

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Curso de Engenharia Mecânica

IANÁRA BRAGA PIMENTEL PACHECO

**ESTUDO DE CASO NO COMISSONAMENTO DA MONTAGEM DOS
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DO SISTEMA DE AMARRAÇÃO DOS
NAVIOS NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA**

SÃO LUÍS/MA

2019

IANÁRA BRAGA PIMENTEL PACHECO

SUBSTITUIR ESSA FOLHA PELA
VERSÃO ENVIADA EM ANEXO COM
ESSA CONTRA-CAPA E A FICHA
CATALOGRÁFICA

**ESTUDO DE CASO NO COMISSONAMENTO DA MONTAGEM DOS
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DO SISTEMA DE AMARRAÇÃO DOS
NAVIOS NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada
ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade
Estadual do Maranhão como partes dos requisitos exigidos
para obtenção do título Bacharel em Engenharia
Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Flavio Nunes Pereira

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DEFENDIDO
PELO(A) ALUNO(A).....
....., E ORIENTADO PELO(A) PROF(A)
MSC.....

.....
ASSINATURA DO(A) ORIENTADOR(A)

SÃO LUÍS

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ESTUDO DE CASO NO COMISSIONAMENTO DA MONTAGEM DOS
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DO SISTEMA DE AMARRAÇÃO DOS
NAVIOS NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA**

Autor: Ianára Braga Pimentel Pacheco

Orientador: Prof. Me. Flavio Nunes Pereira

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Monografia:

Prof.
Instituição

Prof.
Instituição

Prof.
Instituição

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

São Luís/MA, 04 de dezembro de 2019

Agradecimentos

Agradeço aos meus familiares e amigos pelo apoio direto ou indireto durante a minha trajetória pessoal e acadêmica, em especial a minha mãe que me deu muito incentivo e ao meu estresse diário (que como o próprio nome já diz) me estressou tanto quanto me ajudou durante a elaboração desse trabalho, não é a toa que foi a pessoa que mais me ajudou durante esse período/ ano.

Ao Grupo de Prontidão Operacional da área de Projetos Porto da empresa Vale S.A, onde tive a oportunidade de estagiar durante dois anos e aprender muito, tenho muito orgulho de ter participado dessa equipe.

Ao meu professor orientador pelo suporte e incentivo durante essa jornada e aos demais professores e profissionais da instituição que me auxiliaram em momentos de dificuldade, não foram muitos, os quais sem nominar terão meus eternos agradecimentos.

A minha turma da faculdade, os quais tornaram esse período que passei na universidade melhor do que eu poderia imaginar e também a Equipe Carcará Rocket Design, da qual tenho orgulho de ter participado desde a fundação.

E a todas as outras pessoas que confiaram no meu potencial para concluir este trabalho.

"Em todos esses anos, nessa indústria vital, essa é a primeira vez que isso me acontece!"

Woody Woodpecker

RESUMO

A construção e montagem de obras ou equipamentos compreendem uma série de etapas que visam à entrega do projeto dentro do prazo, dentre elas uma pouco conhecida, porém de fundamental importância para a finalização dos projetos, o comissionamento. O processo de comissionamento compreende desde a etapa de planejamento da execução do projeto, implantação do projeto, onde são revistos os trabalhos de engenharia preliminares, lista de equipamentos, fluxograma, layouts, desenvolvimento do projeto básico e se estende até os testes de performance do equipamento. O processo de comissionamento envolve uma sequência lógica de atividades e testes, registros e certificações aplicados de forma integrada e dinâmica a uma instalação industrial, visando torná-la operacional dentro dos requisitos de segurança, desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações, no prazo previsto. A atracação de um navio é uma atividade de alta complexidade, pois exige uma série de equipamentos operacionais e programação rigorosa devido à amplitude da maré, pois atrasos na operação acarretam em multas. Para que o navio possa atracar com segurança é preciso certificar que os equipamentos estão em condições de operar e sem quaisquer falhas. Neste sentido o presente trabalho visa apresentar a aplicação prática do comissionamento na troca sistema de amarração do Terminal Marítimo da Ponta da Madeira, discutindo sobre as principais etapas que envolvem o processo, completação mecânica, pré-comissionamento, teste sem carga e teste com carga, além de mostrar as vantagens que essa etapa traz para o processo.

Palavras-chave: comissionamento, sistema de amarração, navio

ABSTRACT

The construction and assembly of work or equipments includes a series of process steps which aims to deliver the project within the time limit, amongst them one that's not very common, but has a fundamental importance to finalizes the projects, the commissioning. The commissioning process embrace from the project execution planning, project implementation where the preliminary engineering drafts, list of equipments, flow chart, layout, basic project development are reviewed and it goes until the performance test of the equipment. The commissioning process includes a logical sequence of activities and tests, register and certification applied in an integrated and dynamic way on an industrial facility, whose objective is to make it operational within the requirements of security, performance, and reliability and information traceability within the time limit. The ship mooring is a highly complex activity because it requires several operational equipments and a strict programming due the amplitude of sea-level because any delay in operation result in fines. In order to make possible for the ship be able to be moored safely it must be ensured that all the equipment are in operational condition and without any failures. This work aim to introduce the practical application of commissioning in the change ship mooring system on Terminal Marítimo da Ponta da Madeira expounding the main steps involved in the process, mechanical completion, pre-commissioning, load and no load test, besides evincing the benefits that this step brings to the process.

Key-word: commissioning, mooring system, ship

Lista de Ilustrações

Figura 3.1 - Modelo padrão da divisão de etapas do processo de comissionamento(Elaborada pela autora, 2019)	15
Figura 3.2 - Modelo de amarração do navio e os principais cabos de amarração(Adaptado de Vale, 2010)	23
Figura 3.3 - Cabeço de amarração de um navio(Adaptado de Igor Kadasov, 2018)	24
Figura 3.4 - Buzina de amarra(Adaptado de Maurílio Fonseca, 1954).	24
Figura 3.5 - Divisão dos <i>dolphins</i> de atracação e amarração de um navio(Elaborada pela autora, 2019)	25
Figura 3.6 - Visão geral do <i>dolphin</i> de atracação(Adaptado de Vale, 2019)	26
Figura 3.7 - Tipos de gancho de desengate rápido	27
Figura 3.8 - Cabos do guincho direcionados pelos fairleads(Adaptado de Ibercisa, 2019)	28
Figura 3.9 - Modelo de fairlead rotativo(Adaptado de Ekron, 2019)	28
Figura 4.1 - Os itens comissionáveis do gancho (Adaptado de Mampaey, 2019)	29
Figura 4.2 - Visão geral da unha do gancho (Adaptado de Mampaey, 2019)	30
Figura 4.3 - Visão geral do movimento de rotação do cabrestante (Adaptado de Mampaey, 2019)	30
Figura 4.4 - Visão geral do conjunto de acionamento do cabrestante (Adaptado de Mampaey, 2019)	31
Figura 4.5 - Representação dos componentes do freio (Adaptado de WEG, 2016)	32
Figura 4.6 - Processo de chumbação do equipamento (Elaborada pela autora, 2019)	33
Figura 4.7 - Modelo de célula de carga (Adaptado de Mampaey, 2019)	33
Figura 4.8 - Solenóide do gancho (Adaptado de Mampaey, 2019)	34
Figura 4.9 - Alarme sonoro do equipamento (Elaborada pela autora, 2019)	34
Figura 4.10 - Painel de Controle Local (Elaborada pela autora, 2019)	35
Figura 4.11 - Painel de I/O Remoto (Elaborada pela autora, 2019)	35
Figura 4.12 - Modelo protocolo de completção mecânica do gancho (Adaptado de Vale, 2019)	36
Figura 4.13 - Teste com carga do gancho (Elaborada pela autora, 2019)	36
Figura 4.14 - Os itens comissionáveis do guincho (Adaptado de Ibercisa, 2019)	37
Figura 4.15 - Desenho do freio de cinta (Adaptado de Ibercisa, 2019)	38
Figura 4.16 - Desenho da unidade hidráulica (Adaptado de Ibercisa, 2019)	39
Figura 4.17 - Realização dos testes de pré-comissionamento (Elaborada pela autora, 2019)	40
Figura 4.18 - Realização dos testes com carga do guincho (Elaborada pela autora, 2019)	40
Figura 5.1 - Protocolo de completção mecânica aplicado no guincho (Adaptado de Vale, 2019)	42
Figura 5.2 - Protocolo de pré-comissionamento aplicado no guincho (Adaptado de Vale, 2019)	43
Figura 5.3 - Protocolo de teste sem carga aplicado no guincho (Adaptado de Vale, 2019)	44
Figura 5.4 - Protocolo de teste com carga aplicado no guincho (Adaptado de Vale, 2019)	44
Figura 5.5 - Protocolo de completção mecânica aplicado no gancho (Adaptado de Vale, 2019)	45
Figura 5.6 - Protocolo de pré-comissionamento aplicado no gancho (Adaptado de Vale, 2019)	46
Figura 5.7 - Protocolo de teste com carga aplicado no gancho (Adaptado de Vale, 2019)	46

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 - Dados técnico do guincho(Adaptado de Ibercisa,2019)

41

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Terminal Marítimo de Ponta da Madeira	12
2. OBJETIVOS	13
3. REVISÃO TEÓRICA	14
3.1. Completação Mecânica	15
3.1.1. Pendências	16
3.2. Pré-comissionamento	19
3.2.1. Teste de comunicação e configuração do sistema de supervisão e controle	19
3.2.2. Malhas de controle	19
3.2.3. Intertravamento e alarmes	19
3.2.4. Motores Elétricos	20
3.2.5. Unidades hidráulicas ou lubrificação	20
3.2.6. Subestações elétricas	21
3.3. Teste sem carga	21
3.4. Teste com carga	22
3.5. Amarração de navio	22
3.6. <i>Dolphin</i>	25
3.6.1. <i>Dolphin</i> de amarração	25
3.6.2. <i>Dolphin</i> de atracação	26
3.7. Ganchos	27
3.8. Guinchos	27
3.9. Fairlead	28
4. METODOLOGIA	29
4.1. Aplicação do comissionamento no gancho	29
4.2. Aplicação do comissionamento no guincho	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
6. CONCLUSÃO	47
7. REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Segundo Glória Ney (2016), a construção e montagem de obras ou equipamentos compreendem uma série de etapas que visam à entrega do projeto dentro do prazo, dentre elas uma pouco conhecida, porém de fundamental importância para a finalização dos projetos, o comissionamento. O processo de comissionamento compreende desde a etapa de planejamento da execução do projeto, implantação do projeto, onde são revistos os trabalhos de engenharia preliminares, lista de equipamentos, fluxograma, layouts, desenvolvimento do projeto básico e se estende até os testes de performance do equipamento. O processo de comissionamento envolve uma sequência lógica de atividades e testes, registros e certificações aplicados de forma integrada e dinâmica a uma instalação industrial, visando torná-la operacional dentro dos requisitos de segurança, desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações, no prazo previsto.

As estruturas portuárias são consideradas pontos estratégicos mais importantes para a economia global. Desde a época dos mais antigos impérios, o transporte marítimo é considerado uma das formas mais importantes de comércio, pois possui uma grande capacidade de carga e baixo custo de frete. Visto que a atracação das embarcações depende das condições de amplitude da maré, o descarregamento deve ocorrer de maneira rápida e eficiente, para isso a estrutura portuária deve estar em plena condição de operação e segurança.

O comissionamento é um processo considerado recente na área de projetos, foi criado devido à necessidade de mitigar os erros que ocorrem durante a fase de construção e montagem do projeto, evitando a entrega da obra com quaisquer falhas. Comissionamento é um processo para atender aos requisitos de projeto do proprietário, documentar as fases do ciclo de vida do empreendimento, capacitar os profissionais de operação e manutenção, com o objetivo de evitar falhas, diminuir desperdícios e retrabalhos, melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade (ISHIDA; OLIVEIRA, 2014).

1.1 Terminal Marítimo da Ponta da Madeira

Atualmente o Terminal Marítimo da Ponta da Madeira, também conhecido como Porto Norte Vale é o maior porto do Brasil em termos de produtividade e volume de carga, possui uma média de embarque anual de duzentos milhões de toneladas de minério de ferro. Visando melhorar o tempo de embarque e desembarque de navio e minimizar quaisquer restrições quanto à amplitude de maré foi desenvolvido o projeto de substituição do sistema de amarração.

Para este trabalho foi comissionado a troca do sistema de amarração de oito *dolphins* do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, sendo quatro de amarração e quatro de atracação, visto que a os equipamentos substituídos foram iguais para todos os *dolphins*, esse trabalho irá destacar o comissionamento de um gancho e o comissionamento de um guincho.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o processo de comissionamento do projeto desenvolvido para efetuar a troca dos equipamentos eletromecânicos que compreendem o sistema de amarração no Terminal Marítimo da Ponta da Madeira.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever sobre o processo de comissionamento.
- Detalhar a etapa de Completação Mecânica.
- Retratar a etapa de Pré-Comissionamento.
- Mencionar a etapa de Teste sem Carga.
- Decorrer sobre a etapa de Teste com Carga.
- Estudar sobre os equipamentos utilizados no sistema de amarração de navios.
- Relatar a aplicação do comissionamento na substituição do sistema de amarração.
- Analisar e discutir os resultados.

3 REVISÃO TEÓRICA

O comissionamento é uma das fases mais complexas de um projeto que atua como interface entre a construção e a operação, nessa etapa ocorre as verificações e testes do equipamento de forma que o mesmo seja entregue sem quaisquer defeitos para a operação conforme foi planejado no projeto conceitual. Durante essa etapa é executado uma rotina de inspeção, pois é necessário verificar todas as atividades e disciplinas envolvidas no processo.

“[...] comissionamento é o processo de assegurar que os sistemas e componentes de uma instalação sejam projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do proprietário da instalação (cliente). O comissionamento pode ser aplicado tanto a novas instalações quanto a unidades e sistemas existentes em processo de expansão, modernização ou ajuste.” (BRITO ET. AL., 2010, p. 12)

De acordo Bendiksen e Young (2015), durante a fase de comissionamento que surgem erros de construção, e haverá custos elevados e tempo gasto para corrigir esses problemas. As melhorias verificadas durante a montagem são realizadas na fase de comissionamento, pois é nessa fase que são executadas as mudanças no projeto e correção de falhas, por isso é feito um planejamento do comissionamento no início do projeto, para possibilitar ajustes no decorrer do processo.

A elaboração do planejamento do comissionamento é de vital importância para o sucesso do projeto, pois o planejamento precisa ser consistente e exequível, esse planejamento engloba a verificação das atividades de completção mecânica e suas disciplinas, cronograma de execução do pré-comissionamento e dos testes e a lista de sistemas e subsistemas que serão aplicados ao projeto. Algumas destas atividades, em especial aquelas relacionadas a sistemas ou equipamentos com tecnologia específica ou de pouco domínio da equipe do projeto, podem ser realizadas por uma empresa especializada ou pelos próprios fornecedores.

O fim do processo de comissionamento e encerramento do projeto é marcado pela entrega do equipamento para a operação.

A divisão da execução do comissionamento pode variar de acordo com a empresa que irá aplicá-lo ou de acordo com o projeto, o modelo comumente utilizado é dividido em quatro etapas, conforme mostra a Figura 3.1: Completação mecânica, pré-comissionamento, teste sem carga e teste com carga, cada uma dessas etapas possui um pacote de protocolos que deve ser aplicado dentro da sua respectiva fase, essas etapas dependem estritamente umas das outras, pois o processo só avança de uma fase para outra caso a fase anterior tenha sido concluída.



Figura 3.1 – Modelo padrão da divisão de etapas do processo de comissionamento (Elaborada pela autora, 2019)

3.1 Completação mecânica

A primeira etapa é a completção mecânica. O início dessa fase ocorre no final da fase de montagem eletromecânica dos equipamentos, essa etapa é de extrema importância para verificar a montagem correta das instalações, conforme especificação, normas, documentos e desenhos do projeto. Desta forma é possível eliminar ou mitigar pendências geradas durante a construção, a partir da definição dos sistemas e subsistemas dividem-se os pacotes de completção em disciplinas, englobando os itens comissionáveis de cada subsistema, as disciplinas executadas nessa etapa mudam conforme o projeto.

Essa verificação é feita por inspeções visuais na área em qual se encontra o equipamento, essa verificação é realizada nos itens comissionáveis e esse processo é todo registrado por meio de protocolos de completção mecânica.

A completção mecânica é quando os itens comissionáveis estão prontos para serem testados ou energizados de acordo com Ferreira (2015).

O protocolo é um instrumento de controle das verificações em campo da montagem, com base na descrição dos itens é possível verificar todos os componentes do subsistema, os itens são classificados em conforme (OK) caso a montagem esteja de acordo com o projeto e sem nenhum defeito, não conforme (NÃO OK) caso a montagem esteja incorreta ou com algum erro e não aplicável (NA) caso o item descrito não se aplique ao equipamento verificado. Os itens não conformes são registrados no sistema como pendência, pois os mesmos precisam ser corrigidos.

Os itens de verificação dos protocolos são, em alguns casos, genéricos, existem componentes, modelos ou séries diferentes entre os fabricantes, podendo se aplicar a um modelo e não a outro. Porém, estes itens de verificação devem refletir de forma exata o status do componente ou item em teste.

Conjuntos de ações utilizadas para provar que procedimentos operacionais, processos, atividades ou sistemas produzem o resultado esperado. Exercícios de validação são normalmente conduzidos de acordo com protocolos previamente definidos e aprovados que descrevem testes e critérios de aceitação (WHO, 2011).

Os itens de verificação com status de “NÃO OK” deverão ser classificados como pendência de acordo com a criticidade da pendência que o representa.

3.1.1 Pendências

As pendências são os itens registrados como não conforme no protocolo dos objetos comissionáveis, durante a execução das atividades de comissionamento, certamente diversas

pendências serão identificadas. Essas pendências podem impedir a execução da atividade ou apenas representar um detalhe que não interfere na função, *performance* ou segurança do equipamento, porém representa uma não-conformidade.

Todas as pendências devem ser classificadas em alguma categoria. O objetivo da classificação é auxiliar as equipes do projeto na priorização de ações para as correções das pendências, permitindo ou não a transferência de custódia dos subsistemas e sistemas de comissionamento entre as equipes de construção, comissionamento e operação. As pendências devem ser classificadas para definir o grau de criticidade, isto é feito para planejar um plano para a correção e também para evitar que uma pendência sem gravidade impeça a realização de atividades posteriores (VAZ, 2010).

A classificação em categorias tem como objetivo definir o grau de criticidade da pendência, visando o planejamento para a correção, bem como evitar que uma pendência sem gravidade impeça os trabalhos de etapas posteriores. As pendências devem ser classificadas de acordo com as categorias abaixo:

- a) Pendência tipo “A”. Uma pendência é considerada como impeditiva A se sua existência apresentar risco a segurança das instalações, pessoas e meio ambiente, ou não puder ser corrigida em condições normais, de forma que seja necessário paralisar a obra para executar. Esse tipo de pendência exige um grau de urgência para sua correção, pois impede que o comissionamento avance para a próxima fase sem a devida correção ou homologação.
- b) Pendência tipo “B”: Ou não-impeditiva para a operação, quando as atividades de pré-comissionamento podem prosseguir mesmo com sua existência. Porém a mesma deve ser resolvida até o final do comissionamento.

Fatores relevantes para a classificação de pendências como tipo “B”:

- Identificação Provisória (Tag): O projeto exige que todo equipamento tenha uma placa de identificação, de fácil visualização e com os dados do equipamento. Em caso que o equipamento não apresente uma placa de identificação, é possível mitigar essa pendência com uma placa de identificação provisória.

- Documentos: Todo equipamento acompanha uma série de documentação e certificados do fornecedor para constar a eficiência do mesmo, tais como certificado de completção do lubrificante, certificado de qualidade do lubrificante, certificado de qualidade de solda, assim como as especificações e testes realizados pelo fabricante atestando que o equipamento está conforme solicitado pelo projeto. Em caso de pendências de documentos que não sejam necessários à comprovação para a execução dos testes das etapas de completção mecânica, pré-comissionamento, teste sem carga e com carga e comissionamento, ou caso o formato do documento apresentado esteja diferente do solicitado.
- Pintura: Caso o equipamento apresente alguma necessidade de retoque de pintura ou limpeza de área.

c) Tipo “MOP” (Melhoria Operacional) – Pendências que não criam risco operacional ou ao processo e não esteja no escopo do projeto, deveram ser tratadas como “Melhoria Operacional”. Por exemplo, uma plataforma de acesso para manutenção que só foi notado a necessidade após a conclusão da montagem do equipamento.

Uma vez que todos os protocolos de completção tenham sido aplicados, as pendências tipo “A” sanadas é emitido o Certificado de Completção Mecânica para o subsistema. A emissão desse certificado é o marco para a mudança de fase para a etapa de pré-comissionamento.

O foco deve ser para concluir a montagem e complementação mecânica por pacote de comissionamento, permitindo assim realizar as atividades de pré-comissionamento e comissionamento em tempo hábil, de modo a permitir a detecção de problemas e defeitos críticos apenas identificáveis nesta fase do empreendimento, com aporte de tempo suficiente para solução, eliminando, minimizando ou mitigando impactos no prazo final do empreendimento.” (VAZ, 2010, p. 20).

3.2 Pré-comissionamento

A fase de pré-comissionamento é configurada pela energização dos equipamentos. Nessa etapa é dado início aos testes funcionais e de comunicação para configuração dos itens comissionáveis. O objetivo desse pré-teste é verificar o funcionamento de todos os instrumentos e equipamentos assegurando que os itens comissionáveis do sistema estejam em condições de operação para os testes sem carga e com carga.

- Os principais testes realizados durante a fase de pré-comissionamento são:

3.2.1 Teste de comunicação e configuração do sistema de supervisão e controle

O teste de comunicação e configuração do sistema de controle consiste na verificação da conformidade dos endereços dos dispositivos analógicos ou digitais (cartões de entrada e saída das unidades remotas de controle) e a validação de sua lógica de funcionamento e interfaces.

3.2.2 Malhas de controle

Os testes das malhas de controle abrangem os elementos primários de medições e elementos finais de controle do sistema de supervisão e controle, além dos cabos, sistema de comunicação sem fio (wireless) e componentes de automação e instrumentação.

3.2.3 Intertravamentos e alarmes

Intertravamentos são compostos de dispositivos e recursos lógicos empregados para detectar condições limites, ou sequência imprópria de eventos e atuar nos equipamentos

relativos, ou impedir o prosseguimento de uma sequência inadequada de eventos, de forma a evitar uma condição insegura. Os testes de intertravamento e alarme são compostos geralmente pelo sistema de supervisão e controle ou quadro de comando de automação, sistema de alarme sonoro, luminoso ou outros recursos complementares, que recebe ou envia sinal e alimentação elétrica para atuação (alarme ou desarme) nos relés dos cubículos, quadros de distribuição e de entrada e de saída, conjunto de manobras, seccionadoras, disjuntores, inversor de frequência, e para os projetos que contemplarem, sistema de gerenciamento de energia.

3.2.4 Motores elétricos

O teste do motor elétrico é realizado em vazio, isto é: desacoplado. O teste contempla a funcionalidade do sistema de supervisão e controle, componentes das gavetas ou cubículos dos CCM's, inversor de frequência, além dos cabos, botoeiras, relés, componentes integrantes de automação, sensores de temperatura e vibração dos motores e sistema de gerenciamento de energia.

3.2.5 Unidades hidráulicas ou lubrificação

Os testes das unidades hidráulicas ou lubrificação englobam todos os testes de malhas de controle, intertravamentos e motores elétricos, acrescida dos componentes de mecânica, tubulação hidráulica da unidade, conforme o caso. As unidades hidráulicas são utilizadas para movimentação, acionamento ou lubrificação a óleo ou a graxa de componentes do equipamento.

3.2.6 Subestações elétricas

Os testes dos equipamentos de subestações elétricas envolvem a energização dos circuitos de controle dos painéis, configuração dos relés de proteção, simulação através da injeção de sinal para verificação da correta atuação das proteções, manobra dos diversos equipamentos/dispositivos em modo local e remoto, verificação do perfeito funcionamento da iluminação interna, da sinalização, dos instrumentos de medição e acessórios, dos intertravamentos elétricos e mecânicos, entre outros.

3.3 Teste sem carga

Testes realizados em sistema(s) de comissionamento envolvendo seus subsistemas integrados, equipamentos, instrumentos e componentes sem introduzir qualquer tipo de carga (minério, água, ar, etc.) com o objetivo de identificar problemas de fornecimento, montagem qualidade, ajuste etc. Esses testes só podem ser realizados quando a fase de pré-comissionamento estiver concluída, pois ela que determina se o equipamento está em condições de ser testado.

Esses testes são realizados em qualquer item comissionável ou malha sem aplicação de energia térmica, elétrica, pneumática ou hidráulica (a injeção de sinais para a execução de testes elétricos não caracteriza aplicação de energia).

Nesta fase deverão ser testadas novamente as malhas de controle (intertravamentos) e programas de controle, desta vez com a movimentação do equipamento. O objetivo desses testes é verificar atuadores, equipamento, instalações e possíveis defeitos, tais quais excesso de vibração, aumento de temperatura fora do padrão de projeto, ruídos anormais, vazamentos e etc.

3.4 Teste com carga

Nessa fase além de testar o equipamento em sua capacidade máxima, é avaliado o desempenho do equipamento, se ele atende os requisitos do projeto.

Esse conjunto de atividades de campo executadas sobre itens, malhas, subsistemas e sistemas tem como objetivo de levá-los da complementação mecânica até o estágio de operação plena.

O teste com carga engloba todos os testes e verificações realizados com emprego de energia, pressão, fluidos e ajustes com carga (minério, água, ar, etc.) nos sistemas de comissionamento, esses testes possibilitam uma simulação do equipamento.

3.5 Amarração do navio

Quando o navio se aproxima do píer é dado início ao processo de atracação. Essa é uma atividade crítica que depende de muitos requisitos para que seja realizada com sucesso, a troca do sistema de amarração visa minimizar as condições de restrições quanto à amplitude de maré, capacidade do navio, garantir maior segurança à operação e a interferências de ações externas que provocam a movimentação de navio no cais. Além disso, para auxiliar nessa atividade de alta complexidade, o navio possui seu próprio conjunto de cabos que são utilizados para amarrá-lo ao cais e para controlar a aproximação do navio ao *dolphin*, conta também com equipamentos instalados no convés do navio para amarrar os cabos proveniente do cais.

Existe uma série de regulamentos determinados pela Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP para administrar o porto do Terminal Marítimo da Ponta da Madeira, com o objetivo de estabelecer condições para o desempenho eficiente das atividades portuárias, melhorar a utilização de instalações e equipamentos portuários e zelar pela segurança patrimonial, pessoal e ambiental. O navio precisa atender todos esses requisitos para atracar no porto e iniciar o carregamento, sem ultrapassar o limite de 72 horas atracado.

Schellin e Östergaard (1993) discutem problemas relacionados com a amarração segura dos navios no porto, compreendendo forças ambientais aplicadas ao navio, os princípios gerais que determinam como as forças aplicadas são distribuídas para os cabos de amarração, e a aplicação destes princípios para estabelecer um bom arranjo de amarração.

O esquema dos cabos de amarração do navio e a quantidade de cabos variam de acordo com as condições de restrição do navio, todavia na Figura 3.2 mostra um dos modelos mais conhecidos de amarração do navio.



Figura 3.2 – Modelo de amarração do navio e os principais cabos de amarração (Adaptado de Vale, 2010)

1º Cabos de espingue: Devem ser alinhados paralelamente à linha longitudinal central do navio, a fim de aplicar a máxima contenção para evitar que o navio vague ao longo do cais. O alinhamento desses cabos é usado para manter essas amarras dentro do alcance do navio e evitando cruzamentos e atritos desnecessários sobre amarras de berços adjacentes.

2º Cabos de través: A contenção necessária para segurar o navio é o melhor obtido utilizando cabos de través. Estes devem ser alinhados perpendicularmente à linha longitudinal central do navio, a fim de aplicar a máxima contenção para evitar que o navio se mova para o longe do cais.

3º Cabos de lançante: Os lançantes de proa servem para evitar que a embarcação realize movimentação na longitudinal e se afaste do *dolphin*.

Além dos equipamentos dos *dolphins* onde são amarrados os cabos que saem do navio, existem algumas estruturas no próprio convés que servem como complemento para amarrar os cabos que estão fixados no cais, tais como o cabeço e as buzinas.

- **Cabeço:** Coluna de metal baixa que serve para a fixação dos cabos por meio de voltas, cabeços são usados para enfrenar ou controlar o movimento ao fixar um navio, por meio de aperto e desaperto das amarras que estejam fixados a eles. Eles são também utilizados para segurar um navio que tenha sido colocado na sua posição final atracado como mostrado na Figura 3.3.



Figura 3.3 - Cabeço de amarração de um navio (Adaptado de Igor Kadasov, 2018)

- **Buzina:** Aberturas no casco do navio com bordas curvadas que permitem a passagem dos cabos evitando que os mesmos se desgastem com o atrito da corda com a estrutura do navio, ver Figura 3.4.



Figura 3.4 – Buzina de amarra (Adaptado de Francisco Santos, 2017)

Para garantir uma distribuição uniforme das forças de retenção no navio, é preferível que o arranjo de amarras seja aproximadamente simétrico sobre ponto médio da embarcação e

tão distantes entre si quanto possível, sujeita a qualquer cabo (particularmente cabos de espringue) não "raspando" contra o lado do navio ou a borda do cais.

3.6 *Dolphin*

Estrutura portuária situada em local de maior profundidade, com dimensões capazes de receber embarcações. Tal estrutura é independente da linha do cais, que pode ser ou não dotada de plataforma de comprimento variável e, em geral, possui equipamentos e defensas (são elementos de borracha utilizados para amortecer o impacto entre um navio e o cais do porto).

Dolphins são estruturas marítimas ou portuárias discretas, que desempenham funções de amarração e atracação de embarcações. São bastante frequentes em terminais de minérios, mas também são encontrados em terminais diversos e estaleiros (Alfredini&Arasaki, 2009). Existem dois tipos de *dolphin*, os de atracação e os de amarração, conforme mostra a Figura 3.5.

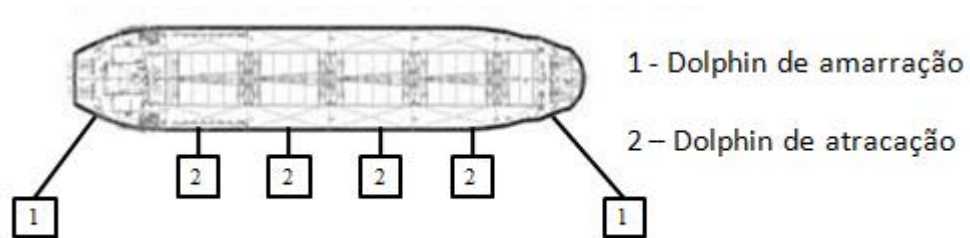


Figura 3.5 – Divisão dos *dolphins* de atracação e amarração de navio (Elaborada pela autora, 2019)

3.6.1 *Dolphins* de amarração

São aqueles que ficam nas extremidades do píer, recebendo a carga do próprio peso e as sobrecargas acidentais. Os esforços recebidos são aqueles provenientes dos cabos de

amarração de embarcações que estão fixadas nele. Os esforços de amarração são provenientes da ação dos ventos, ondas e correntes marítimas que agem nas embarcações. Esses esforços são muito voláteis e difíceis de prever, mas são de fundamental importância para dimensionar o *dolphin*.

3.6.2 *Dolphin* de atracação

Também conhecidos como *dolphins* avançados, recebem alguns esforços a mais do que os de amarração, o impacto proveniente da acostagem das embarcações. Visando minimizar o choque dessas embarcações com a estrutura, são construídas as defensas que ficam à frente do *dolphin*, como mostrado na Figura 3.6, e são geralmente elementos de borracha que tem como função absorver a energia cinética resultante do impacto. Esse esforço também é considerado variável de acordo com a capacidade da embarcação, manobra, velocidade e etc. Contudo tem-se um controle de todos os dados das características geométricas do navio, e a análise desses esforços é de fundamental importância para o seu dimensionamento.



Figura 3.6 – Visão geral do *dolphin* de atracação (Adaptado de Vale, 2019)

3.7 Ganchos

Os Ganchos são projetados para prender as amarras de um navio a fim de manter sua posição em relação às defensas do berço de atracação durante o embarque/desembarque de carga, de modo que as condições ótimas de amarração possam ser alcançadas.

Os ganchos são equipados com um cabrestante para trazer as amarras; controle remoto elétrico, para permitir que os operadores liberem os ganchos e um sistema de monitoramento de tensões nas amarras, para manter uma visão geral da tensão aplicada às unhas dos ganchos, os tipos de ganchos variam conforme a quantidade de unhas do equipamento, conforme indicado na Figura 3.7.

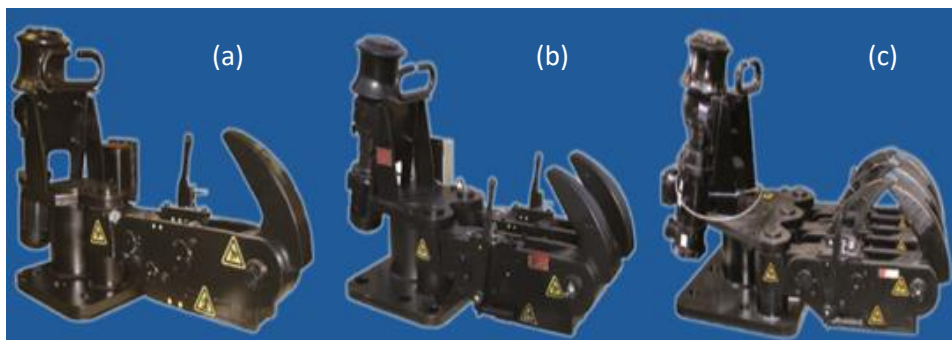


Figura 3.7 – Tipos de gancho de desengate rápido; (a) gancho simples; (b) gancho duplo; (c) gancho triplo (Adaptado de Mampaey, 2019)

3.8 Guincho

O Guincho de Terra é o equipamento que lança os cabos do cais para serem amarrados no navio. O equipamento é responsável por tensionar os cabos. Eles são classificados conforme seu acionamento. Guinchos hidráulicos são utilizados para aplicações que demandem confiabilidade na retenção da carga e alta velocidade de recolhimento de cabo, guinchos pneumáticos são mais adequados para áreas com atmosfera explosiva e os guinchos elétricos possuem um rápido acionamento e sistema compacto.

3.9 Fairlead

Equipamentos projetados para direcionar cabos ou amarras, desenvolvidos para uso em amarrações de balsas, convés naval, portos fixos e flutuantes, plataformas, e outras aplicações específicas. O *fairlead* direciona os cabos provindos do guincho e direciona para as estruturas de fixação dos cabos no convés, tais como o cabeço e as buzinas, conforme mostra a Figura 3.8. A direção dos cabos depende do plano de amarração do navio.



Figura 3.8 – Cabos do guincho direcionados pelos *fairleads* (Adaptado de Ibercisa, 2019)

O modelo mais comum é o rotativo (ver Figura 3.9), que tem sua construção robusta, composto por um conjunto de rolos que rotacionam facilitando o deslocamento dos cabos e evitando atritos que possam danificá-los e duas polias para operação com cabos de aço ou uma polia para operação com amarras.



Figura 3.9 – Modelo de fairlead rotativo (Adaptado de Ekron, 2019)

4 METODOLOGIA

Para este trabalho foi comissionado a troca do sistema de amarração dando ênfase aos itens comissionáveis de ganchos e guinchos, para isto foi elaborada uma breve apresentação das informações dos principais itens dos equipamentos apresentados nos protocolos.

4.1 Aplicação do comissionamento no gancho

Para este estudo de caso foi avaliado um conjunto de gancho quádruplo (com quatro unhas). No mesmo foram aplicados protocolos e testes de completção mecânica, pré-comissionamento e teste com carga. Após a fase de finalização da montagem do equipamento foi realizada uma inspeção visual nos itens comissionáveis, conforme indicado na Figura 4.1, e aplicados os protocolos de completção mecânica.

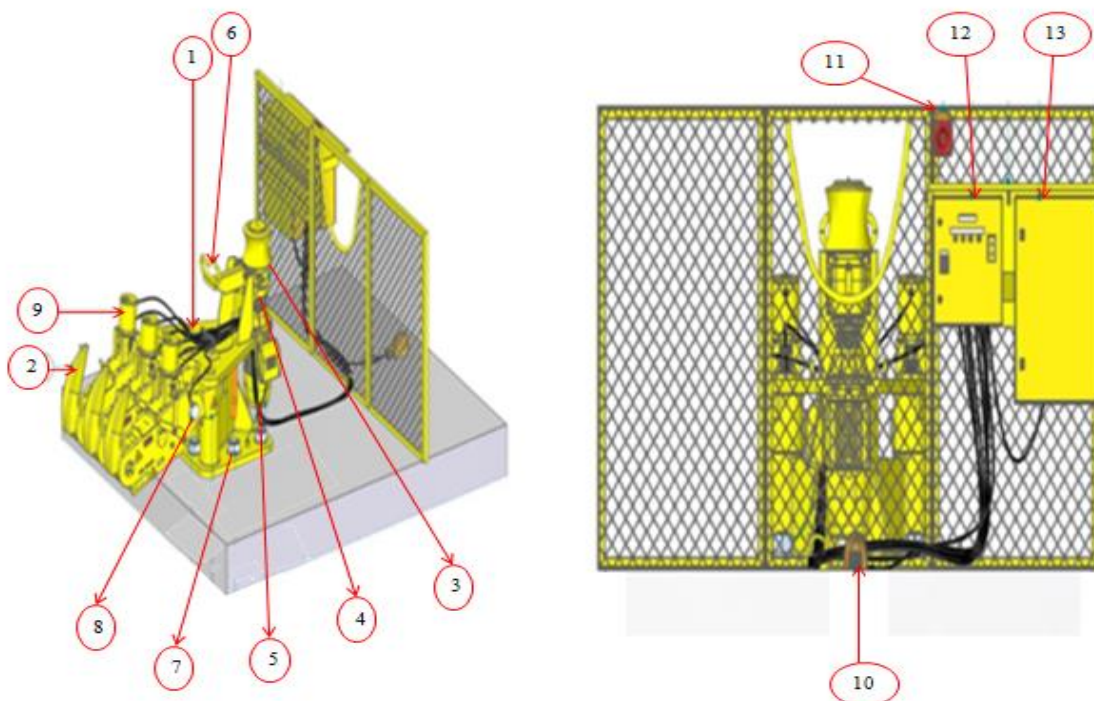


Figura 4.1 – Os itens comissionáveis do gancho (Adaptado de Mampaey, 2019)

Abaixo segue uma breve descrição dos itens comissionáveis conforme numeração da Figura 4.1:

1- Unidade de Amarração (UA): Trata-se da construção destinada a montar um ou mais ganchos e ser capaz de interagir com as forças aplicadas provenientes das amarras. Cada unidade dessas possui a capacidade de 150 toneladas.

2- Unha: É nesse ponto que o cabo proveniente do navio fica preso ao gancho, por isso é o ponto que sofre maior esforço de tensão no equipamento, principalmente quando o navio começa a tracionar esse cabo para se aproximar do *dolphin* de atracação (ver Figura 4.2).

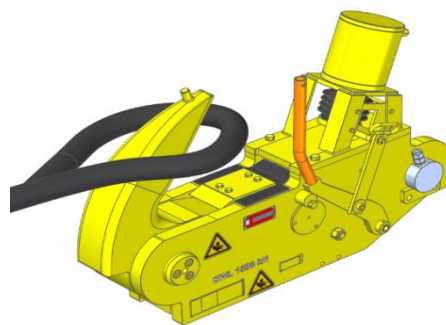


Figura 4.2 – Visão geral da unha do gancho (Adaptado de Mampaey, 2019)

3- Conexão Giratória: A conexão giratória ou cabrestante auxilia durante o recolhimento das amarras provenientes do navio. Um cabo mensageiro é conectado ao cabo de amarração através dos olhais, quando o cabestrante é acionado o cabo mensageiro vai enrolando ao redor, conforme mostra a Figura 4.3, até que a alça da amarra alcance o ponto de conexão com os ganchos da UA, o sistema de acionamento do cabestrante é um motoredutor que possui um duplo sentido de rotação e também conta com o auxílio de freios eletromagnéticos que mantêm o tambor estático quando o cabestrante não está operando.

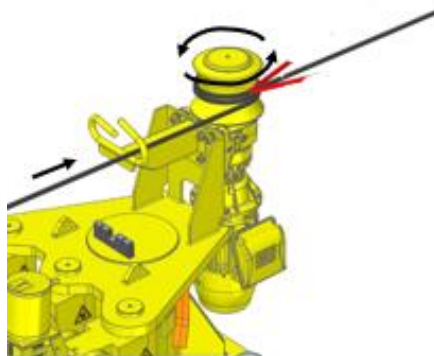


Figura 4.3 – Visão geral do movimento de rotação do cabrestante (Adaptado de Mampaey, 2019)

4- Redutor do Cabrestante: Esse dispositivo mecânico tem como função reduzir a velocidade de rotação do sistema de acionamento do equipamento por meio do aumento do torque no sistema de redução de engrenagens, o redutor fica localizado entre o motor e o cabrestante, como mostrado na Figura 4.4, e adéqua a velocidade de entrada de rotação do motor para a rotação de saída do cabrestante necessária. Nesse estudo de caso a velocidade adotada é 25 metros/minuto.

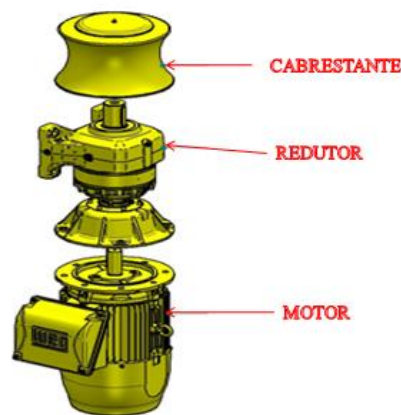


Figura 4.4 – Visão geral do conjunto de acionamento do cabrestante (Adaptado de Mampaey, 2019)

5- Motor do Cabrestante: Atualmente existem diversos modelos de motor elétrico, cuja principal função é converter a energia elétrica em energia mecânica. No caso do motor do cabrestante é dar partida no sistema de recolhimento das amarras. O mesmo é acionado quando a pedaleira é pressionada, visto que ele precisa garantir paradas e partidas rápidas e precisas, o sistema do W22 Motofreio (anexo A) age da seguinte forma: ao desligar o motor da rede, é interrompida também a corrente da bobina do freio, que deixa de atuar. Com isso, as molas de pressão empurram a armadura na direção do motor fazendo com que o disco de frenagem seja comprimido entre a armadura e a tampa traseira, freando o motor. Ver Figura 4.5.

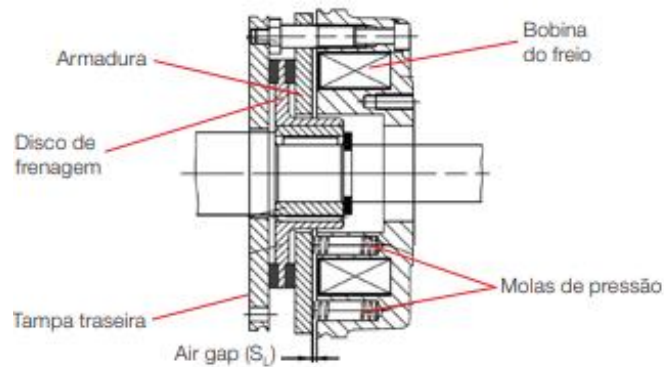


Figura 4.5 – Representação dos componentes do freio (Adaptado de WEG, 2016)

Em uma nova partida, o sistema simultaneamente liga o motor e energiza a bobina do freio. A armadura é atraída contra a carcaça da bobina do freio vencendo a pressão das molas e deixando o disco de frenagem livre, que se desloca axialmente, ficando afastado das superfícies de atrito. Assim, o disco é liberado cessando a ação de frenagem e deixando o motor partir livremente.

6- Guia de Cabo Mensageiro: O cabo mensageiro é um cabo que auxilia durante o recolhimento das amarras provenientes do navio. Quando a amarra do navio sai do convés e é lançada para um barco de apoio, uma ponta do cabo mensageiro é conectada as amarras do navio e a outra é enrolada no tambor do cabrestante, o cabo mensageiro é transpassado pelo guia de cabos para auxiliar durante o recolhimento dos cabos.

7- Chumbador: Responsável por realizar a fixação do equipamento na base (solo), no caso deste equipamento foi utilizado chumbador químico que realiza essa fixação, por meio da de uma da resina que adere ao material base. No solo é realizada uma furação, indicando a posição do equipamento pré-determinada pelo projeto, após isso o equipamento é posicionado sobre essa furação de forma que os furos de fixação do equipamento estejam na mesma posição e tamanho que os furos do solo, um vergalhão ou barra roscada é utilizado para preencher esse furo e para finalizar o processo, é colocado uma resina, essa resina consiste de uma componente base (viniléster, poliéster, epóxi, que ao ser corretamente misturado a um segundo componente (catalisador), inicia o processo de cura (endurecimento). Por um lado a resina adere ao material base e ao mesmo tempo, ao curar, forma um intertravamento com a barra roscada ou o vergalhão, através dos sulcos da rosca na barra ou das saliências no vergalhão, como mostrado na Figura 4.6.

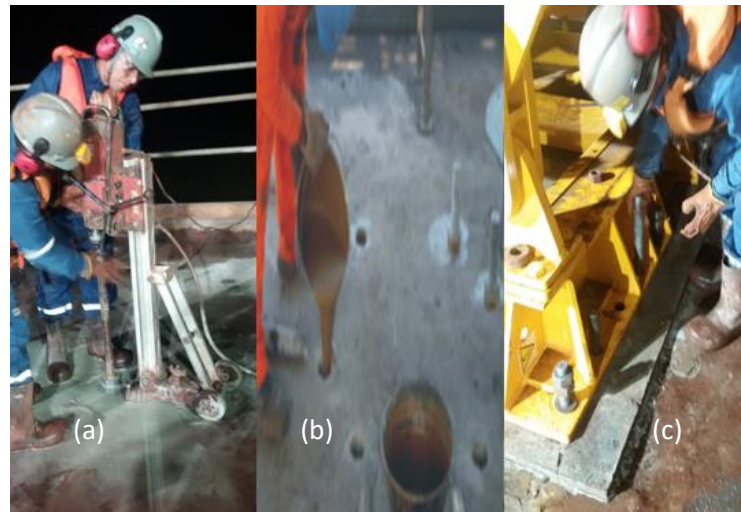


Figura 4.6 – Processo de chumbação do equipamento; (a) furação do solo; (b) preenchimento dos furos com resina; (c) fixação dos chumbadores no equipamento (Elaborada pela autora, 2019)

8- Célula de Carga: A célula de carga é um dispositivo que interpreta a força exercida pela tração do cabo atuante sobre cada gancho exercida por cada amarra do navio é medida e exibe os dados no painel elétrico. Esse dispositivo é indicado na Figura 4.7.

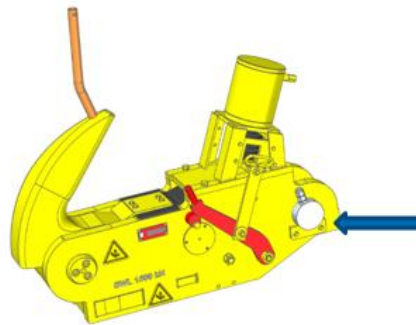


Figura 4.7 – Modelo de célula de carga (Adaptado de Mampaey, 2019)

9- Solenoide: Esse dispositivo é encarregado de atuar diretamente no mecanismo de desengate dos ganchos a fim de destravá-los liberando as amarras. Além do solenoide, o equipamento também possui um sensor indutivo de proximidade que detecta se o gancho está travado ou não. Essa informação é enviada ao Sistema de Controle e é indicada no painel de controle local do gancho, a Figura 4.8 indica a localização do dispositivo no equipamento.

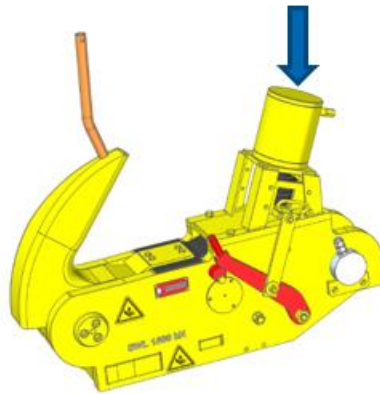


Figura 4.8 – Solenóide do gancho (Adaptado de Mampaey, 2019)

10- Pedaleira: O cabrestante é acionado manualmente pela pedaleira, de forma que as mãos do operador estejam livres para manusear o cabo mensageiro, ele realiza o giro nos dois sentidos (horário e anti-horário).

11- Alarme Sonoro: É um dispositivo de segurança que tem como função informar os eventos de alta tensão nas amarras, o fator de segurança desse equipamento é configurado pelo sistema de controle, ver Figura 4.9.



Figura 4.9 – Alarme sonoro do equipamento (Elaborada pela autora, 2019)

12- Painel de comando local: É um painel de força que visa facilitar a operação do equipamento. Fica localizado atrás do gancho conforme mostra Figura 4.10. Por meio deste é possível dar comandos locais de abertura e fechamento dos ganchos, sinalizar falhas no equipamento, energizar os motores de campo e emite os sinais de campo para a sala de controle.



Figura 4.10 – Painel de Controle Local (Elaborada pela autora, 2019)

13- Painel de controle: É o painel de entrada e saída dos sinais de controle dos equipamentos elétricos e sensores do equipamento, onde os cabos de energia ficam acondicionados, conforme mostra Figura 4.11.



Figura 4.11 – Painel de I/O Remoto (Elaborada pela autora, 2019)

Todo o processo foi registrado por meio de protocolos indicado na Figura 4.12, caso algum item conste como não conforme, será gerada uma pendência.

DADOS DA ATIVIDADE - (PCMM) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - MECÂNICA	
STATUS: C - CONFORME / NC - NÃO CONFORME / NA - NÃO APLICÁVEL	
DESCRIÇÃO DOS ITENS	STATUS
1. Verificar a preservação do equipamento (pintura, limpeza, ausência de danos).	
2. Placa de dados conforme projeto.	
3. Identificação do equipamento (TAG) conforme projeto.	
4. Instalação do equipamento em seus jazentes conforme projeto (localização)	
5. Instalação de sinalização de segurança	
6. Limpeza de área.	
7. Acessibilidade para manutenção.	
8. Lubrificação em todos os pontos de graxa.	
9. Verificar instalação de pinos e contra pinos.	
10. Verificar fixação da trava do gancho.	
11. Verificar torqueamento do equipamento (evidenciar com relatório de torque)	
12. Verificar alinhamento e nivelamento do equipamento (evidenciar com relatório topográfico)	
13. Verificar movimento nas articulações.	
14. Verificar instalação da célula de carga.	
15. Foi seguido a orientação e procedimento do fornecedor.	
16. Verificar se todos os pinos graxeiros foram instalados.	
17. A alavanca de acionamento de engate e desengate do gancho esta conforme projeto.	
18. Todas as ligações foram realizadas	
19. Painéis elétricos foram instalados conforme projeto	
20. Os eletrodutos estão fixados corretamente e sem avarias.	
21. Verificar os Ângulos verticais das unhas	
22. Verificar os Ângulos horizontais das unhas	
23. Verificar instalação e fixação da grade de proteção	
24. Verificar guia da corda	

Figura 4.12 – Modelo do protocolo de completação mecânica do gancho (Adaptado de Vale, 2019)

No gancho não se fez necessário realização do teste sem carga, contudo os testes com carga foram realizados durante um período de aproximadamente duas horas de atracação de navio, ver Figura 4.13, os resultados foram descritos no protocolo indicado na Figura 5.7, os resultados esperados são os parâmetros operacionais e condições ambientais, em atendimento as especificações do projeto.



Figura 4.13 – Teste com carga do gancho (Elaborada pela autora, 2019)

4.2 Aplicação do comissionamento no guincho

Neste trabalho foi analisado um guincho de terra de acionamento hidráulico, no mesmo foram aplicados protocolos e testes de completção mecânica, pré-comissionamento, teste em vazio e teste com carga, após a fase de finalização da montagem do equipamento foi realizada uma inspeção visual nos itens comissionáveis, conforme indicado na Figura 4.14, e aplicados os protocolos de completção mecânica.

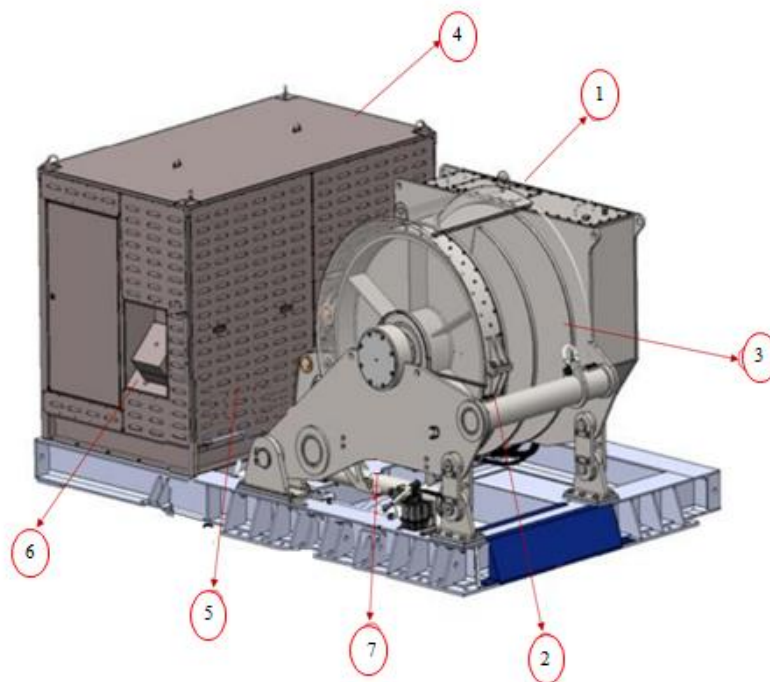


Figura 4.14 – Os itens comissionáveis do guincho (Adaptado de Ibercisa, 2019)

Abaixo segue uma breve descrição dos itens comissionáveis conforme numeração da Figura 4.14:

1- Motor de acionamento eletro-hidráulico do tambor com controle de velocidade variável e captação de linha de amarração, incluindo o redutor de velocidade, o motor aciona o tambor do guincho por unidades hidráulicas do bloco de força para enrolar o cabo durante a amarração.

2- Sistema de frenagem de cinta do tambor de enrolamento, no qual uma cinta é enrolada em torno de um tambor e conectada a um cilindro hidráulico responsável por abrir e fechar o freio e a cinta impede o tambor se movimenta quando acionada, a Figura 4.15 representa uma vista do desenho do freio, o freio é fixado entre o motor e o eixo de entrada.

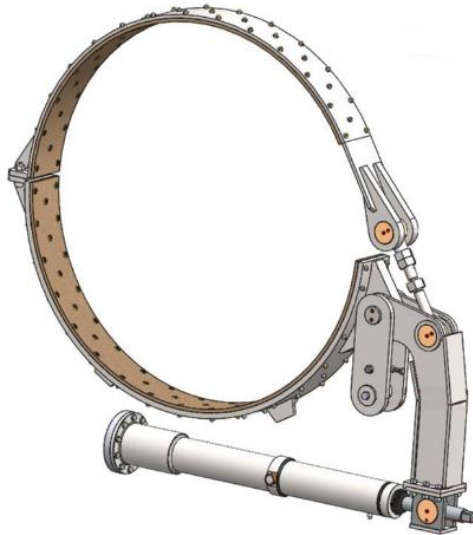


Figura 4.15 – Desenho do freio de cinta (Adaptado de Ibercisa, 2019)

3- Tambor de amarração dividido em uma seção de tensão do cabo e outra de armazenamento, o tambor consegue manter uma capacidade constante de retenção do freio e força de tensão.

4- Unidade hidráulica é responsável pelo acionamento de todo o sistema hidráulico do equipamento, composto por dois motores elétricos, o motor principal de 132 kW e um auxiliar de 4,5 kW, uma bomba hidráulica variável de pistão axial para o motor de 132 kW, uma bomba hidráulica auxiliar para o motor de 4,5 kW, um tanque de aproximadamente 700 L de capacidade, um resfriador de ar, um bloco de controle eletro-hidráulico, um conjunto de válvulas eletro-hidráulicas, manômetro, acoplamento conectando os motores e as bombas, um acumulador hidráulico e as linhas de interconexão de tubos rígidos que conectam toda a linha hidráulica. A Figura 4.16 representa uma vista explodida do desenho da unidade hidráulica.

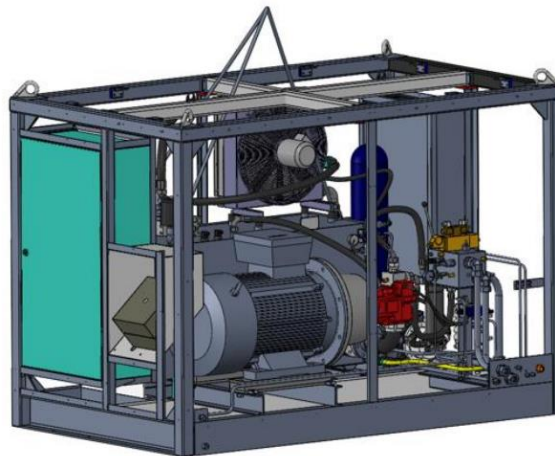


Figura 4.16 – Desenho da unidade hidráulica (Adaptado de Ibercisa, 2019)

5- Sistema de lubrificação centralizada que realiza a lubrificação de vários pontos do equipamento.

6- Painel de controle local com comando local de partida e parada das bombas, motores, sinalização de tensão dos cabos, sinalização de partida das bombas e sinalização em caso de falha de cada unidade da bomba em caso de erro de partida, sobrecorrente ou temperatura do motor, botão de parada de emergência, sinalização de nível baixo ou alarme de óleo de temperatura excessiva, comando de controle local para o controle remoto e comando de abertura e fechamento do freio.

7- Instrumentos de controle do equipamento são os controladores, botões, atuadores, alavancas e sensores, tais como válvula para acoplamento e desacoplamento do motor hidráulico, válvula de controle de abertura do cilindro de freio, válvula de controle de mudança de velocidade, manômetro de controle de pressão da unidade hidráulica, válvula para controle de frenagem e aceleração e células de carga para medir a tração do cabo.

Após a aplicação do protocolo de completção mecânica, foram realizados os testes de pré-comissionamento. Na Figura 4.17 é realizada a medição da tensão de entrada do motor do cabrestante e a corrente da fase.



Figura 4.17 – Realização dos testes de pré-comissionamento (Elaborada pela autora, 2019)

Na Figura 4.18 é efetuado o teste com carga do equipamento, no qual o cabo de amarração do guincho é fixado em uma célula de carga e um *fairlead* para que seja possível tracionar o cabo.



Figura 4.18 – Realização dos testes com carga do guincho (Elaborada pela autora, 2019)

Esse teste é realizado para verificar o comportamento da máquina durante seu esforço máximo e os parâmetros operacionais especificados pelo fornecedor, a Tabela 4.1 demonstra esses parâmetros.

Tabela 4.1 – Dados técnico do guincho (Adaptado de Ibercisa,2019)

Parâmetro avaliado	Valor de projeto
Peso Vazio	16500 kg
Diâmetro do Tambor(D)	559 mm
Diâmetro do cabo(d)	54 mm
Diâmetro do Flange do Tambor	1600 mm
Distância do Flange do Tambor	400 mm
Razão D/d	10,4
Razão de engrenagem	5,61
Potência requerida do motor	115 kW
Capacidade do cabo	152 m
Carga de ruptura do cabo	180 t
Peso Operacional	17717 kg
Vazão da bomba	300 l/min.
Pressão máxima	240 bar
Eficiência mecânica	0,92
Peso do cabo	217 kg

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 5.1, mostra o resultado da aplicação do protocolo de completção mecânica no guincho.

DADOS DA ATIVIDADE - (PCMM) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - MECÂNICA	
STATUS: C - CONFORME / NC - NÃO CONFORME / NA - NÃO APLICÁVEL	
DESCRIÇÃO DOS ITENS	STATUS
1. Preservação geral do equipamento (pintura, limpeza, proteções anticorrosivas, ausência de danos).	C
2. Limpeza da área.	C
3. Placa de dados conforme projeto.	C
4. Identificação do equipamento (TAG) conforme projeto.	C
5. Marcação de limite de carga.	C
6. Instalação do equipamento montado conforme projeto (localização, fixação, nivelamento). Listar relatório topográfico de alinhamento e nivelamento.	C
7. Batentes/travas mecânicas instaladas.(removidas)	C
8. Ensaio não destrutivo realizado e aceito conforme especificado.(Apresentar relatório de fábrica).	C
9. Proteções de máquina instaladas conforme projeto.	C
10. Proteção de segurança do tambor	C
11. Os parafusos do equipamento foram torquados conforme o projeto. Listar nr do relatório nas evidências.9Relatório de torque).	C
12. Sem obstruções ao movimento do tambor.	C
13. Mancais/ tambor estão de acordo com o especificado no projeto.	C
14. O equipamento está devidamente lubrificado conforme as especificações do fabricante.	C
15. Suportes, proteções, acessórios e instrumentos do equipamento instalados conforme o projeto.	C
16. Certificado do Cabo HPME. Listar Nº das evidencias	C
17. Freios em perfeito estado, regulado.	C
18. Desenho do Circuito Hidráulico junto ao sistema.	NC
19. Verificar condição de instalação do motor hidráulico.	C
20. Verificar tubulações, conexões e válvulas hidráulicas conforme projeto	C
21. Posição instalada permite remoção dos equipamentos.	C
22. Verificar instalação da célula de carga.	C
23. Sinalizações visuais de segurança dos cabos tensionados.	C
24. Foi seguido a orientação e procedimentos do fornecedor?	C
25. Verificar se o cabo está enrolado conforme projeto.	C
26. Verificar instalação do painel e botoeiras conforme projeto.	NC
27. Verificar fixação da lona de freio	C
28. Verificar se os pinos graxeiros foram instalados	C
29. Verificar fixação do cilindro hidráulico	C
30. Verificar posicionamento dos pinos e travas	C
31. Verificar o nível de óleo da UH	C
32. Verificar o nível de óleo do redutor	C
PAINEL DO GUINCHO	
DESCRIÇÃO DOS ITENS	STATUS
46. Painel local instalado conforme projeto?	C
47. Preservação geral do painel (pintura, limpeza, proteções anticorrosivas , ausência de danos?	C
48. Aterramento do equipamento realizado conforme projeto.	C
49. Cabos elétricos devidamente conectados, identificados, fixados (nos dois extremos, "de" e "para").	C
50. Rotas de cabos, caminhos mecânicos (bandejas, eletrodutos, canaletas etc) e prensa-cabos, conforme projeto?	C
51. Painel local- portas e tampas – abertura e fechamento, trincos estão em perfeito funcionamento?	C
52. Painel local- instrumentos, botoeiras, sinalização luminosas montadas conforme projeto e em perfeito estado?	C
53. Painel local - fiação e componentes internos -arrumação, identificação, espaçamentos e conexões conforme projeto?	C
53. Certificado de teste da medição da resistência de isolamento dos cabos elétricos.	C
INSTRUMENTOS (CHECAR TODOS OS INSTRUMENTOS DO EQUIPAMENTO COM DETALHE TÍPICO DE MONTAGEM E P&IDS). AS PENDÊNCIAS DEVEM SER ANOTADAS POR TAG DE CADA INSTRUMENTO.	
DESCRIÇÃO DOS ITENS DA UNIDADE HIDRÁULICA	STATUS
55. Identificação (TAG) dos instrumentos conforme projeto.	C
56. Instalação dos instrumentos conforme projeto (tipo, localização, fixação, firmeza, nivelamento, suporte, tipo de operação NA ou NF.	C
57. Preservação dos instrumentos (pintura, limpeza, ausência de danos, proteções anticorrosivas).	C
58. Verificar acessibilidade para manutenção.	C
59. Rotas de cabos e caminhos mecânicos (bandejas, eletrodutos, canaletas, flexíveis) instalados e fixados conforme detalhe típico de projeto.	C
60. Cabos elétricos devidamente conectados conforme operação (normal aberto - NA e normal fechado - NF.	C
61. Cabos elétricos organizados e arrumados.	C
62. A entrada de cabos está vedada (com prensa cabos, bucha de acabamento, etc).	C
63. O shield do cabo de sinal está isolado onde aplicável?	NA
64. Para Instrumentos em tensão VDC (corrente contínua), verificar se a polaridade dos cabos está correta.	NA
65. Cabos dos instrumentos identificados (TAG) conforme projeto.	C
66. Teste de continuidade dos cabos.	C
67. Instrumentos estão aterrados, se aplicável.	C
68. Certificados de calibração dos instrumentos (encoder, anemômetro, célula de carga, etc.)	C
69. Relatório de parametrização dos instrumentos conforme projeto (encoder, anemômetro, célula de carga, etc.).	C

Figura 5.1 – Protocolo de completção mecânica aplicado no guincho
(Adaptado de Vale, 2019)

Desse protocolo os itens 1, 2, 18, 25 estavam não conformes, ou seja, foram geradas quatro pendências, sendo todas elas do tipo “B”, no item 1 falta retoque de pintura, no item 2 falta realizar limpeza da área, o item 18 falta documentação de desenho dos circuitos pendente e no item 25 o cabo de amarração não estava enrolado no tambor.

Na Figura 5.2, mostra o resultado da aplicação do protocolo de pré-comissionamento no guincho, o equipamento não apresentou quaisquer não conformidades e todos os dados avaliados estavam dentro do parâmetro de projeto.

DADOS DA ATIVIDADE - (PPC) PROTOCOLOS DE PRÉ-COMISSONAMENTO			
STATUS: C - CONFORME / NC - NÃO CONFORME / NA - NÃO APLICÁVEL			
DESCRIÇÃO DOS ITENS	STATUS		
1. Faseamento e conexões dos cabos de alimentação dos motores elétricos conforme projeto.	C		
2. Partida e parada pela botoeira.	C		
3. Parada de emergência e sinalização ligado/desligado no painel HPU (Local).	C		
4. Válvulas solenóides operando conforme projeto.	C		
5. Foi realizado o teste de sobrecarga no sistema (até a abertura da válvula de alívio) com sucesso?	NA		
6. Unidade hidráulica e tubulações sem vazamento de óleo.	C		
7. Sinalizações luminosas do Painel HPU estão conforme acionamentos dos equipamentos?	C		
8. Bombeamento para os pontos de descarga conforme projeto (vazão e pressão de descarga).	C		
9. Realizado teste de falta de energia, e os equipamentos pararam de forma segura.	C		
10. Não ocorreu transbordo do tanque mesmo em condições de falta de energia.	C		
11. Nível do óleo variando dentro do esperado pelo projeto em situações de partida/parada normais?	C		
12. Verificar abertura e fechamento da sapata de freio.	C		
13. Verificar abertura do freio pela bomba manual.	C		
14. Vibrações do equipamento dentro da normalidade?	C		
MEDIÇÃO DE PRESSÃO EM OPERAÇÃO NOMINAL			
DESCRIÇÃO DOS ITENS	Projeto	Medido	APROVADO (SIM / NÃO)
15. Bomba principal operando	Vel. Baixa (200 a 250 bar) / Vel. Alta (90 a 120 bar)	VB: 240 bar VA: 180 bar	SIM
16. Bomba auxiliar operando	80 a 100 bar	100 bar	SIM
MEDIÇÃO DE TEMPERATURAS			
DESCRIÇÃO DOS ITENS	Projeto	Medido	APROVADO (SIM / NÃO)
17. Trocador de calor / resfriador	20° a 65°C	37,5°C	SIM
18. Recalque da bomba	20° a 65°C	43°C	SIM
19. Retorno para o reservatório	20° a 65°C	37°C	SIM
BOMBA PRINCIPAL			
DESCRIÇÃO DOS ITENS	Projeto	Medido	APROVADO (SIM / NÃO)
20. Corrente Elétrica (A)	217 A	172 A	SIM
21. Temperatura (°C)	-20°C a +40°C	41,5°C	SIM
22. Tensão (V)	480V	483V	SIM
BOMBA AUXILIAR			
DESCRIÇÃO DOS ITENS	Projeto	Medido	APROVADO (SIM / NÃO)
23. Corrente Elétrica (A)	8,15 A	7 A	SIM
24. Temperatura (°C)	-20°C a +40°C	37°C	SIM
25. Tensão (V)	480V	483V	SIM
PAINEL HPU			
DESCRIÇÃO DOS ITENS	Projeto	Medido	APROVADO (SIM / NÃO)
26. Tensão na entrada Fase A / B	480V	483V	SIM
27. Tensão na entrada Fase B / C	480V	483V	SIM
28. Tensão na entrada Fase A / C	480V	483V	SIM
29. Corrente na entrada Fase A	215A	112 A	SIM
30. Corrente na entrada Fase B	215A	116 A	SIM
31. Corrente na entrada Fase C	215A	97 A	SIM

Figura 5.2 – Protocolo de pré-comissionamento aplicado no guincho (Adaptado de Vale, 2019)

Na Figura 5.3, mostra o resultado da aplicação do protocolo teste sem carga no guincho. Não foram geradas não conformidades.

DADOS DA ATIVIDADE - (PCOS) PROTOCOLOS DE COMISSONAMENTO SEM CARGA					
STATUS: C - CONFORME / NC - NÃO CONFORME / NA - NÃO APLICÁVEL					
ITENS DE VERIFICAÇÃO				STATUS	
1. Proteções de máquina instaladas conforme projeto?				C	
2. Lubrificação em todos os pontos de graxa?				C	
3. Nível de óleo da Unidade Hidráulica. Caso Necessário complementar com óleo conforme projeto.				C	
4. O freio está aberto?				NA	
5. Os dispositivos de parada de emergência estão funcionando corretamente?				C	
6. O cabo de DYNEEMA está enrolado corretamente?				C	
7. Os ruídos e vibrações estão dentro da normalidade?				C	
8. Vazamentos no sistema hidráulico?				C	
VERIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS OPERACIONAIS (SOMENTE VELOCIDADE ALTA)					
MEDIÇÃO DE TEMPERATURAS		Projeto	Liberar	Tracionar	APROVADO (SIM/NÃO)
9. Temperatura da motobomba Principal		20° a 65°C	41°C	41°C	Sim
10. Temperatura da Motobomba de Auxiliar		20° a 65°C	37°C	37°C	Sim
11. Temperatura do Motor Hidráulico		20° a 65°C	41,5°C	41,5°C	Sim
12. Temperatura do óleo		20° a 65°C	44,0°C	44,0°C	Sim
MEDIÇÃO DE PRESSÃO		Projeto	Liberar	APROVADO (SIM / NÃO)	
13. Pressão na Motobomba principal		VA: 100 a 180 / VB: 230 a 250 bar	VA: 180 / VB: 240	Sim	
14. Pressão na Motobomba auxiliar		80 a 100 bar	100 bar	Sim	
MEDIÇÕES NO SUPERVISÓRIO			Valor Supervisório	APROVADO (SIM / NÃO)	
15. A pressão da motobomba Principal			40	Sim	
16. A temperatura dos enrolamentos R / S / T da Motobomba Principal			60 / 59 / 59°C	Sim	

Figura 5.3 – Protocolo de teste sem carga aplicado no guincho (Adaptado de Vale, 2019)

Na Figura 5.4, mostra o resultado da aplicação do protocolo teste com carga no guincho. Não foram geradas pendências, pois os dados avaliados estavam dentro do parâmetro de projeto.

DADOS DA ATIVIDADE - (PCOC) PROTOCOLOS DE COMISSONAMENTO COM CARGA				
STATUS: C - CONFORME / NC - NÃO CONFORME / NA - NÃO APLICÁVEL				
DESCRIÇÃO DOS ITENS				STATUS
1. Proteções de máquina instaladas conforme projeto?				C
2. Lubrificação em todos os pontos de graxa?				C
3. Verificar se o cabo de DYNEEMA está enrolando corretamente?				C
4. Verificar se os ruídos e vibrações estão dentro da normalidade?				C
5. Vazamentos no sistema hidráulico?				C
6. Os dispositivos de parada de emergência estão funcionando corretamente?				C
7. Verificar aperto dos parafusos após teste.				C
RESULTADO				
DESCRIÇÃO DOS ITENS		Projeto	Medido	APROVADO (SIM / NÃO)
8. Temperatura do óleo		20 a 65°C	45,60	Sim
9. Pressão no circuito da bomba principal		100 a 180 bar	180 bar	Sim
10. CÉLULA DE CARGA		0 a 100 TON	12 TON	Sim

Figura 5.4 – Protocolo de teste com carga aplicado no guincho (Adaptado de Vale, 2019)

Na figura 5.5, mostra o resultado da aplicação do protocolo completção mecânica do gancho, os itens 1 e 7 estavam não conformes, ou seja, foram geradas duas pendências. No item 1 falta retoque de pintura, uma pendência do tipo “B” e no item 7 o equipamento não apresentava condições de acessibilidade para manutenção segura, uma pendência registrada como “MOP”.

DADOS DA ATIVIDADE - (PCMM) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - MECÂNICA	
STATUS: C - CONFORME / NC - NÃO CONFORME / NA - NÃO APLICÁVEL	
DESCRIÇÃO DOS ITENS	STATUS
1. Verificar a preservação do equipamento (pintura, limpeza, ausência de danos).	NC
2. Placa de dados conforme projeto.	C
3. Identificação do equipamento (TAG) conforme projeto.	C
4. Instalação do equipamento em seus jazentes conforme projeto (localização)	C
5. A sinalização de segurança dos painéis do gancho estão conforme projeto?	C
6. Limpeza de área.	C
7. Acessibilidade para manutenção.	NC
8. Lubrificação em todos os pontos de graxa.	C
9. Verificar instalação de pinos e contra pinos.	C
10. Verificar fixação da trava do gancho.	C
11. Verificar torqueamento do equipamento (evidenciar com relatório de torque)	C
12. Verificar alinhamento e nivelamento do equipamento (evidenciar com relatório topográfico)	C
13. Verificar movimento nas articulações.	C
14. Verificar instalação da célula de carga.	C
15. Foi seguido a orientação e procedimento do fornecedor.	C
16. Verificar se todos os pinos graxeiros foram instalados.	C
17. A alavanca de acionamento de engate e desengate do gancho esta conforme projeto.	C
18. O Giroflex foi instalado corretamente? (Sim)	C
19. A marcação de capacidade de carga foi instalada?	C
20. Os eletrodutos e leitos estão fixados corretamente e sem avarias?	C
21. Verificar os Ângulos verticais das unhas.	C
22. Verificar os Ângulos Horizontais das unhas?	C
23. Verificar instalação e fixação da grade de proteção	C
24. Verificar guia da corda	C
CABRESTANTE:	
DESCRIÇÃO DE ITENS	STATUS
25. Verificar fixação do tambor enrolador da corda.	C
26. Verificar fixação do motoredutor.	C
27. Verificar instalação da pedaleira.	C
28. Verificar instalação de painel e botoeiras conforme projeto.	C
29. Verificação do nível de óleo do motoredutor.	NA
30. Verificar vazamentos no motoredutor	C
31. Todas as ligações foram realizadas.	C
32. Verificar distância entre cabestrante e proteção.	C
33. Verificar se os painéis estão do lado conforme projeto.	C
34. As células de carga estão protegidas contra impacto?	C
35. Verificar o sistema de segurança ante desarme acidental.	C
PAINÉIS DO GANCHO	
DESCRIÇÃO DOS ITENS	STATUS
37. Preservação geral do painel (pintura, limpeza, proteções anticorrosivas, ausência de danos?)	C
38. Aterramento do equipamento realizado conforme projeto?	C
39. Cabos elétricos devidamente conectados, identificados, fixados conforme projeto?	C
40. Rotas de cabos, caminhos mecânicos (bandejas, eletrodutos, canaletas etc.) e prensa cabos conforme projeto?	C
41. Painel local - portas e tampas - abertura , fechamento e trincos estão em perfeito funcionamento?	C
42. Painel local - instrumentos , botoeiras, sinalização luminosas montadas conforme projeto e em perfeito estado?	C
43. Painel local - fiação e componentes internos - arrumação, identificação, escapamentos e conexões conforme projeto??	C
44. Certificado de teste da medição da resistência de isolamento dos cabos elétricos.	C

Figura 5.4 – Protocolo de completção mecânica aplicado no gancho (Adaptado de Vale, 2019)

Na Figura 5.6, mostra o resultado da aplicação do protocolo pré-comissionamento do gancho. Os parâmetros avaliados nesse protocolo estavam todos conforme descritos no projeto conceitual.

DADOS DA ATIVIDADE - (PPC) PROTOCOLOS DE PRÉ-COMISSONAMENTO			
STATUS: C - CONFORME / NC - NÃO CONFORME / NA - NÃO APLICÁVEL			
ITENS DE VERIFICAÇÃO	STATUS		
1. Preservação geral do equipamento (pintura, limpeza, proteções anticorrosivas, ausência de danos).	C		
2. Lubrificação em todos os pontos de graxa? Existem vazamentos nas tubulações etc?	C		
3. Todas as unhas sendo liberadas em modo manual?	C		
4. Todas as unhas sendo liberadas em modo remoto (CCA)?	C		
5. Todas as unhas sendo travadas em modo manual?	C		
6. Cabrestante funcionando corretamente em modo local para direita (velocidade 25m/min)?	C		
7. Cabrestante funcionando corretamente em modo local para esquerda (velocidade 25m/min)?	C		
8. Ruídos e vibrações do Motor do Cabrestante dentro da normalidade?	C		
9. Células de carga calibradas? Registrar relatório de fábrica com nº VALE	C		
10. Temperatura do Motor do Cabrestante dentro do limite 20° a 65° ?	43°C	C	
VERIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS			
DESCRIÇÃO DOS ITENS	Projeto	Medido	APROVADO (SIM / NÃO)
11. Tensão de entrada do motor do Cabrestante (V) L1 e L2 / L2 e L3 / L1 e L3	440V / 440V / 440V	485V / 485V / 486V	Sim
12. Corrente de Fase (A) L1 / L2 / L3	16,5 A / 16,5 A / 16,5A	8,3A / 8,6A / 9,1A	Sim

Figura 5.6 – Protocolo de pré-comissionamento aplicado no gancho (Adaptado de Vale, 2019)

Na Figura 5.7, mostra o resultado da aplicação do protocolo teste com carga no gancho. Os parâmetros avaliados estavam dentro do parâmetro de projeto.

DADOS DA ATIVIDADE - (PCOC) PROTOCOLOS DE COMISSONAMENTO COM CARGA				
STATUS: C - CONFORME / NC - NÃO CONFORME / NA - NÃO APLICÁVEL				
DESCRIÇÃO DOS ITENS	STATUS			
1. Lubrificação em todos os pontos de graxa?	C			
2. Todas as unhas sendo liberadas em modo local?	C			
3. Todas as unhas sendo liberadas em modo remoto via CCA?	C			
4. Tambor enrolador da corda girando em ambos os sentidos direita e esquerda?	C			
5. Ruídos e vibrações do Motor do Cabrestante dentro da normalidade?	C			
6. Temperatura dentro do limite 20° a 65°?	C			
REGISTROS DE VALORES NAS CÉLULAS DE CARGA NAS UNHAS				
ITEM	UNHAS USADAS (SIM / NÃO)	VALOR LOCAL	VALOR SUPERVISÓRIO	CONFORME (SIM/NÃO)
7. UNHA 01 A	Sim	5	5	Sim
8. UNHA 02 B	Sim	10	9	Sim
9. UNHA 03 C	Sim	10	10	Sim
10. UNHA 04 D	Não	—	—	—

Figura 5.7 – Protocolo de teste com carga aplicado no gancho (Adaptado de Vale, 2019)

6 CONCLUSÃO

Este trabalho fez uma análise do processo de comissionamento aplicado durante a troca do sistema de amarração no Terminal Marítimo da Ponta da Madeira, com o foco nos guinchos e ganchos. A operação bem sucedida dos equipamentos após o término do comissionamento significa que o projeto foi concluído e produziu os resultados esperados.

O projeto da troca do sistema de amarração no Terminal Marítimo da Ponta da Madeira visa aumentar a capacidade operacional e eliminar as restrições nas operações, de forma que o mesmo possa operar em navios de grande porte sem restrição quando a amplitude de maré. A substituição dos equipamentos visa também melhorar a segurança operacional visto que os novos equipamentos possuem uma capacidade maior e em caso de rompimento dos cabos, os mesmos não chicoteiam.

Toda a metodologia de aplicação de protocolos e testes dos equipamentos foi seguida conforme normas e referências do fornecedor, assim como os parâmetros de teste como temperatura e tensão.

Buscou-se também mostrar a importância do comissionamento para a implantação de novos projetos, para a verificação da funcionalidade dos equipamentos instalados, em busca de resultados conforme especificado no projeto e prevenindo possíveis defeitos futuros que possam gerar aumento de custo ou demasiado tempo gasto em manutenção.

REFERÊNCIAS

ALFREDINI, P., ARASAKI, E. 2009. **Obras e gestão de portos e costas – A técnica aliada ao enfoque logística e ambiental**. 2. ed. Blucher. São Paulo. 776p.

BENDIKSEN, T.; YOUNG, G. **Commissioning of Offshore Oil and Gas Projects: The Manager's Handbook**. Estados Unidos: AuthorHouse, 2005. 214 p.

BRITO, A. S.; RIBEIRO, H.; MATOS, L. M. **Comissionamento em Sistemas de Tubulações de Utilidades: Aplicação do Comissionamento a um Sistema de Resfriamento**. 2010. 195 f. Monografia apresentada como pré-requisito para a conclusão do Curso de Construção e Montagem de Tubulações Industriais – Ênfase em Petróleo e Gás, Instituto SENAI de Educação Superior. Rio de Janeiro, 2010.

COMIN, Cristiano. **Estruturas portuárias – Distribuição de esforços na infraestrutura devidos à amarração e atracação de embarcações**. 2015. Dissertação(Pós-Graduação) – Engenharia Civil na Área de Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

Ekron. **Manual do equipamento Conjunto Base de Gancho**. EK-9001-C-1400. 30 Agosto 2019.

Ibercisa. **Manual de instruções e manutenção**. IB-MI-C0006-R0. 12 Novembro 2018.

Ibercisa. **Desenhos de vistas explodidas**. IB-M03-C0006-R1. 15 Março 2019.

ISHIDA, C. S. F.; OLIVEIRA, L. H. **Inter-relação entre os conceitos de comissionamento, qualidade, desempenho, sustentabilidade e coordenação de projeto e sua aplicação em sistemas prediais**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XV, 2014, Maceió. **Anais**. Porto Alegre: Entac, 2014. p. 2730- 2739.

Mampaey. **Manual de instalação, operação e manutenção das unidades de amarração**. DF-MA-3260KP-M-500002-G00001. 10 Janeiro 2019.

NEY, Gloria M. A. **Processo integrado de comissionamento em unidades industriais – estudo de caso para gaseificador**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado Profissional em Montagem Industrial, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Schellin, T. E.; Østergaard, C. **The Vessel in Port: Mooring Problems**. Marine Structures 8 (1995) 451-479. Elsevier Science Limited. ISSN 0951-8339/95.

VALE. **Avanço Físico do Comissionamento**. PR-G-305. 27 Maio 2009.

VALE. **Categoria de Pendências e Critérios de Classificação**. GU-C-002. 30 Junho 2009

VALE. **Comissionamento e Testes**. GU-C-006. 27 Maio 2009.

VALE. **Completação Mecânica**. PR-C-003. 27 Maio 2009.

VALE. **Planejamento do Comissionamento**. PR-C-002. 26 Maio 2009.


VALE. **Processo de Comissionamento**. PR-G-009. 27 Novembro 2007.

VAZ, M. A. M. **Melhores Práticas de Comissionamento**. Salto, SP: Editora Schoba, 2010

WEG. **Catálogo do W22 Motofreio**. 09 Novembro 2016

WHO Technical Report Series, No. 937, 2006 – Annex 4 – **Supplementary guidelines on good manufacturing practices: validation**.

ANEXO A – MOTOR W22 MOTORFREIO

	DATA SHEET		Nr.: 165599/2015	
			Date: 02-SEP-2015	
Three Phase Induction Motor - Squirrel Cage				
Customer : WEG BENELUX S.A.				
Product code :				
Product line : Special Motor				
Frame	: 160M	Enclosure	: IPW66 (TENV)	
Output	: 9.2 kW (12.5 HP-cv)	Mounting	: V3	
Frequency	: 60 Hz	Rotation	: Both	
Poles	: 4	Approx. weight*	: 158 kg	
Rated speed	: 1775 rpm	Moment of inertia	: 0.1328 kgm ²	
Slip	: 1.39 %			
Rated voltage	: 440V	Load	Power factor	Efficiency (%)
Rated current	: 16.5 A	100%	0.81	90.5
L. R. Amperes	: 145 A	75%	0.74	90.5
LRC	: 8.8	50%	0.64	90.0
No load current	: 8.00 A			
Rated torque	: 49.5 Nm	Bearing	Quantity (lubricant)	
Locked rotor torque	: 270 %	Drive end	6309-ZZ-C3	----
Breakdown torque	: 340 %	Non drive end	6209-ZZ-C3	----
Design	: N	Lubrication interval: ----		
Insulation class	: F	Grease - MOBIL POLYREX EM		
Temperature rise	: 80 K			
Locked rotor time	: 12 s (hot)			
Service factor	: 1.00			
Duty cycle	: S2, 30 min			
Ambient temperature	: -20°C to +40 °C			
Altitude	: 1000 m.a.s.l			
Notes:				
Maximum output of 9,2 kW (12,5 HP-cv) for duty cycle S2, 30 minutes, 1000 m.a.s.l and 40 °C of ambient temperature.				
By WEG Netherlands (23-Dec-2015):				
> Noise level: 64 dB(A)				
> brake INTORQ BFK458-18 (diameter boring 35 mm, tolerantieklasse H7, rectifier BEG-261-460)				
This revision replaces and cancel the previous one, which must be eliminated. The figures given herewith are regarded as guaranteed values and applied to sinusoidal power supplied motors, within permissible tolerances under ABNT-NBR 17094-1. Noise level with tolerance of +3 dB(A). (*) Weight value can be changed without previous notification.				
Performed by yasmim	Checked Ikuhlmann	Revision Nr.: 2	Date: 16-SEP-2015	Approved