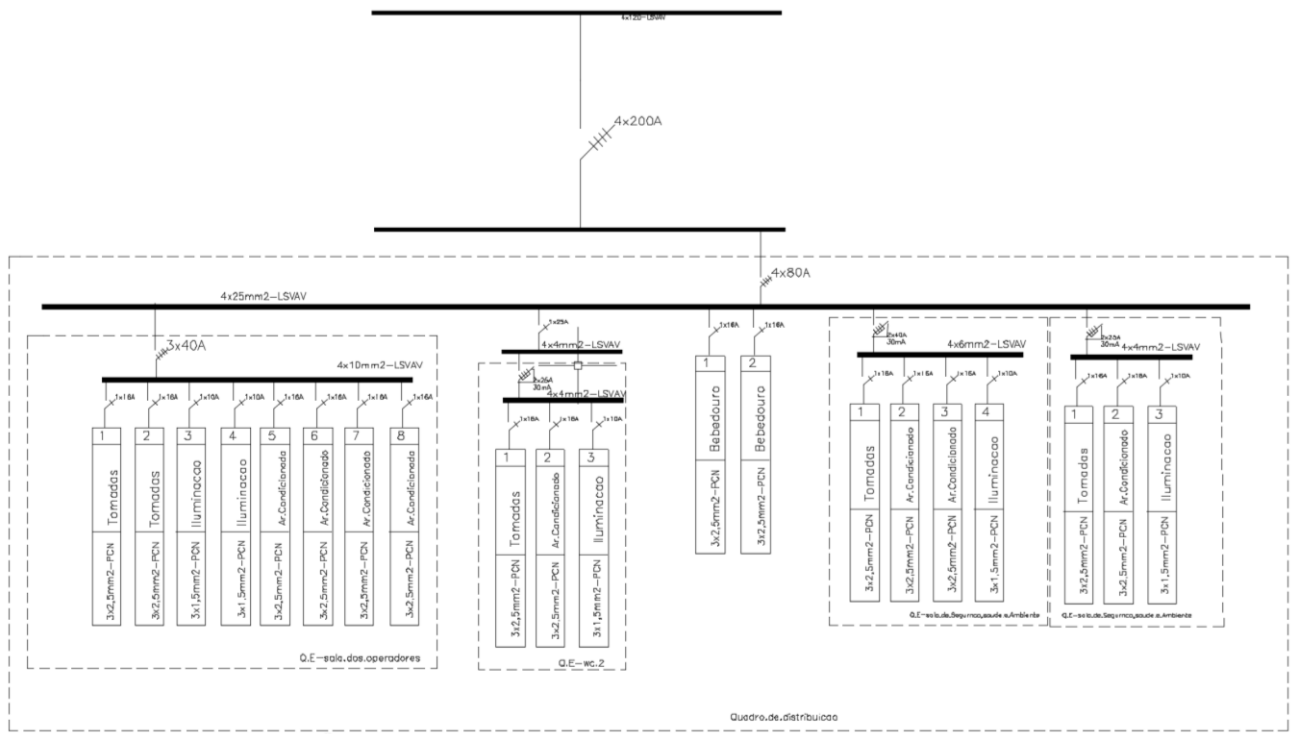
Fonte: João Pinto (2020).

Anexo VI: Esquema do quadro eléctrico da sala de controlo proposto ao estaleiro.



Fonte: João Pinto (2020).

Anexo VII: Esquema do quadro de distribuição proposto ao estaleiro.



Fonte: João Pinto (2020).