



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

RETATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

GESTÃO E MANUTENÇÃO DOS DISPOSITIVOS MANUAIS PORTÁTEIS E
ACESSÓRIOS PARA ELEVAÇÃO DE CARGAS: PROPOSTAS PARA A
REDUÇÃO DE DANOS E OPTIMIZAÇÃO DE CUSTOS

Discente:
Cumbe, Carlos José

Supervisor da faculdade:
Eng.º Tomás Salomão

Supervisor da empresa
Víctor Pinto

UEM - Maputo, Janeiro de 2026



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

RETATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

GESTÃO E MANUTENÇÃO DOS DISPOSITIVOS MANUAIS PORTÁTEIS
E ACESSÓRIOS PARA ELEVAÇÃO DE CARGAS: PROPOSTAS PARA A
REDUÇÃO DE DANOS E OPTIMIZAÇÃO DE CUSTOS

Discente:
Cumbe, Carlos José

Supervisores (da faculdade):
Eng.º Tomás Salomão

Supervisor (da empresa)
Victor Pinto

UEM - Maputo, Janeiro de 2026



**GESTÃO E MANUTENÇÃO DOS DISPOSITIVOS MANUAIS PORTÁTEIS E ACESSÓRIOS
PARA ELEVAÇÃO DE CARGAS: PROPOSTAS PARA A REDUÇÃO DE DANOS E
OPTIMIZAÇÃO DE CUSTOS – CUMBE, CARLOS**

[LOMBADA]



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante Carlos José Cumbe, nº20181883, entregou no dia ____/____/_____
as _____ cópias do relatório de estágio profissional, intitulado: Gestão e Manutenção dos
Dispositivos Manuais Portáteis e Acessórios Para Elevação de Cargas: Propostas Para a
Redução de Danos e Optimização de Custos.

A chefe da secretaria

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| AGRADECIMENTOS | I |
| DEDICATÓRIA..... | II |
| DECLARAÇÃO DE HONRA | III |
| INDICE DE TABELAS | IV |
| INDICE DE FIGURAS | V |
| INDICE DE IMAGENS | VI |
| ABREVIATURAS E SIGLAS..... | VII |
| RESUMO | IX |
| Abstract..... | X |
| 1 Introdução..... | 1 |
| 1.1 Problemática | 2 |
| 1.2 Problema..... | 3 |
| 1.3 Objecto de Estudo..... | 3 |
| 1.4 OBJECTIVOS | 4 |
| 1.4.1 Objectivo Geral..... | 4 |
| 1.4.2 Objectivos Específicos | 4 |
| 1.5 Perguntas de Investigação | 4 |
| 1.6 Importância da Investigação..... | 5 |
| 1.7 Estrutura do Trabalho | 6 |
| 2 Revisão de Literatura..... | 8 |
| 2.1 Conceitos Básicos..... | 8 |
| 2.1.1 Padrões mínimos do equipamento..... | 10 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1.2 | Segurança na elevação e manobras com cargas | 10 |
| 2.1.3 | Lista de verificação para uma elevação segura | 10 |
| 2.1.4 | As dez questões para um levantamento seguro de cargas | 11 |
| 2.1.5 | Regras de Ouro para o levantamento de cargas..... | 11 |
| 2.2 | Influência de factores humanos na execução de operações de <i>Rigging</i> | 12 |
| 2.2.1 | Características de boa cultura de segurança | 12 |
| 2.2.2 | Pessoas..... | 13 |
| 2.2.3 | Instalações/ equipamento..... | 13 |
| 2.2.4 | Sistemas de Gestão | 13 |
| 2.2.5 | Competência de Pessoal | 14 |
| 2.3 | Equipamentos de elevação portáteis de cargas..... | 16 |
| 2.3.1 | Acessórios de elevação de cargas e suas aplicações..... | 16 |
| 2.3.2 | Talhas | 21 |
| 2.3.3 | Talhas operadas por alavanca (<i>come-along</i>) | 22 |
| 2.3.4 | Inspeção e Recondicionamento de Talhas Manuais | 23 |
| 2.3.5 | Recondicionamento de Talhas..... | 25 |
| 2.4 | Eficiência de Recursos e Eficiência de Fluxo nos Processos | 26 |
| 2.4.1 | Eficiência de Recursos, Eficiência de Fluxo e Unidades de Fluxo | 26 |
| 2.4.2 | Tempo de atravessamento | 27 |
| 2.4.3 | Leis fundamentais dos processos..... | 28 |
| 2.4.4 | Paradoxo da eficiência..... | 29 |
| 2.5 | Período do Retorno do Investimento (<i>Pay back</i>) | 29 |
| 2.5.1 | Cálculo do <i>Pay back</i> Simples | 29 |
| 2.6 | Sistema de Gestão Informatizado..... | 30 |
| 2.6.1 | Necessidade de um Sistema de Gestão Informatizado | 30 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.6.2 | Requisitos do Sistema..... | 31 |
| 2.6.3 | Aspecto Humano e Mudança Cultural..... | 31 |
| 2.7 | Indicadores de Desempenho e KPI: Fundamentos e Aplicações Estractégicas | 32 |
| 2.7.1 | Indicadores-Chave de Desempenho (KPI) | 32 |
| 2.7.2 | Diferenças entre Indicadores de Desempenho e KPI | 33 |
| 2.7.3 | Relação entre Missão, Visão e Valores, BSC e KPI | 33 |
| 2.7.4 | Aplicação do <i>Balanced Scorecard</i> (BSC) | 34 |
| 2.7.5 | Definição dos KPIs com Critérios <i>SMART</i> | 34 |
| 2.7.6 | Monitoramento e Revisão Contínua..... | 34 |
| 3 | Contextualização da investigação..... | 36 |
| 3.1 | Contextualização sobre a fábrica e do local da pesquisa..... | 36 |
| 3.2 | Estado actual do objecto da investigação | 38 |
| 3.2.1 | Gestão Centralizada de Dispositivos de Elevação..... | 38 |
| 3.2.2 | Armazém Central de Equipamentos | 38 |
| 3.2.3 | Formação e Competências..... | 39 |
| 3.2.4 | Controlo de equipamentos | 40 |
| 3.2.5 | Missão e Visão | 43 |
| 4 | METODOLOGIA..... | 44 |
| 4.1 | Abordagem Qualitativa..... | 44 |
| 4.1.1 | Entrevistas Não-Directivas | 44 |
| 4.1.2 | Revisão bibliográfica..... | 44 |
| 4.1.3 | Revisão documental..... | 45 |
| 4.1.4 | Levantamento de Dados do Campo..... | 46 |
| 4.2 | Abordagem Quantitativa..... | 47 |
| 4.2.1 | Análise económica comparativa da recertificação | 47 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.2.2 | Determinação do tempo efectivo do processo de recertificação das talhas manuais portáteis | 49 |
| 4.2.3 | Análise Económica da Formação de Técnicos para Recondicionamento de Talhas | |
| | 51 | |
| 4.3 | Questões éticas | 54 |
| 5 | Apresentação e análise dos resultados..... | 56 |
| 5.1 | Apresentação dos resultados da pesquisa | 56 |
| 5.2 | Análise e discussão de resultados..... | 61 |
| 5.2.1 | Análise económica em relação à recertificações das talhas | 64 |
| 5.2.2 | Análise económica em relação à formação de técnicos para recondicionamento de talhas | 68 |
| 6 | Conclusões E Recomendações | 73 |
| 6.1 | Conclusões..... | 73 |
| 6.2 | Recomendações | 75 |
| 6.2.1 | Implementação de um Sistema de Gestão Informatizado | 75 |
| 6.2.2 | Supervisão e responsabilização | 75 |
| 6.2.3 | Formação de técnicos | 76 |
| 6.2.4 | Recondicionamento e recertificação das talhas | 76 |
| 6.2.5 | Planeamento Integrado pelos equipas e supervisores nas plantas | 77 |
| 6.2.6 | Sensibilização para a cultura de segurança..... | 77 |
| 6.2.7 | Avaliação da eficiência das medidas implementadas..... | 78 |
| 6.3 | Limitações da pesquisa..... | 78 |
| 6.4 | Sugestões para trabalhos futuros | 79 |

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Cumbe e Anastácia Bucuane, expresso a mais profunda gratidão pelo apoio incondicional e pela orientação constante ao longo da minha vida. Em todos os momentos, souberam conduzir-me e apoiar-me das mais diversas formas, assegurando que me mantivesse no caminho certo e motivando-me a alcançar esta etapa.

Recordo ainda com gratidão, do tio Paulino Cumbe (falecido), que, juntamente com os meus pais, me incentivou desde cedo e foi responsável pela minha primeira inscrição na Escola Industrial 1.º de Maio, desempenhando um papel determinante no início desta caminhada.

Dirijo um especial agradecimento à minha esposa Celeste Castro e aos meus filhos Yone, Herman e Aylton Cumbe, pela força, paciência e compreensão incansável nos momentos em que estive ausente, dedicando-me aos estudos e à realização deste trabalho.

Agradeço aos docentes da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, em particular aos do curso de Engenharia e Gestão Industrial, pela transmissão de conhecimentos essenciais para a minha formação. De modo especial, manifesto o meu reconhecimento ao meu supervisor, Eng.º Tomás Salomão, pela orientação paciente, rigorosa e incansável que muito contribuiu para a concretização desta etapa.

Especiais agradecimentos são também devidos aos colegas Alberto Macarringue, Edson Cuboia, Boris Bié, Hilbron Comé, Teresa Pechiço, Luís Moiane e a todos os demais colegas, pelo apoio, pela amizade e pelo trabalho em grupo que enriqueceram esta caminhada académica.

Por fim, agradeço aos meus colegas de trabalho, Casimiro Simbine, Edson Cumbane, Filimão Banze, bem como aos meus supervisores Victor Pinto e Zacarias Mandlate e a todos os que, de forma directa ou indirecta, prestaram o suporte necessário durante a minha formação e contribuíram para que este projecto se concretizasse.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, José A. Cumbe e Anastácia F. L. Bucuane, pelo apoio moral constante e pelo apoio material prestado nas fases iniciais da minha formação, à minha esposa, Celeste José e aos meus filhos, Yone, Herman e Aylton Cumbe, pela compreensão e paciência nos momentos em que estive ausente, sacrificando a convivência familiar para a concretização desta etapa.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Carlos José Cumbe declaro por minha honra que o presente relatório de estágio profissional é exclusivamente de minha autoria, não constituindo cópia de nenhum trabalho realizado anteriormente e as fontes usadas para a realização do trabalho encontram-se referidas na bibliografia.

Assinatura _____

INDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1- Diferenças entre os indicadores de desempenho e indicadores chaves de desempenho | 33 |
| Tabela 2-As quatro perspectivas do Business Score Card e exemplos | 34 |
| Tabela 3 - Gastos pela compra dos dispositivos de elevação manuais e portáteis no ano de 2021 | 41 |
| Tabela 4 - Gastos pela compra dos dispositivos de elevação manuais e portáteis no ano de 2022 | 41 |
| Tabela 5 - Gastos pela compra dos dispositivos de elevação manuais e portáteis no ano de 2021 e o custo total dos três anos | 42 |
| Tabela 6 - Custos de recertificação (dados de mercado) | 48 |
| Tabela 7 - Preço de aquisição das talhas em rand e a sua conversão em meticais | 48 |
| Tabela 8: Etapas do processo de recertificação e suas durações | 50 |
| Tabela 9 - Preços da compra de talhas vs valor poupado pela recertificação | 66 |
| Tabela 10 - Custos da formação para técnicos de acondicionamento de talhas por técnico... .. | 69 |
| Tabela 11- Cenários do tempo de recuperação em função do número médio das talhas recondicionadas | 71 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. As formas (errada e correcta) de fixação de ancorramento dum carga usando um olhal | 17 |
| Figura 2. As formas (errada e correcta) de fixação de ancorramento dum carga usando um olhal | 18 |
| Figura 3. Formas de carregar (lateral e direita) o gancho..... | 19 |
| Figura 4. Formas de ancoramento de lingas num gancho duplo | 20 |
| Figura 5. Variação da capacidade da linga (em %) dum linga de aço em função do diâmetro da dobra | 20 |
| Figura 6. Ligação de duas lingas por meio de uma manilha | 20 |
| Figura 7. Utilização de uma talha manual de corrente | 21 |
| Figura 8. Ancoramento da talha manual de corrente..... | 22 |
| Figura 9: A composição de uma talha manual de corrente..... | 24 |
| Figura 10 - Dependência entre recursos e unidades de fluxo: | 27 |

INDICE DE IMAGENS

| | |
|---|----|
| Imagem 1: Talha manual de alavanca | 23 |
| Imagem 2: Localização da Mozal..... | 37 |
| Imagem 3: Diversos dispositivos de elevação danificados durante a utilização na planta..... | 40 |
| Imagem 4: Ancoramento inadequado de talhas de alavanca praticada por alguns utilizadores | 56 |
| Imagem 5: Equipamento de elevação mantido suspenso na planta por período prolongado... | 57 |
| Imagem 6: Talha com a tampa amolgada..... | 58 |
| Imagem 7: Talhas cujos fechos de segurança apresentam problemas..... | 59 |
| Imagem 8: Talha sem a corrente de mão..... | 59 |
| Imagem 9: Cintas apresentando sinais de corte..... | 60 |
| Imagem 10: Conexão de duas cintas por nó..... | 60 |

ABREVIATURAS E SIGLAS

ASME – *American Society of Mechanical Engineers* (Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos)

ATW – *Authority To Work* (Autorização Para o Trabalho)

BSC – *Business Score Card* (Indicadores Balanceados de Desempenho)

CPF – Carga de Prova de Fabricação

CR – Carga de Ruptura

END – Ensaio Não-destrutivo

E&P – *Exploration & production* (Exploração e Produção (Óleo e Gás))

IEC – *International Electrotechnical Commission* (Comissão Electrotécnica Internacional)

ISHA – *Infrastructure Health & Safety Association* (Administração de Infraestrutura de Saúde e Segurança)

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização)

JSA – *Job Safety Analysis* (Análise da Segurança no Trabalho)

KPI – *Key Performance Indicators* (Indicadores-Chaves de Desempenho)

LOLER – *Lifting Operations and Lifting Equipment Regulation* (Regulação de Elevação de Cargas e Equipamentos de Elevação)

NCCCO – *National Commission for the Certification Crane Operation* (Comissão Nacional para a Certificação de Operadores de Gruas)

NPS – *Net Promoter Score* (Pontuação Líquida do Promotor)

OGP – *International Association of Oil & Gas Producers* (Associação Internacional de Produtores de Óleos e Gás)

OSHA – *Occupational Safety and Health Administration* (Administração de segurança e saúde ocupacional)

PIC – *Person In Charge* (Pessoa responsável pela operação de elevação numa actividade)

ROI – *Return On Investment* (Retorno Sobre o Investimento)

SANS – *South African National Standard* (Padrão Nacional Sul Africano)

SMART – *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound* (Específico, Mensurável, Accionável, Relevante, Temporal)

SWL (*Safe Working Load*) – Carga Segura de Trabalho (CST)

WLL (*Working Load Limit*) Carga Limite de Trabalho (CLT)

RESUMO

O presente estudo analisa as dificuldades na gestão dos dispositivos manuais portáteis de elevação de cargas e respectivos acessórios numa unidade industrial, motivado pela elevada incidência de perdas, danos operacionais, atrasos na devolução e falhas no controlo de documentos, factores que comprometem a segurança, a disponibilidade operacional e a eficiência económica. A investigação baseou-se em observação directa das operações, análise de registos internos, acompanhamento de acções formativas em *rigging* básico e consulta aos intervenientes do processo, sendo sustentada por referenciais teóricos relativos à gestão de activos físicos, normas técnicas internacionais aplicáveis a equipamentos de elevação e factores humanos em operações industriais. Os resultados evidenciaram limitações estruturais do sistema manual de controlo, inexistência de manutenção sistematizada de equipamentos reparáveis, insuficiência de formação prática dos utilizadores e constrangimentos logísticos decorrentes da dispersão geográfica das áreas operacionais. Conclui-se que a implementação de um sistema informatizado integrado de gestão, a optimização dos procedimentos operacionais e o reforço da capacitação técnica com componente prática constituem medidas determinantes para a melhoria da eficiência operacional e mitigação de riscos. A análise económica demonstrou adicionalmente que o acondicionamento e recertificação de talhas representam alternativas financeiramente mais vantajosas face à substituição por equipamentos novos, tendo sido propostos modelos de eficiência operacional orientados à optimização de recursos e à melhoria do fluxo do processo de recertificação.

Palavras-chave: Dispositivos de elevação manual, talhas manuais, recertificação de talhas manuais

ABSTRACT

This study analyzes difficulties in the management of portable manual lifting devices and their accessories in an industrial facility, motivated by the high incidence of equipment losses, operational damage, delayed returns, and documentation control failures, factors that compromise safety, operational availability, and economic efficiency. The research was conducted through direct observation of operations, analysis of internal records, monitoring of basic rigging training activities, and consultation with process stakeholders, supported by theoretical frameworks related to physical asset management, international technical standards applicable to lifting equipment, and human factors in industrial operations. The results revealed structural limitations of the manual control system, absence of systematic maintenance of repairable equipment, insufficient practical training of users, and logistical constraints arising from the geographical dispersion of operational areas. It is concluded that the implementation of an integrated computerized management system, optimization of operational procedures, and strengthening of practical technical training are key measures for improving operational efficiency and risk mitigation. The economic analysis further demonstrated that hoist reconditioning and recertification are financially more advantageous than replacement with new equipment, and operational efficiency models focused on resource optimization and process flow improvement were proposed.

Keywords: Manual lifting devices, chain hoists, lifting equipment, manual hoist recertification

1 INTRODUÇÃO

Na indústria, as actividades realizadas nas plantas fabris envolvem diferentes operações dentre as quais as de elevação de cargas, executadas por diversos departamentos. Para essas operações, são utilizados equipamentos variados, desde os motorizados como guias móveis, guias fixas e pontes rolantes até dispositivos manuais e portáteis, como talhas, guinchos e diversos acessórios. A utilização desses equipamentos exige que se mantenham em boas e seguras condições operacionais, pois disso depende não apenas a continuidade das actividades produtivas, mas principalmente a segurança dos colaboradores que os operam. Além disso, é fundamental que os operadores recebam formação adequada, de modo a garantir o uso correcto dos equipamentos, preservando tanto a integridade das instalações quanto a segurança das pessoas.

O presente estudo foi desenvolvido na fábrica de produção de alumínio, a Mozal, localizada no distrito de Boane, província de Maputo e tem como foco a gestão dos dispositivos e acessórios de elevação manuais e portáteis. Durante o estágio, o autor identificou diversos desafios enfrentados pela secção responsável pelo controlo desses dispositivos, que disponibiliza os equipamentos a colaboradores de diferentes departamentos que tenham a devida competência para a sua utilização. Entre os principais problemas observados destacam-se: a não devolução de dispositivos dentro do prazo estabelecido, o retorno de equipamentos danificados, não retorno e a consequente elevação dos custos de reposição.

Considerando que a conservação adequada desses dispositivos impacta directamente a segurança e a eficiência das operações, este trabalho tem como objectivos identificar as causas dos problemas relatados, propôr práticas para reduzir danos e prolongar a vida útil dos equipamentos, bem como sugerir estratégias para uma gestão sustentável e de melhoria contínua, contribuindo assim para a redução dos custos de aquisição e para o aumento da segurança no ambiente de trabalho. O autor apresenta com base em cálculos a vantagem económica em recondicionar e recertificar os dispositivos manuais relativamente à reposição.

1.1 Problemática

A empresa, no âmbito das suas diversas operações na área fabril, utiliza não só equipamentos de elevação motorizados como gruas móveis, pontes rolantes, talhas eléctricas e outros dispositivos motorizados, mas também uma variedade de equipamentos manuais portáteis, entre os quais talhas de corrente, talhas de alavanca (*come-along*), guinchos manuais e acessórios como cintas, cabos, correntes de elevação, manilhas e grampos de viga. Estes equipamentos são essenciais para suportar actividades operacionais diárias em diferentes áreas produtivas.

Historicamente, a responsabilidade pelo controlo destes dispositivos esteve distribuída por cada departamento. Contudo, a partir de 2016, a gestão decidiu centralizar este processo numa única secção, criando uma equipa dedicada e estabelecendo procedimentos para servir a todos os departamentos utilizadores. Esta medida visava melhorar a rastreabilidade, reduzir perdas e padronizar práticas de controlo.

Actualmente, os equipamentos manuais são disponibilizados apenas a funcionários portadores de certificação em *rigging* básico ou avançado, sendo efectuado um registo manual contendo o número de série, a descrição do equipamento, o nome do requisitante, o número de identificação e o contacto. A devolução é monitorizada, com notificações em caso de atrasos superiores a uma semana. Adicionalmente, realizam-se inventários mensais, motivados pela elevada frequência de danos e não devoluções, que resultam em custos substanciais de reposição.

Apesar da centralização do sistema, persistem desafios relevantes como devoluções tardias, extravios recorrentes, danos durante a utilização, perda de certificados de conformidade e controlo ineficaz devido ao carácter manual dos registos e práticas operacionais. A inexistência de manutenção sistematizada agrava o problema, contribuindo para um aumento significativo dos custos e para a redução da disponibilidade operacional dos equipamentos.

Um ponto adicional crítico refere-se à secção do Porto, que, devido à sua distância do armazém central. Esta secção precisa ter o equipamento manual portátil de elevação disponível quando necessário, porém o sistema centralizado actual enfrenta desafios para o seu controlo, pois não há registo de retiradas e devoluções, não há controlo de danificações, perdas, competências de utilizadores etc.

Verificou-se que a formação em *rigging* básico exigida para a maioria dos utilizadores é exclusivamente teórica, sem qualquer componente prática. Este aspecto é particularmente preocupante, uma vez que, após a formação, os trabalhadores são considerados aptos para realizar operações de elevação apesar das mesmas não serem complexas. A ausência de treino prático limita a capacidade dos utilizadores para realizar inspecções visuais adequadas antes da operação com o equipamento de elevação, seleccionar correctamente os acessórios, aplicar métodos de amarração seguros e manipular adequadamente os dispositivos, contribuindo para os danos registados e para o uso inadequado dos equipamentos manuais de elevação.

1.2 Problema

Quais as soluções sustentáveis de gestão e boas práticas operacionais podem ser implementadas para reduzir os custos associados à reposição de equipamentos manuais de elevação, decorrentes de danos, perdas e má utilização?

1.3 Objecto de Estudo

O presente estudo tem como objecto a gestão dos dispositivos manuais portáteis de elevação de cargas na Mozal, com especial enfoque nos processos de controlo, utilização, conservação e devolução dos equipamentos pelos utilizadores. A investigação incide sobre os factores que contribuem para perdas, danos e ineficiências operacionais, bem como sobre as práticas de gestão e manutenção adoptadas, com vista à identificação de soluções sustentáveis que promovam a melhoria contínua e a redução de custos associados à reposição dos equipamentos.

1.4 OBJECTIVOS

1.4.1 Objectivo Geral

- Promover a redução dos custos associados à reposição de equipamentos manuais portáteis de elevação danificados ou não devolvidos

1.4.2 Objectivos Específicos

- Identificar os factores que contribuem para a danificação, perda dos equipamentos de elevação manuais portáteis, observando os danos e as práticas de utilização;
- Comparar os custos associados à substituição com os da manutenção dos equipamentos, considerando a viabilidade económica do recondicionamento e recertificação;
- Propôr medidas para a gestão mais eficiente, operação mais segura dos dispositivos de elevação com vista a redução dos custos pela substituição.

1.5 Perguntas de Investigação

- Quais são os principais factores que contribuem para as demoras nas devoluções, perdas e danos nos equipamentos manuais de elevação de cargas por parte dos utilizadores?
- Será que a manutenção, recondicionamento e recertificação dos dispositivos de elevação manuais e portáteis seriam economicamente mais vantajosas do que sua substituição?
- Que medidas permitiriam uma gestão mais eficiente, operação mais segura reduzindo os danos, perdas com a consequente redução de custos pela substituição?

1.6 Importância da Investigação

A gestão eficiente dos equipamentos manuais de elevação de cargas é fundamental para garantir a segurança, a produtividade e a redução de custos numa unidade fabril. No entanto, a perda e a danificação destes dispositivos têm gerado encargos financeiros elevados com a sua reposição, afectando negativamente a operação. A ausência de um sistema de controlo eficaz, agrava este cenário.

Este projecto justifica-se, portanto, pela necessidade de desenvolver soluções sustentáveis e estratégias de melhoria contínua que não apenas respondam ao problema actual, mas também promovam um uso mais responsável e eficiente dos recursos disponíveis. A investigação pretende, assim, oferecer um contributo prático para a optimização de recursos, permitindo à empresa redireccionar meios financeiros e humanos para outras áreas estratégicas.

Os benefícios estendem-se também aos trabalhadores, que passam a usufruir de um ambiente de trabalho mais seguro, organizado e equipado com dispositivos em bom estado de conservação, reforçando a cultura de segurança e responsabilidade.

No plano académico, este estudo enriquece a literatura existente ao apresentar um caso prático de aplicação dos conceitos de gestão industrial, engenharia e sustentabilidade, bem como ao gerar dados que podem servir de base para futuras investigações sobre a gestão de activos e a integração de programas formativos mais eficazes no sector industrial.

1.7 Estrutura do Trabalho

Capítulo 1: INTRODUÇÃO

Fez - se uma breve descrição dos conteúdos que o leitor encontrará no trabalho. Neste capítulo é apresentado o problema a ser resolvido. Estão definidos os objectivos gerais e específicos do trabalho, as perguntas de pesquisa e a importância do estudo.

Capítulo 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos básicos relacionados com o tema em questão. E também os procedimentos mais adequados de utilização dos dispositivos e acessórios de elevação de cargas fornecidos pelos manuais de elevação de cargas, o que permitiu identificar os erros cometidos pelos utentes deste equipamento. São apresentadas as técnicas, as metodologias, as diferentes alternativas existentes e os padrões a serem atendidos para a resolução do problema.

Capítulo 3: CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo o leitor é contextualizado em relação ao problema a ser resolvido, o seu impacto e os requisitos para a sua resolução. É descrita a situação actual do sistema de gestão do equipamento, bem como os desafios que o mesmo enfrenta, os custos calculados do período de 2021 - 2024 resultantes dos problemas enfrentados. É apresentada a missão e a visão do departamento de manutenção, bem como a visão da secção do *Building & Rigging*.

Capítulo 4: METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

São identificadas as diferentes abordagens metodológicas de pesquisa aplicados no trabalho. Os métodos usados para a recolha de informação necessária para a investigação. É apresentado também o método aplicado para a resolução do problema, as teorias (encontradas na revisão bibliográfica) que dão suporte aos métodos e técnicas aplicadas para a análise dos resultados.

Capítulo 5: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

São apresentados os resultados da investigação, identificando – se os erros cometidos na utilização do equipamento de elevação manual portátil tendo como base a fundamentação teórica consultada e as normas técnicas aplicáveis. É feito o cálculo comparativo entre os custos da compra e do acondicionamento seguro dos dispositivos danificados, porém reparáveis por técnicos especializados.

Foi feita a análise de conteúdo, de forma a identificar padrões de causas de perdas, danos e atrasos na devolução dos equipamentos de elevação manuais portáteis.

Capítulo 6: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo foi feito o balanço da investigação. É onde se apura se foram alcançados os objectivos da investigação a partir dos resultados encontrados. E são dadas recomendações que auxiliam para que as soluções propostas funcionem devidamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

São apresentadas as obras consultadas para a elaboração do trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceitos Básicos

“Equipamento de elevação - significa equipamento de trabalho destinado a elevar ou a descer cargas, incluindo os acessórios utilizados para a sua ancoragem, fixação ou sustentação” (LOLER 1998, 9).

Segundo GUINNEBO (2006, 8), os principais conceitos incluem:

Equipamento para elevação: todo material utilizado para conectar a carga ao gancho do guindaste, como cintas, laços de cabo de aço, lingas de corrente e barras de carga;

Carga de Ruptura (CR): maior força a que o acessório é exposto durante o ensaio de tracção;

Carga de Prova de Fabricação (CPF): força aplicada ao acessório durante a sua fabricação;

Também distinguem os acessórios de elevação, definidos como dispositivos utilizados para ligar uma carga a um aparelho de elevação sem fazer parte da carga, incluindo lingas, ganchos, giroscópios, guinchos, anéis, esticadores, blocos de roldanas, casquilhos de cunha, arreios de elevação, manilhas, olhais, parafusos de amarração, placas grampos e vigas de espalhamento (OGP 2006, 13).

Segundo (*WorkCover Authority of NSW & Victorian WorkCover Authority* 1997, 83) a capacidade de elevação de uma linga para uma elevação vertical é a Carga Máxima de Trabalho (CMT) ou Carga Limite de Trabalho (WLL). Quando a CMT é alterada devido a um método de amarração específico, como um aumento do ângulo entre duas pernas ou um reforço, passa a ser designada por Carga Segura de Trabalho (CST ou SWL).

De acordo com (*WorkCover Authority of NSW & Victorian WorkCover Authority* 1997, 5) *Rigging* refere-se ao conjunto de actividades que envolvem a utilização de equipamentos mecânicos de elevação e movimentação de cargas, bem como dos respectivos acessórios, com o objectivo de levantar, mover, posicionar ou fixar cargas. Estas cargas podem incluir máquinas, equipamentos ou componentes de edifícios e estruturas. O *rigging* inclui também as operações necessárias para garantir a estabilidade das cargas e das estruturas envolvidas, bem como a montagem e desmontagem de guias e talhas.

“*Rigging* é o ramo de actividades que envolve a utilização de equipamento mecânico para deslocamento e elevação de cargas” (*EXPERT* et al 1995, 5).

De acordo com (Klinke 2007, 204) *rigger* qualificado é o trabalhador designado pela entidade empregadora que possuindo formação estruturada e experiência comprovada, executa actividades de fixação e desfixação, movimentação, posicionamento e estabilização de cargas através do uso de dispositivos mecânicos de elevação e respectivos acessórios. A sua qualificação pressupõe formação documentada que integre componentes teóricas e práticas (*hands on*), capacitando-o para a realização segura das operações antes da utilização.

Outros papéis essenciais incluem:

De acordo com OGP (2006, 5), sinaleiro – é a pessoa indicada pelo responsável pelo *rigging* (PIC – *Person In Charge*) para sinalizar o movimento da carga num dado momento e que não pode assumir em simultâneo, responsabilidades de *rigging*. O sinaleiro apesar das suas competências em operações de *rigging* não pode assumir actividade de *rigging* enquanto desempenhar papel de sinaleiro.

Operador de equipamento de elevação: autorizado a utilizar o equipamento, responsável pela pré-inspecção e operação correcta;

Amarrador/manobreiro de carga (*slinger*): trabalha sob orientação do *rigger* responsável para amarrar, desamarrar e manipular cargas.

Todos os envolvidos devem conhecer a sua função e serem competentes para executá-la e informar ao *rigger* responsável caso as condições se alterem ou em caso de preocupações de segurança durante a elevação de cargas.

“O plano de elevação de carga descreve os procedimentos, equipamentos, acessórios e medidas de controlo para gerir os riscos e deve ser validado numa reunião pré-trabalho, onde se verificam os riscos, controlos, funções e medidas de recuperação” (OGP 2006, 13).

2.1.1 Padrões mínimos do equipamento

“O equipamento deve ser adequado à finalidade, com documentação que especifique critérios de concepção, certificação, armazenamento, manutenção e inspeção conforme normas reconhecidas ou recomendações do fabricante” (OGP 2006, 7).

“Um certificado ou carta de conformidade deve ser emitido pelo fabricante ou organismo aprovado” (OGP 2006, 7).

2.1.2 Segurança na elevação e manobras com cargas

“O pessoal deve ser treinado para operar os equipamentos de forma segura. A falta de conhecimento é uma causa frequente de acidentes em *rigging*” (IHSA 1995, 4).

“Programas de formação, como o treinamento básico da *Infrastructure Health & Safety Association* (IHSA), proporcionam conhecimento sobre princípios de elevação segura e manobras” (IHSA 1995, 4).

2.1.3 Lista de verificação para uma elevação segura

Segundo GUNNEBO industries (2016, 31) devem ser considerados os seguintes pontos antes de realizar uma elevação de carga:

- Confirme o peso da carga.
- Escolha um método de elevação seguro e adequado.
- Considere todos os ângulos envolvidos
- Escolha o equipamento adequado.
- Conecte a carga e verifique o centro de gravidade, se existe risco de rotação da carga, se existe risco de escorregamento e se a carga permanecerá unida
- Posicione-se de maneira correcta
- Nunca permaneça ou ande por debaixo de cargas suspensas.
- Teste a elevação um pouco acima do solo e verifique se a carga está bem distribuída.
- Nunca arraste a carga com o equipamento de elevação.
- Confirme a carga máxima de elevação. Nunca sobrecarregue.
- Certifique-se de área onde a carga será deixada é resistente o suficiente para suportá-la.

2.1.4 As dez questões para um levantamento seguro de cargas

Segundo OGP (2006, 22) considera as seguintes questões como sendo indispensáveis para serem consideradas para um levantamento seguro de cargas:

1. Todos estão cientes e compreendem completamente os procedimentos aplicáveis a elevação da carga?
2. Todos participaram da palestra de segurança?
3. Foi realizada uma inspeção de pré-utilização do equipamento e os respectivos acessórios de elevação e se os mesmos estão etiquetados ou marcado com:
 - Capacidade de levantamento do equipamento de elevação?
 - Um número de identificação exclusiva (o número de série)?
 - Uma data de certificação válida?
4. Todos os dispositivos de segurança estão funcionando?
5. Todos conhecem o técnico no comando de levantamento de carga?
6. Todos são competentes e conscientes de suas tarefas?
7. Existe um plano de elevação e JSA (*Job Safety Analysis* – Análise de segurança no trabalho) actualizados e todos entendem o trabalho e as precauções?
8. Todos conhecem os limites ambientais (por exemplo, velocidade máxima permitida do vento) para a elevação de cargas?
9. A área de elevação é controlada e todos mantêm – se seguros para uma eventual queda ou balanço inesperados da carga?
10. Os métodos de sinalização e comunicação estão acordados e claros para você?

As questões acima descritas pela OGP devem ser levantadas sempre que se tiver que fazer um levantamento de carga e respondê-las por meio de acções que as satisfaçam e garantem a segurança dos membros da equipa envolvidos no trabalho a ser feito.

2.1.5 Regras de Ouro para o levantamento de cargas

As elevações de carga que utilizem guindastes, guinchos ou outros dispositivos mecânicos de elevação não serão iniciados a menos que: (OGP 2006, 22):

- Uma avaliação para essa elevação tenha sido feita, o método e o equipamento de elevação de carga tenham sido determinados por pessoa(s) competente(s);
- Os operadores de dispositivos de elevação motorizados tenham sido treinados e certificados para operar esse equipamento;
- A amarração da carga seja realizada por pessoa(s) competente(s);

- Os dispositivos e equipamentos de elevação foram certificados para uso nos últimos 12 meses (no mínimo);
- A carga não excede as capacidades dinâmicas e/ou estáticas do equipamento de elevação;
- Quaisquer dispositivos de segurança instalados nos equipamentos de elevação estejam operacionais.;
- Todos os dispositivos e equipamentos de elevação tenham sido inspeccionados visualmente antes de cada elevação por pessoa(s) competente(s).

2.2 Influência de factores humanos na execução de operações de *Rigging*

Os factores humanos são essenciais para o levantamento seguro. As pessoas podem cometer erros e quebrar regras.

Segundo OGP (2006, 20) análises de Causa Raíz relacionadas com operações de elevação e movimentação de cargas no sector E&P, indica que pelo menos 80% dos incidentes são relacionados à erros humanos. Estes podem ser por exemplo, a organização incompleta de operações, operações incorrectas no que respeita aos equipamentos, procedimentos, manutenção incorrecta ou segurança incompleta da área em que as operações de elevação de cargas acontecem.

O parágrafo anterior mostra que erros humanos podem ocorrer tanto do lado da gestão ou empregadores assim como do lado dos colaboradores, que são os executores destas operações. Enquanto os empregadores têm o dever de criar condições de segurança, treinar o pessoal para a execução das operações, disponibilizar e fazer cumprir com os procedimentos, os colaboradores têm o dever de cumprir com os procedimentos, usar devidamente os equipamentos e as instalações e executar apenas as tarefas para as quais foram treinados.

A maioria dos factores humanos significantes em operações de elevação e movimentação de cargas se enquadram nos seguintes grupos principais (OGP 2006, 20):

- Cultura/ambiente de trabalho
- Pessoas
- Instalações/Equipamento
- Sistema de gestão

2.2.1 Características de boa cultura de segurança

As características de uma boa cultura de segurança são de acordo com a OGP (2006, 20):

Respeito pelas regras, cumprimento da legislação, incentivo a boas práticas e intolerância a práticas inseguras. Uma melhoria da atitude pode ser influenciada pelo bom exemplo dos supervisores e gestores (cultura) e pela reciclagem regular e pelo aumento da competência.

2.2.2 Pessoas

Compreensão dos planos, responsabilidade, participação no desenvolvimento de procedimentos, treino em simuladores e acesso a materiais de referência (*cartões, opúsculos, cartazes*). Deve ser assegurado, que todas as pessoas envolvidas estão cientes da forma como a operação de elevação será realizada, dos riscos envolvidos e que a operação é realizada de acordo com as regras, regulamentos e procedimentos locais.

2.2.3 Instalações/ equipamento

Segundo OGP (2006, 20) “as áreas devem ser livres de obstáculos, ergonomia, protecção contra intempéries, fácil acesso e fuga, equipamento concebido para minimizar movimentos acidentais”.

2.2.4 Sistemas de Gestão

De acordo com OGP (2006, 21). A gestão deve mostrar um compromisso visível com a segurança nas operações de elevação de cargas. Deve garantir que exista na planta equipamento de elevação certificado e adequado para as operações reais, controlado e mantido em boas condições operacionais, garantir um ambiente e sistemas de trabalho seguros através de procedimentos, políticas de segurança claras e conhecidas pelos trabalhadores, prover formações de forma a ter um pessoal competente que conhece as suas responsabilidades perante o trabalho com relação à segurança e com capacidade de identificar os riscos e tomar sempre uma atitude segura. A gestão deve ainda garantir que haja um sistema de gestão que permita o registo de incidentes e melhorar as operações de elevação.

2.2.5 Competência de Pessoal

Num sentido lato, uma pessoa competente é um indivíduo que, através de formação e/ou experiência, tem conhecimento das normas aplicáveis, é capaz de identificar riscos no local de trabalho relacionados com a operação específica, é designado pelo empregador e tem autoridade para tomar as medidas adequadas (OGP 2006, 13).

Esta organização explica ainda que:

- Todas as pessoas envolvidas no planeamento/execução de elevação e manutenção de equipamentos de elevação devem ser formadas e competentes para a sua função.
- Formações de actualização e avaliação periódica são necessárias para garantir a competência.

O sistema permitirá ao PIC confirmar facilmente a competência do pessoal. Para facilitar isto, os registos de competência devem estar disponíveis no local (OGP 2006, 6).

Esta organização considera ainda que:

- As avaliações periódicas (de preferência de dois em dois anos, mas normalmente não mais do que quatro anos) e as formações de reciclagem devem ser realizadas conforme necessário para garantir que o nível de desempenho exigido é mantido (OGP 2006, 6).
- A certificação formal deverá sempre cumprir com os requisitos legislativos e do sistema de gestão;
- Quando forem utilizadas autoridades ou consultores técnicos, as suas funções deverão ser definidas no sistema de gestão e deverão ter o nível necessário de competência e acesso ao aconselhamento especializado (OGP 2006, 6).

A NCCCO (*National Commission for the Certification for Crane Operators* – Comissão Nacional para a Certificação Operadores de Gruas) apresenta os seguintes níveis de certificação de *Riggers*, nomeadamente:

- *Rigging* de nível básico;
- *Rigging* de nível intermediário
- *Rigging* de nível avançado

Estes níveis devem ter as competências descritas abaixo:

A NCCCO identificou as seguintes funções para a certificação de *Rigger* Nível I. Um *Rigger* Certificado Nível I pode realizar tarefas de *rigging* simples e repetitivas quando o peso da carga, o centro de gravidade, o *rigging* e a sua configuração são fornecidos ou conhecidos pelo *rigger* por meio de experiência ou treinamento no trabalho antes das actividades de *rigging*. Especificamente, os *Riggers* Nível I devem ser capazes de demonstrar ou ter conhecimento de como:

- Inspeccionar o equipamento de *rigging* antes do uso;
- Identificar, seleccionar e conectar o *rigging* com conhecimento básico de configurações de engate, capacidades e nós básicos;
- Reconhecer os riscos associados;
- Usar vários tipos de equipamentos de *rigging* e engates básicos, bem como suas aplicações."

Rigger Certificado de Nível II

Além de conhecer e demonstrar as habilidades e conhecimentos dum *Rigger* Nível I, um *Rigger* Certificado Nível II pode seleccionar componentes e procedimentos de *rigging* as necessidades. Um *Rigger* de Nível II pode realizar as seguintes tarefas de *rigging* sem supervisão:

- Estimar o peso e o centro de gravidade quando cálculos são necessários;
- Identificar pontos de elevação;
- Determinar e seleccionar o equipamento de *rigging* com base na carga;
- Realizar a inspecção antes do uso do equipamento de elevação e movimentação;
- Identificar, seleccionar e conectar o *rigging* com conhecimento de configurações de engate, factores de ângulo de carga, capacidades de *rigging* e integridade da carga;
- Compreender a dinâmica da carga e os riscos associados.

Quando aplicável, os *Riggers* de nível II também terão conhecimento prático de equipamentos de elevação como guinchos, macacos, rolos industriais e equipamentos similares.

O empregador deve prover treinamento a cada funcionário cujo trabalho seja regulamentado por esta norma, sem custo para o funcionário e garantir que o funcionário possua a compreensão, o conhecimento e as habilidades necessárias para o desempenho seguro das tarefas atribuídas sob a mesma norma (OSHA 1926.1407).

2.3 Equipamentos de elevação portáteis de cargas

Este trabalho abordará acerca dispositivos manuais de elevação portáteis como: talhas de corrente manual, talhas de corrente de manivela e acessórios como cintas de elevação, cabos de aço, lingas de correntes.

Para a GUNNEBO Industries (2016, 34) “antes da realização duma operação de elevação é necessário que o *rigger* conheça as características da carga, avaliar os requisitos necessários definir os materiais para a elevação e o melhor método a aplicar.”

2.3.1 Acessórios de elevação de cargas e suas aplicações

As aplicações dos três principais tipos de materiais para movimentação de carga (correntes, cabos de aço e cintas sintéticas) se sobrepõem. Por esta razão, pode-se frequentemente escolher o tipo de material que normalmente se está mais familiarizado, mas existem diferenças nas suas propriedades que devem ser conhecidas. (GUNNEBO *Industries* 2016, 34):

2.3.1.1 Corrente de elevação e cargas

As correntes de elevação têm as seguintes propriedades: “resistência à abrasão, maior durabilidade, flexibilidade, podem-se utilizar com vários tipos de acessórios, resistência ao calor, possibilidade de encurtamento das pernas, fácil estocagem (GUNNEBO *Industries* 2016, 35).

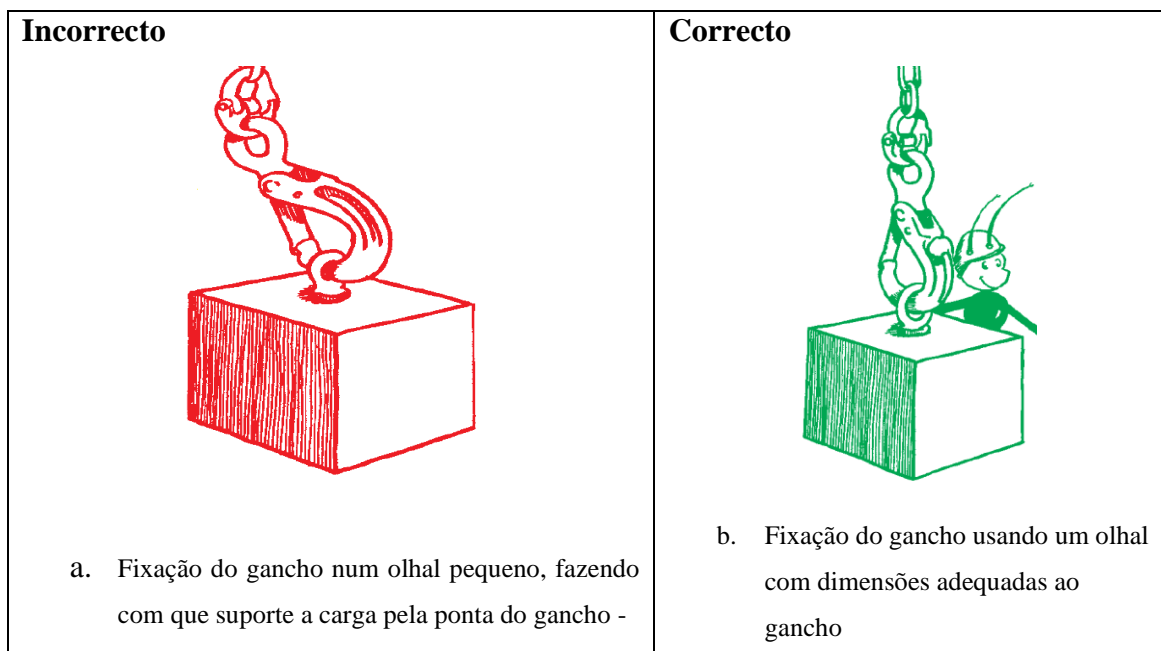


Figura 1. As formas (errada e correcta) de fixação de ancorramento duma carga usando um olho

Fonte: Guia de elevação da Gunnebo *Industries*

Cuidados a tomar em consideração no carregamento com corrente

Segundo a GUNNEBO Industries (2016):

- Tenha cuidado com a corrente, não a remova se carga estiver apoiada sobre ela. A corrente pode facilmente danificar-se e uma corrente frágil poderá romper-se nos usos seguintes;
- Sempre posicione a carga de modo que seja possível remover a corrente sem a necessidade de força;
- Nunca fixe a carga na ponta do gancho. Utilize olhos com dimensões grandes ou faça a fixação com uma manilha adequada.

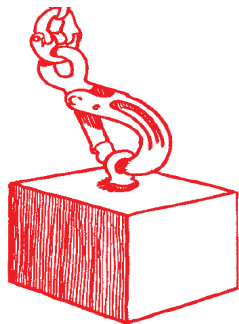
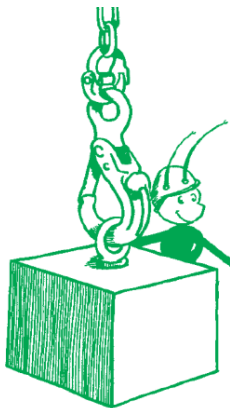


| | |
|---|---|
| <p>Incorrecto</p>  <p>a. Fixação do gancho num olhal pequeno, fazendo com que suporte a carga pela ponta do gancho.</p> | <p>Correcto</p>  <p>b. Fixação do gancho usando um olhal com dimensões adequadas ao gancho.</p> |
| <p>Incorrecto</p>  <p>c. Fixação dum gancho num anel de dimensões menores</p> | <p>Correcto</p>  <p>d. Fixação de um gancho num anel com a dimensão adequada</p> |

Figura 2. As formas (errada e correcta) de fixação de ancorramento dum carga usando um olhal

Fonte: Guia de elevação da Gunnebo Industries

- Nunca tente forçar a fixação de um anel de grandes dimensões em um gancho de dimensões menores, utilize um gancho com abertura adequada.
- Utilize um pega-chapas especial nas movimentações com feixe de chapas. Evite a fixação destes materiais com ganchos.
- Eleve a carga à alguns centímetros do chão e verifique se a fixação está segura e se os ângulos e as tensões nas pernas da linga estão correctas, antes de iniciar a movimentação.
- Nas fixações com olhais de suspensão, assegure-se de que os olhais estão posicionados adequadamente. As pontas do gancho deverão estar posicionadas para o lado de fora da carga;
- Não carregue lateralmente o gancho.

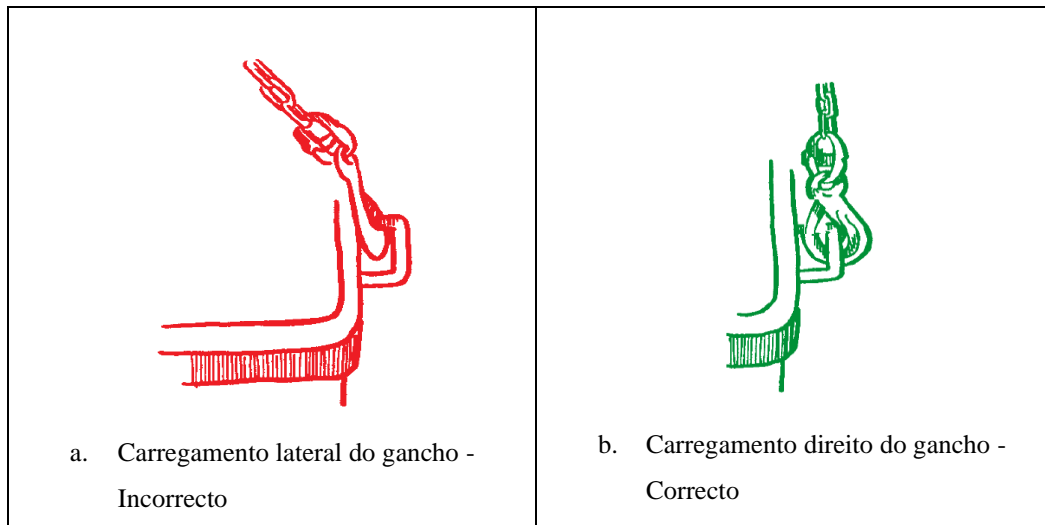


Figura 3. Formas de carregar (lateral e direita) o gancho

Fonte: Fonte: Guia de elevação da Gunnebo Industries

- Acessórios devem possuir a mesma capacidade da corrente;
- Não repare correntes quebradas com arames, parafusos ou solda. Substitua toda a corrente que apresente algum dano;
- Na solda ou oxicorte, tenha certeza de que as lingas não são afectadas pelo calor, pois esta condição pode por sua vez afectar o tratamento térmico do material.

2.3.1.2 Cabo de aço para elevação de cargas

As propriedades do cabo de aço para elevação de cargas “mais leve e normalmente mais barato do que a corrente, normalmente galvanizado para uma melhor protecção contra corrosão, adequado para cargas extremamente pesadas, “100% reciclável, difícil de armazenar”.

Cuidados a tomar no carregamento com cabos de aço de elevação de cargas

- Use protecções nos cantos vivos, para evitar danos ao equipamento de movimentação de carga;
- Não traccione o cabo de aço em um gancho duplo para evitar que ele escorregue, a dobra será muito severa e danificará o cabo.

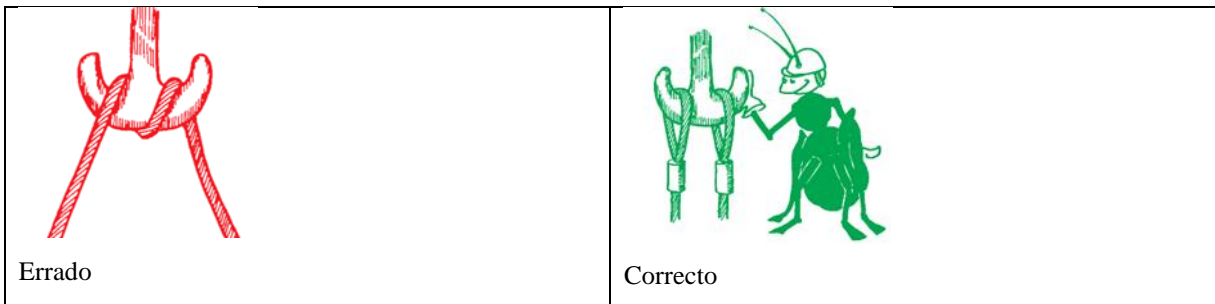


Figura 4. Formas de ancoramento de lingas num gancho duplo

Fonte: Guia de elevação da Gunnebo Industries

- Nunca encurte o cabo de aço com nós;
- A resistência do cabo de aço é reduzida quando dobrado. A redução está relacionada com o diâmetro da dobra, conforme a tabela (d = diâmetro do cabo de aço).

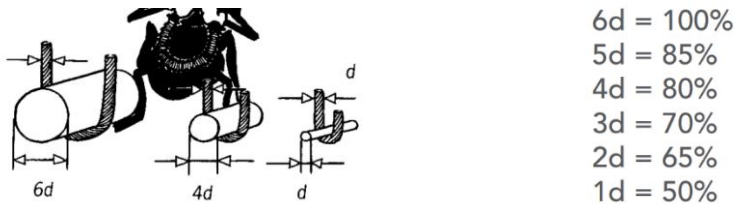


Figura 5. Variação da capacidade da linga (em %) duma linga de aço em função do diâmetro da dobra

Fonte: Guia de elevação da Gunnebo Industries

- Nunca faça emendas em laços de cabo de aço com nós, utilize sempre uma manilha para este procedimento.

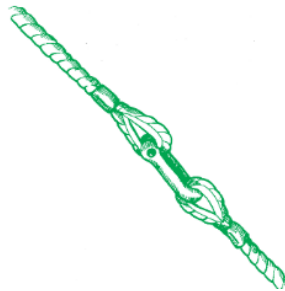


Figura 6. Ligação de duas lingas por meio de uma manilha

Fonte: Guia de elevação

2.3.1.3 Cintas de Poliéster

- Baratas, adequadas para cargas frágeis, flexíveis, fácil identificação da carga de trabalho através de sua cor, fácil de armazenar, 100% reciclável, sensível a cantos vivos;

Cuidados a tomar em consideração no carregamento com cintas de poliéster

- As cintas de elevação são muito sensíveis a cortes. Levante a carga de forma vertical e utilize uma manga de protecção e/ou protecção para as bordas para evitar que o equipamento entre em contacto directo com bordas cortantes;
- Quando elevar cargas com as cintas de poliéster que são feitas de fibras sintéticas e não podem ficar expostas à temperaturas acima de 100°C. Cargas quentes devem ser transportadas com correntes ou cabos de aço com alma de aço;
- Evite o contacto das cintas com produtos alcalinos, como soda cáustica e amónia. A cor da cinta desaparece e a cinta se desfaz.

Segundo ASME B30.9, as cintas têxteis não devem ser usadas com nós, pois a capacidade nominal é válida apenas quando usadas conforme projectadas e modificações ou uso inadequado invalidam a capacidade.

2.3.2 Talhas

2.3.2.1 Talha operada por corrente

“Há uma vantagem no uso destas talhas uma vez que é possível parar imediatamente a carga e com precisão a qualquer instante e mantida estacionária em qualquer ponto devido a sua baixa velocidade” (*Construction Safety Association of Ontario* 1997, 98).



Figura 7. Utilização de uma talha manual de corrente

Fonte: google

Estas talhas devem usadas de modo que os ganchos superior e inferior se mantenham alinhados. Elas são destinadas apenas para o uso na posição vertical. Se eles forem operados em ângulo, o gancho superior pode danificar a haste e a sua garganta pode

se abrir. Se a sua caixa de engrenagens encostar ou apoiar -se sobre um objecto enquanto estiver carregado poderá se danificar. Deve – se sempre ter – se a certeza de que a talha está suspensa livremente (*Construction Safety Association of Ontario* 1997, 99).

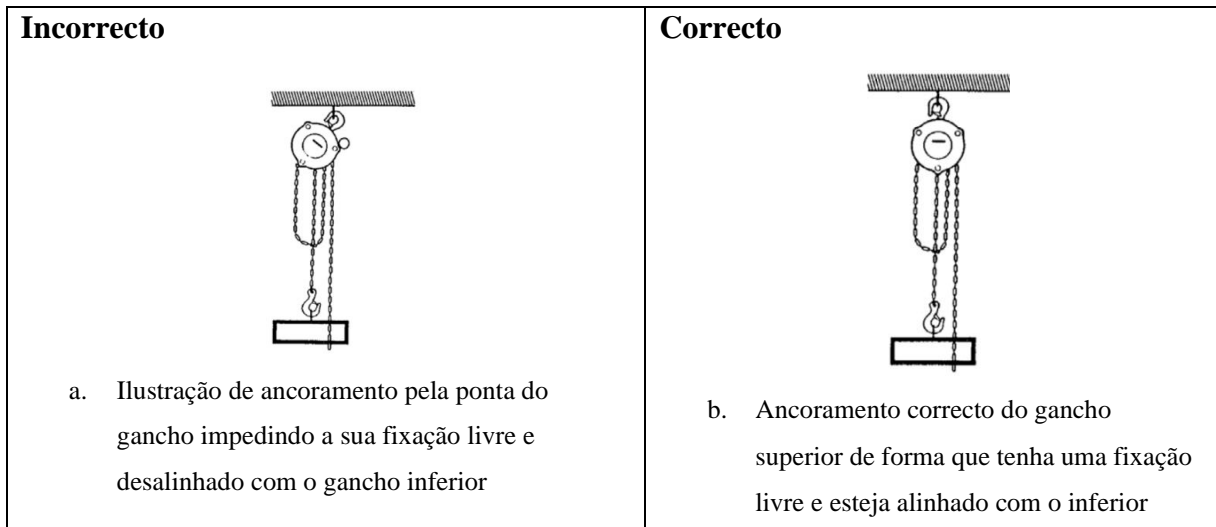


Figura 8. Ancoramento da talha manual de corrente

Fonte: Do livro “*Hoisting and Rigging Safety Manual*”

Precauções de segurança no uso das talhas manuais operadas por corrente (Segundo a *Construction Safety Association of Ontario* (1997, 99))

- Inspeccionar para avaliar o desgaste regularmente;
- Não sobrecarregue a talha;
- Não abandone as cargas suspensas sem vigilância;
- Não fique por baixo de carga suspensa;
- Não use a corrente de carga como eslinga ou gargantilha;
- Não suporte as cargas pela ponta do gancho;
- Evite carregamentos em ângulos. Usar sempre em carregamentos verticais. O gancho superior pode ser danificado na haste e na garganta.
- Apenas um operador deve operar a talha de cada vez;
- Assegure – se de que a corrente está devidamente assente na roda dentada;
- Assegure – se de que o ponto de ancoragem irá suportar a carga.

2.3.3 Talhas operadas por alavanca (*come-along*)

Estas talhas são um meio portátil para levantar ou puxar cargas em curtas distâncias. Eles podem ser usados tanto na posição vertical como na horizontal. As talhas *come-along* que requerem ajuda de mais uma pessoa para a sua operação não são adequadas

para o trabalho. É necessário usar talhas com maior capacidade (*Construction Safety Association of Ontário 1997, 98*).



Imagem 1: Talha manual de alavanca

Fonte: Google

2.3.3.1 Precauções de segurança no uso de talhas *come-along*

- Não usar um dispositivo adicional na alavanca
- Use dentro das capacidades (a capacidade é descrita no dispositivo pelo fabricante)
- Certifique – se de estar em pé antes de começar a operar a talha
- Não deixe a carga suspensa sem vigilância
- Não use uma talha com corrente torcida, dobrada, danificada ou desgastada
- Fique longe da carga e do caminho de tracção da corrente da talha
- mantenha os ganchos superiores e inferiores em linha recta para que a estrutura possa girar livremente
- Assegure – se de que a estrutura tem capacidade de suportar a carga
- Certifique-se sempre de que a talha esteja pendurada livremente.

2.3.4 Inspeção e Recondicionamento de Talhas Manuais

Este trabalho resume os requisitos normativos para inspecção e recondicionamento de talhas de corrente, com base nas normas ASME B30.16 (2021) e SANS 1637/1640 (2021). São indicadas as actividades que podem ser realizadas por *riggers* (ou operadores do equipamento) e as que devem obrigatoriamente ser executadas por pessoas designadas ou especialistas, conforme as recomendações. Abaixo é apresentada a figura que mostra a composição de uma talha manual de corrente.

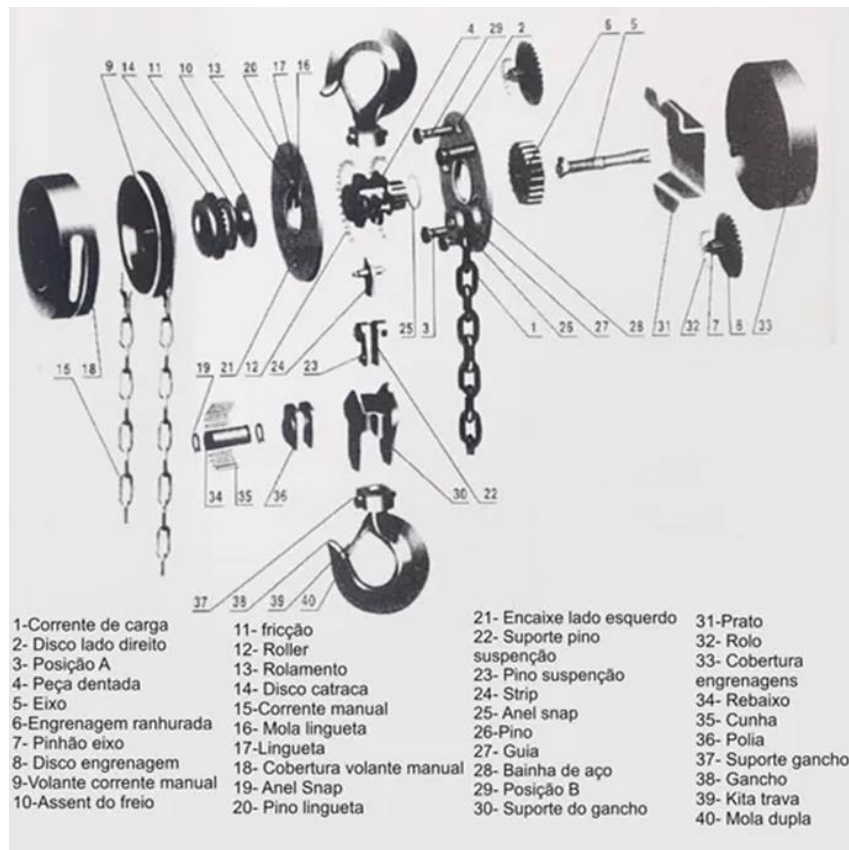


Figura 9: A composição de uma talha manual de corrente

Fonte: Google

2.3.4.1 Inspeções de Talhas

De acordo com a ASME B30.16 (2021, secção 16-2.1), existem dois níveis de inspeção: frequentes e periódicas. As primeiras são efectuadas pelo operador/*rigger*, enquanto as segundas requerem pessoa designada ou inspector especializado.

Inspeções Frequentes (*Rigger/Operador*)

São inspeções visuais, sem necessidade de registos formais e devem ser realizadas pelos *riggers* ou operadores. A periodicidade é: mensal (serviço normal), semanal a mensal (serviço pesado) e diária a semanal (serviço severo).

- Verificação de mecanismos operacionais (ruídos e desajustes).
- Funcionamento do sistema de freio.
- Estado dos ganchos (ASME B30.10).
- Operação da trava de gancho (se aplicável).
- Condição aparente da corrente de carga (ASME B30.16, secções 16-2.5.1 e 16-2.6.1).

Inspecções Periódicas (Pessoa Designada/Especialista)

Exigem registo formal e devem ser conduzidas por inspectores ou técnicos qualificados. A periodicidade é: anual (serviço normal), semestral (pesado) e trimestral (severo).

- Parafusos, porcas e rebites soltos.
- Peças corroídas, fissuradas ou deformadas (blocos de carga, eixos, engrenagens, rolamentos).
- Soldaduras, colares e fixações.
- Desgaste excessivo de engrenagens e rodas dentadas.
- Discos de fricção e molas de linguetas do freio.
- Legibilidade de etiquetas e marcações (ASME B30.16, secção 16-2.2).

2.3.5 Recondicionamento de Talhas

O recondicionamento de talhas manuais segue as normas SANS 1637 (para talhas de manivela) e SANS 1640 (talhas de corrente manual). Só pode ser realizado por recondicionadores autorizados ou empresas especializadas. O *rigger* pode apoiar no processo, mas não executar ensaios críticos nem emitir certificados.

2.3.5.1 Actividades de Especialistas/Recondicionadores

- Controlo de materiais não conformes (SANS 1640, secção 4.3).
- Calibração de equipamentos de inspecção e ensaio (SANS 1640, secção 4.4).

- Desmontagem completa, limpeza e avaliação de componentes (SANS 1640, secções 5.3–5.4).
- Ensaio não destrutivo (END) – partículas magnéticas, penetração de tinta (SANS 1640, secção 5.5.2).
- Medição mecânica de molduras, engrenagens, eixos, ganchos e correntes (SANS 1595, 16872, 16877, 189, 251).
- Substituição obrigatória de peças críticas (rolamentos, correntes, ganchos, engrenagens, etc.).
- Montagem final, lubrificação e protecção anticorrosiva (SANS 1640, secções 6.6–6.8).
- Ensaio de carga de prova ($1,25 \times WLL$) e emissão de certificado (SANS 1640, secção 7).
- Manutenção de registos e listas de verificação por no mínimo cinco anos (SANS 1640, secção 8.4).

2.3.5.2 Actividades do *Rigger* no Recondicionamento

- Entrega da talha completa para recondicionamento (SANS 1640, secção 5.1).
- Limpezas superficiais e inspecções visuais antes do envio.
- Auxílio na desmontagem sob supervisão de especialista.
- Participação em inspecções frequentes e comunicação de anomalias.

2.4 Eficiência de Recursos e Eficiência de Fluxo nos Processos

2.4.1 Eficiência de Recursos, Eficiência de Fluxo e Unidades de Fluxo

A eficiência de recursos é definida como a proporção de tempo em que um recurso é efectivamente utilizado em relação a um determinado período (Modig & Åhlström, 2015). Tradicionalmente, esta abordagem privilegia a maximização da utilização dos recursos, por meio da divisão do trabalho em tarefas especializadas executadas por diferentes funções

organizacionais. A nível organizacional, a eficiência de recursos indica o grau de utilização dos recursos disponíveis e se estes estão agregando valor ou permanecem ociosos (Modig & Åhlström, 2015).

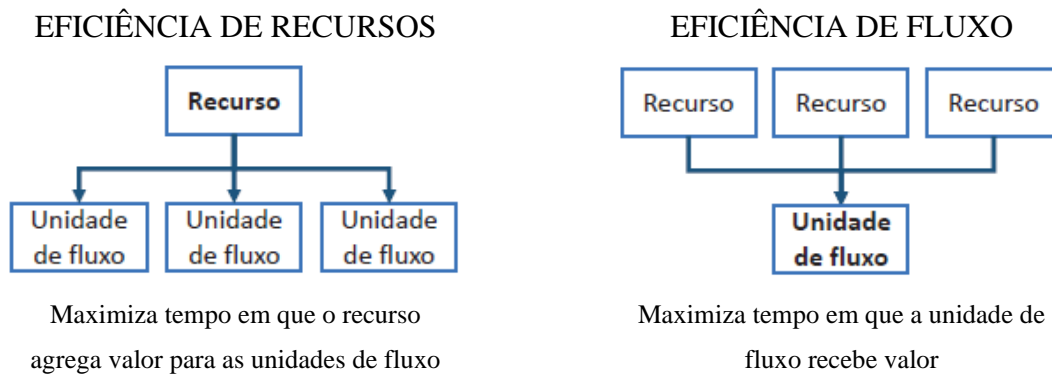


Figura 10 - Dependência entre recursos e unidades de fluxo:

Em contraste com a eficiência de recursos, a eficiência de fluxo concentra-se na unidade de fluxo, analisando o tempo decorrido desde a identificação de uma necessidade até a sua completa satisfação (Lira, 2022). As unidades de fluxo podem ser materiais, informações ou pessoas, dependendo da natureza do processo. A eficiência de fluxo é medida pela razão entre o tempo dedicado à actividades que agregam valor e o tempo total de atravessamento do processo (Lira, 2022).

2.4.2 Tempo de atravessamento

O tempo de atravessamento, também denominado *lead time*, corresponde ao intervalo entre a entrada e a saída de uma unidade de fluxo no processo (Lira, 2022). Esta autora destaca que a melhoria da eficiência de fluxo não deve concentrar-se exclusivamente na aceleração das actividades que agregam valor, uma vez que estas representam apenas uma fracção do tempo total. Ganhos mais significativos são obtidos por meio da eliminação de desperdícios, esperas e interrupções que não agregam valor ao cliente (Lira, 2022).

Enquanto a eficiência de recursos procura maximizar o tempo em que os recursos estão ocupados, a eficiência de fluxo busca minimizar o tempo em que a unidade de fluxo permanece no sistema sem receber valor. Essa diferença evidencia um potencial conflito entre ambas as abordagens.

2.4.3 Leis fundamentais dos processos

A compreensão da eficiência de fluxo está associada a três leis fundamentais dos processos (Lira, 2022):

- Lei de Little
- Lei dos Gargalos
- Lei da Variabilidade

A Lei de Little estabelece a relação entre o estoque de unidades em processo, a taxa de fluxo e o tempo de atravessamento, demonstrando que o aumento do estoque ou a redução da taxa de fluxo resulta em maiores tempos de atravessamento.

A Lei dos Gargalos afirma que o estágio com menor capacidade de processamento limita o desempenho global do processo, gerando filas a montante e ociosidade a jusante do gargalo.

Já a Lei da Variabilidade indica que o aumento da variação nas operações eleva o tempo de atravessamento e reduz a eficiência de fluxo.

Essas leis evidenciam que o tempo de atravessamento é influenciado pelo volume de unidades em processo, pela taxa de fluxo, pela presença de gargalos e pelo grau de variabilidade. Consequentemente, o aumento do tempo de atravessamento implica a redução da eficiência de fluxo.

2.4.4 Paradoxo da eficiência

A busca excessiva pela eficiência de recursos pode levar ao chamado paradoxo da eficiência, no qual a maximização da utilização dos recursos resulta em longos tempos de atravessamento, elevado estoque em processo e frequentes reinícios de tarefas (Lira, 2022). Essas condições geram necessidades secundárias que consomem recursos sem agregar valor ao cliente, como retrabalho, coordenação adicional e aumento da complexidade operacional. Assim, embora os recursos aparentem estar altamente eficientes, o desempenho global do sistema é comprometido, reforçando a importância de priorizar a eficiência de fluxo como critério de melhoria organizacional.

2.5 Período do Retorno do Investimento (*Pay back*)

Segundo Blank e Tarquin (2012, p.348) análise do *payback* utilizada para determinar o tempo, geralmente expresso em anos, necessário para recuperar o custo inicial de um activo ou projecto. O período de recuperação, também designado por período de retorno ou *payout*.

Segundo no cálculo do Bordeaux-Rêgo et al (2013) investidor estabelece um prazo máximo para a recuperação do capital investido, utilizando-o como referência para avaliar a viabilidade do projecto. O período de retorno é determinado pela acumulação sucessiva dos fluxos financeiros líquidos gerados ao longo do tempo, até que o montante acumulado iguale o investimento inicial.

2.5.1 Cálculo do *Pay back* Simples

Oganiza-se a tabela com três linhas. A primeira com as datas, no nosso exemplo, anos. A segunda com os fluxos de caixa, tomando-se o cuidado de lançar o investimento inicial com sinal negativo, já que é um desembolso. Constrói-se, então, uma terceira linha, a que chamamos de valor acumulado, da seguinte forma (Bordeaux-Rêgo et al 2013):

- O valor acumulado é a soma do fluxo de caixa do período com o valor acumulado do período anterior. Na data zero (período 0) é o próprio valor do investimento inicial;
- Observa-se o período em que o valor acumulado se torna positivo;

- Compara-se o período com o prazo máximo suportado pelo investidor.

Segundo o mesmo autor, o método do *payback* simples não considera o valor do dinheiro no tempo nem os fluxos de caixa gerados após o período de recuperação do investimento, podendo conduzir à rejeição de projectos de maior duração, ainda que potencialmente mais rentáveis.

2.6 Sistema de Gestão Informatizado

Um sistema de informação pode ser tecnicamente definido como um conjunto de componentes inter-relacionados que recolhem (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informação para apoiar a tomada de decisões e o controlo numa organização. Para além de apoiarem a tomada de decisões, a coordenação e o controlo, os sistemas de informação podem também ajudar os gestores e os trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos. (Laudon & Laudon 2020, 48).

2.6.1 Necessidade de um Sistema de Gestão Informatizado

No contexto de operações de *rigging* e movimentação de cargas, onde os factores humanos são uma das principais causas de incidentes (OGP, 2006, 20), um sistema de gestão informatizado deve estar alinhado às principais normas internacionais, promovendo uma abordagem integrada e eficiente. A ISO 9001:2015 estabelece requisitos para a gestão da qualidade, promovendo a melhoria contínua e a satisfação do cliente; a ISO 45001:2018 orienta a gestão da saúde e segurança ocupacional, contribuindo para a prevenção de acidentes; e a ISO/IEC 27001:2013 define boas práticas para proteger a confidencialidade, integridade e disponibilidade da informação.

Numa perspectiva empresarial, um sistema de informação é um instrumento importante para a criação de valor para a empresa. Os sistemas de informação permitem à empresa aumentar a sua receita ou diminuir os seus custos, fornecendo informação que auxilia os gestores a tomar melhores decisões ou que melhora a execução dos processos de negócio (Laudon & Laudon 2020 ,56).

2.6.2 Requisitos do Sistema

Os requisitos de um sistema são as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços que presta e as restrições ao seu funcionamento. Estes requisitos reflectem as necessidades dos clientes por um sistema que sirva um propósito específico, como controlar um dispositivo, fazer um pedido ou encontrar informações (Sommerville 2011, 83).

Os requisitos podem ser funcionais e não funcionais.

“Requisitos funcionais - Dizem respeito ao que o sistema deve fazer. São as tarefas, operações ou serviços que o sistema precisa executar. Descrevem as funções do sistema, suas entradas e saídas, excepções, etc. “(Sommerville 2011, 84).

“Os requisitos funcionais do sistema variam desde requisitos gerais que abrangem o que o sistema deve fazer até requisitos muito específicos que reflectem formas locais de trabalho ou os sistemas existentes de uma organização” (Sommerville 2011, 84).

Exemplo: permitir registar operações, gerar relatórios, enviar alertas.

De acordo com (Sommerville 2011, 87) os requisitos não funcionais, não são exactamente os serviços ou operações que o sistema deve executar, mas estão mais associados às propriedades como fiabilidade, desempenho, segurança, capacidade dos dispositivos de entrada e saída ou as representações de dados utilizadas nas interfaces com outros sistemas, protecção de dados, acesso remoto, etc.

Em suma os requisitos dum sistema podem ser:

Funcionais → O que o sistema deve fazer.

Não funcionais → Como o sistema deve ser.

2.6.3 Aspecto Humano e Mudança Cultural

É importante salientar que a implementação de um sistema de gestão informatizado não se limita à tecnologia, mas exige também um processo de adaptação cultural. De acordo com Davis &

Granić (2024, 3), a aceitação dos utilizadores é determinante para o sucesso do sistema, sendo necessária a realização de formações contínuas e campanhas de sensibilização. Supervisores e gestores devem dar o exemplo, criando um ambiente de confiança e estimulando o uso consistente do sistema (OGP 2006, 20).

2.7 Indicadores de Desempenho e KPI: Fundamentos e Aplicações Estratégicas

Indicadores de desempenho são métricas utilizadas para acompanhar e avaliar processos, actividades ou resultados dentro de uma organização. Podem ser quantitativos ou qualitativos e servem como base para decisões operacionais.

Os KPI ajudam as organizações a compreender quão bem estão a desempenhar em relação aos seus objectivos e metas estratégicas. No sentido mais amplo, um KPI fornece a informação de desempenho mais importante que permite às organizações ou às suas partes interessadas a perceber se a organização está ou não no caminho certo para alcançar os objectivos estabelecidos Marr (2015, 22).

- Taxa de produção por hora
- Tempo médio de atendimento
- Índice de retrabalho

2.7.1 Indicadores-Chave de Desempenho (KPI)

De acordo com Parmenter (2015, 7) Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs – *Key Performance Indicators*) são aqueles indicadores que se concentram nos aspectos do desempenho organizacional que são mais críticos para o sucesso actual e futuro da organização.

Exemplo prático: Se o objectivo estratégico é melhorar a experiência do cliente, um KPI pode ser o *Net Promoter Score* (NPS), que mede a probabilidade de recomendação da marca pelos clientes.

2.7.2 Diferenças entre Indicadores de Desempenho e KPI

Tabela 1- Diferenças entre os indicadores de desempenho e indicadores chaves de desempenho

| Aspecto | Indicadores de Desempenho | KPI (Indicadores - Chave) |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Abrangência | Geral | Foco estratégico |
| Impacto na estratégia | Nem sempre directo | Sempre relevante |
| Frequência de uso | Alta | Seleccionados e específicos |
| Reacção esperada | Monitoramento | Acção imediata |

Parmenter (2015) alerta que muitas organizações confundem KPI com métricas operacionais, o que leva à colecta excessiva de dados irrelevantes e à perda de foco estratégico.

2.7.3 Relação entre Missão, Visão e Valores, BSC e KPI

Antes de definir KPI, é essencial compreender profundamente os pilares estratégicos da organização:

- **Missão:** Define o propósito actual da organização.
- **Visão:** Representa o futuro desejado.
- **Valores:** Orientam comportamentos e decisões.

Segundo Kaplan e Norton (1996, pp. 25-29), “o BSC deve apresentar um conjunto balanceado de medidas financeiras e não financeiras, vinculadas a quatro perspectivas importantes para o negócio da empresa.”

De acordo com Parmenter (2015, 37), os KPI mais eficazes são aqueles que se originam dos factores críticos de sucesso da organização, os quais devem estar alinhados à sua estratégia, e esta, por sua vez, derivada da missão, visão e valores organizacionais. Assim, a definição de

KPI exige compreensão prévia dos objectivos estratégicos e princípios fundamentais da organização.

2.7.4 Aplicação do *Balanced Scorecard* (BSC)

O *Balanced Scorecard* (BSC) é uma metodologia que traduz a estratégia em indicadores distribuídos em quatro perspectivas:

Tabela 2-As quatro perspectivas do Business Score Card e exemplos

| Perspectiva | Exemplo de KPI |
|---------------------------|--|
| Financeira | ROI em projectos alinhados à missão |
| Clientes | NPS em segmentos estratégicos |
| Processos Internos | Eficiência em processos que reflectem os valores |
| Aprendizado e Crescimento | Índice de inovação vinculado à visão |

2.7.5 Definição dos KPIs com Critérios *SMART*

De acordo com Parmenter (2015, 171) KPI devem ser *SMART*:

- **Específicos:** Indicadores eficazes devem ser específicos e vinculados a um objectivo estratégico claramente definido.
- **Mensuráveis:** A mensuração é a base da gestão estratégica. Sem dados confiáveis, não é possível avaliar o progresso.
- **Relevantes:** Cada medida deve reflectir um aspecto crítico da estratégia e contribuir para o alcance da visão.
- **Accionáveis:** Indicadores devem ser projectados para informar decisões e orientar acções correctivas.
- **Temporais:** A estratégia é um processo contínuo e os indicadores devem ser monitorados ao longo do tempo para garantir alinhamento.

2.7.6 Monitoramento e Revisão Contínua

De acordo com Parmenter (2015, 217), os KPI devem ser periodicamente revistos dentro do ciclo de planeamento estratégico, garantindo que permaneçam alinhados às mudanças nas

condições e prioridades da organização. Essa prática assegura que os indicadores continuem refletindo com precisão os factores críticos de sucesso e os objectivos estratégicos.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

3.1 Contextualização sobre a fábrica e do local da pesquisa

A Mozal foi instalada em Moçambique para a produção de alumínio primário e foi inaugurada oficialmente em setembro de 2000. Sita na Província de Maputo, no Parque Industrial de Beluluane, no distrito de Boane.

A fábrica caracteriza – se por diversos departamentos, porém serão descritos abaixo os directamente envolvidos na execução das actividades do processo produtivo.

O Porto – por onde chega à matéria prima (importada) e é exportado o produto acabado.

O Departamento do Carbono – onde são produzidos os ânodos usados no Departamento de Redução e reciclados os já gastos.

O Departamento de Redução – Onde é produzido o alumínio primário.

O Departamento de Fundição (de moldação) - O departamento que recebe o alumínio fundido do Departamento de Redução e solidifica - o em moldes formando lingotes (que é o produto final).

Departamento de Manutenção – que é responsável por garantir o funcionamento eficaz e eficiente de toda maquinaria e instalações da fábrica.

Oficina Central da Manutenção – Responsável pela manutenção de todos os veículos da empresa. E onde está localizado o armazém dos dispositivos e acessórios de elevação de cargas. E também estão sediadas as equipas de serviços de manutenção de instalações da fábrica e de elevação de cargas.

Pode se ver a localização da Mozal com vista apresentada pela Imagem 2.



Imagem 2: Localização da Mozal

Fonte: Google Maps

3.2 Estado actual do objecto da investigação

3.2.1 Gestão Centralizada de Dispositivos de Elevação

Desde a fundação da Mozal, cada departamento era responsável pela gestão dos seus próprios equipamentos de elevação manuais portáteis. Contudo, esse modelo revelou diversos constrangimentos operacionais, incluindo:

- Dificuldade em inventariar o equipamento existente em toda a fábrica;
- Ocorrência de incidentes relacionados com o uso de equipamento defeituoso;
- Custos elevados decorrentes da aquisição de equipamentos para substituição de material danificado ou extraviado, devido à dificuldade de controlo de saídas, devoluções e certificação;
- Falta de controlo sobre as competências dos utilizadores;
- Aquisição de materiais que, em alguns casos, não cumpriam com os padrões exigidos;
- Uso de equipamento defeituoso.

Estes problemas implicavam custos adicionais e comprometiam a segurança dos trabalhadores. Por esse motivo, a partir de 2016, foi implementado um novo modelo de gestão centralizada.

3.2.2 Armazém Central de Equipamentos

O armazém responsável pela gestão dos dispositivos manuais portáteis de elevação de cargas está localizado na Oficina Central de Manutenção e é operado por quatro agentes em turnos de 12 horas, garantindo a disponibilidade 24 horas por dia.

No levantamento de equipamentos são registados:

- Nome e contacto do requisitante;
- Número de identificação do trabalhador;
- Data de levantamento;
- Nome do atendente;

- Número de série do acessório ou dispositivo de elevação.

No momento da devolução, o agente regista a data e caso o equipamento apresente danos, faz as anotações correspondentes.

3.2.3 Formação e Competências

Apenas pessoal com formação em *rigging* está autorizado a levantar e utilizar os equipamentos de elevação portáteis. Na Mozal, existem dois níveis de técnicos de *rigging*:

- Técnico básico: autorizado a realizar elevações verticais de cargas não complexas até 5 toneladas (geralmente são os operadores da produção e técnicos de manutenção que têm a formação básica do *rigging* e que constituem a maioria dos utilizadores);
- Técnico especialista (designado *rigger*): autorizado a executar movimentações complexas e levantar cargas superiores a 5 toneladas – A empresa conta com apenas 8 técnicos especialistas destes para responder às necessidades de toda a fábrica para essa natureza de levantamento de cargas pertencem à equipa de *rigging*, inseridos na secção *Building & Rigging* do Departamento da Manutenção.

A formação básica em *rigging* tem duração de 7 horas e tem a missão de capacitar os técnicos a:

- Identificar os tipos de elevação permitidos;
- Conhecer os limites de carga permitidos
- Reconhecer diferentes dispositivos de elevação;
- Inspeccionar (visualmente) os equipamentos antes de usar;
- Amarrar correctamente as cargas;
- Aplicar medidas de controlo durante as operações de levantamento.

3.2.4 Controlo de equipamentos

A equipa de agentes destacados para controlar os dispositivos manuais e acessórios de elevação no armazém deste equipamento está inserida na secção de *Building & Rigging*.

O agente do armazém deve:

- Verificar regularmente os livros de registo para identificar materiais não devolvidos;
- Notificar aos requisitantes em caso de atraso superior a sete dias;
- Fazer o levantamento dos materiais não devolvidos ou danificados mensalmente para se avaliar a disponibilidade e necessidade de aquisição de novos equipamentos.

Equipamento como talhas, cintas, grampos e manilhas, lingas de correntes, cabos de aço, são submetidos à inspecções trimestrais, com etiquetas metálicas com a descrição do ano e do trimestre. No entanto, devoluções tardias podem comprometer a validade da inspecção, tornando o equipamento impróprio para uso até nova verificação. Também é frequente o descarte de dispositivos devido à perda dos certificados de conformidade.



Imagem 3: Diversos dispositivos de elevação danificados durante a utilização na planta

Fonte: Foto tirada no local da pesquisa

Das observações feitas e pelos dados apresentados entre 6 a 12 talhas mensalmente se danificam durante a utilização.

3.2.4.1 Despesas com Equipamentos de Elevação (2021–2024)

A Tabela 3 apresenta os gastos da empresa pela aquisição de dispositivos manuais portáteis de elevação de cargas entre 2021 e 2024. O custo total acumulado foi de 2 558 446.98 Rand equivalente à 9 44 066 936.00 MT.

Tabela 3 - Gastos pela compra dos dispositivos de elevação manuais e portáteis no ano de 2021

| Descrição | Data da Compra | Preco unitario | Subtotais | Somas anuais |
|---|----------------|----------------|------------|---------------------|
| Cinta de poliester plana de olhais de 50MM W X 2. | 04/02/2021 | 98.00 | 2 940.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 500MM LG,1 | 04/02/2021 | 29.50 | 885.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 2M, 2T | 04/05/2021 | 95.00 | 4 750.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 2T | 04/05/2021 | 169.00 | 8 450.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 90MM W X 3M | 04/05/2021 | 152.00 | 7 600.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 2T, 1M | 04/05/2021 | 69.00 | 2 070.00 | |
| Cinta de poliester plana de 3M, 2T | 04/05/2021 | 135.00 | 4 050.00 | |
| Eslinga tubular infinita redonda de poliester | 04/05/2021 | 985.00 | 9 850.00 | |
| Talha manual de Corrente de 2T, 6M | 04/05/2021 | 8 953.25 | 268 597.50 | |
| Grampo de viga 2000Kg | 04/05/2021 | 1 524.85 | 30 497.00 | |
| Talha manual de alavanca de 1.6T | 04/08/2021 | 12 415.25 | 248 305.00 | |
| Talha manual de Corrente de 1T, 3M | 04/08/2021 | 3 525.63 | 70 512.60 | |
| Lingas de corrente de 4 pés | 05/17/2021 | 3 934.00 | 23 604.00 | |
| Talha manual de Corrente de 1.5T, 3M, 7.1MM | 05/19/2021 | 8 950.00 | 179 000.00 | |
| Talha manual de Corrente de 3T, 3M ,10MM | 05/19/2021 | 17 925.52 | 268 882.80 | |
| Manilha curva 12T, CROSBY | 05/19/2021 | 985.00 | 19 700.00 | 1 129 993.90 |

Tabela 4 - Gastos pela compra dos dispositivos de elevação manuais e portáteis no ano de 2022

| Descrição | Data da Compra | Preco unitario | Subtotais | Somas anuais |
|---|----------------|----------------|-----------|-----------------|
| Cinta de poliester plana de olhais de 2M, 2T | 02/17/2022 | 95.00 | 3 800.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 90MM W X 3M | 02/27/2022 | 10.25 | 410.00 | 4 210.00 |

Tabela 5 - Gastos pela compra dos dispositivos de elevação manuais e portáteis no ano de 2021 e o custo total dos três anos

| Descrição | Data da Compra | Preço unitario (Rand) | Subtotais (Rand) | Somas anuais (Rand) |
|---|----------------|-----------------------|------------------|---------------------|
| Cinta de poliester plana de olhais de 2T, 1M | 03/03/2024 | 71.00 | 2 130.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 2M, 2T | 03/03/2024 | 102.00 | 4 080.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 2T | 03/03/2024 | 179.00 | 5 370.00 | |
| Manilha curva 20 X 22 X 32MM, 4.75TON, SCREW | 05/06/2024 | 550.00 | 8 250.00 | |
| Manilha curva 22 X 26 X 37MM, 6.5TON, SCREW | 05/06/2024 | 850.00 | 12 750.00 | |
| Cinta de poliester plana de 90MM W X 3M | 05/06/2024 | 199.50 | 3 990.00 | |
| Talha manual de alavanca de 1.6T | 05/06/2024 | 15 925.89 | 159 258.90 | |
| Talha manual de alavanca de 3T | 05/06/2024 | 19 235.28 | 115 411.68 | |
| Talha manual de Corrente de 1.5T,3M | 05/06/2024 | 8 698.75 | 86 987.50 | |
| Talha manual de Corrente de 2T,6M LIFT | 05/06/2024 | 11 090.00 | 221 800.00 | |
| Manilha curva 22 X 26 X 37MM, 6.5TON, SCREW | 07/02/2024 | 850.00 | 17 000.00 | |
| Manilha curva 20 X 22 X 32MM,4.75TON, SCREW | 07/02/2024 | 550.00 | 11 000.00 | |
| Manilha curva 9.5T SWL, SCREW PIN, GALV, C/W | 07/02/2024 | 1 561.00 | 46 830.00 | |
| Manilha curva 26 X 28 X 43MM, 8.5TON, SCREW | 07/02/2024 | 1 108.00 | 33 240.00 | |
| Linga de cabo de aço de 13MM W,1.5M | 07/02/2024 | 230.00 | 6 900.00 | |
| Linga de cabo de aço de 13MM W,2M L | 07/02/2024 | 265.00 | 7 950.00 | |
| Linga de cabo de aço de 13MM W,3M L | 07/02/2024 | 325.00 | 6 500.00 | |
| Linga de cabo de aço de 16MM W,2M L | 07/02/2024 | 450.00 | 13 500.00 | |
| Linga de cabo de aço de 16MM W,3M L | 07/02/2024 | 550.00 | 11 000.00 | |
| Linga de cabo de aço de 16MM W,7M L | 07/02/2024 | 950.00 | 19 000.00 | |
| Talha manual de Corrente de 2T,10M, 8MM | 07/03/2024 | 12 753.00 | 127 530.00 | |
| Talha manual de Corrente de 3T,6M,10MM | 07/03/2024 | 14 582.00 | 72 910.00 | |
| Talha manual de Corrente de 1T,4M, 6.3M | 07/03/2024 | 6 850.00 | 137 000.00 | |
| Talha manual de alavanca de 0.75T, 5.6MM | 07/03/2024 | 13 250.00 | 132 500.00 | |
| Guincho manual de manivela de 16MM DIA | 07/03/2024 | 7 250.00 | 43 500.00 | |
| Eslinga tubular infinita redonda de poliester, 3M | 07/03/2024 | 105.00 | 1 050.00 | |
| Eslinga tubular infinita redonda de poliester, 5TON | 07/03/2024 | 468.00 | 4 680.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 3T SWL | 07/03/2024 | 215.00 | 6 450.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 2M, 2T SWL | 07/03/2024 | 115.00 | 4 025.00 | |
| Linga de cabo de aço de 20MM W, 2M L | 07/03/2024 | 780.00 | 15 600.00 | |
| Linga de cabo de aço de 20MM W, 4M L | 07/03/2024 | 1 150.00 | 23 000.00 | |
| Cinta de poliester plana de olhais de 1000MM 1 | 07/03/2024 | 75.00 | 2 250.00 | |
| Guincho manual de manivela 11.6MM | 07/03/2024 | 15 200.00 | 60 800.00 | 1 424 243.08 |
| Custo total durante os três anos | | | | 2 558 446.98 |

3.2.5 Missão e Visão

O Departamento de Manutenção da Mozal define a sua missão e visão da seguinte forma:

Missão do Departamento de Manutenção: “A manutenção da Mozal está comprometida com a operação segura da nossa fábrica e com o cuidado dos activos, através de pessoas qualificadas e orgulhosas, que trabalham segundo os mais elevados padrões”.

Visão do Departamento de Manutenção: “equipa de manutenção de classe mundial, em busca de melhorias todos os dias.”

Ao nível das equipas, cada grupo estabelece também a sua visão específica, alinhada à missão do departamento e às suas responsabilidades operacionais:

Visão da Equipa de *Building & Rigging* é: “ser proactivo e eliminar o tempo de inactividade dos equipamentos.”

Desta forma, a missão e visão do departamento fornecem direcção estratégica e padrões gerais, enquanto a visão de cada equipa enfatiza objectivos operacionais específicos, garantindo eficiência, segurança e melhoria contínua na gestão dos equipamentos da fábrica.

4 METODOLOGIA

4.1 Abordagem Qualitativa

A pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (Gherardt e Silveira 2009, 32).

De acordo com Gherardt e Silveira (2009, 32) os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito sem necessariamente envolver dados quantitativos.

A vertente qualitativa foi utilizada para compreender as causas da não devolução, práticas de utilização do equipamento aplicadas e factores operacionais que contribuem para os danos observados. Foram adoptados os seguintes procedimentos:

4.1.1 Entrevistas Não-Directivas

Por meio delas, colhem-se informações dos sujeitos a partir do seu discurso livre. O entrevistador mantém-se em escuta atento, registando todas as informações e só intervindo discretamente para, eventualmente, estimular o depoente. De preferência, deve praticar um diálogo descontraído, deixando o informante à vontade para expressar sem constrangimentos suas representações (Severino 2014).

Esta técnica permitiu ao autor realizar conversas exploratórias com os utilizadores para identificar práticas inadequadas e motivos da demora na devolução dos equipamentos.

4.1.2 Revisão bibliográfica

Segundo Fonseca (2002, 32) *apud* (Gherardt e Silveira 2009, 37) “pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e electrónicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites”.

Com base nesta técnica na presente pesquisa foi realizada uma revisão sistemática das normas técnicas aplicáveis ao acondicionamento e testes de carga de talhas manuais, incluindo, manuais técnicos sobre elevação de cargas, manuais sobre sistemas de gestão informatizada, indicadores-chave de desempenho, entre outros elaborados por outros autores com objectivos específicos e que são do domínio público.

Esta revisão permitiu identificar:

- Conceitos teóricos que sustentam os temas abordados nesta investigação;
- Os procedimentos correctos de utilização do equipamento manual e portátil de elevação de cargas;
- Requisitos normativos para inspecção, manutenção e acondicionamento e ensaios de talhas;
- Definição de “pessoa competente” e limites de intervenção;
- Boas práticas de acondicionamento.

4.1.3 Revisão documental

O autor consultou documentos de onde foi possível conhecer o historial sobre o controlo dos equipamentos de elevação, a centralização desse controlo, custos envolvidos na compra de equipamento de elevação no período 2021 – 2024, procedimentos da empresa relacionados com elevação de cargas, visão e missão da equipa do *Building & Rigging* e do Departamento da Manutenção, a cotação sobre o custo dos testes de carga e inspecções, etc.

Recolha de informação e documentos internos sobre utilização, devolução e avarias de talhas

Foi possível conhecer:

- Limites do técnico certificado em *rigging* básico estabelecidos no procedimento;
- Levantamento dos custos associados à compra de novo equipamento;
- Observação de algumas formas de utilização do equipamento de elevação.

4.1.4 Levantamento de Dados do Campo

Na pesquisa de campo, o objecto/fonte é abordado em seu meio ambiente próprio. A colecta dos dados é feita nas condições naturais em que os fenômenos ocorrem, sendo assim directamente observados, sem intervenção e manuseio por parte do pesquisador (Severino 2014).

Foram recolhidos dados reais relativos ao estado dos equipamentos em ambiente operacional, incluindo:

- Recolha de fotos de equipamento danificado
- Tipos de danos observados;
- O equipamento que fica retido na planta impossibilitado de se remover
- Inspeção visual dos equipamentos danificados, incluindo a análise de talhas devolvidas e fora de serviço;

Quanto aos objectivos a pesquisa é explicativa pois, segundo Severino (2014) “além de registar e analisar os fenômenos estudados, busca identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático, seja através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos”.

Este tipo de pesquisa preocupa-se em identificar os factores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (Gil, 2007) *apud* (Gherardt e Silveira 2009).

Nesta pesquisa este método permitiu a interpretação das observações à luz das boas práticas descritas na bibliografia especializada sobre operação de equipamentos de elevação.

4.2 Abordagem Quantitativa

A componente quantitativa foi empregue para medir a dimensão real do problema e avaliar os impactos das soluções propostas. Incluiu:

- Análise de dados históricos referentes a perdas, custos de substituição;
- Estimativa de custos associados à reparação, ensaios de carga e certificação;
- Análise da viabilidade económica em relação à formação de técnicos para o acondicionamento das talhas.

Esta abordagem permitiu quantificar os custos envolvidos na compra de equipamento de elevação no período de 2021 – 2024. Foi possível também com base em métodos matemáticos fazer o cálculo comparativo entre o custo do acondicionamento das talhas e a compra de novas bem como avaliar a vantagem económica no acondicionamento. (Gherardt e Silveira 2009, 33).

4.2.1 Análise económica comparativa da recertificação

A avaliação da viabilidade económica da recertificação das talhas manuais foi realizada por meio de uma análise comparativa entre:

- O custo de aquisição de equipamentos novos;
- O custo unitário do serviço de teste de carga e emissão de relatório técnico.

4.2.1.1 Dados utilizados

Os preços médios dos serviços de teste de carga e certificação foram obtidos junto a prestadores de serviços especializados (Tabela 6).

Tabela 6 - Custos de recertificação (dados de mercado)

| Quantidade | Descrição | Preço (mt) |
|------------|---|--------------------|
| 1 unidade | Preço unitário do teste e relatório | 5000,00MZN/unidade |
| 1 dia | Mobilização e desmobilização do técnico | 4000,00MZN/dia |
| 1 dia | Despesas de alimentação por dia | 500,00MZN/dia |

Os preços de aquisição das talhas manuais, conforme o registo de compras até 2024, encontram-se na Tabela 7:

Tabela 7 - Preço de aquisição das talhas em rand e a sua conversão em meticais

| Descrição | Preço (Rand) | Preço convertido em meticais (MZN) |
|---|--------------|------------------------------------|
| Talha manual de corrente, 1ton 4m | 6 850.00 | 25 276.50 |
| Talha manual de corrente de 2 ton, 10m | 12 753.00 | 47 058.57 |
| Talha manual de corrente de 3 Ton, 6m | 14 582.00 | 53 807.58 |
| Talha manual de alavanca de 0.75 ton | 13 250.00 | 48 892.50 |
| Talha manual de alavanca de, 1 ton, 3m, | 3 525.63 | 13 009.57 |
| Talha manual de alavanca de 1.6 ton | 12 415.25 | 45 812.27 |
| Talha manual de alavanca de 3 ton | 19 235.28 | 70 978.18 |

Os preços de aquisição das talhas manuais apresentados na Tabela 7 foram extraídos do registo interno de compras até 2024. Os valores originalmente expressos em Rand (ZAR) foram convertidos para Meticais (MZN) com base na taxa de câmbio praticada no período da análise (1 rand = 3.69MZN).

4.2.1.2 Procedimento de cálculo

A poupança por talha foi determinada pela diferença entre o custo de aquisição de um equipamento novo e o custo do teste de carga, conforme a equação (4-1)

$$P = C_{novo} - C_{recert} \quad (4-1)$$

Onde:

- P - Valor poupado por talha (MZN)
- C_{Novo} - custo de aquisição de equipamento novo (MZN)
- C_{Teste} - custo do teste de carga e certificação (MZN)

A poupança relativa percentual foi calculada pela equação (4-2)

$$P(\%) = \frac{P}{C_{\text{Novo}}} * 100\% \quad (4-2)$$

Onde:

$P(\%)$ – poupança relativa (%)

Não foram incluídos nos cálculos os custos de mobilização, desmobilização e alimentação do técnico, por se tratar de despesas fixas associadas à execução diária do serviço e não directamente proporcionais ao número de talhas ensaiadas.

4.2.2 Determinação do tempo efectivo do processo de recertificação das talhas manuais portáteis

4.2.2.1 Pressupostos do modelo

Este processo assenta nos seguintes pressupostos para o cálculo do tempo de trabalho associado à recertificação das talhas manuais portáteis.

- No dia da recertificação, as talhas encontram – se previamente preparadas e acompanhadas da respectiva documentação;
- A inspecção pré – teste é mantida como etapa indispensável do processo;
- A jornada diária de trabalho tem a duração de 9 horas (540 minutos)
- O tempo destinado às refeições é de 45 minutos;
- O processo de Análise de Segurança no Trabalho (*Job Safety Analysis - JSA*) e a Autorização Para o Trabalho (*Authority To Work - ATW*) têm uma duração média de 60 minutos por jornada.

- O processo é realizado por uma equipa composta por dois técnicos, garantindo a execução segura de todas as actividades.

O tempo útil diário disponível para a execução das actividades é determinado pela equação (4-3):

$$\text{Tempo útil diário} = \text{Jornada diária} - (\text{Tempo}_{JSA\&ATW} + \text{Tempo}_{ref.}) \quad (4-3)$$

Onde:

$\text{Tempo}_{JSA\&ATW}$ - é o tempo para o processo de JSA e ATW

$\text{Tempo}_{ref.}$ - é o tempo destinado às refeições

4.2.2.2 Estrutura do processo

A Tabela 8, apresenta as durações das etapas do processo de recertificação, consideradas sob a forma de intervalos, com base em informações fornecidas por diferentes provedores de serviços de ensaio e recertificação de talhas manuais, reflectindo a variabilidade inerente às condições reais de operação.

Tabela 8: Etapas do processo de recertificação e suas durações

| Etapa | Duração | Tempo médio |
|------------------------|----------------|--------------------|
| Inspecção pré teste | 10 – 15 min | 12.5 min |
| Teste de carga (125%) | 20–30 min | 25 min |
| Registo / certificação | 5–10 min | 7.5 min |
| Total | 35–55 min | 45 min |

A capacidade teórica diária do processo é determinada pela equação (4-4):

$$N = \frac{\text{Tempo útil diário}}{\text{Tempo médio por talha}} \quad (4-4)$$

Este valor representa uma estimativa teórica, obtida a partir de tempos médios e assumindo condições ideais de operação.

Contudo, reconhece – se que na prática há sempre perdas de tempo inevitáveis, decorrentes de interrupções, ajustes operacionais, sincronização entre técnicos, variações humanas entre outras. Para acomodar essas perdas, foi aplicado um coeficiente de eficiência ao modelo:

$$N_{real} = N * \eta \quad (4-5)$$

4.2.2.3 Justificativa do coeficiente

O coeficiente de eficiência adoptado no presente trabalho ($\eta = 0,8$) foi utilizado com carácter conservador, com o objectivo de ajustar a capacidade teórica do processo às condições reais de operação. A literatura sobre eficiência de fluxo e análise de processos (Modig & Åhlström, 2015) e (Lira, 2022) demonstra que a variabilidade, os gargalos e os tempos não agregadores de valor impedem que sistemas reais operem de forma contínua e sem perdas.

Embora não existam coeficientes normativos universais aplicáveis a todos os contextos operacionais, é prática recorrente em estudos de tempos e capacidade produtiva aplicar factores redutores para acomodar interrupções, sincronizações, ajustes operacionais e variações humanas. Assim, o valor adoptado não pretende representar uma constante absoluta, mas uma estimativa prudente, alinhada com os princípios da eficiência de fluxo, garantindo maior robustez e credibilidade aos resultados obtidos.

4.2.3 Análise Económica da Formação de Técnicos para Recondicionamento de Talhas

A análise económica da viabilidade da formação de técnicos para o recondicionamento de talhas manuais baseia-se no método do *payback* simples, amplamente utilizado para avaliar o período necessário para a recuperação de um investimento inicial através das poupanças geradas pela sua implementação.

De acordo com Bordeaux-Rêgo et al (2013) o método de *pay back* simples determina o tempo necessário (geralmente em meses ou em anos) para recuperar o capital investido, comparando periodicamente os fluxos de caixa líquidos com o investimento inicial, sendo considerado recuperado quando a soma desses fluxos iguala o valor aplicado.

O estudo considera a formação de técnicos internos como uma alternativa à substituição integral de talhas danificadas por equipamentos novos, assumindo que parte significativa destes dispositivos pode ser recuperada de forma segura e conforme as normas técnicas aplicáveis, desde que as intervenções sejam realizadas por profissionais devidamente capacitados.

4.2.3.1 Enquadramento do Modelo de Análise

Para avaliar a viabilidade económica da formação interna de técnicos para o acondicionamento de talhas manuais portáteis, foi adoptado o método do *pay back* simples, que permite determinar o tempo necessário para a recuperação do capital investido.

O procedimento metodológico adoptado compreende as seguintes etapas:

I. Determinação do Investimento inicial I_o

$$I_o = CU_{form} * N_{técnicos} \quad (4-6)$$

Sendo:

CU_{form} – Custo de formação por técnico (MZN)

$N_{técnicos}$ – Número de técnicos a formar.

II. Estimativa da Poupança Média Unitária

A poupança média por talha recondicionada é determinada pela diferença:

$$P_{unit.} = C_{nova.} - C_{recert.} \quad (4-7)$$

Sendo:

- $C_{nova.}$ – O custo de aquisição de uma talha nova (MZN);
- $C_{recert.}$ – O custo do ensaio de carga e recertificação (MZN).

A poupança média utilizada no modelo corresponde à média aritmética das poupanças unitárias de cada tipo de talha:

$$P_{média} = \frac{\sum \text{Poupança por talha}}{n} \quad (4-8)$$

sendo:

n – número dos valores somados correspondentes ao valor poupado por cada talha

O número médio mensal de talhas recuperáveis N_{mensal} . É estimado com base:

- No histórico de avarias;
- Na frequência de substituição de equipamentos.

$$P_{mensal} = N_{mensal} \times P_{unitária}. \quad (4-9)$$

Sendo:

- P_{mensal} – poupança mensal total (MZN)
- N_{mensal} – número mensal de talhas recuperadas
- $P_{unitária}$ – poupança média mensal (MZN)

III. Determinação do Período de Retorno do Investimento (*pay back*)

O período de retorno do investimento foi determinado com base no método do *pay back* simples, amplamente utilizado em estudos de viabilidade económica para estimar o tempo necessário à recuperação do capital investido.

O método clássico descrito na literatura baseia – se na acumulação progressiva dos fluxos de caixa gerados pelo projecto até que o investimento inicial seja integralmente recuperado. Contudo, essa abordagem é mais indicada para situações em que os fluxos financeiros variam significativamente entre períodos.

No presente estudo, as poupanças geradas pelo acondicionamento das talhas apresentam comportamento aproximadamente uniforme ao longo do tempo, por resultarem de valores médios mensais de recuperação de equipamentos. Assim, o autor do presente estudo optou por

uma adaptação simplificada do método, na qual o período de retorno é obtido directamente pela razão entre o investimento inicial total e a poupança média mensal.

$$Pay\ back(meses) = \frac{I_o}{P_{mensal}} \quad (4-10)$$

IV. Conversão do período de retorno para anos, utilizando a equação (4-11):

$$Pay\ back(anos) = \frac{Pay\ back(meses)}{12} \quad (4-11)$$

Esta adaptação metodológica mantém o princípio fundamental do método do *pay back*, permitindo estimar de forma objectiva o tempo de recuperação do investimento sem necessidade de construção de tabelas de fluxos acumulados, sendo particularmente adequada para o presente estudo de viabilidade cujos fluxos periódicos são aproximadamente constantes.

V. Considerações metodológicas

- O modelo adoptado corresponde ao método do *pay back* simples, não considerando actualização monetária.
- Foi realizada análise de cenários, variando o número médio mensal de talhas recuperadas.
- O cenário mais conservador considera o menor número de talhas recuperáveis por mês.

4.3 Questões éticas

A pesquisa foi realizada na Mozal, com consentimento da empresa e respeitando os princípios da ética científica e o acordo de confidencialidade. Foram efectuadas observações, entrevistas não directivas e conversas exploratórias, mantendo confidencial a identidade dos participantes.

Todos os dados, informações e imagens recolhidos destinam-se exclusivamente a fins académicos, sendo vedado qualquer uso indevido ou comercial. Os resultados da investigação não permitem nem autorizam que qualquer entidade utilize as informações para fins

concorrenciais ou para emitir julgamentos sobre a empresa ou seus colaboradores, assegurando a protecção da identidade institucional e operacional.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Apresentação dos resultados da pesquisa

Nas visitas ao campo (instalações da fábrica), o autor pôde observar práticas e colectar imagens relacionadas com a utilização do equipamento de elevação manual portátil.

Na Imagem 4, são ilustradas talhas fixas pelas pontas dos ganchos sem quaisquer acessórios de fixação (cinta, grampo de fixação, etc), fixando-os inadequadamente e não podendo fechá-los com a trava de segurança. E também pôde – se observar que as talhas desta forma não estão penduradas livremente, isto é, elas exercem força sobre as barras em que elas estão fixas.



Imagem 4: Ancoramento inadequado de talhas de alavanca praticada por alguns utilizadores

Fonte: Foto tirada no local da pesquisa

A Imagem 5, mostra equipamento instalado na planta, onde o autor pôde perceber em conversa com os técnicos e o supervisor da área que o mesmo já estava lá havia alguns meses. Tinha sido instalado para a realização de uma tarefa que por alguma razão fora adiada e já tinha a validade da inspecção trimestral fora do prazo.



Imagem 5: Equipamento de elevação mantido suspenso na planta por período prolongado

Fonte: Foto tirada no local da pesquisa

Alguns pontos de fixação para que sejam alcançados exigem recursos como plataformas de elevação de pessoal, andaimes ou quaisquer outros dependendo da sua localização, os quais devem ser removidos após a fixação do equipamento de elevação para não obstruírem a realização do trabalho para o qual elas são fixadas. É frequente que, no fim dessas actividades, devido urgência em se devolver a maquinaria à produção, torne – se impossível a criação de condições para a sua remoção havendo que se aguardar por uma outra paragem da produção e haver ordem de instalação de andaime que permita a remoção do equipamento de levantamento cargas.

Um número considerável de ocorrências similares foi relatado pelos utilizadores do equipamento de elevação manual portátil justificando a não devolução. E, por vezes também verificam – se estes casos quando o equipamento é instalado como forma de preparação do trabalho de manutenção e, se este por alguma razão é adiado ou cancelado resulta em retenção do equipamento por mais tempo do que o esperado. E a fixação das talhas nestas condições envolve sempre mais acessórios dentre os quais cintas, grampos de vigas, manilhas, etc. O caso ilustrado na Imagem 5 é também um exemplo deste tipo de circunstâncias. Consequentemente, o equipamento perde a oportunidade da inspecção trimestral e por outro lado esse retorno tardio dificulta o rastreamento do registo do levantamento para se registar a devolução devido ao uso

do sistema de controlo manual. Assim, as chances do equipamento voltar ao armazenamento e não ter o registo da sua devolução são elevadas.

Já das observações feitas no armazém foram encontrados diversos tipos de danos do equipamento. A Imagem 6 abaixo ilustra uma talha com a sua tampa amolgada, que em certa medida dificulta a livre rotação da roda da corrente de mão.

Este problema acontece devido à choques com outros objectos, estruturas ou quedas. Também podem se verificar estes problemas quando a talha pressiona sobre alguma estrutura ou parede rígida enquanto estiver em tensão devido à carga a que é submetido.



Imagem 6: Talha com a tampa amolgada

Fonte: Foto tirada no local da pesquisa

Abaixo são apresentadas imagens de talhas sem a trava de segurança (Imagem 7a) e com o gancho aberto que já não permite o fechamento com a trava de segurança (Imagem 7b e 7c).



Imagem 7: Talhas cujos fechos de segurança apresentam problemas

Fonte: Foto tirada no local da pesquisa

A Imagem 8 apresenta uma talha que está fora de serviço devido à ausência da corrente de mão. Significando que é provável que ela tenha se rompido durante a utilização.



Imagem 8: Talha sem a corrente de mão

Fonte: Foto tirada no local da pesquisa

Abaixo estão apresentadas na Imagem 9 cintas com sinais de cortes e de abrasão.



Imagem 9: Cintas apresentando sinais de corte

Fonte: Foto tirada no local da pesquisa

A Imagem 10, abaixo ilustra duas cintas em que um técnico tentou conectá-las através de nó.

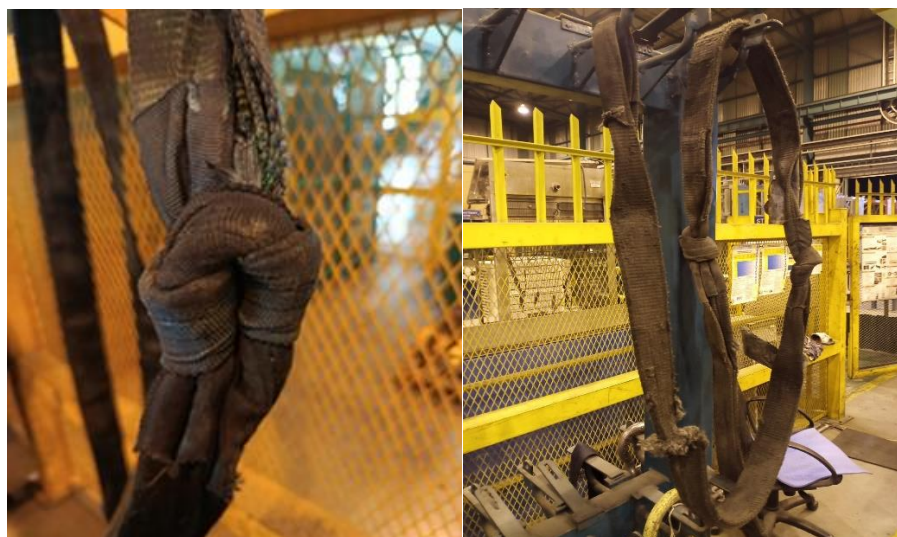


Imagem 10: Conexão de duas cintas por nó

Fonte: Foto tirada no local da pesquisa

5.2 Análise e discussão de resultados

A Imagem 4, apresenta talhas ancoradas pela ponta do gancho, o que cria uma sobrecarga sobre a mesma. Pelas medidas de precaução no uso das talhas manuais de correntes, segundo a *Construction Safety Association of Ontario* esta prática é inaceitável. Pode – se observar na Imagem 7, talhas cujos ganchos estão abertos e que a trava de segurança já não pode fechar. Uma talha cujo gancho apresenta a abertura aumentada em 10% deve ser retirada da circulação. É muito provável que esta abertura, possa estar relacionada a estas práticas de fixar a talha pela ponta do gancho. E observando ainda a Imagem 4 pode se ver que, pela forma como o gancho está fixado, a trava de segurança não pode fechar. Tanto na Imagem 4a) como na 4b) a trava de segurança é submetida a um esforço exercido pelo próprio gancho contra a estrutura no ponto de fixação. Isto pode culminar com a sua danificação e dos seus componentes (o parafuso e a mola). Pode – se ver a Imagem 7a) que ilustra um gancho numa talha que perdeu sua trava de segurança, que é uma condição que impede o seu uso. É preciso lembrar que a trava de segurança tem a função de impedir que o acessório de fixação escape acidentalmente durante o carregamento, sendo imprescindível que ela seja mantida fechada. Isto significa que evitar esta prática não só protege o equipamento, mais do que isso, é uma medida de segurança tanto para o operador do equipamento como para as demais pessoas em redor e também para a carga. Este procedimento pode também submeter ao gancho esforços laterais e fazer com que o mesmo se empene.

Os danos apresentados pela Imagem 7b) e pela Imagem 7c) sugerem ainda que as talhas podem ter sido submetidas a uso inadequado. Segundo a *Construction Safety Association of Ontario*, as talhas de correntes pelo seu *design* devem se utilizar apenas para carregamentos verticais sob pena do gancho superior danificar a sua haste e a sua garganta se abrir enquanto as de alavanca podem realizar carregamentos em diversos ângulos, porém em ambos os casos, durante o carregamento os ganchos devem estar alinhados entre si e devem se evitar cargas excessivas.

A Imagem 6 mostra uma talha de corrente com a tampa amolgada, o que pode impedir a livre rotação da roda da corrente de mão. Segundo a *Construction Safety Association of Ontario* deve

– se evitar que a caixa de engrenagens encoste ou se apoie sobre uma superfície rígida enquanto estiver carregada para não se danificar. Deve – se sempre assegurar que a talha esteja suspensa livremente. Pode se associar este dano da Imagem 6 à possibilidade de que a talha tenha encostado a algum objecto rígido ou estrutura durante a operação ou à choques como quedas ou ainda à embates durante o seu manuseamento. E quando a talha opera nestas condições pode também desprender a sua chapa de descrição tornando – se inútil.

A Imagem 8 apresenta uma talha sem a corrente de mão. O guia de elevação da GUNNEBO Industries recomenda que a corrente não seja puxada enquanto ainda não se encontrar livre, tanto da carga assim como se estiver engatada a um ponto fixo sob o risco de ela sofrer danos e se romper. Assim como pode se manter na talha e se romper nos usos seguintes. Isto é comum nos casos em que a talha esta pendurada num aparelho de elevação como grua móvel, ponte rolante ou outro. É necessário que ao se accionar o movimento do aparelho em que a talha está pendurada assegure – se antes de que as correntes não estejam presas a qualquer que seja o objecto. Esta medida, não só protege a carga ou a talha, mas também as pessoas em redor, porque se a corrente se soltar enquanto estiver tensionada pode resultar em ferimentos graves.

Analisando os danos sofridos pelas cintas ilustrados na Imagem 9, como os desfiamentos que se podem observar na Imagem 9a), os cortes parciais ilustrados na Imagem 9b) ou completos como se pode ver na Imagem 9c) transmitem a percepção de que tenham sido submetidos à contactos directos com arestas agudas ou cantos vivos sem qualquer protecção sofrendo esforços de fricção. Nestas condições, para além de danificar a cinta, sujeita aos trabalhadores em redor à riscos, dado que a cinta pode – se cortar enquanto estiver com carga suspensa deixando - a cair e provocando acidentes que podem culminar com danos humanos ou materiais.

Segundo o guia de elevação da GUNNEBO Industries as cintas de poliéster são sensíveis à cantos vivos ou à bordas cortantes. Ao usar estas cintas, é necessário utilizar mangas de protecção para evitar danos devido ao contacto directo com este tipo de superfícies.

Na Imagem 10 são ilustradas conexões de cintas feitas através de nós, este procedimento é claramente incorrecto, pois estes nós muitas vezes são difíceis de se desfazerem sem danificação das cintas, o que faz com que as mesmas sejam inutilizadas. A norma ASME B30.9 proíbe esta prática. As cintas devem ser conectadas umas às outras através de manilhas à semelhança do

que a GUNNEBO Industries recomenda quando se trata de conexão de lingas de cabos de aço. Veja – se a Figura 6.

Estes cenários descritos até agora na secção 5.2 revelam ao pesquisador que acontecem práticas inadequadas no uso do equipamento de elevação manual portátil. O que leva a perceber a necessidade de se despertar a consciência dos utilizadores deste equipamento em relação aos danos dos equipamentos resultantes destas práticas inadequadas através dos *toolbox meetings* (reuniões pré-operação), reuniões matinais, mais supervisão às equipas de trabalho que usam estes equipamentos e é imprescindível que estes utilizadores do equipamento de elevação tenham a competência necessária, pelo que precisam de ser devidamente treinados e tenham a experiência necessária antes de usarem o equipamento de forma independente.

Verificou – se que existem situações como a ilustrada na Imagem 5 de equipamento de elevação fixado na planta por período prolongado e que não pode ser removido para voltar ao seu armazenamento e à circulação porque depois da sua utilização na planta não houve condições para a sua remoção, sejam acessibilidade dos pontos de fixação, tempo para a criação das referidas condições considerando que isso só pode acontecer enquanto a produção estiver parada, desencadeando por vezes outros problemas como perda da oportunidade da inspeção trimestral, dificuldade em rastrear o registo de levantamento para se poder registar a devolução. É importante que os supervisores das áreas incluam no seu plano de actividades a remoção do equipamento após a utilização, pois para além dos problemas acima citados neste parágrafo as pontas das correntes podem acidentalmente soltar – se e se encaixar nas partes móveis da maquinaria.

Foi visto também que as talhas são tiradas da circulação devido à danos reparáveis criando custos avultados para a empresa. Os padrões que abordam inspeções e recondicionamento das talhas de operação manual por corrente ASME B30.16 e SANS 1640 e as de alavanca ASME B30.21 e SANS 1637 explicam que estes equipamentos podem ser reparados bastando que pessoas competentes o façam. Abaixo serão analisados os custos relacionados às recertificações das talhas.

5.2.1 Análise económica em relação à recertificações das talhas

De acordo com este estudo verifica-se que um número significativo de talhas é descartado devido à anomalias, danos resultantes de utilização inadequada ou simples desgaste natural dos componentes. Contudo, nem todos estes dispositivos precisam de ser substituídos por novos, uma vez que muitos podem ser recuperados de forma segura e eficiente através de reparações devidamente certificadas.

As normas SANS 1637, SANS 1640, ASME B30.16 e ASME B30.21 estabelecem requisitos para a inspeção, manutenção e reparação destes dispositivos, determinando que tais intervenções sejam executadas exclusivamente por técnicos autorizados, ou seja, profissionais treinados, certificados, com experiência comprovada e formalmente designados para esta função. Este enquadramento normativo visa preservar a integridade dos equipamentos e assegurar que qualquer talha recondicionada mantenha o seu desempenho, capacidade nominal e nível de segurança original.

Além disso, existem intervenções de natureza simples, como a abertura de tampas de protecção, inspeção visual interna, lubrificação e limpeza, que não exigem ensaios de carga. No entanto, intervenções que envolvam componentes de grande responsabilidade pelo suporte da carga tais como ganchos, mecanismos de travão, engrenagens de elevação, correntes, rolamentos estruturais e eixos, requerem obrigatoriamente a realização de testes de carga e a emissão de relatório técnico.

Considerando o item mais oneroso da lista, a talha de alavanca de 3 toneladas, cujo custo de aquisição é de 70 978,18 MZN, caso este dispositivo apresente problemas, seja recondicionado e requeira o teste de carga, o custo do serviço seria de 5 000,00 MZN. Assim, a poupança obtida será:

$$\text{Poupança por talha} = 70\,978,18 \text{ MZN} - 5\,000,00 \text{ MZN} = 65\,978,18 \text{ MZN}$$

$$\text{Poupança relativa (\%)} = \frac{65\,978,18}{70\,978,18} * 100\% \approx 93\%$$

Este valor demonstra a vantagem económica da realização de testes de carga para viabilizar a reutilização do equipamento.

Aplicando o mesmo raciocínio ao item menos dispendioso, a talha de alavanca de 0.75 toneladas de capacidade, com o custo de aquisição de 13 009.57 MZN, a poupança seria:

$$\text{Poupança por talha} = 13\,009.57 \text{ MZN} - 5\,000,00 \text{ MZN} = 8\,009.57 \text{ MZN}$$

$$\text{Poupança relativa (\%)} = \frac{8009.57}{13009.57} * 100\% \approx 61.6\%$$

Mesmo neste caso, observa-se uma vantagem económica significativa.

A comparação entre o custo de aquisição de talhas novas e o custo do ensaio e recertificação de talhas recondicionadas permite quantificar a poupança económica potencial associada à recertificação. Considerando um custo unitário de 5 000 MZN. para o teste de carga e certificação, a poupança por talha varia entre 8 009.57 MZN, no caso de uma talha de alavanca de 0,75 toneladas (que é o item mais acessível na compra) e 65 978,18 MZN, no caso de uma talha manual de corrente de 3 toneladas (que representa o item mais caro). Estes valores correspondem, respetivamente, à reduções de aproximadamente 61.6 % e 93.0 % face ao custo de aquisição de equipamentos novos, demonstrando que a recertificação constitui uma alternativa economicamente vantajosa, sobretudo para talhas de maior capacidade.

Importa referir que estes cálculos não incluem despesas de mobilização, desmobilização e alimentação do técnico, porém os mesmos estão indicados na Tabela 7.

Tabela 9 - Preços da compra de talhas vs valor poupado pela recertificação

| Descrição | Preço (Rand) | Preço convertido (MZN) | Poupança por talha (MZN) | Poupança relativa (%) |
|---|--------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Talha manual de corrente, 1ton 4m | 6 850.00 | 25 276.5 | 20 276.5 | 80.2 |
| Talha manual de corrente de 2 ton, 10m | 12 753.00 | 47 058.57 | 42 058.57 | 89.4 |
| Talha manual de corrente de 3 Ton, 6m | 14 582.00 | 53 807.58 | 48 807.58 | 90.7 |
| Talha manual de alavanca de 0.75 ton | 13 250.00 | 48 892.5 | 43 892.5 | 89.8 |
| Talha manual de alavanca de, 1 ton, 3m, | 3 525.63 | 13 009.57 | 8 009.57 | 61.6 |
| Talha manual de alavanca de 1.6 ton | 12 415.25 | 45 812.27 | 40 812.27 | 89.1 |
| Talha manual de alavanca de 3 ton | 19 235.28 | 70 978.18 | 65 978.18 | 93.0 |

5.2.1.1 Determinação do número de técnicos para a certificação das talhas

Com base nos pressupostos definidos na secção 4.2.1, pode – se determinar o tempo útil diário aplica - se a equação (4-3)

$$\text{Tempo útil diário} = 540 - (60 + 45) = 435 \text{ min}$$

E de acordo com a equação (4-4) a capacidade teórica diária da recertificação de talhas é:

$$N = \frac{435}{45} = 9.67$$

$$N \approx 9 \text{ talhas/dia}$$

Aplicando o coeficiente de eficiência ($\eta=0.8$), de acordo com a equação (4-5) considerando as perdas de tempo devido à sincronizações entre os técnicos, variações humanas, etc. a capacidade diária de recertificação que mais se ajusta à realidade é:

$$N_{real} = 9.67 * 0.8$$

$$N_{real} = 7.74 \approx 7 \text{ talhas/dia}$$

Este modelo, corresponde a um processo sequencial (cenário 1) que é executado por dois técnicos, designados por A e B que realizam todo o processo.

Cenário 2

Considere – se agora um cenário 2, no qual é alocado um terceiro técnico (C), permitindo a distribuição das tarefas entre três técnicos e a execução parcial das actividades em paralelo. Conforme indicado na Tabela 1, a etapa de teste de carga é a que apresenta maior duração média (25 minutos), superando as durações da inspeção pré-teste e da etapa de registo e recertificação, configurando – se o gargalo do processo.

Assim, no cenário 2, os técnicos A e B permanecem responsáveis pelo teste de carga, enquanto o técnico C executa as etapas de inspeção pré-teste e de registo/certificação em paralelo.

- Técnicos A e B → teste de carga
- Técnico C → inspeção pré-teste e registo/certificação

Tempo total disponível para o trabalho por jornada é calculado da seguinte forma:

- Jornada diária de trabalho: 9 horas = 540 minutos
- Análise da Segurança no Trabalho (JSA) e Autorização Para o Trabalho (ATW): 60 minutos
- Tempo destinado às refeições: 45 minutos
- O tempo útil diário é calculado pela equação (4-3):
Tempo útil diário = 540 – (60+45) = 435 minutos

Com base na duração média do teste de carga, o número teórico de talhas recertificadas por dia é calculada pela equação (4-4):

$$N = \frac{435}{25} = 17.4 \approx 17 \text{ talhas/dia}$$

Contudo, reconhecendo-se a existência de perdas operacionais inevitáveis, como sincronizações entre etapas, ajustes operacionais e pequenas interrupções, foi aplicado um coeficiente de eficiência operacional conservador ($\eta = 0,8$). Dessa forma, a capacidade diária estimada no cenário 2, pela equação (4-5) é:

$$N_{real} = 17.4 * 0.8 = 13.9 \approx 13 \text{ talhas/dia}$$

A comparação entre os dois cenários evidencia o impacto da organização dos recursos humanos na capacidade diária do processo. No cenário 1, a execução sequencial por dois técnicos resulta numa capacidade média estimada de cerca de 7 talhas por dia, privilegiando a eficiência de recursos. Já no cenário 2, a redistribuição das tarefas e a execução parcial em paralelo aumentam a capacidade diária para aproximadamente 13 talhas, representando um ganho operacional significativo, sem alterações às etapas técnicas do processo ou aos requisitos de segurança.

Importa salientar que, enquanto no cenário 1, o foco está na maximização da utilização dos recursos, no cenário 2 privilegia-se a eficiência do fluxo, ao reduzir o tempo de atravessamento das talhas no processo de recertificação.

A escolha entre os dois cenários deve, portanto, considerar o volume diário de talhas a recertificar. Para volumes iguais ou inferiores a 7 talhas por dia, o cenário 1 revela-se mais adequado, por satisfazer a necessidade com menor custo de recursos humanos. Para volumes superiores, o cenário 2 mostra-se preferível, ao aumentar a capacidade do processo e reduzir o tempo de atravessamento por meio da eficiência de fluxo.

5.2.2 Análise económica em relação à formação de técnicos para acondicionamento de talhas

Com o objectivo de avaliar a viabilidade económica da formação interna de técnicos para o acondicionamento de talhas manuais, procedeu-se a uma análise comparativa entre o investimento necessário para a capacitação de dois técnicos e as poupanças potenciais resultantes da recuperação de equipamentos que, de outra forma, seriam substituídos por novos.

I. Custos da formação dos técnicos

A pesquisa de mercado para a formação de técnicos de manutenção e acondicionamento de talhas permitiu identificar provedores acreditados na África do Sul. Este país foi seleccionado por não terem sido identificados, a nível nacional, centros que proovessem esta formação. Adicionalmente, as normas técnicas aplicáveis (SANS) são de origem

sul-africana, o que assegura coerência normativa com os referenciais adoptados no presente estudo. Acresce ainda o critério logístico, uma vez que, entre os países que possam prover esta formação, a África do Sul apresenta maior proximidade geográfica, implicando custos de deslocação relativamente mais reduzidos.

Os custos estimados para a formação de técnicos encontram-se resumidos na Tabela 10.

Tabela 10 - Custos da formação para técnicos de recondicionamento de talhas por técnico

| Item | Valor estimado (MZN) | Observações |
|---|-----------------------------|--|
| Curso técnico especializado em manutenção/recondicionamento de talhas | 145 000 | Cursos acreditados (<i>lifting equipment overhaul</i>) |
| Avaliação prática + certificação | 25 000.00 | Emitida pelo provedor |
| Passagem aérea Maputo – Johannesburgo | 32 000.00 | Valor médio corporativo |
| Alojamento (7 noites para dois técnicos) | 49 000.00 | ~7 000 MZN/noite (<i>business básico</i>) |
| Alimentação (<i>per diem</i>) | 14 000.00 | ~2 000/dia |
| Transporte local (<i>Uber/shuttle</i>) | 18 000.00 | Deslocações centro de formação |
| Seguro de viagem | 6 000.00 | Obrigatório para deslocação |
| Material técnico / manuais | 12 000.00 | <i>Kits</i> e documentos do curso |
| Custo total por técnico | 301 000.00 | |
| Custo total por dois técnicos | 602 000.00 | |

II. Pressupostos do estudo

- Número de técnicos a formar: 2
- O investimento inicial (I_o) correspondente ao custo total da formação

$$I_o = CU_{form} * N_{técnicos}$$

$$I_o = 301\ 000 * 2 = 602\ 000\text{MZN}$$

- Poupança média por talha recondicionada: $P_0 = 38\ 547.88$ MZN, obtida a partir da diferença média entre o custo de aquisição de talhas novas e o custo do ensaio de carga e recertificação Tabela 9.
- Número médio de talhas recondicionadas por mês: entre 4 e 12 de acordo com o histórico de avarias e perdas registadas.

III. Cálculo das poupanças mensais

A poupança mensal é determinada pela multiplicação do número médio de talhas recondicionadas pela poupança média unitária.

No cenário mais conservador, considerando a recuperação de 4 talhas por mês, obtém-se:

$$P_{mensal} = N_{talhas\ rec.} \times P_{média/talha}$$

$$P_{mensal} = 4 * 38547.88 = 154191.52MZN$$

IV. Período de retorno do investimento (*pay back*)

O período de retorno do investimento é calculado pela razão entre o custo total da formação e a poupança mensal.

Para o cenário de 4 talhas recondicionadas por mês:

$$Pay\ back\ (meses) = \frac{I_0}{P_{mensal}}$$

$$Pay\ back\ (meses) = \frac{602\ 000}{154191.52} = 3.9\ meses$$

Para uma melhor interpretação o *pay back* é expresso em anos:

$$Pay\ back\ (anos) = \frac{Pay\ back\ (meses)}{12}$$

$$Pay\ back\ (anos) = \frac{3.9}{12} \approx 0.33\ anos$$

V. Análise de cenários

Uma vez que o número médio mensal de talhas recondicionadas pode variar, foram considerados diferentes cenários, apresentados na Tabela 11.

Tabela 11- Cenários do tempo de recuperação em função do número médio das talhas recondicionadas

| Talhas recuperadas/mês | Poupança mensal (MZN) | Poupança anual (MZN) | Pay back (meses) | Pay back (anos) |
|------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| 4 | 154191.52 | 1850298.24 | 3.90 | 0.33 |
| 5 | 192739.40 | 2312872.80 | 3.12 | 0.26 |
| 6 | 231287.28 | 2775447.36 | 2.60 | 0.22 |
| 7 | 269835.16 | 3238021.92 | 2.23 | 0.19 |
| 8 | 308383.04 | 3700596.48 | 1.95 | 0.16 |
| 9 | 346930.92 | 4163171.04 | 1.74 | 0.14 |
| 10 | 385478.80 | 4625745.60 | 1.56 | 0.13 |
| 11 | 424026.68 | 5088320.16 | 1.42 | 0.12 |
| 12 | 462574.56 | 5550894.72 | 1.30 | 0.11 |
| 15 | 578218.20 | 6938618.40 | 1.04 | 0.09 |

Os resultados apresentados na Tabela 11 foram avaliados com base no método do período de recuperação do investimento (*pay back* simples). Apesar das limitações reconhecidas na literatura, este método foi adoptado por se tratar de uma ferramenta de fácil aplicação e interpretação. Considerando que o investimento analisado possui horizonte de retorno de curto prazo e natureza predominantemente operacional, o impacto do valor do dinheiro no tempo torna-se pouco significativo e também, a aplicação de métodos financeiros mais sofisticados como o *pay back* descontado exigiria projecções económicas detalhadas e taxas de actualização que não se encontram disponíveis com elevado grau de fiabilidade no contexto do presente estudo.

VI. Interpretação económica

Os resultados demonstram que, mesmo no cenário mais conservador considerado (4 talhas recondiçionadas por mês), o investimento na formação de dois técnicos é recuperado em aproximadamente 3.9 meses. Em cenários mais desfavoráveis de danificações, o período de retorno reduz-se para cerca de 1.04 meses, evidenciando uma elevada viabilidade económica da solução proposta.

Após o período de retorno, as poupanças geradas pela recuperação de talhas passam a representar ganhos económicos líquidos para a organização. Para além do benefício financeiro directo, a formação interna contribui para a redução da dependência de entidades externas, para a diminuição do tempo de resposta às avarias e para o aumento da disponibilidade operacional dos equipamentos de elevação, reforçando simultaneamente os níveis de segurança e conformidade técnica.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

A investigação realizada permitiu identificar que a gestão centralizada de dispositivos manuais e portáteis de elevação na Mozal trouxe melhorias significativas, mas ainda apresenta desafios operacionais e de segurança. A análise qualitativa e quantitativa revelou que grande parte dos danos nos equipamentos resulta de práticas inadequadas de utilização, atrasos na devolução e a falta de supervisão adequada no uso do equipamento de elevação manual portátil.

A inspecção dos equipamentos, a revisão das normas técnicas (ASME B30.16, ASME B30.21, SANS 1637 e SANS 1640) e a análise económica demonstraram que muitos dispositivos considerados inúteis poderiam ser recuperados de forma segura e económica através de reparação por técnicos certificados, evitando os custos elevados resultantes da substituição por dispositivos novos.

Foi também identificada a necessidade de implementação de um sistema de gestão informatizado, capaz de monitorizar os levantamentos e as devoluções dos equipamentos, responsabilizar supervisores e operadores, reduzir perdas e facilitar o controlo das inspecções periódicas. Este sistema contribuirá para a melhoria contínua da gestão dos dispositivos de elevação, aumentando a eficiência operacional e a segurança dos trabalhadores.

A formação adequada dos utilizadores, a supervisão rigorosa e a aplicação de boas práticas são factores determinantes para reduzir danos nos equipamentos e prevenir acidentes. A combinação de gestão centralizada, recondicionamento técnico e suporte de sistemas informatizados constitui a estratégia mais eficaz para garantir a segurança, eficiência e sustentabilidade das operações de elevação de cargas na Mozal.

A observação directa da formação de *rigging* básico, requisito mínimo para o uso destes equipamentos, evidenciou que o curso se limita essencialmente à componente teórica, não proporcionando aos formandos a prática real de manuseamento, inspecção, instalação ou tensionamento de equipamentos manuais de elevação. Esta lacuna formativa mostra-se altamente relevante, pois os operadores certificados nesta formação, são imediatamente

inseridos em operações reais, ainda que não complexas, sem terem experimentado previamente os cuidados operacionais e riscos associados ao uso destes dispositivos.

A integração de Indicadores-Chave de Desempenho (KPI) revela-se essencial para assegurar o acompanhamento rigoroso das soluções adoptadas. Indicadores como a disponibilidade operacional dos equipamentos, número de ocorrências por má utilização, taxa de atrasos na devolução de equipamentos permitem avaliar de forma contínua o desempenho do sistema e a eficácia das medidas correctivas e preventivas. Estes indicadores reforçam a capacidade da organização para detectar desvios, planear intervenções e alinhar as operações com os seus objectivos estratégicos.

Em síntese, conclui-se que os problemas identificados resultam de uma combinação de factores estruturais, procedimentais e formativos. A implementação de soluções tecnológicas, aliada ao reforço da capacitação prática dos utilizadores, constitui um caminho essencial para melhorar a gestão, reduzir perdas e promover um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

A recertificação de talhas manuais (de corrente e de alavanca) revelou-se económica e operacionalmente mais vantajosa do que a substituição por novas, permitindo reduções de custos entre 61.6% e 93%. A optimização do processo, nomeadamente através da paralelização parcial das actividades, contribui para o aumento da capacidade diária de recertificação e para a redução do tempo de atravessamento das talhas.

A análise comparativa dos dois cenários demonstrou que o modelo sequencial, baseado na eficiência de recursos, é adequado para volumes reduzidos de até 7 talhas por dia, por implicar menor custo operacional. Contudo, para volumes superiores, a presença de gargalos compromete o desempenho global, tornando o cenário de paralelização, orientado pela eficiência de fluxo, mais eficaz ao reduzir esperas e aumentar a capacidade diária de inspecção, sem comprometer a segurança ou a conformidade técnica.

A investigação confirmou que o acondicionamento e a recertificação de talhas, executados por técnicos qualificados e suportados por práticas normativas, garantem segurança operacional e elevado retorno económico.

6.2 Recomendações

As recomendações apresentadas neste trabalho constituem soluções propostas para o problema identificado.

6.2.1 Implementação de um Sistema de Gestão Informatizado

Criar e implementar um sistema informatizado para monitorar os levantamentos e devoluções de todos os dispositivos de elevação, com funcionalidades que permitam aos supervisores a criar reservas para a requisição, para o pedido de equipamento, transferência de responsabilidades, criar notificação de uma acção de devolução para o supervisor da planta (em que o equipamento será usado) ao se registar a saída do equipamento e que só será fechada quando o mesmo for devolvido assegurando o acompanhamento pelo supervisor, guardar os certificados em formato digital (pdf, imagem, etc), registar as inspecções periódicas e os relatórios, registar e identificar trabalhadores com certificação. O sistema de gestão informatizado deve permitir o armazenamento e controlo de cópias digitais dos certificados dos dispositivos e acessórios de elevação, garantindo rastreabilidade, integridade e fácil acesso à informação, de modo que, sempre que necessário, seja possível obter segundas vias oficiais junto das entidades certificadoras.

6.2.2 Supervisão e responsabilização

Garantir a supervisão sistemática das actividades de elevação de cargas, assegurando que as boas práticas operacionais sejam rigorosamente cumpridas, nomeadamente quanto à competência dos utilizadores, à correcta utilização dos dispositivos e à devolução dos equipamentos em condições adequadas após a sua utilização. Sempre que se verifique a necessidade de prolongamento do período de uso, esta situação deve ser formalmente comunicada ao armazém central.

Recomenda-se que o porto também disponha do sistema formal de controlo dos dispositivos de elevação, sob responsabilidade do supervisor da secção. Este deverá assegurar a realização de inventário periódico (no mínimo semanal), o registo formal de entradas e saídas, bem como a comunicação imediata de danos, extravios ou irregularidades ao armazém central.

Adicionalmente, deve garantir que os dispositivos sejam utilizados exclusivamente por pessoal competente e sob supervisão adequada durante as operações de elevação, reforçando a rastreabilidade, a responsabilização e a conservação dos equipamentos.

6.2.3 Formação de técnicos

Reforçar a formação em *rigging* básico através da introdução de módulos práticos obrigatórios, incluindo exercícios com cargas reais, demonstração de inspecção pré-uso, simulação de cenários de risco e avaliação prática de desempenho. Recomenda-se igualmente a actualização periódica (*refresher training*) com foco em práticas seguras e manuseamento correcto dos equipamentos.

Capacitar técnicos para a manutenção e recondicionamento dos dispositivos de elevação manual respeitando as normas técnicas aplicáveis.

6.2.4 Recondicionamento e recertificação das talhas

Recomenda-se a organização do processo de modo a assegurar a preparação eficiente das talhas para ensaio e certificação, mesmo mantendo a actividade de recertificação a cargo de uma entidade externa especializada.

Recomenda-se igualmente a monitoração e o registo sistemático das talhas recondicionadas e recertificadas, permitindo a análise do desempenho do processo, a identificação de gargalos e o suporte à tomada de decisão futura.

Sugere-se a implementação de um programa de recondicionamento e manutenção preventiva, garantindo que talhas e outros dispositivos danificados, desde que tecnicamente reparáveis, sejam realizados por técnicos competentes, com vista à redução de custos e ao prolongamento da vida útil do equipamento.

Por fim, recomenda-se a adopção do cenário 1, com dois inspectores, para volumes diários inferiores ou iguais a 7 talhas e do cenário 2, com inclusão de um terceiro inspector e paralelização das actividades, para volumes superiores, de forma a maximizar a eficiência de fluxo e a capacidade diária de recertificação.

6.2.5 Planeamento Integrado pelos equipas e supervisores nas plantas

Incluir nos planos de trabalho a instalação de andaimes, plataformas de elevação ou outros recursos e incluir o tempo quando necessários, garantindo que os equipamentos de elevação sejam instalados e removidos de forma segura e atempada, sem comprometer a produção.

6.2.6 Sensibilização para a cultura de segurança

Promover campanhas contínuas de consciencialização sobre os riscos associados ao uso incorrecto de equipamentos de elevação, estimulando uma cultura de segurança, prevenção e responsabilidade partilhada entre todos os trabalhadores. Isto pode ser feito através dos *toolbox meetings* (reuniões das equipas antes do início das actividades de elevação partilhando os planos ou procedimentos a se adoptarem perante a situação real e avaliações de riscos) assim como reuniões matinais diárias entre os membros todos das equipas que operam os equipamentos de elevação com os líderes das equipas.

6.2.7 Avaliação da eficiência das medidas implementadas

Implementar indicadores-chave de desempenho (KPI) para avaliação da eficácia do sistema, incluindo:

- Taxa de danos por mês;
- Número de perdas por mês;
- Tempo médio de devolução;
- Custo de reposições por ano;
- Número mensal de não conformidades relacionadas com *rigging*

6.3 Limitações da pesquisa

A presente investigação apresenta algumas limitações decorrentes do acesso restrito a determinados dados organizacionais, nomeadamente:

- Custos de aquisição: não foi possível obter informações detalhadas sobre os custos das compras de equipamento de elevação manual realizadas pelos diferentes departamentos antes da centralização da gestão destes equipamentos;
- Registo de perdas e descartes: não foi possível aceder à quantidade total de equipamentos descartados ou perdidos após a centralização da gestão, impossibilitando o cálculo exacto do valor financeiro associado a essas perdas.

Adicionalmente, não foi possível quantificar o número total de talhas passíveis de recondição, uma vez que o processo não pressupõe a aquisição sistemática de componentes novos. A estratégia adoptada baseia-se na reutilização de componentes em bom estado provenientes de talhas com características equivalentes, implicando a inutilização definitiva de alguns equipamentos para permitir a recuperação de outros. Esta variabilidade técnica condiciona a estimativa do volume total de talhas a recertificar.

O processo de recondiçionamento e recertificaçãõ das talhas deve ser entendido como um processo contínuo, accionado sempre que sejam identificadas não conformidades ou falhas nos equipamentos. Embora o presente trabalho proponha medidas destinadas a reduzir a probabilidade de danos e a prolongar a vida útil das talhas, a ocorrência de avarias não pode ser eliminada por completo, o que justifica a necessidade permanente de recondiçionamento, ensaio e recertificaçãõ ao longo do ciclo de vida dos equipamentos.

6.4 Sugestões para trabalhos futuros

- **Análise de viabilidade da certificaçãõ interna de ensaios de carga**

Investigar a possibilidade de credenciar funcionários internos para realizaçãõ de ensaios de carga, avaliando requisitos normativos, investimentos necessários e impacto na reduçãõ adicional de custos e prazos.

- **Estudo de optimizaçãõ logística do controlo no porto**

Avaliar modelos de responsabilizaçãõ, inventário periódico e controlo operacional para reduzir perdas e danos em áreas críticas como o porto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASME B30.9 - 2021: Slings

ASME B30.16 -2014: Lever Hoists Hafety Standard.

ASME B30.21-2022: Overhead Underhung and Stationary Hoists

Åhlström, Par, e Niklas Modig. 2015. *Isto é Lean*. 1ª edição. Rheologica Publsihing. Estocolmo. ISBN, PRINTED VERSION: 978-91-87791-02-4

Author desconhecido. (n.d.). *Introduction to health and safety at work*. Google Books.

Bordeaux-Rêgo, R., Goret Pereira Paulo, Ilda M. P. A. Spritzer, Luís Perez Zotes. 2013. *Viabilidade econômico-financeira de projetos*. 4ª edição. Editora FGV

Construction Safety Association of Ontario. 2000. *Hoist and safety manual*. 4th impressão, actualiado em Maio de 1997). Construction Safety Association of Ontario

Davis, F. D., e Adriana Granić. 2024. *The Technology Acceptance Model: 30 Years of TAM*. Springer International Publishing AG. ISBN 978-3-030-45273-5

Gil, António. 2017. *Como elaborar projectos de pesquisa*. 6ª edição. Brasil. São Paulo. Atlas.

GUNNEBO Industries. *Guia de elevação* 6ª edição

Health and Safety Executive. 1999. *Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations (LOLER) 1998: Open learning guidance*. HSE Books

Infrastructure Health & Safety Association. *Hoisting and rigging safety manual*.

ISO (International Organization for Standardization). 2015. *ISO 9001:2015 – Quality management systems – Requirements*. Geneva, Switzerland: ISO

OGP (International Association of Oil & Gas Producers). 2006. *Lifting & hoisting safety recommended practice* (Report No. 376)

ISO (International Organization for Standardization). 2018. *ISO 45001:2018 – Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use*. Geneva, Switzerland: ISO

ISO (International Organization for Standardization). 2013. *ISO/IEC 27001:2013 - Information security management systems – Requirements*. Geneva, Switzerland: ISO.

ISO (International Organization for Standardization). 2015. *ISO 9001:2015 – Quality management systems – Requirements*.

<https://www.emerald.com/dlo/article/doi/10.1108/dlo.2011.08125daa.013/85289/An-empirical-examination-of-benefits-from> consultado em 01.10.2025

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018 – Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use*. ISO. <https://www.iso.org/standard/63787.html> consultado em 01.10.2025

ISO (International Organization for Standardization & International Electrotechnical Commission). 2013. *ISO/IEC 27001:2013 – Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements*. ISO. <https://www.iso.org/standard/54534.html> Consultado em 01.10.2025

Klinke, Jerry.A. 2008. *Rigging Handbook*. 3ª edição. Stevensville,MI: ACRA Enterprises, Inc. ISBN: 978-1-8-8872402-8

Laudon, Kenneth. C., e Jane P. Laudon. 2020. *Management Information Systems: Managing the digital firm*. 16ª edição. Pearson.

Lira, Elisa Granha. 2022. *Estudo de Tempos E Movimentos - uma abordagem lean para aumentar a eficiência de processos físicos e digitais*. 1ª edição. S. Paulo, Brasil. Rona Editora. ISBN 978-65-00-53748-2

Marr, Bernard. 2015. *Key Performance Indicators for Dummies*. John Wiley & Sons, Ltd. United Kingdom. ISBN 978-1-118-91323-9

NCCCO. *Rigger Level I and Rigger Level II Certification Overview*. Consultado em 15 de Setembro de 2025, às 15:30

Kaplan, Robert S., e David Norton. 1996. *Translating Strategy Into Action. The Balanced Scorecard*. Harvard College. ISBN 0-87584-651-3

OSHA (Occupational Safety and Health Administration). 2015. *Training requirement in OSHA standard (OSHA 2254-09R)*. U.S. Department of Labor.

Parmenter, David. 2015. *Key performance indicators: Developing, implementing and using winning KPIs*. 2ª edição. John Wiley & Sons

Pressman, Roger. S., e Bruce R. Maxim. 2015. *Software Engineering: A practitioner's approach*. 8ª edição. McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-802212

SANS 1637:2008: Recondicionamento de talhas manuais de alavanca

SANS 1640:2021 Recondicionamento de talhas manuais de corrente

SOMMERVILLE, Ian. 2011. *Software Engineering*. 9ª edição. Addison-Wesley. ISBN-13: 978-0-13-703515-1

The Technology Acceptance Model -30 Years of TAM

WORKCOVER AUTHORITY OF NEW SOUTH WALES; VICTORIAN WORKCOVER AUTHORITY. (1997) *A Guide to Rigging*. 2ª ed. Editado por david West. Austrália: WorkCover Authority of NSW e Victorian WorkCover Authority