



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ROBERTO MARTINS

**O COMISSIONAMENTO COMO UMA FERRAMENTA DE QUALIDADE PARA
ENTREGA DE OBRAS FERROVIÁRIAS: Um estudo de caso na obra de duplicação da
superestrutura ferroviária em São Luís - MA**

São Luís - MA
2021

ROBERTO MARTINS

**O COMISSONAMENTO COMO UMA FERRAMENTA DE QUALIDADE PARA
ENTREGA DE OBRAS FERROVIÁRIAS: Um estudo de caso na obra de duplicação da
superestrutura ferroviária em São Luís - MA**

Monografia apresentada a Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Esp. Rogério José Belfort Freire

São Luís - MA
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Martins, Roberto

O comissionamento como uma ferramenta de qualidade para entrega de obras ferroviárias: um estudo de caso na obra de duplicação da superestrutura ferroviária em São Luís - MA / Roberto Martins. __ São Luís, 2021.

102 f.

Orientador: Rogério José Belfort Freire.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2021.

1. Comissionamento. 2. Planejamento. 3. Obras ferroviárias.
4. Ferrovia Carajás. I. Título.

CDU 624:625.1

ROBERTO MARTINS

**O COMISSIONAMENTO COMO UMA FERRAMENTA DE QUALIDADE PARA
ENTREGA DE OBRAS FERROVIÁRIAS: Um estudo de caso na obra de duplicação da
superestrutura ferroviária em São Luís - MA**

Monografia apresentada a Coordenação do Curso
de Engenharia Civil do Centro Universitário
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como
requisito para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil

Orientador: Esp. Rogério José Belfort Freire

Aprovada em: ____ / ____ / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Rogério José Belfort Freire (Orientador)
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

Prof. Esp. Rafael Carvalhedeo Lima
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

Prof. Me. Thiago Coelho Ferreira
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

A Deus, que se mostrou criador, que foi criativo.
Seu fôlego de vida em mim me foi sustento e me
deu coragem para questionar realidades e propor
sempre um novo mundo de possibilidades.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que foi o grande mentor para que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como acadêmico, mas por todos os momentos ele sempre me guiou para o caminho da verdade.

Aos meus pais, irmãos e família pelo amor, incentivo e apoio incondicional. E por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Meus agradecimentos a todo o corpo docente da UNDB, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

Ao meu orientador Prof. Esp. Rogério José Belfort Freire, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

A minha mãe, Sonia Maria Martins.

A minha esposa, Maria de Fatima Fontenele Martins.

Aos meus filhos, João Lucas Fontenele Martins e José Roberto Fontenele Martins.

A Igreja Batista Bereana.

A Forship Engenharia que contribuiu significativamente como uma das minhas motivações para a realização desse projeto.

E ao meu pai que mesmo não lhe conhecendo, agradeço a Deus pela oportunidade de ser seu filho.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo”.

(Winston Churchill)

RESUMO

A ferrovia Carajás aqui em estudo, tem a extensão de 892 km e fica localizada entre os municípios de São Luís – MA a Carajás – PA. O comissionamento é uma ferramenta de qualidade de grande importância e contribui para evitar falhas no futuro da operação, é capaz de diminuir custos e garantir que sejam atendidos requisitos de qualidade e segurança adequados para a operacionalização. No mundo, diversos projetos industriais são implementados e chegam a totalizar quantias significativas de dinheiro. Erros durante a fase de construção e montagem são comuns e acarretam perdas monetárias significativas e deficiências na operação da planta industrial. Infelizmente, passou-se a observar na sociedade uma ideia de que o mercado da construção tende a entregar obras não finalizadas, e, em alguns casos “abandonar uma obra e não entregá-la”. Devido a essa realidade, as intervenções tendem a iniciar-se de forma tardia, e, sem contemplar as etapas necessárias, sendo a principal o planejamento, contudo, destaca-se também a integração entre fases, sendo elas: construção, montagem e preparação, sendo necessário a sinergia entre as etapas. O comissionamento surge como uma etapa anterior a operacionalização do início da planta. O presente estudo tem como finalidade demonstrar o processamento do comissionamento em um trecho da estrada de Ferro Carajás, dada a sua importância para a economia global. Tendo por base estudos de autores conceituados no assunto, sendo utilizado artigos científicos, dissertação, teses e estudos técnicos, os quais serviram de base para a descrição das etapas inerentes ao processo, bem como as vantagens em solucionar pendências decorrentes das atividades.

Palavras-chave: Comissionamento; Obras ferroviárias; Planejamento.

ABSTRACT

The Carajás railway under study here has a length of 892 km and is located between the municipalities of São Luís – MA and Carajás – PA. Commissioning is a very important quality tool and helps to prevent failures in the future of the operation, it is capable of reducing costs and ensuring that adequate quality and safety requirements are met for the operation. Worldwide, several industrial projects are implemented and come to total significant amounts of money. Errors during the construction and assembly phase are common and lead to significant monetary losses and deficiencies in the operation of the industrial plant. Unfortunately, society began to see an idea that the construction market tends to deliver unfinished works, and in some cases “abandon a work and not deliver it”. Due to this reality, interventions tend to start late, and without contemplating the necessary steps, the main one being planning, however, the integration between phases is also highlighted, namely: construction, assembly and preparation, synergy between the steps is necessary. Commissioning comes as a step prior to the start-up of the plant. This study aims to demonstrate the commissioning process in a stretch of the Carajás Railroad, given its importance to the global economy. Based on studies by renowned authors on the subject, using scientific articles, dissertations, theses and technical studies, which served as the basis for the description of the steps inherent in the process, as well as the advantages of solving disputes arising from the activities.

Key words: Commissioning; Railway works; Planning.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMV	Aparelho de Mudança de Via
AAMV	Assentamento do Aparelho de Mudança de Via
ART	Anotações de Responsabilidade Técnica
ASHARE	American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers
BCA	Building Commissioning Association
CAD	Computer Aided Design
CAPEX	Capital Expenditure
CCO	Centro de Controle Operacional
CCP	Centro de Controle de Pátios
CMD	Central de Materiais Descartados
EFC	Estrada de Ferro Carajás
ECBCS	Energy Conservation for Building and Community Systems Programme
FEL	Front End Loading
FEED	Front End Engineering Design
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos
IEA	International Energy Agency
IEC	International Electrotechincal Commission
ISO	International Organization for Standartization
KM	Kilômetro
LD	Lista de Documentos
LDL	Liderança de Devolução da Linha
MA	Maranhão
NR	Norma Regulamentadora
OPEX	Operating Expenditures
PA	Pará
PEP	Plano Executivo do Projeto
PFE	Procedimento Forship Engenharia
PMBOK	Project Management of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PRO	Procedimento

RDA	Registro Diário de Atividades
RDO	Registro Diário de Obra
RDG	Registro de Atividades do Grupo
RMF	Regulamentação da Manutenção Ferroviária
SB	Seção de bloqueio
SSMA	Segurança, Saúde e Meio Ambiente
TAF	Termo de Aceite Final
UNDB	Unidade de Ensino Superior Dom Bosco
VP	Via Permanente

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gestão Moderna de Projetos.....	22
Figura 2 - Principais pontos para o Comissionamento: Completação Mecânica, Comissionamento a Frio, Comissionamento a Quente, Teste de Desempenho, Aceitação dos Testes.....	24
Figura 3 - Matriz decorrente da etapa do Planejamento do Comissionamento.....	31
Figura 4 - Matriz para a etapa do Pré-Comissionamento.....	32
Figura 5 - Documentação de Completação Mecânica e <i>handover</i>	33
Figura 6 - Fluxograma das etapas do processo do Comissionamento.....	34
Figura 7 - Fases do projeto Industrial Típico: Engenharia + suprimentos + Construção....	38
Figura 8 - Diagrama sequencial de aplicação das fases de comissionamento.....	41
Figura 9 - Visão Geral do Gerenciamento da Qualidade do Projeto.....	42
Figura 10 - Figura de identificação do Usuário.....	46
Figura 11 - Ações chave do planejamento do comissionamento.....	47
Figura 12 - Marcos para início da Completação Mecânica e Pré-Comissionamento.....	48
Figura 13 - Elementos da Superestrutura.....	51
Figura 14 - lastro ferroviário.....	52
Figura 15 - dormente para linha férrea.....	52
Figura 16 - Detalhamento do trilho.....	63
Figura 17 - Régua sobre a junta.....	63
Figura 18 - Ilustração de como deve ser feito a socaria.....	64
Figura 19 – Medida do defeito.....	64
Figura 20 – Esmerilhamento de junta.....	65
Figura 21 - Junta com rebarba.....	65
Figura 22 - Ilustração da área a ser biselada.....	66
Figura 23 - Biselamento da junta com lima triangular.....	66
Figura 24 - trabalhadores iniciando o processo de deslocamento.....	68
Figura 25 - Esmerilhamento do trilho de encosto.....	68
Figura 26 - Movimentação manual das agulhas.....	71
Figura 27 - Lubrificação do rolete por meio do graxeiro	72
Figura 28 - Grampo retirada de um único lado.....	73
Figura 29 - Posicionamento da tirefonadeira.....	73
Figura 30 - Retirada do dormente.....	74

Figura 31 - Posicionamento com auxílio do caminhão com guindauto.....	75
Figura 32 - Posicionamento com o próprio equipamento.....	75
Figura 33 - Retirada de dormente por meio de alavanca.....	76
Figura 34 - Máquina parafusadeira modelo Master 35.....	77
Figura 35 - Termômetro de base magnética.....	78
Figura 36 - Pirômetro.....	79
Figura 37 - Retirada de parafusos por meio da parafusadeira Master 35.....	79
Figura 38 - Retirada manual das talas após o processo de folga dos parafusos.....	80
Figura 39 - Limpeza entre o vão e o dormente.....	80
Figura 40 - Torninho fixo no trilho.....	81
Figura 41 - Biselamento das pontas da via.....	81
Figura 42 - Rolle-Grip/Comungol.....	82
Figura 43 - Retirada e aplicação do trilho com uso de KGT.....	83
Figura 44 - Aplicação fixa fora da faixa de temperatura.....	84
Figura 45 - Furação TR com a máquina a combustão.....	85
Figura 46 - Trilho com 2 furos.....	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Problema	17
1.2	Hipóteses	18
1.3	Objetivos	18
1.3.1	Geral.....	18
1.3.2	Específicos.....	18
1.4	Justificativa	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Histórico do comissionamento	20
2.2	Comissionamento	21
2.3	Comissionamento: conceito geral	23
2.4	Metodologia do Comissionamento	26
2.5	Investimentos em bens de capital e despesas operacionais	27
2.5.1	Capex.....	27
2.5.2	Opex.....	28
2.6	Formação dos grupos de comissionamento	28
2.6.1	Grupo de completação mecânica.....	29
2.6.2	Grupo de pré-comissionamento.....	29
2.6.3	Grupo de comissionamento.....	29
2.7	Responsabilidades do comissionamento e as Matrizes dos papéis	30
2.8	Passagem de custódia e aprovação: o <i>handover</i> do comissionamento	32
2.9	Fluxograma do processo de comissionamento	33
2.10	Análises de problemas construtivos	34
2.11	Patologias em obras superestruturais da via férrea	35
2.11.1	Ações e Práticas.....	37
2.12	Fases do comissionamento	38
2.12.1	Etapas do Comissionamento.....	39
2.13	Elaboração do plano	40
2.13.1	Configuração dos Protocolos no Sistema de Gestão de Comissionamento.....	43
2.13.2	Planejamento do Comissionamento.....	47
2.13.3	Estratégia para elaboração do planejamento do comissionamento.....	48
2.13.4	Cronograma de Comissionamento.....	48
2.13.5	Plano de Comissionamento.....	49
2.14	Formação da via permanente	50
2.14.1	Componentes de uma Superestrutura	50

2.14.1.1	<i>Lastro</i>	51
2.14.1.2	<i>Dormente</i>	52
2.14.1.3	<i>Trilhos</i>	52
3	METODOLOGIA	54
3.1	Tipo de estudo	54
3.2	Coleta de Dados	54
3.3	Análise dos Dados	54
3.4	Critérios de Inclusão e Exclusão	55
3.5	Aspectos Éticos	55
4	ESTUDO DE CASO	56
4.1	Caracterização da obra em estudo	56
4.2	Metodologia aplicada	56
4.2.1	Inspeção de agulha	56
4.2.2	Inspeção aparelho de manobra manual, quando houver.....	57
4.2.3	Inspeção dos trilhos de encosto e intermediários/ligação (reto e curvo).....	57
4.2.4	Inspeção do Jacaré ponta fixa.....	57
4.2.5	Inspeção do Jacaré ponta móvel.....	57
4.2.6	Verificação da integridade das juntas isolantes que fazem parte do circuito do AMV.....	57
4.2.7	Esmerilhamento no jacaré de ponta móvel.....	58
4.2.8	Esmerilhar, Agulhas, Trilhos, Encosto.....	58
4.3	Coleta de dados	59
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1	Problemas encontrados e soluções adotadas	60
5.2	Atividades exercidas na empresa em estudo – Manutenções, inspeções e passo a passo	62
5.3	Procedimentos práticos em função das inspeções de juntas isolantes e metálicas	62
5.4	Procedimentos práticos em função das ações de esmerilhar juntas	64
5.5	Procedimentos práticos em função das ações de biselar as juntas	65
5.6	Procedimentos práticos em função das agulhas, trilhos, encostos e esmerilhamento	66
5.6.1	Passo a passo do padrão	67
5.6.1.1	<i>Posicionamento de Máquinas: MP 5 à combustão</i>	67
5.6.1.2	<i>Posicionamento de máquinas: MP 5 hidráulica</i>	68
5.7	Procedimentos práticos em função da limpeza e lubrificação de AMV'S na EFC	70

5.7.1	Passo a passo do padrão.....	70
5.7.1.1	<i>Limpezas das placas de deslizamento das agulhas.....</i>	70
5.7.1.2	<i>Lubrificações das placas de deslizamento das agulhas e dos roletes das placas de deslizamento</i>	71
5.8	Substituição de dormentes de Madeira.....	72
5.8.1	Passo a passo do padrão (substituição de dormentes com a PTC02).....	72
5.8.1.1	<i>Extração de grampos e tirefonds</i>	73
5.8.1.2	<i>Posicionamento do PTC02 na via</i>	74
5.8.1.3	<i>Retirada de dormente</i>	75
5.8.1.4	<i>Extração de placas de apoio e inserção dos dormentes</i>	76
5.8.1.5	<i>Posicionamento de parafusos e tirefonds.....</i>	77
5.8.1.6	<i>Retiradas de equipamentos da via.....</i>	77
5.9	Substituição trilho na EFC: Fixações, Denik, Pandrol, Fast Clip, Pregos de Linha, Placas de apoio, KPO e Tirefond.....	78
5.9.1	Passo a passo do padrão.....	78
5.9.1.1	<i>Monitoramento da temperatura do trilho.....</i>	78
5.9.1.2	<i>Preparações do trilho para substituição.....</i>	79
5.9.1.3	<i>Substituições do trilho.....</i>	82
6	CONCLUSÃO	88
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
	ANEXOS.....	96

1 INTRODUÇÃO

O comissionamento é um processo cujo objetivo trata em garantir que os requisitos e necessidade operacionais sejam atendidos dentro de um planejamento, seja de uma planta industrial ou um tipo de edificação. Contempla todos os componentes dentro de um sistema, atendendo e respeitando etapas previamente estabelecidas, no que se refere ao projeto, a instalação, aos testes, e, por fim, a operação. Tendo por base a Engenharia, une diversos conceitos e técnicas os quais dão embasamento a prática de comissão, pois depende de um viés técnico para ser realizada, haja vista que segue etapas de verificação, inspeção e testes, do início ao fim, mesmo que de um modo geral, a etapa de comissionamento normalmente é mais presente nas fases de construção e montagem (ABREU, 2015).

Fazendo jus ao ambiente técnico envolto na Engenharia, o comissionamento deve ser realizado por profissionais extremamente treinados e qualificados para a atuação, pois sabe-se que a operação industrial é complexa, assim, buscando evitar falhas e almejando otimização da operação, e, para isso, o processo é dividido em cinco fases distintas, mas interligadas, sendo essas: planejamento do comissionamento; complementação mecânica; pré-comissionamento; comissionamento e operação assistida. Por se tratar de etapas distintas, torna-se necessário a elaboração de um cronograma no qual contará com a clareza das atividades, bem como os requisitos a serem atendidos de qualidade, custos, prazo, e, principalmente, segurança (BUZZETI; COUTINHO, 2014).

Com o passar dos anos passou-se a observar que cada vez mais as empresas exploraram por novos métodos, ferramentas e técnicas que incidem sobre a sua produção e operacionalização, almejando sempre a minimização de perdas e a celeridade do processo, e, auxiliando no aspecto prático, tendo em vista a necessidade de intervenção nos projetos, serviços e produtos, quando necessário, assim, configuram-se como um ponto de extrema importância nas atividades diárias. Tendo em vista essa realidade, o planejamento é identificado como um quesito essencial na colheita de bons resultados, produtos e serviços oriundos das empresas (BUZZETI; COUTINHO, 2014).

O Modal Ferroviário com o passar dos anos passou-se a ser um grande fator de importância para a sociedade dada o seu poder econômico e de integração regional. Também conhecida como via-férrea ou estrada-de-ferro, é o meio de transporte que é realizado por meio de trens. Sua origem remota ao século XIX, onde teve o papel precursor na mão do engenheiro inglês Richard Trevithick. Contudo, na época os padrões eram diferentes, os vagões eram levados por cavalos, a primeira locomotiva da história pesava 10 toneladas, puxava cinco vagões e

carregava 70 passageiros, hoje essa realidade é totalmente diferente, o que exige bem mais de mão de obra especializada, tendo em vista que este modal de transporte demanda também de um grande valor de operação (PAIVA, 2016).

Remonta-se no ano de 1825 o primeiro trecho de ferrovia criado na Inglaterra, a partir daí, o meio de transporte se espalhou por todo o mundo, alavancando a economia, principalmente considerando a área em questão do presente estudo, na qual há a operação dos maiores trens do mundo, agindo diretamente ao atendimento da maior empresa mineradora do planeta. O que por um lado enquadra-se como um grande feito da engenharia, por outro refere-se a uma grande complexidade operacional que demanda estudos aprofundados acerca do seu funcionamento (PAIVA, 2016). O presente estudo aborda sobre a utilização do comissionamento como uma ferramenta de qualidade em obras de superestruturas ferroviárias, e aplicar os seus processos garantindo assim, um resultado positivo ou até mesmo encontrar em tempo hábil respostas para possíveis problemas no decorrer da obra.

Nesse contexto, este estudo está estruturado em 5 capítulos a saber:

No primeiro Capítulo traz uma breve introdução sobre a temática, seguidos do problema, as hipóteses, os objetivos e a justificativa.

O segundo Capítulo trata do referencial teórico, descrevendo sobre comissionamento, metodologia do comissionamento, formação dos grupos de comissionamentos, matriz de responsabilidades do comissionamento, *handover* do projeto para aprovação, fluxograma do processo de comissionamento, análises de problemas construtivos, patologias em obras superestruturais da via férrea, fases do comissionamento, etapas do comissionamento, elaboração do plano, planejamento do comissionamento, estratégia para a elaboração do planejamento do comissionamento, cronograma de comissionamento, plano de comissionamento, formação de via permanente e componentes de uma superestrutura.

O terceiro Capítulo traz a metodologia do estudo.

O quarto Capítulo descreve o estudo de caso enfocando a ferrovia Carajás localizada entre os municípios de São Luís – MA a Carajás – PA.

E o quinto e último Capítulo faz a conclusão do estudo.

1.1 Problema

As Superestruturas devem ser entregues para operação de forma segura, com alguns aspectos vitais observados, medidos ou acompanhados de modo a não provocarem acidentes durante a passagem dos trens. É muito comum em linhas novas que os primeiros trens a

trafegarem provoquem forças além da capacidade de absorção de esforços que alinha suporte, devido às folgas e falta de ajuste entre as peças ou não conclusão dos serviços, já que a via pode ser liberada ainda em processo de construtivo.

Mesmo depois de meses da via pronta, liberada e com tráfego normal circulando, é possível que se encontre serviços não executados, medidas fora de suas especificações, peças apresentando avarias ou mal instaladas, ausências de testes, ação de terceiros ou a simples não observância de cuidados básicos que não foram preliminarmente listados ou lembrados. Com todas as possibilidades de falhas, não havendo procedimentos claros e metódicos de liberação da via tráfego para minimizá-las ou impedi-las e estando os envolvidos confiando que a linha esteja sem problemas, acidentes podem ocorrer. Com isso, toda a qualidade da obra fica comprometida, gerando retrabalhos aumento dos recursos financeiros previstos para implantação do empreendimento.

Desta forma será possível utilizar medidas mitigadoras com o processo do Comissionamento para entrega de obras de superestrutura ferroviárias com qualidade?

1.2 Hipóteses

- O comissionamento pode ser considerado como uma ferramenta de qualidade.
- Os processos do comissionamento podem garantir a integridade linha.
- Com o comissionamento é possível prever problemas de montagem da superestrutura.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar a utilização do comissionamento como uma ferramenta de qualidade em uma obra de superestruturas ferroviária no segmento 02-03 que fica entre os quilômetros 010+000 ao 023-000, na cidade de São Luís – MA e Bacabeira-MA.

1.3.2 Específicos

- a) Aplicar o comissionamento na obra ferroviária entre os segmentos 02-03, nas cidades de São Luís – MA e Bacabeira-MA;

- b) Identificar pendências que podem impactar na qualidade da entrega da obra por meio da aplicação de protocolos de comissionamento;
- c) Detalhar as fases do comissionamento e aplicabilidade na superestrutura ferroviária.

1.4 Justificativa

O interesse por esse tema partiu da experiência profissional na empresa Forship Engenharia na obra da ferrovia de atendimento às atividades da empresa, especificamente, no segmento 02-03. Tendo em vista que o pesquisador vivencia a atuação em torno do comissionamento, trabalhando diretamente na obra em questão, a escolha do tema foi tida por esses aspectos.

O Brasil tem um histórico de ferrovias inacabadas, sendo que o modal ferroviário tem grande importância para escoamento da produção do país (FICI, 2007). O minério de ferro precisa ser transportado por longas distâncias, entre os locais de onde são extraídos até para os portos e em seguida para os países de exportação. Para isso, toda a produção deve ser escoada com segurança pela superestrutura. Tendo em vista a elevada quantidade de material transportado e exportado, em especial minérios de ferro, o risco de ocorrer um descarrilhamento do trem é alto, o que influenciará na condição da via, pois acarreta em prejuízos astronômicos para o operador da ferrovia. Desta forma, deve-se construir ferrovia com qualidade que possam garantir ao máximo que a produção chegue com segurança ao seu destino, sendo para isso, necessário estimular ações de grande importância visando a manutenção da via por meio de inspeções rotineiras.

Os projetos ferroviários trazem uma grande complexidade em sua execução, não só devido os raios por terem uma grande variação em seu relevo e como também por ser construídas por etapas e vários fretes de obras com empresas diferentes. Observa-se a necessidade de se utilizar uma ferramenta que padronize as etapas de construção, e que todos os itens a serem construídos sejam devidamente inspecionados e comissionados ao ponto de se construir uma ferrovia com qualidade e segura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para melhor compreensão da temática utilizamos alguns teóricos como Nazario e Zancan (2011) no qual tiveram por base realização de inspeções rotineiras por meio do auxílio e elaboração de “*check list*”, criando cronogramas de visitas. Yamada (2010) onde abordou a importância da manutenção produtiva na melhoria de processos contínuos. Brito, Ribeiro e Matos (2015), Vaz (2010) com sua obra-prima em que aborda as principais posturas a serem exploradas para a implantação de um bom resultado de comissionamento. Montenegro (2009) no qual afirma veemente as principais etapas aplicáveis de um comissionamento. Tavares (2013) onde foca a sua visão diretamente ao próprio negócio da empresa, destacado as principais mudanças necessárias para contribuir no trabalho. Souza (2016) e Gandra (2013) que buscaram analisar o controle de qualidade de projetos industriais por meio do PMBOK e também o *Project Management Intitute* (PMI), dentre outros.

2.1 Histórico do comissionamento

O comissionamento tem a sua origem atrelada a indústria naval, onde o objetivo principal referia-se a garantir a segurança dos navios, por meio de processos rotineiros onde haviam verificações e testes dos sistemas, ainda mesmo nas docas, ou seja, sem está de fato em operação (todo processo ocorria antes da entrega), porém, a metodologia só passou a estar inserida no setor da construção civil apenas na metade do século XX, especificamente no ano de 1970, nos Estados Unidos (DOMINGUES, 2008). Seguindo esse contexto, Bosco (2012) aborda ainda que o comissionamento é definido por ser a união de técnicas de engenharia aplicados a uma determinada unidade de trabalho, objetivando operacionalidade.

No ano de 1996 a associação norte-americana conhecida por *Building Commissioning Associaion* (BCA) a qual era dedicada diretamente ao processo de comissionamento da construção civil, passaram a apresentar em suas plataformas digitais eventos relacionados a prática do comissionamento em seus processos, a partir de então, algumas empresas passaram a adotar os procedimentos, com o intuito de contemplarem uma alta produtividade com qualidade, sendo assim, como foi tornando-se comum, várias publicações acerca do processo passaram a surgir, fortalecendo cada vez mais a metodologia (TEIXEIRA, 2019).

Nas décadas seguinte, Visier (2005) publicou um estudo, o Anexo 40 da IEA ECBCS (*International Energy Agency – Energy Conservation for Building and Community Systens Programme*), onde destacou que o comissionamento é um processo, cuja essência refere-se a uma

série de atividades estruturadas a serem seguidas objetivando um resultado. No ano de 2008 a BCA disponibiliza um guia em função do comissionamento para edifícios existentes, intitulado como “*Best Practices for Existing Buildings*”. Em 2013 a *American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers* (ASHARE) analisou as diretrizes dispostas no *Guideline 0: The Cx Process*, e o oficializou como a principal referência internacional acerca do comissionamento. O Comissionamento poderá ter diversas definições como bem afirma Ishida (2015), ao afirmar que:

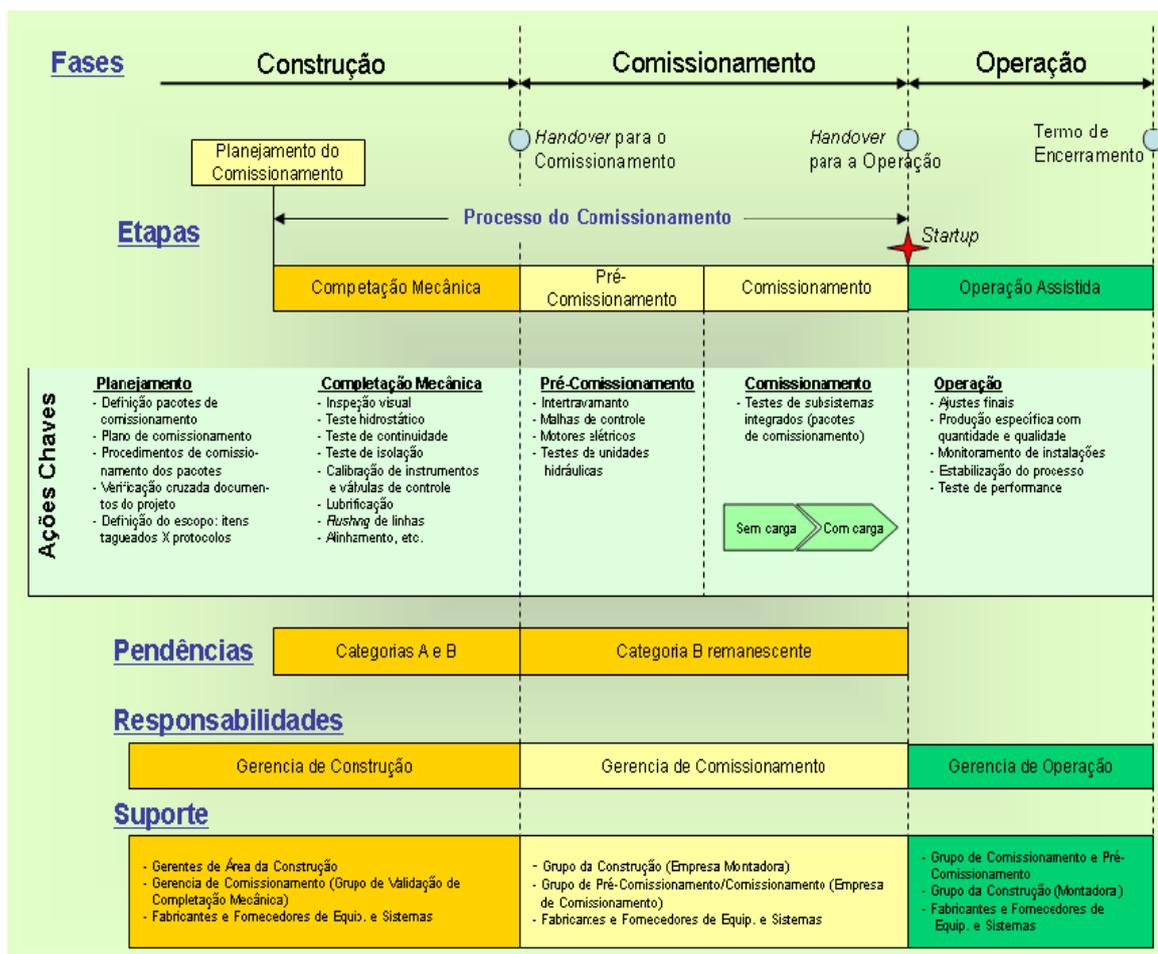
Comissionamento é um processo para atender aos requisitos de projeto do proprietário, documentar as fases do ciclo de vida do edifício, capacitar os profissionais de operação e manutenção, com o objetivo de evitar falhas, diminuir desperdícios e retrabalhos, melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade (ISHIDA, 2015, p. 30).

Percebe-se com isso a importância do processo de comissionamento nas empresas, o qual surge com o intuito de minimizar problemas e proporcionar segurança, tendo em vista a realização de tarefas de forma segura, mesmo que busquem entregar resultados mais rápidos, pois, nesse sentido, a rapidez não é associada a falta de segurança, mas sim em relação à eficiência.

2.2 Comissionamento

De acordo com o PMBOK (2013), no decorrer da implementação de projetos, o comissionamento surge como um ponto de apoio na execução de tarefas estruturadas e ordenadas, almejando diminuir os custos e prazos de entrega, ou seja, agilidade operacional e excelência, tal como pode ser observado pela figura 1. Vale ressaltar que, no âmbito atual de gestão de projetos o comissionamento deverá estar presente em todas as etapas do projeto com o principal objetivo que é acompanhar o andamento de cada fase para que a entrega ao cliente seja conforme o que foi projetado e para que a sua operação seja dentro da normalidade sem intercorrências que possam interferir na sua operação e assim cumprir a sua finalidade. Para se chegar a essa conclusão, uma medida de suma eficácia refere-se à estruturação de um comissionamento antecipado, onde sua abrangência vai desde a etapa de estimativa, conforme pôde ser visto pela figura 1. Com a aprovação de todas as fases do projeto é bem certo que evitaremos retrabalhos e garantir a certificação de tudo que foi implantado, o Comissionamento é uma das fases mais ampla e relacionada aos projetos. De forma simples um projeto é só concluído quando é realizada uma verificação de tudo que foi construído e definidos os itens para aceitação (PMBOK, 2013).

Figura 1 - Gestão Moderna de Projetos



Fonte: PMI (2010)

O processo de comissionamento na prática atende fielmente no seguimento de um conjunto de técnica de engenharia, sendo necessários a verificação, inspeção e o testes dos componentes físicos do sistema, desde os individuais, até os mais complexos, como módulos, subsistemas e sistemas (FARES; MONTENEGRO; PRATES, 2010; NASCIMENTO, 2014).

As atividades de comissionamento devem ser aplicadas para todas as fases do empreendimento que está em andamento, sendo assim, aplicável desde a elaboração do projeto básico até a entrega final ao cliente, sendo importante destacar que em alguns casos, o projeto passa por uma etapa de operação assistida, sendo necessário um acompanhamento detalhado por determinada equipe (MONTENEGRO, 2009; ABREU, 2015).

Considerando ordenamento e segurança, o foco comissionamento é a transferência da unidade civil ou industrial do construtor para o proprietário. Com o passar dos anos, a pressão sobre o setor da construção civil é grande, sendo assim, a operacionalidade deve atender aos serviços, segurança, mas, concomitantemente, objetivar um bom desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações. Quando considerado um projeto, deve-se atender a alguns

requisitos para que a execução ocorra de forma planejada, estruturada e eficaz, surgindo nesse ponto, o papel do comissionamento, cujo proposito é atender esses pontos (NASCIMENTO, 2014; PRATES, 2016).

Na área de engenharia de projetos um dos principais avanços é a metodologia aplicada ao comissionamento, sendo primordial o acompanhamento de engenharia de modo planejado, documentado e gerenciado, pois a partir desse ponto que desenvolve-se adequadamente o empreendimento que será entregue ao usuário final, em condições de operação e segurança adequadas atendendo ao projeto que foi elaborado (BLACKBURN, 2012; MALHEIRO; SANTOS e PACHECO, 2012).

Muitas empresas que atuam no ramo industrial têm experiências negativas quando utilizam processo em batelada, contínuo ou misto, pois nesse caso evidencia-se a ocorrência de falhas em equipamentos que conseqüentemente tendem a influenciar diretamente a produção, pois interrompem o processo produtivo. O surgimento de problemas durante o funcionamento do processo tem origem devido às combinações de fenômenos (YAMADA, 2010), dos quais podem citar com exemplos o acúmulo de resíduos nos equipamentos, tubulações, vasos, permutadores etc., principalmente nas partes internas. Com a utilização dos equipamentos, isso ocasiona vazamentos, entupimentos em capilares, filtros, levando a perda gradual de produção, ocasionando queda do ritmo e podendo até parar a unidade (MILHEIRO, 2012; TAVARES; CALIXTO; POYDO, 2013).

2.3 Comissionamento: conceito geral

O Comissionamento é identificado como sendo um trabalho realizado no ramo da engenharia por um grupo de pessoas (surgido da ideia de comissão), cuja ideia central é objetivar a operacionalização de um sistema, subsistema ou a planta de um processo. A essência da comissão poderá ser diversificada, pois geralmente é formada por profissionais de grande diferenciação, contando que sejam capacitadas para a atuação, assim os membros podem ser desde especialistas da própria empresa (atendendo a clientela final) ou profissionais de uma firma especializada (identificado como sendo as firmas de comissionamento), porém também podem fazer parte do escopo profissionais da operação, da montadora e da engenharia de uma forma geral (GANDRA, 2013).

Figura 2 – Principais pontos para o Comissionamento: Completação Mecânica, Comissionamento a Frio, Comissionamento a Quente, Teste de Desempenho, Aceitação dos Testes



Fonte: PMKB (2013)

Brito (2015) ao estudar a aplicação do comissionamento em sistemas de tubulações de utilidades, aplicando a um sistema de resfriamento, observou pontos importantes acerca do detalhamento das etapas principais para a implementação do comissionamento, dentre as quais pontuou:

- a) **Pré-comissionamento:** Destaca-se a importância da presença de uma equipe dedicada para a realização desta etapa. Assim, reforçou a importância de estabelecer os seguintes pontos:
1. Sinalização: a máxima desta etapa é caracterizada por uma fácil descrição e identificação, na qual depende-se do uso de etiquetas e cadeados, os quais passa a servir de indicação e proteção, principalmente quando considerado os equipamentos em teste, energizados e em término da etapa de montagem;
 2. Energização: deve ser atendido separadamente cada material e/ou equipamento, pois considera-se as especificações e normas de cada fabricantes, assim, torna-se necessário os testes de forma individual.

Após a finalização da etapa de pré-comissionamento, torna-se de suma eficácia que os resultados obtidos por meio dos testes sejam devidamente descritos e formalizados por meio de *check-list* (protocolos de pré-comissionamento), os quais servirão como procedimento e fator de segurança a ser seguido. Vale salientar que é interessante a divisão de etapas, evitando problemas, assim, cada etapa (automação, elétrica, tubulação e mecânica) estará devidamente organizada. Por fim, ocorrerá a elaboração de *handover* (passagem), cuja etapa é caracterizada pela finalização da realização dos testes e validação dos protocolos de pré-comissionamento que

havia sido estipulados. Assim, o equipamento estará devidamente preparado para as próximas etapas (PMKB, 2013).

b) Comissionamento: Esta fase necessitará de pessoas totalmente dedicadas, por isso, deve-se seguir:

1. Alguns cuidados devem ser tomados, e nesse momento que os equipamentos devem estar bem sinalizados com cadeado e as arquitetas para os envolvidos passam visualizar de forma clara que o equipamento está em teste ou fase de conclusão de montagem.
2. Todos os testes nos itens predefinidos devem apresentar condições mínimas conforme especificações e normas.

Inicialmente os itens necessitarão ser testados e verificados em vazio onde chamamos de (comissionamento à frio) e em seguida com carga (comissionamento à quente).

Ao concluir essa etapa, deve-se garantir a performance dos equipamentos e todos os valores e medidas devem ser apresentados e formalizados através de preenchimento das listas de verificação (protocolos), portanto, após concluir os testes, e aplicação e aprovação das listas de verificação, e realizado o *handover* que a passagem do empreendimento para fase seguinte.

c) Operação Assistida: Esta etapa caracteriza-se pelo comissionamento à frio a à quente. Nesse momento do processo, os grupos de equipamentos já atendem as divisões, sendo necessário a estabilização do processo de produção. O monitoramento é outro fator relevante, pois é necessário a observação dos parâmetros de funcionalidade dos equipamentos, atendendo às estipulações que constam no Plano de Manutenção, tendo em vista que a aderência é primordial.

O comissionamento é uma metódica que visa em aplicar de forma concreta conceitos de engenharia, que se direcionam para conferência, inspeção e realização de testes no elemento físico do projeto, instrumentos, AAMV, roletes, jacaré, trilho dormente máquinas de chave, até módulos, sistemas e subsistemas, atendendo técnicas e procedimentos previamente estabelecidos. É comum o comissionamento iniciar na fase de construção e montagem, porém ele pode ser iniciado em todas as fases, nas análises de projeto até a entrega da obra (BUZZELI, 2014).

Tido como um neologismo oriundo da palavra “comissionar”, o comissionamento surge como o ato de colocar algo em serviço. Inserindo essa ideia no âmbito da engenharia, percebe-se que se relaciona ao ato de testar e verificar não só as instalações, mas o funcionamento como um todo de um projeto, sempre de forma dinâmica de modo a almejar um processo eficaz. Ideologicamente pode ser identificado com um processo simples, de pequenas etapas de inspeções, porém na prática a realidade identificada é complexa, haja vista que a prática de

serviço envolve um cenário de interdependências e sequenciamento de atividades, sendo assim, o comissionamento está inserido em um ambiente amplo que exige responsabilidade intersetoriais. Nesse cenário, percebe-se que muitas das vezes é presente pendências, oriundos muitas das vezes das etapas de montagem (VAZ, 2010).

O processo de comissionamento exige uma boa metodologia, ou seja, um procedimento bem definido e claro, de modo que a máxima de segurança seja atendida, assim, espera-se que para as edificações e/ou unidades industriais, os sistemas estejam testados de modo que assegurem também a confiabilidade, um bom desempenho, a qualidade de operação, e, principalmente um rastreamento das informações que foram executáveis, sendo de suma importância também para o plano de manutenção (VAZ, 2010).

Para início do comissionamento, considera-se primeiramente os *check-lists* e a conclusão das etapas anteriores, ou seja, o pré-comissionamento, bem como a resolução de possíveis falhas que foram identificadas, sendo assim, configurado apto, atendendo aos requisitos mínimos que foram exigidos. Dado o atendimento, é quando todo o processo se dar iniciado, contemplando desde as instalações aos sub-sistemas, a partir daí então obtém-se a eficácia do planejamento que fora trabalhado, assim, identifica-se que para o êxito, torna-se necessário procedimentos bem estabelecidos, não havendo diferença em relação ao tamanho do processo, sendo pequeno ou grande (GANDRA, 2013).

2.4 Metodologia do Comissionamento

Para Tavares (2013) fazer o comissionamento é muito vantajoso, pois é possível em sua construção e montagem, identificar não conformidades e problemas. Realizando o planejamento das ações que se fizerem necessárias, pode-se diminuir os gastos de manutenção, impedir retrabalhos e diminuir também, o tempo das atividades. É nessa etapa, que se deve perceber as falhas e defeitos para poder reduzi-los. O comissionamento tem como finalidade com suas etapas e processos garantir e que o projeto parta de forma segura e rápida com eficiências e sem causar prejuízos para produção ou danificar os itens ou dispositivos que estão sendo comissionamento (BUZZETI; COUTINHO, 2014). Com isso, torna-se necessário salientar as seguintes etapas:

- a) Legitimar que a fase de construção e montagem foram devidamente instaladas conforme o que estava previsto no projeto e nos manuais do fabricante;
- b) Se os grupos de sistemas estão passíveis de operação;

- c) Verificar se há necessidade de ajustes nos equipamentos para uma melhor performance do mesmo e posterior manutenção;
- d) Integrar os requisitos necessários para concluir as fases de construção e operação;
- e) Garantir que as equipes que irão realizar manutenção nos equipamentos foram devidamente treinadas;
- f) Garantir que todos os testes nos equipamentos de todas as disciplinas foram e devidamente comissionando;
- g) Apresentar de forma clara a responsabilidade das equipes e irão realizar a operação dos equipamentos;
- h) Apresentar todas as documentações que foram geradas nas fases anteriores para tudo esteja evidenciado na passagem de transferências para o cliente.

2.5 Investimentos em bens de capital e despesas operacionais

Quando se trata do setor da construção civil um dos pontos que mais chama atenção é quanto aos custos, tendo em vista que é um setor econômico muito abrangente, e, que em questões práticas, demanda do uso de muitos materiais ambiental (FABRÍCIO, 2002). Assim, com o passar dos anos, o setor passou a ser cobrado acerca da qualidade, concomitantemente, à redução dos custos.

Evolução tecnológica, mudanças de hábitos e amadurecimento das técnicas, são os pontos primordiais que tendem a interferir nos processos construtivos tidos como tradicionais. Nesse contexto, cabe mencionar a importância que vem sendo dada a sustentabilidade, onde a sociedade sente a necessidade constante de adoção de novas medidas visando a preservação ambiental (FABRÍCIO, 2002). Assim, torna-se interessante a análise dos custos considerando o *Capital Expenditure* (CAPEX) e *Operating Expenditures* (OPEX), Projetos de Investimento (Projetos Capex) e as Despesas Operacionais, respectivamente.

2.5.1 Capex

Morais (2008) menciona que os CAPEX são tidos como aqueles capitais que se referem aos projetos que usam o capital das próprias empresas para levar melhorias, sendo esses capitais incidindo sobre os equipamentos, imóveis e propriedades de um modo geral, sendo válido destacar que os capitais não se direcionam apenas ao mencionado, mas também a implementação de normas e legislações.

Assim, nessa vertente, tem-se que o cliente é identificado com um agente interno, pelo qual leva em consideração as figuras dos gerentes e coordenadores, mesmo que de áreas distintas de uma mesma empresa (MORAIS, 2008). Assim, para que fique de forma mais clara, cita-se alguns exemplos de projetos de CAPEX, visando uma melhor compressão, assim, tem-se:

- a) Compra de novos equipamentos;
- b) Instalação de sistemas de automação;
- c) Adequabilidade de técnicas para atendimentos de normas e legislações;
- d) Ampliação dos espaços físicos de uma empresa.

2.5.2 Opex

Becker (2020) menciona que a Opex é identificada por ser as despesas operacionais oriundas das atividades, a Opex apresenta como características marcante a continuidade das despesas, as quais são necessárias para a administração do empreendimento/obra. Gera as empresas a facilidade de introduzir novas tecnologias no ambiente de trabalho sem que haja a necessidade de desprender grandes quantias monetárias, permite uma ideia mais ágil em função das tecnologias da informação, e, apresenta uma escalabilidade financeira mais fácil. A Opex surge como um aparato diferenciado de contratação e pagamento de serviços agregados, assim, surge diferenciado a um parcelamento, pois a finalidade principal tende a evitar a descapitalização.

Assim, como bem destaca o autor, em um caso prático, considerando a Opex, caso uma empresa contrate por exemplo um equipamento e todos os serviços necessário dele (manutenção, monitoramento, implementação), então a empresa deixa de ter um bem e passa a ter um serviço que foi adquirido no próprio bem, logo, tal fato influencia diretamente nos custos operacionais (BECKER, 2020).

2.6 Formação dos grupos de comissionamento

Para Souza (2016) na composição dos grupos de comissionamento é de muito importante ter uma equipe devidamente qualificada e com o processo do comissionamento bem definido. Isso acontecer de formar hierárquica, ou seja, o gerente de comissionamento deve ser um engenheiro o com experiências em atuação em grandes plantas industriais. É esse profissional que irar monitorar e gerenciar todas as equipes envolvidas na fase do comissionamento.

As equipes devem ser devidamente qualificadas e com experiências de atuação em projetos similares para que possam exercer suas funções e garantir de forma segura que os equipamentos que estão sendo montados, testados e parametrizados conforme o projeto.

2.6.1 Grupo de completção mecânica

Segundo Brito, Ribeiro e Matos (2015) a principal finalidade desta equipe é assegurar a realização dos testes e a correta montagem, tendo por base as verificações, na fase identificada de complementação mecânica. A fase de completção mecânica é desenvolvida pela montadora ou por uma equipe direcionada para a realização das instalações. É necessário que a equipe seja formada por técnicos e profissionais com perfil onde busque os detalhes, ter visão ampla de projeto, prudente, bom senso de limpeza e, deverá ser composto por técnico e profissionais, tais como:

- a) Coordenador de completção mecânica: exige-se que o profissional que irá exercer funções nesse cargo, já tenha usufruído do cargo de gerente, pois é interessante que tenha experiência no gerenciamento de equipes, ou, também de coordenador, ambos em projetos de grande porte. Mas, a máxima refere-se à formação na grande área de Engenharia com experiência mínima de 5 anos em projetos;
- b) Projetista: preferencialmente de conhecimento em programas de modelagem e *Computer Aided Design (CAD)* e com experiências comprovada.

2.6.2 Grupo de pré-comissionamento

Composto por Engenheiros ou profissionais devidamente capacitados para atuar em todas as áreas do projeto, ou seja, ter conhecimentos de montagens de todos os equipamentos a serem comissionadas na planta. Essa equipe deve ter experiência em de 5 anos e ter participado de dois projetos de grande porte nas áreas específicas.

2.6.3 Grupo de comissionamento

De acordo com Souza (2016) em relação aos profissionais que estarão envolvidos nas etapas do comissionamento essa equipe deve ser composta de profissionais altamente capacitados, destrezes os profissionais da implantação e até mesmo da equipe de operação. De forma qualitativa e quantitativa os profissionais de todas as fases devem ter experiências comprovadas

que atestam os seus conhecimentos dos ativos entraveis e principalmente nas áreas relacionadas a construção, onde muitas das vezes precisam que equipamentos importados e que não sejam de fabricação nacional.

Para que a equipe estava devidamente qualificada essa gestão deve ser monitorada e aplicados programas de atualização de conhecimento, aprendizagem e treinamentos conforme a evolução dos equipamentos, e assim a equipe sempre estará bem alinhada com as atividades relacionadas ao projeto em andamento.

Dessa forma, percebe-se que o conhecimento técnico e a expertise da equipe e de todos os envolvidos e de extrema relevâncias para que as fases sejam devidamente realizadas e com a certeza que todas serão conduzidas de forma técnica e segura e conforme as suas especificações técnicas. Nas workshop realizados para discutir sobre o projeto em andamento e também nas reuniões, a equipe de comissionamento tem papel fundamental em apresentar soluções mais viáveis para os pontos a serem discutidos. Por isso que se requer uma equipe altamente capacitada na solução da ocorrência de problemas.

2.7 Responsabilidades do comissionamento e as Matrizes dos papeis

Segundo Souza (2016) quando se relaciona à gestão dos recursos humanos, tal ponto tem um papel primordial no gerenciamento do projeto, e, a partir dos recursos humanos que são definidos os papeis e responsabilidades das equipes, dessa forma será possível gerenciar e acompanhar o cronograma e escopo. A equipe deve ser sempre informada do seu papel e responsabilidade ao longo da duração do projeto.

A mais perfeita forma de gerenciar as etapas para que elas tenham o resultado positivos sempre gerir de forma clara os envolvidos no projeto e sempre informando o papel de cada colaborador, para que ele possa exercer de forme segura as suas atribuições. Desta forma, dever-se sempre ter uma Matriz de Papéis e Responsabilidades do Comissionamento (Figura 3) bem definida para que todo o fluxo posso ocorre de tal forma que não gere desentendimento nas informações pertinente ao comissionamento e as decisões a serem tomadas, dentro das responsabilidades a qual foram passadas a cada profissional que esteja inserido nas etapas do comissionamento.

As matrizes devem conter as atividades de todos os processos do comissionamento e bem definido quais as atribuições e responsabilidades. Essas definições não engessadas podem ser flexíveis.

Figura 3 - Matriz decorrente da etapa do Planejamento do Comissionamento

MACRO-ATIVIDADES	RESPONSABILIDADES						
	GPO	LIDER DO PROJETO	LIDER DE CONSTRUÇÃO	ENGENHARIA	COORDENADOR DE COMISSIONAMENTO	GRUPO DE COMISSIONAMENTO	GRUPO DE COMPLETAÇÃO MECANICA
Disponibilizar recursos (documentos de engenharia e instalações) para o planejamento		R	E	E	L	V	A
Coordenar o planejamento do comissionamento		R			E		
Definição dos pacotes de comissionamento (FEL 3)	E	R		A	E		
Elaboração do cronograma de comissionamento dos pacotes, integrado com o geral do empreendimento (FEL3)	E	R		L	E		
Elaboração do plano de comissionamento preliminar (FEL 3)	E	R		A	E		
Demarcação dos pacotes de comissionamento nos desenhos de engenharia detalhada	V	R	A	A	L	A	E
Cruzamento de informações técnicas entre documentos do projeto (*)	A	R	V	V	L	A	E
Preparação do escopo: itens tagueados x protocolos no sistema informatizado (*)	V	R	V	V	L	A	E
Elaboração dos procedimentos dos pacotes de comissionamento (*)	V	R	V	A	L	E	A
Elaboração do plano de comissionamento definitivo	E	R	L	A	E		A
Atualização do cronograma de comissionamento	V	R	E	A	L	E	A

Legendas:
R= responsável; A = acompanha; E = elabora ou executa; L = aprova e libera; V = verifica ou valida

(*) PLANEJAMENTO EXECUTIVO

Fonte: Souza (2016)

Cada projeto pode rever quais são as suas definições e responsabilidade para cada processo do comissionamento, tal como pode ser percebido pela Figura 3 onde para cada etapa há a existência de uma certa especificidade e prioridade. Além do mais, é válido salientar que a elaboração da mesma, deve ser realizada diretamente pela liderança do comissionamento, e sempre levando em consideração as áreas de interferências. A figura 4 ilustra outro exemplo claro onde percebe-se a aplicação da matriz de planejamento.

Figura 4 - Matriz para a etapa do Pré-Comissionamento

MACRO-ATIVIDADES	RESPONSABILIDADES							
	GPO	COORDENADOR COMISSIONAMENTO	LIDER DO PROJETO	LIDER DE CONSTRUÇÃO	FORNECEDOR	CONTRATADA MONTAGEM	GRUPO DE COMISSIONAMENTO	GRUPO DE PRÉ-COMISSIONAMENTO
Coordenar as atividades de campo de pré-comissionamento		E	R	V				
Realização dos testes e preenchimento dos protocolos	V	L	R	V	E	A	A	E
Testes de comunicações e configurações do sistema de controle	V	L	R	V	E	A		A
Testes de malhas de controle	V	L	R	V	E	A	A	E
Intertravamentos e alarmes	V	L	R	V	E	A	A	E
Motores elétricos em vazio	V	L	R	V	E	A	A	E
Testes de unidades hidráulicas ou lubrificação	V	L	R	V	E	A	A	E
Testes de plataforma (automação) no fornecedor	L	V	R	V	E	A	A	
Testes de funcionalidades (painéis elétricos) no fornecedor	L	V	R	V	E	A	A	
Demarcação das discrepâncias em vermelho para o "as built"	A	A	R	V	V	A		E
Atualização de dados (protocolos e pendências) no sistema informatizado		L	R	V			E	A
Legendas: R= responsável; A = acompanha; E = elabora ou executa; L = aprova e libera; V = verifica ou valida								

Fonte: Souza (2016)

O mesmo procedimento que se refere ao exposto pela Figura 3, enquadra-se também na Figura 4, onde percebe-se as ações a serem tomadas para cada responsabilidade.

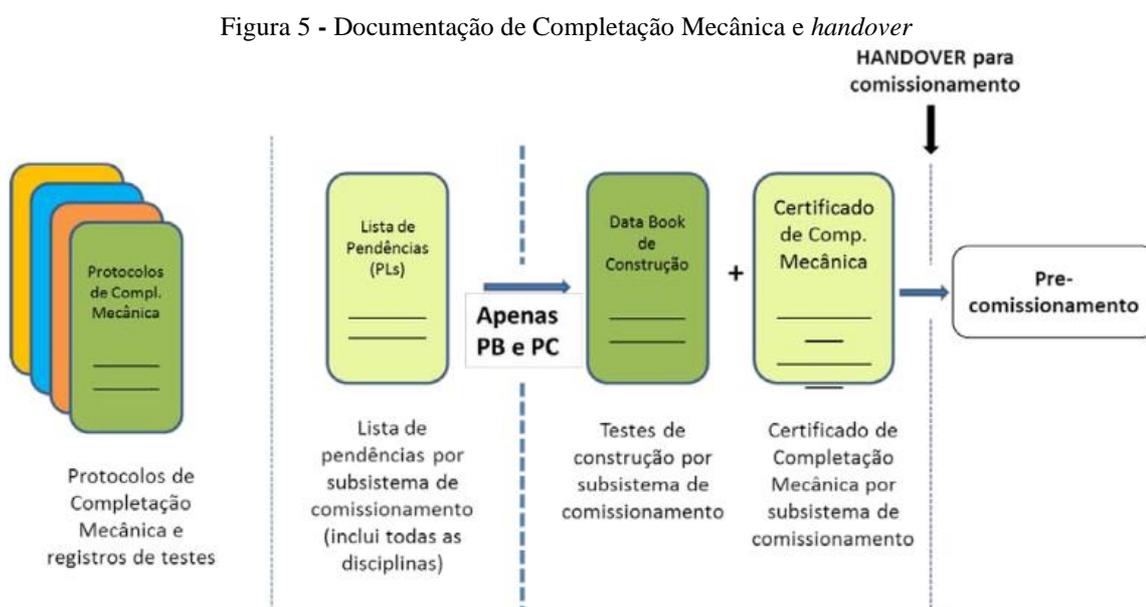
2.8 Passagem de custódia e aprovação: o *handover* do comissionamento

Segundo Gandra (2013) o *handover* ou passagem de custódia do subsistema de comissionamento é a mudança de caminho, indo diretamente da equipe de construção para a equipe de comissionamento, assim como todas as responsabilidades sobre os equipamentos, instrumentos e acessórios pertencentes ao respectivo subsistema.

As premissas para a passagem de custódia de um subsistema de comissionamento são:

- a) Preenchimento e entrega dos protocolos e registros de testes de completção mecânica;
- b) Realização das caminhadas de verificação de pendências;
- c) Resolução de todas as pendências tipo “A” e emissão da lista de pendências apenas com pendências tipo “B” e “C” remanescentes.

A Figura 5 ilustra, de forma simplificada, a seqüência de entrega da documentação de completção mecânica até o *handover* para a equipe de comissionamento.



Fonte: Souza (2016)

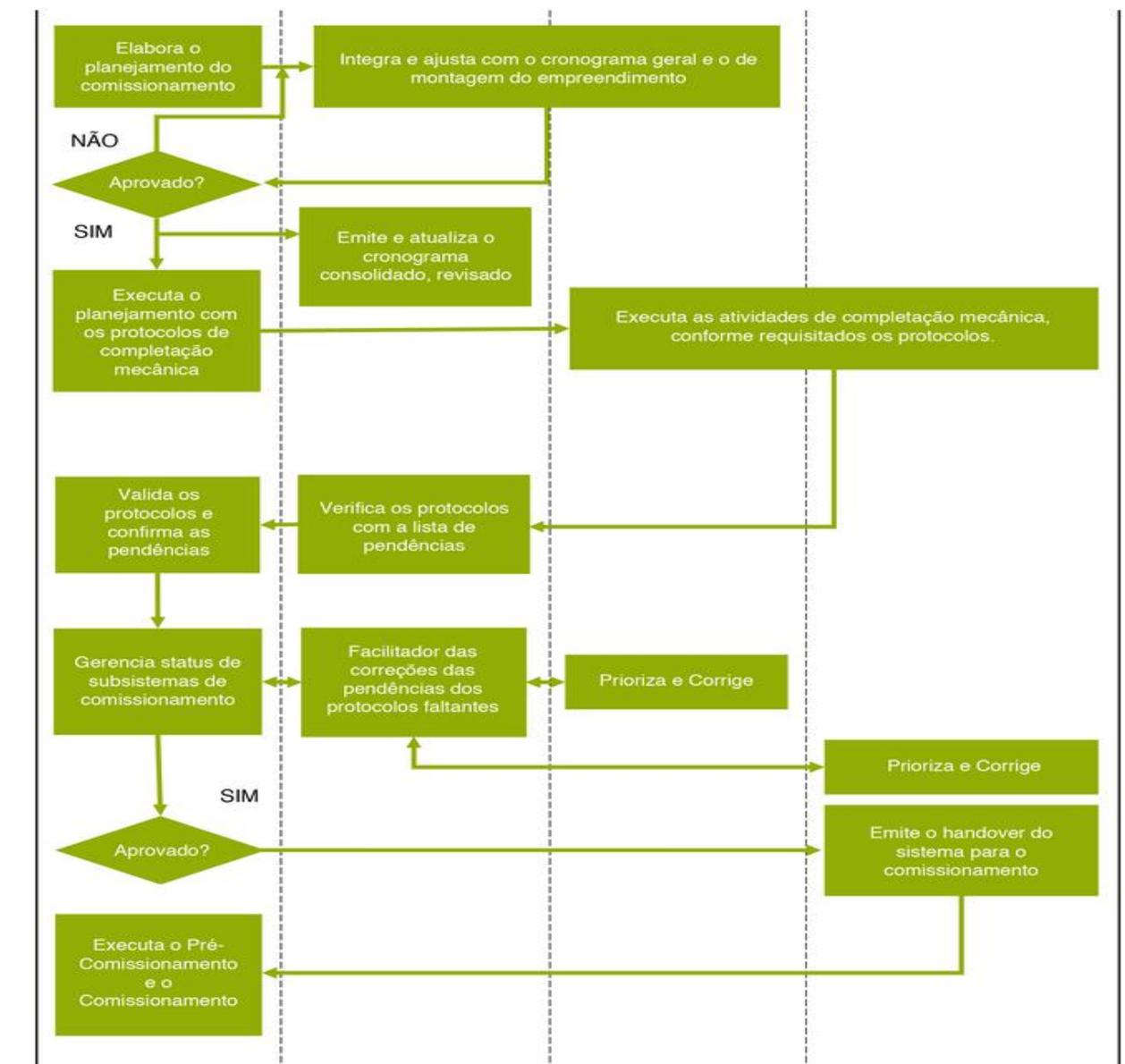
A passagem de custódia (*handover*) de um subsistema de comissionamento é oficializada pela emissão do certificado de completção mecânica, conforme evidenciado pela Figura 5. Este certificado pode ser emitido através do software de comissionamento. Cada projeto é responsável pela criação detalhada do seu caminho de fluxo para o processo de entrega, preenchimento e validação de protocolos, aprovações, entrega de documentos etc., de acordo com a equipe prevista para o comissionamento e os contratos realizados com montadoras e contratadas em geral, entre outros (GANDRA, 2013).

2.9 Fluxograma do processo de comissionamento

A complexidade de um empreendimento industrial é identificada não só pelos números expressivos, sendo um dos pontos primordiais, mas refere-se também aos serviços e cadeia de produção, ou seja, considera a quantidade de envolvidos como fornecedores, cliente,

comunidade, normas e procedimentos (BRANDÃO, 2018). Considerando o fluxograma exemplificado pela figura 6, percebe-se como ocorre a relação entre as etapas de um comissionamento.

Figura 6 - Fluxograma das etapas do processo do Comissionamento



Fonte: Gandra (2013)

Sabe-se que a divisão em fases ou etapas é fundamental para que cada uma seja feita conscientemente para o avanço para a seguinte.

2.10 Análises de problemas construtivos

As etapas construtivas de um projeto devem seguir uma ordem onde podemos lista-las da seguinte forma: ideia primitiva, planejamento antecipado, projeto, aquisição de equipamento

para execução do canteiro de obras, e início das atividades relacionadas a edificação. Nesse período podem ocorrer erros despercebidos, os quais podem ocasionar em grandes interferências a todo o processo, acarretando em atrasos, os quais poderiam ser evitados caso houvesse uma fiscalização mais elevada, com isso, afirma-se que a melhoria desse processo deve ser sempre por um controle rigoroso de qualidade e sempre buscando novas técnicas apresentadas na engenharia (HELENE, 2013).

2.11 Patologias em obras superestruturais da via férrea

Segundo Nazario e Zancan, (2011) nas construções deve-se entender de forma clara o afloramento das patologias, sempre visando a garantia da qualidade do projeto em questão. As precauções são tomadas almejando que seja evitado o surgimento de manifestações patológicas, e, conseqüentemente, o colapso das estruturas, assim, deve-se entender os fenômenos em sua origem, pois as ações técnicas a serem tomadas dependem da natureza que originou o problema.

Os defeitos de geometria como o desnivelamento da linha ferroviária surgem de forma sintomática, exibindo em inúmeras patologias onde com suas evoluções chamamos de desnivelamento permanente o momentâneo. Essas patologias podem trazer um aumento significativo os custos relacionados a operação, que vai desde a elevação no consumo de combustível, desgaste dos componentes antes do previsto, possíveis acidentes como descarrilamento e uma redução da velocidade onde implicará na chegada do trem ao seu destino final. As falhas geométricas sujam devido a pontos de fadiga, deficiências de fixação e muitas das vezes por ausências de manutenção e monitoramento periódico (ROSA, 2002). Assim, por tais motivos que se deve manter as fixações e todos os componentes da superestrutura bem niveladas e com seguranças suficientes para garantir a passagem do trem.

No que se refere aos problemas constatados durante as observações de manutenção, cabe a equipe da via permanente que proponha alternativas para a tratativa dos problemas provenientes de geometria, garantido assim o nivelamento da linha. Nesse sentido, é de extrema importância a atuação de um profissional capacitado, dados os conhecimentos específicos, que possa entender e detectar a origem do desnivelamento, providenciando meios eficazes.

Conforme Nazario e Zancan, (2011) as ocorrências e os defeitos de geometria relacionados ao desnivelamento podem surgir de três formas com as seguintes classificações:

- a) Desnivelamento transversal;
- b) Desnivelamento longitudinal;
- c) Desnivelamento contínuo.

Segundo Alvares (2016) o desnivelamento transversal, longitudinal são provados por uma série de fatores que levam aos defeitos e falhas, gerando assim a perda de suporte e resistência da plataforma e pista de rolamento ferroviária, provocado por causas contributivas para o surgimento de problemas, dentre os quais, segundo o próprio autor, destacam-se:

- a) Deficiência de lastro: tendo sua origem devido à falta e/ou excesso de britas sobre o lastro. Pode estar relacionada também ao escape de brita por excesso em relação ao nível de altura do lastro, sendo assim, necessário interferência de contenção (para lastro) (ALVARES, 2016);
- b) Colmatação: tem a sua origem relacionada a presença de contaminantes, em especial resíduos sólidos (solos residuais, areia), presentes no lastro. Influencia negativamente no nivelamento da via, pois devidos aos resíduos poluentes, estes tendem a dificultar a drenagem do solo devido a constante aglomeração das partículas que tendem a inibir a função de dreno e amortecimento do peso sobre a direção da via (ALVARES, 2016);
- c) Caimento (inclinação) da plataforma: sua ocorrência tem relação direta com a perda de suporte da via, baseada pela saturação dos solos onde a via se encontra. É tão influenciada quanto há falta ou perda de saturação, gerando abatimento do solo. Assim, uma das principais manifestações nesse caso, é o aparecimento de bueiros de greide, que tende a desnivelar a via férrea (ALVARES, 2016);
- d) Laqueado: essa problemática tende a ficar mais evidente principalmente nos períodos de chuva, devido à falta de drenagem (lastro e drenos) adequada ao longo da via. Geralmente são encontrados em associação com greide de corte e passagem de níveis, ou seja, cruzamentos ferroviários (ALVARES, 2016);
- e) Bolsão de água: também ligado a falta de drenagem adequada, é marcada principalmente pela retenção de água no interior do lastro, acarretando em saturação do solo e conseqüente abatimento do nível da via, podendo gerar obstrução e quebras do canal e canaletas (ALVARES, 2016).
- f) Saturação do solo: caracterizado por se manifestar devido a perda parcial ou completa dos dispositivos de drenagem (bueiro, canal, canaleta e sarjeta) comprometendo diretamente o suporte da superestrutura e circulação dos trens. Influencia no deslocamento do eixo da grade, podendo ocasionar grandes problemas ao longo da via;
- g) Defeitos em juntas e trilhos: tendo relação direta com os impactos ocasionados pela movimentação dos trens ao longo dos trilhos que por consequência, atinge a

estrutura dos trilhos provocando quebras e fraturas (trilho, dormente e bueiro), fuga de material (lastro e solo), e, por conseguinte, comprometendo a circulação dos trens;

- h) Falhas nos dormentes: são relacionados a falta ou quebra nos dormentes dos trilhos. Sua origem tem relação direta pelo apodrecimento do material orgânico (madeira), espaçamento, excesso de furação para correção de bitola, saturação em água e tempo de vida útil, e, principalmente, falta de manutenção;
- i) Desestabilização de plataforma: é marcado pelo colapso, ou seja, pela associação de todos os problemas descritos, mas, bem marcante pela fuga de material e abatimento solo. É o ponto que mais influencia negativamente na movimentação dos trens ao longo da via, pois tendem a causar uma obstrução total (ALVARES, 2016).

Falando de forma clara, todos os desnivelamentos tem como consequência os diversos problemas provenientes da estrutura ferroviária, de forma sistêmica, com motivo primário, que afeta a geometria da superestrutura, depois de percebermos os tipos de falhas podemos classificá-los e encontrar suas possíveis causas. Assim sendo, é preciso ter conhecimento e pontuar os problemas que dão origem ao desnivelamento, que trazer paralização ao desgaste para via. O desnivelamento se torna irreparável quando não se dá o devido tratamento adequado aos problemas que surgem. Esse desnivelamento só ocorre pela falta de planejamento e a não realização as atividades de manutenção programas e mão de obra não qualificada.

2.11.1 Ações e Práticas

Segundo Nazario e Zancan, (2011) o não cumprimento, das manutenções, podem esconder a necessidade da correção das falhas, e provocar danos que podem trazer consequências negativas para via, por não haver uma criteriosa e rotineira análise dos problemas. Desta forma poderá trazer retrabalhos e com desnivelamento constante na ferrovia, e até mesmo torando inviável a circulação do trem.

Desta maneira, pelo que foi entendido e conceituado sempre será necessário se realizar o mapeamento e monitoramento dos problemas e fazendo o bom uso de uma escala de prioridade de defeitos, e sempre fazendo um comparativo com a matriz que gravidade. Essa matriz deve ser elaborada por profissionais capacitados e sempre fazendo o uso dos dados históricos, pois ele traz muitas informações que podem ser decisivas nessa etapa.

2.12 Fases do comissionamento

Para a Forship Engenharia (2010) em grandes projetos industriais, o processo do comissionamento fica bem claro quando é aplicado. Segundo VAZ (2010) ilustra o processo do comissionamento para projetos industriais, que pode ser composto em fases ou etapas, conforme mostra a Figura 7.



Fonte: Vaz (2010)

De acordo com o Project Management Body of Knowledge (2013), os projetos industriais são compostos pelas seguintes etapas:

- Gerenciamento do Empreendimento: esta é uma fase que compreende desde o Estudo de Viabilidade até a entrega (ou *Hand Over*) para a equipe de Produção/Manutenção que irá assumir a unidade industrial após o Projeto. Trata-se de planejar, executar os pacotes de fornecimentos, controlar o prazo e o orçamento do projeto e garantir a qualidade (PMBOK, 2013).
- Viabilidade Técnica-Econômica: após os planejamentos iniciais é preciso avaliar a viabilidade técnica (se existe tecnologia para desenvolver o projeto industrial) e a viabilidade econômica (se a tecnologia escolhida poderá desenvolver um projeto que dê retorno financeiro aos seus investidores). A Metodologia *Front End Loading (FEL)* tem aqui o primeiro portão de aprovação (FEL1) (PMBOK, 2013).
- Engenharia: com os parâmetros da fase anterior definidos (tecnologia e estimativa inicial do investimento), a fase de Engenharia irá determinar os itens comerciais para aquisição e os critérios para construção, fabricação, montagem e

Comissionamento. Nesta etapa ocorrem Engenharia Conceitual (FEL2), Engenharia Básica (FEL3), Consolidação do Básico (FEED – *Front End Engineering Design*) e Engenharia de Implantação (Engenharia Detalhada ou Executiva) (PMBOK, 2013).

- d) Suprimentos: algumas compras já podem ser realizadas após as folhas de dados ou especificações dos grandes pacotes de fornecimento sejam definidos na Engenharia Básica. Porém a maior parte dos fornecimentos deverá acontecer após a Engenharia de Implantação (Detalhada ou Executiva). Nesta fase o empreendimento deverá trabalhar com fornecedores homologados e que possam mais a frente dar condições de acompanhar ou realizar o Comissionamento do empreendimento (PMBOK, 2013).
- e) Construção: é o pico do empreendimento industrial, onde teremos a maior quantidade de profissionais, materiais e máquinas envolvidas, é a obra propriamente dita. A equipe de Comissionamento já deve ter um mínimo de efetivo, pois muitas decisões de construção, fabricação e montagem irão refletir no momento dos testes e ajustes dos sistemas (máquinas, instalações, equipamentos) (PMBOK, 2013).
- f) Pré-Operação e Testes: nesta fase sim a equipe de Comissionamento irá atuar com força total. É necessário um planejamento adequado e criterioso, com procedimentos para cada etapa (PMBOK, 2013).

Indo de encontro ao exposto, Buzzetti e Coutinho (2013) também destacam as mesmas etapas em relação ao processo de comissionamento. Além do mais, destacam que o assunto é pouco abordado, tendo em vista que há poucos materiais no mercado que tratam sobre o tema, mesmo que dentro dos projetos, ocorro muitos problemas devido à falta de planejamento e acompanhamento das etapas.

2.12.1 Etapas do Comissionamento

O processo de comissionamento é dividido cinco etapas interligadas, sendo essas:

- a) Planejamento do Comissionamento;
- b) *Mechanical Completion* (Complementação Mecânica);
- c) Pré-comissionamento;
- d) Comissionamento;
- e) Operação Assistida.

Com o intuito que seja almejado o processo de forma eficaz, é necessário que o gerenciamento ocorra de forma sinérgica entre as etapas, assim, torna-se necessário o detalhamento do escopo de qualquer projeto que será colocado em prática, principalmente pelo fato de considerar etapas distintas. Nesse cenário, surgem os pacotes de comissionamento, onde seguindo o *check-list* (protocolo), cada componente compreenderá uma etapa de testes previamente estabelecidos, o que irá configurar uma etapa de grande valia para a validação dos testes (TEIXEIRA, 2019).

2.13 Elaboração do plano

Segundo exposto por Vaz (2010), na fase de Planejamento de Comissionamento, além da elaboração do Plano Executivo do Projeto (PEP), são normalmente desenvolvidos considerando uma série de documentos, dentre o quais mencionam-se:

- a) Elaboração do Plano de Gestão da Garantia da Qualidade
- b) Elaboração da LD de comissionamento do Projeto
- c) Elaboração da Lista de Sistemas e Subsistemas
- d) Elaboração da Rede de Precedência
- e) Elaboração de Mark-ups
- f) Elaboração do Matriz de Normas (a utilizar) e Categorização de Pendências
- g) Elaboração do Plano de Comissionamento dos Fornecedores, Lista de Insumos e Sobressalentes de Comissionamento
- h) Elaboração dos Procedimentos de Comissionamento
- i) Elaboração dos Protocolos de Comissionamento
- j) Configuração dos Protocolos no Sistema de Gestão de Comissionamento
- k) Elaboração do Cronograma de Comissionamento
- l) Elaboração da Matriz de Responsabilidades
- m) Elaboração da Análise de Risco do Comissionamento
- n) Elaboração do Plano de Gestão e Controle Energias do Comissionamento
- o) Elaboração do Plano de Comissionamento
- p) Elaboração do Plano de Treinamento
- q) Elaboração dos Data-books de Comissionamento

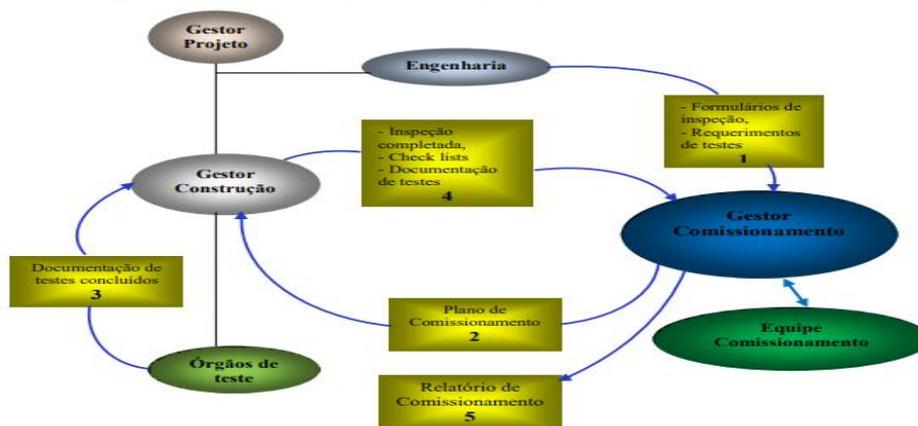
Para isso, são seguidas todas as orientações contidas nos guias da qualidade do cliente (requisitos do cliente) e nas normas vigentes nacionais ou internacionais, dentre as quais podem citar os órgãos reguladores, onde tem-se as Normas Reguladoras (NR) estipuladas no Brasil pela

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tem-se a International Electrotechincal Commission (IEC), tem-se também a International Organization for Standartization (ISO), dentre várias outras que tem um enorme peso na elaboração do projeto, atualização final dos documentos do projeto, além da emissão e controle de documentos de forma auditável, e, o principal, garantir segurança aos envolvidos. Em grandes projetos o comissionamento requer uma técnica mais sofisticada, devendo ser encarada como uma disciplina específica e independente dentro do projeto. Ele deve ser visto como as demais disciplinas tradicionais da engenharia já conhecidas por todos como, elétrica, automação, civil, mecânica, instrumentação, entre outras.

No intuito de aperfeiçoar o aparato operacional e as condições em que são desenvolvidos, o comissionamento abrange também em sua complexidade, pequenos projetos e melhorias inerentes. Conforme o diagrama ilustrado pelo figura 8, pode-se observar um exemplo eficiente para um processo de comissionamento, cuja aplicabilidade na implementação do projetos, depende não só da engenharia, mas também da figura do profssional, sendo assim, destacando o appel primordial do gerente de construção (caixas 3 e 4 do esquema) para execução correta das atividades de comissionamento, mantendo um Gestor (caixas 1, 2 e 5 do esquema) para coordenar o processo de comissionamento, que conta com a engenharia para elaborar os requisitos de inspeção e testes (NASCIMENTO, 2014).

Objetivando uma ação correta e concreta pela equipe desempenhada para o controle do comissionamento, especificamente a equipe da engenharia de manutenção, o comissionamento é aplicado com o intuito de garantir a confiabilidade da planta/projeto quando iniciada as operações, ou, até mesmo para garantir um reparo futuro dos equipamentos. Sendo assim, resslata-se a imprtância do banco de dados, que pode funcioanr como um histórico, principalemnte a partir do momento em que considera-se as diversas informações relativas aos principais equipamentos e dos demais conjuntos aplicados (NASCIMENTO, 2014).

Figura 8 - Diagrama sequencial de aplicação das fases de comissionamento

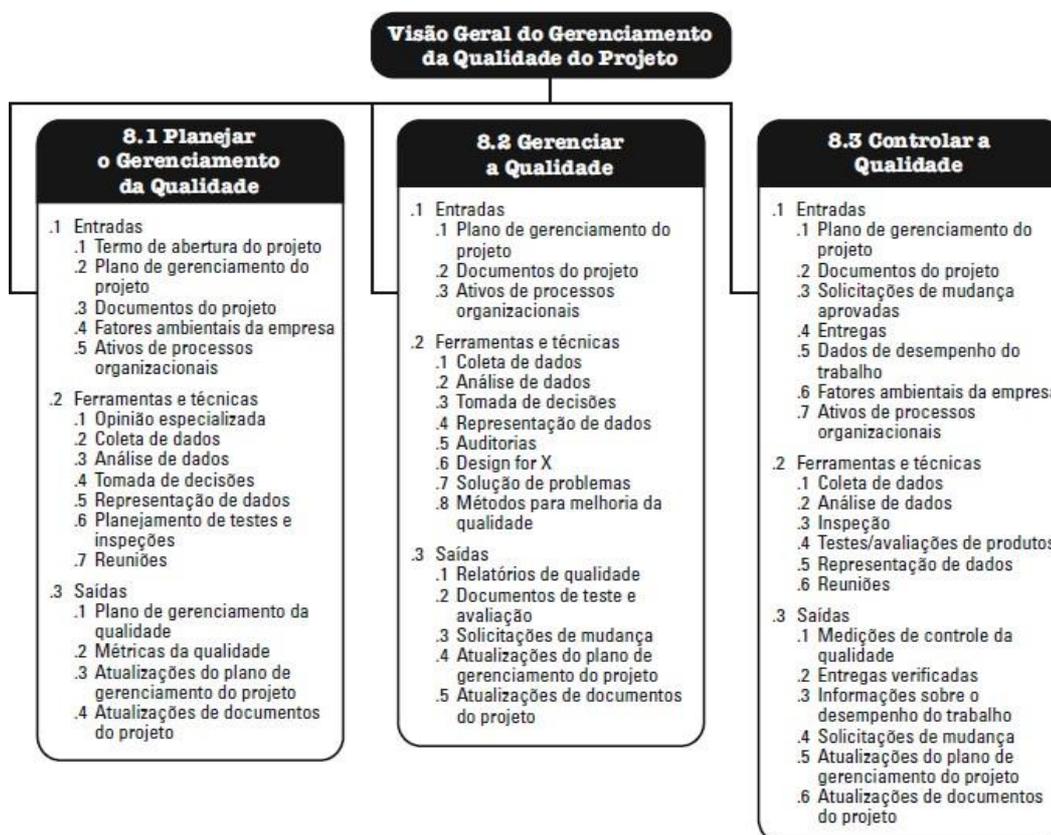


Fonte: O Autor (2020)

Com base em tecnologias atualizadas, os testes dos acompanhamentos devem ser realizados por equipes especializadas nas áreas a serem seguidas, assim, cabe a utilização dos com instrumentos e equipamentos de teste modernos e adequados para o ofício, cujo objetivo principal tange a garantir as especificações e retratar os diversos estágios da vida dos componentes do projeto implementado, recém fabricado, ao longo de sua vida operacional e após reparos e manutenções importantes, pois é importante mencionar que alguns testes realizados em fábrica durante o período de suprimentos, geralmente não garantem a vida útil e não são adequados para acompanhamento da degradação e análise de tendência dos vários itens aplicados em um projeto, sendo assim, necessário o acompanhamento especializado (GANDRA, 2013; NASCIMENTO, 2014).

No decorrer do processo de comissionamento, para que os serviços sejam assegurados e atestados positivamente, é necessário que todo o procedimento e registros sejam validados pelos Gestores de Comissionamento e de Construção conforme demonstrado na figura 9, pois é esta etapa que ocorre as verificações e o confrontamento dos registro de valores, encontrado aos valores especificados pela engenharia no intuito de garantir a confiabilidade operacional (SOARES JUNIOR, 2013).

Figura 9 – Visão Geral do Gerenciamento da Qualidade do Projeto



Fonte: PMBOK (2017)

De acordo com Justo (2015) o gerenciamento da qualidade é um conjunto de processos que engloba planejamento, gerenciamento e controle dos requisitos de qualidade do projeto. O foco tende a direcionar-se ao produto ou serviço, de acordo com o atendimento daquilo que foi solicitado pelo cliente, ou seja, a entrega deve atender todas expectativas daquele quem contratou o serviço, desse modo, sendo necessário atender às expectativas e necessidades dele. Além disso, o gerenciamento da qualidade contribui na melhoria contínua dos processos de gestão de projetos. O conceito de qualidade dentro da gestão de projetos pode se dividir em dois: a qualidade relacionada aos processos da gestão de projetos e a qualidade referente ao produto ou serviço que será entregue.

Ainda segundo o mesmo autor, um produto só apresenta qualidade quando o cliente se sente satisfatório em função do atendimento a suas necessidades. Porém, e quando o projeto atende aos requisitos, mas o cliente não fica satisfeito com a forma com que o projeto foi conduzido? Se o produto foi entregue dentro do que foi especificado, mas as entregas atrasaram, a comunicação foi pobre e o projeto foi gerenciado de forma turbulenta, podemos dizer que houve um desvio de qualidade na gestão de projetos, assim, gera-se questionamentos importantes acerca da qualidade. Nesse sentido o gerenciamento da qualidade surge com o foco de prevenção, ao invés da correção, pois considera-se que os custos inerentes as falhas são grandes e podem ser evitados caso ocorra a existência de planos que evitem perdas. Assim sendo, a prevenção é tida como a melhor ação que visa além da minimização de danos, concomitantemente, os custos (JUSTO, 2015).

2.13.1 Configuração dos Protocolos no Sistema de Gestão de Comissionamento

Projetos de grandes magnitudes, como é esse da duplicação da estrada de ferro Carajás, com comissionamento sendo utilizado como ferramenta de qualidade de obra, nas suas etapas e processos geram dados que precisam ser monitorados e armazenados. Com isso a Forship criou o *software* de comissionamento o HMSWeb (*handover management system*).

Segundo a Forship é a solução de TI desenvolvida pela própria empresa a Engenharia para a gestão completa do comissionamento de projetos industriais complexos, como plataformas de petróleo, plantas petroquímicas, refinarias, ferrovias e usinas de energia (BRANDÃO, 2018). O HMSWeb permite o gerenciamento, o controle, a certificação e a verificação de todas as atividades relacionadas à completação mecânica e ao comissionamento, à medida que são executadas durante o desenvolvimento e a construção de um projeto (JUSTO, 2015).

O HMSWeb fornece informações e acompanha o trabalho de comissionamento para:

- a) Hierarquias físicas e sistêmicas
- b) Documentos de referência
- c) Procedimentos de comissionamento
- d) Planos de atividade
- e) Registro de atividades, *checklists* e certificação (aprovações)
- f) Gerenciamento de pendências
- g) Controle de preservação
- h) Programação e controle das atividades
- i) Gerenciamento e controle de horas
- j) Progresso físico e relatórios de gerenciamento.

Algumas de suas mais importantes características são:

- a) Metodologia de gerenciamento: baseada em uma sólida abordagem metodológica, orientada à padronização e com um forte componente de supervisão e gerenciamento, permite o monitoramento da produtividade do trabalho realizado, tanto durante as fases da engenharia quanto durante o trabalho feito no campo.
- b) Repositório de dados abrangente: fornece uma coleção estruturada de todos os dados da engenharia, informações gráficas, documentos de referência etc. para todos os sistemas, subsistemas, malhas, equipamentos e itens na plataforma inteira ou na planta industrial.
- c) Ferramenta de tempo real e baseada na Internet: acesso *online*, simultâneo e controlado pelos profissionais de comissionamento, construtores de módulos, proprietário e/ou representantes do EPC, em diferentes escritórios e locais de trabalho ao redor do mundo.
- d) Filosofia “planeje o trabalho – siga o planejamento”: os planos de trabalhos são gerados no próprio HMSWeb e o progresso é registrado diariamente, e ficam disponíveis para a visualização de todas as partes interessadas.
- e) Gerenciamento de pendências: poderosa ferramenta para garantir um gerenciamento eficaz da lista de pendências, ajudando a entregar os materiais e os recursos no lugar certo e na hora certa.
- f) Flexibilidade: oferece um conjunto abrangente de características configuráveis, permitindo uma adaptação às funções do *software*.
- g) Fácil de usar: direto e rápido para configurar e começar o trabalho.

Alguns controles podem ser feitos relacionado a projetos tais como as pendências que são identificadas como sendo as não-conformidades encontradas nos objetos comissionáveis.

Nesse caso, no decorrer da execução das atividades de comissionamento, algumas pendências serão identificadas, sendo essas podendo ou não interferir na execução da atividade ou apenas representar um detalhe que não atrapalhe diretamente a função, *performance* ou segurança do equipamento, contudo representa uma não-conformidade. O HMSWeb surge com o intuito de colaborar nesse processo, pois permite que todos os tipos de pendências sejam registrados e associados a qualquer objeto comissionável, documento ou projeto de uma maneira geral, permitindo assim uma fácil identificação e o acompanhamento do trabalho de saneamento das mesmas.

Outro fator relevante é no que tange a preservação na qual é caracterizada como sendo um conjunto de atividades (tarefas) de limpeza e acondicionamento dos itens que ainda não entraram em operação. Em outras palavras, pode ser definida como sendo uma manutenção anterior à entrada em operação. Cabe salientar que todos os itens recebidos no canteiro de obras, ou seja, após passarem pela 1ª atividade de pré-comissionamento, devem passar pela atividade de inspeção de recebimento, sendo necessário sofrer periodicamente atividades de preservação para que suas condições operacionais sejam mantidas.

Nesse âmbito, torna-se necessário abordar também aspectos de controles de horas, os quais irão contribuir consideravelmente para o desenvolvimento adequado das atividades, sendo que para isso devem ser considerados os relatórios diários de atividades, relatórios diários de obra e os relatórios diários de atividades de grupo, logo podem ser definidos da seguinte maneira:

- a) Registro Diário de Atividades – RDA (registro de horas): funcionalidade usada para registrar os lançamentos de horas trabalhadas pelos colaboradores. As horas informadas são associadas a atividades, grupos de trabalho e datas, permitindo que a gerência da equipe faça o acompanhamento da produtividade e do progresso das atividades.
- b) Relatório Diário de Obra – RDO: é um relatório formal, assinado pelo cliente, que apresenta a relação de colaboradores, de atividades e o total de horas trabalhadas no dia, incluindo observações e comentários sobre os fatos ocorridos no dia.
- c) Relatório de Atividades do Grupo – RDG: é um relatório similar ao RDO, porém para um período, podendo ser emitido por grupo de trabalho ou para todos os grupos. Ele informa as horas trabalhadas agrupadas por colaborador, função e atividade. Inclui comentários e observações sobre todos os dias do período concatenados. O acesso ao HMSWeb é feito pelo navegador Internet Explorer; basta acessar o endereço: <https://www.forship.com.br/hms4>. (Figura 10):

Figura 10 – Figura de identificação do Usuário

Quando o HMSWeb é acessado, será exibida a tela inicial onde o usuário deve identificar-se.

Tela inicial do HMSWeb onde o usuário deve digitar o seu Login (Usuário), sua Senha e, em seguida, clicar no botão Entrar

Fonte: ForShip Engenharia (2010)

Nesse sentido, é interessante conceituar alguns pontos relevantes que são atribuições da equipe na elaboração do projeto e da capital e comissionamento, assim, tem-se:

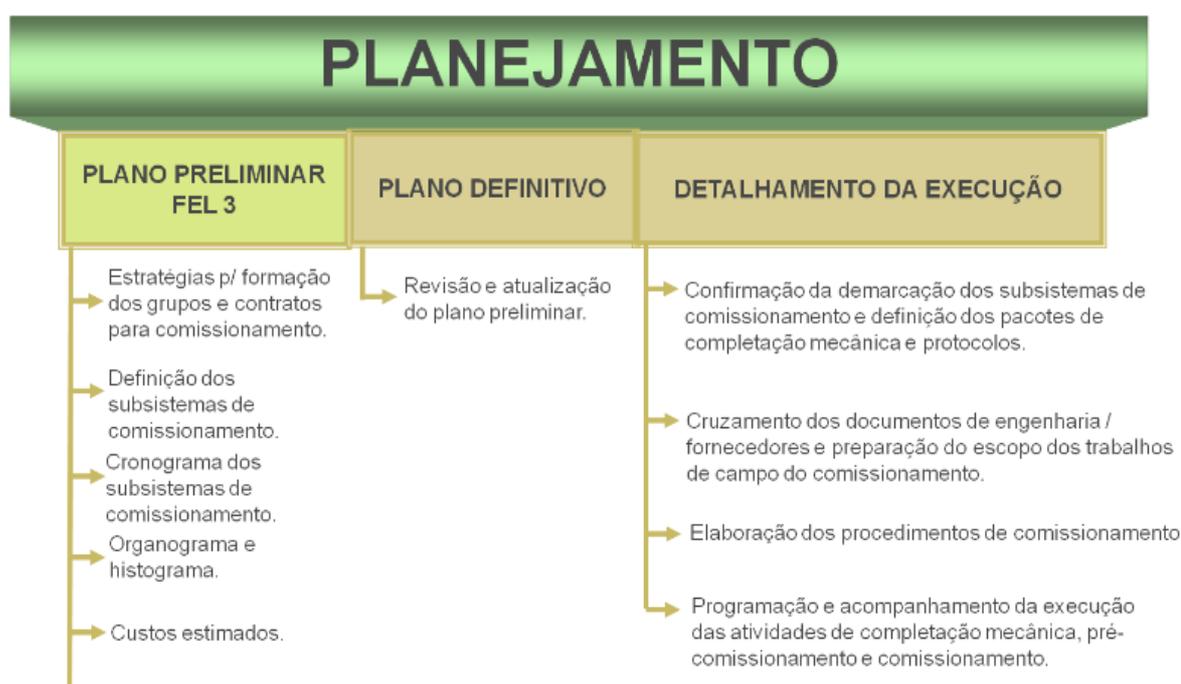
- a) Equipe EO: equipe de fiscalização direta da obra, designada pelo cliente;
- b) Equipe de comissionamento: equipe responsável pela execução das atividades de comissionamento;
- c) Empresa Forship: empresa responsável pela gestão do comissionamento;
- d) Sistema HMSWeb: sistema informatizado de gestão de comissionamento;
- e) Montadoras: empresas contratadas para efetuar renovação da superestrutura ferroviária;
- f) Pendência “A” Impeditiva – PA: pendência que impede a operação do equipamento ou pacote de comissionamento em condições de total segurança para as pessoas, patrimônio e/ou meio ambiente. Portanto, as atividades devem ser paralisadas imediatamente para correção da mesma;
- g) Pendência “B” Não – impeditiva – PB: o item possui alguma anomalia ou precisa de correção, mas esta pendência pode ser programada e corrigida até o final do comissionamento;
- h) Pendência “C” Não – impeditiva – PC: o item possui alguma anomalia ou precisa de correção, mas esta pendência pode ser programada e corrigida até a assinatura do termo de aceite final “TAF”;
- i) Pacote de comissionamento: divisão entre partes para que possam operar de forma independente e facilitar a atividade de entrega dessas partes;

- j) Pacote de completção mecânica: são os itens tagueados, agrupados por disciplina;
- k) Pasta de sistema: coletânea ordenada de todos os documento do comissionamento relativos a um dado sistema ou pacote de comissionamento, como folhas de dados, registros de testes, certificado de completção mecânica e outros;
- l) Pasta de trabalho: conjuntos de documentos necessários para orientar e apoiar a realização no campo de uma tarefa de comissionamento;
- m) Sistema: é um conjunto de equipamentos, componentes e materiais, organizados e interdependentes que possuem uma função específica comum;
- n) Subsistema: divisão de um sistema em partes para que possam operar de forma independente e facilitar a atividade de entrega destas partes;
- o) Item comissionável: cada um dos instrumentos, equipamentos ou acessórios, em geral, identificados por um código de verificação (TAG), sujeito às atividades de comissionamento.

2.13.2 Planejamento do Comissionamento

Conforme destaca Horsley (1998), a etapa que compreende o planejamento do comissionamento é composta pela elaboração do plano de comissionamento (preliminar e definitivo) e pelo detalhamento da execução das atividades de campo do processo de comissionamento, com ações chaves, ilustradas pela figura 11.

Figura 11 – Ações chave do planejamento do comissionamento



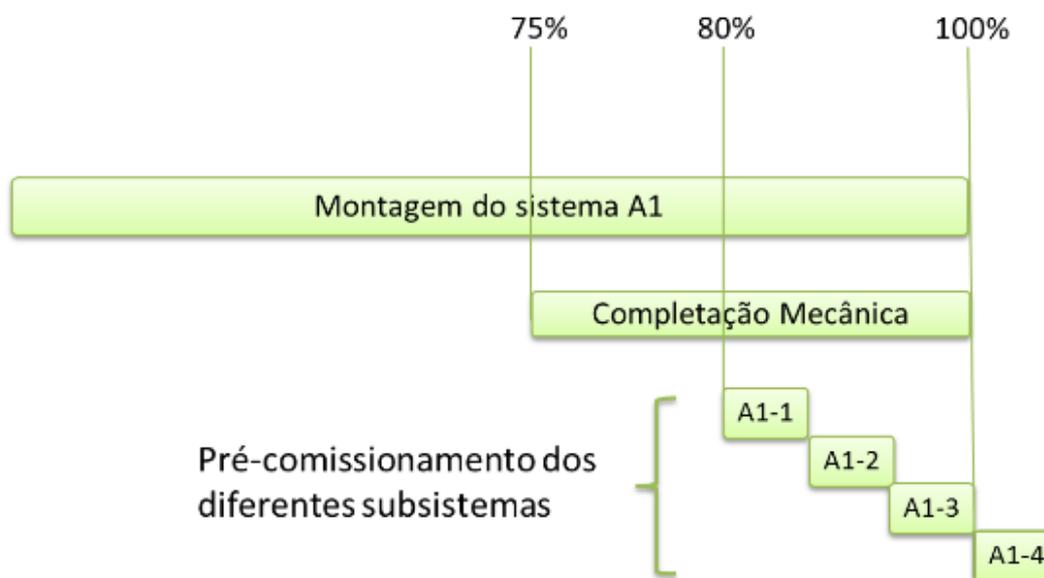
Fonte: PMBOK (2017)

2.13.3 Estratégia para elaboração do planejamento do comissionamento

A estruturação do planejamento do comissionamento deverá seguir uma sequência estruturada e lógica de processo produtivo, sendo de suma importância a coerência com a sequência construtiva e com o cronograma do projeto, concomitantemente, o acompanhamento do profissional qualificado. Alguns pontos devem ser destacados no decorrer da elaboração do planejamento do comissionamento, sendo assim, destaca-se (PMBOK, 2017):

- a) Foco na realização da conclusão da montagem e completção mecânica por subsistema de comissionamento;
- b) Execução das atividades de completção mecânica, pré-comissionamento e comissionamento em sequência, por subsistema de comissionamento, visando a transferência do comissionamento para a operação por sistema;
- c) Início da completção mecânica a partir de 75% de avanço da montagem eletromecânica e o início das atividades de pré-comissionamento, a partir de 80%, conforme ilustrado pela figura 12 (MILHEIRO, 2012).

Figura 12 – Marcos para início da Completção Mecânica e Pré-Comissionamento



Fonte: PMBOK (2017)

2.13.4 Cronograma de Comissionamento

O cronograma de comissionamento deverá ser estruturado por sistemas e subsistemas de comissionamento, com descrições e codificações apropriadas. Deve-se procurar seguir a

sequência lógica das atividades de processo, sendo imprescindível que este cronograma esteja completamente integrado com cronograma do projeto, contendo as datas e os prazos previstos para as principais atividades de comissionamento. A elaboração do cronograma a nível de subsistemas permitirá maior flexibilidade na atribuição das prioridades às atividades de construção e de testes, de forma a reduzir a possibilidade da ocorrência de desvios que possam causar grandes impactos no cronograma e no CapEx do projeto. Durante o detalhamento da execução das atividades de comissionamento, na fase de Execução, o cronograma será detalhado, devendo considerar os níveis necessários para realização do controle das atividades de campo (VAZ, 2010).

2.13.5 Plano de Comissionamento

Segundo Montenegro (2009) o plano de comissionamento preliminar deverá ser elaborado durante a FEL 3 e revisado/atualizado após aprovação do empreendimento na fase de execução, até 50% do progresso do detalhamento da engenharia, assim, acarretará na elaboração do plano de comissionamento definitivo que será a ser seguido. Tem como principal objetivo reunir informações sobre o comissionamento de forma a abranger o escopo completo dos serviços a serem realizados pelas empresas contratadas (construção/montagem, comissionamento, etc.), fornecedores de equipamentos, entre outros. A principal razão para que o plano preliminar de comissionamento seja elaborado em FEL 3 é garantir a inclusão dos custos para a execução das atividades de comissionamento no CapEx do projeto e para que as atividades a serem executadas durante as etapas de completação mecânica, pré-comissionamento e comissionamento sejam inseridas no cronograma (NASCIMENTO, 2014). Deve também abordar no mínimo os seguintes assuntos, sendo identificados por:

- a) Requisitos de SSMA no comissionamento;
- b) Estratégias de recebimento das instalações;
- c) Sistemas e subsistemas de comissionamento;
- d) Papéis e responsabilidades do comissionamento;
- e) Organograma do comissionamento;
- f) Cronograma de comissionamento;
- g) Histograma do comissionamento;
- h) Recursos para o comissionamento;
- i) Plano de preservação;
- j) Plano de comunicação do comissionamento;

k) Documentação do comissionamento;

l) Plano de treinamento

Quadro 1 – Fases do Empreendimento/Comissionamento

Planejamento do empreendimento	Engenharia	Construção	Aceitação	Pós-aceite	Funcionalidade total da planta
- Documentação da Engenharia / Comissionamento - Plano Inicial de Comissionamento	- Verificação da Engenharia. - Especificação do Comissionamento	- Reuniões da Equipe de Comissionamento. - Inspeções no local / <i>On-site</i> / Revisões.	- Testes de Desempenho Funcional. - Treinamento do proprietário / Contratante nos Sistemas Operacionais.	- Manual de Sistemas Finais. - Reuniões de Lições Aprendidas.	

Fonte: PMBOK (2017)

Todos os planos devem apresentar dados consistentes e objetivos claros.

2.14 Formação da via permanente

Identificado como sendo o caminho do rolamento, tem a função principal de transmissão e distribuição para a via das cargas que movimenta-se sobre ela, além de guiarem os veículos pelo trajeto por ela determinada. Segundo Brina (2012, p. 6) o lastro, os dormentes e os trilhos configuram-se como sendo os principais elementos das vias permanentes, sendo a sua existência obrigatória para a identificação da via e suas funcionalidades, pois trabalham concomitantemente, proporcionando o rolamento dos veículos ferroviários.

Salienta-se que há a existência de componentes que indiretamente fazem parte da superestrutura da estrada de ferro, identificados como componentes indiretos, assim, é válido destacar que no que tange ao sublastro (interface de extrema importância), por mais que esteja relacionado às camadas finais da infraestrutura, apresenta características especiais que justificam a sua inclusão como parte da superestrutura ferroviária.

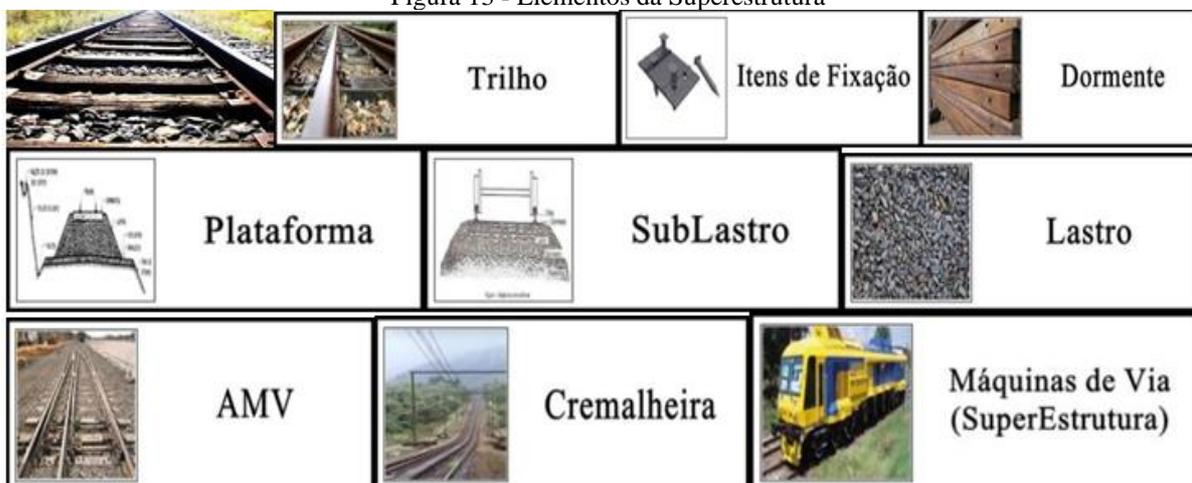
2.14.1 Componentes de uma Superestrutura

De acordo com Forship (2018) uma ferrovia é identificada como um meio de transporte onde sua ocorrência dar-se-á por meio de rodas metálicas onde movimentam-se ao longo da direção sobre trilhos metálicos, dispostos em vias contínuas de modo longitudinal. Em sua estrutura, contam com acessórios inerentes ao seu funcionamento, assim tem-se os apoios

transversais dos trilhos, os dormentes (regularmente espaçados que repousam geralmente sobre um colchão amortecedor de material granular), o lastro (cuja função é absorver e transmitir ao solo as pressões correspondentes às cargas suportadas pelos trilhos, distribuindo-as, com taxa compatível a sua capacidade de suporte para o terrapleno). Em suma, observa-se que a estrutura férrea é composta por dois subsistemas básicos, a saber: o de material rodante, do qual fazem parte os veículos tratores e rebocados, e o de via permanente, do qual fazem parte a infraestrutura e a superestrutura ferroviária (DNIT, 2018).

O DNIT (2015) aponta os seguintes componentes como um dos principais para superestrutura (figura 14). Os itens da superestrutura estão dispostos abaixo de forma decrescente em sua aplicação sobre a via permanente, conforme ilustrado pelas figuras 13 a 16.

Figura 13 - Elementos da Superestrutura



Fonte: Forship (2018)

Para melhor compreensão, a seguir detalha-se alguns elementos da superestrutura, tais como características, locais de uso, composição e ilustração dos mesmos.

2.14.1.1 Lastro

É uma camada de material permeável e resistente, de granulometria adequada, posicionada entre os dormentes e o leito ou sublastro (figura 14). Essa camada proporciona drenagem e elasticidade à linha e tem como principal função a distribuição das cargas dos dormentes para o leito do terreno (plataforma ferroviária). Conforme ABNT NBR 7964 (1983) a plataforma é classificada de acordo com sua capacidade de carga e dos materiais utilizados.

Figura 14 - lastro ferroviário

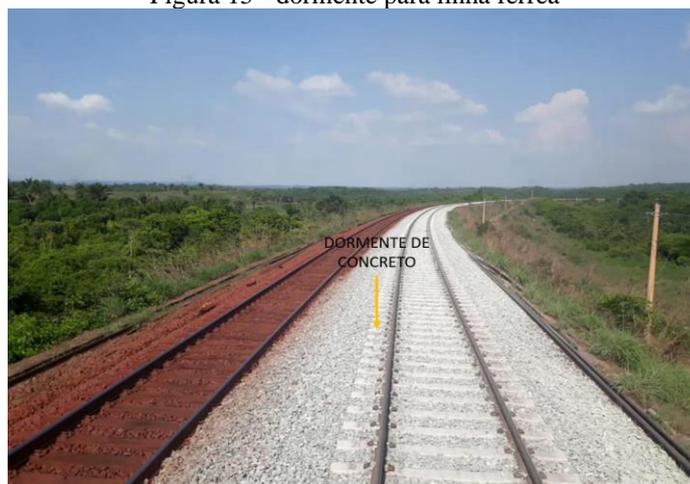


Fonte: Paiva (2016)

2.14.1.2 *Dormente*

São os elementos de superestrutura ferroviária, que consistem na superfície de apoio para trilhos. Os dormentes podem ser de madeira (figura 15), concreto protendido, concreto bi bloco, aço ou outros materiais, como plástico, borracha. Suas funções são diversas, garante a fixação e mantém o suporte seguro e adequado aos filtros, amortece e absorve os choques de rolamentos, distribui e transmite ao lastro os esforços recebidos dos trilhos, mantem a bitola constante, mantem o alinhamento longitudinal e transversal da via.

Figura 15 - dormente para linha férrea



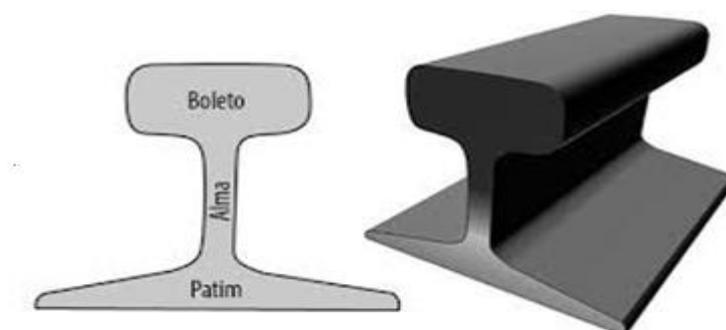
Fonte: Autor (2020)

2.14.1.3 *Trilhos*

São elementos de superestrutura que constituem a superfície de rolamento para as rodas dos veículos ferroviários (figura 16). Constituem uma longa viga de aço com forma ou

perfil especial, na qual trafegam e são guiadas as rodas de equipamento de tração e de material de rodante rebocado.

Figura 16 - Detalhamento do trilho



Fonte: Forship (2018)

A constituição dos trilhos pode ser de aço-carbono, aço-liga ou boleto tratado, os quais apresentam alta resistência às ações mecânicas, choques e desgastes. O boleto é identificado como sendo a parte superior do trilho (eixo de rolamentos das rodas dos veículos), sendo na proporção de 40 a 42%. A alma (seção transversal do trilho), compreende o espaço entre o boleto e o patim, onde apresenta constituição na faixa de 18 a 22%, por fim, tem-se o Patim, a qual é a parte mais larga do trilho, onde ocorre a fixação direta por intermédio da placa de apoio, apresentando-se na proporção de 38 a 40% (DNIT, 2015).

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo

A princípio, o estudo foi de natureza bibliográfica, de cunho descritivo e abordagem qualitativa dos dados e apresentação de um estudo de caso. Através da investigação bibliográfica, considerada por Marconi e Lakatos, (2013) como aquela que envolve “estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral”, foi empreendida a revisão de literatura que possibilitou a fundamentação teórica sobre a temática do estudo. Além do mais, Gil (1999) destaca que esse tipo de pesquisa aproxima o leitor do tema pela fato de que este passará a interpretar os fatos e discorrer concisamente sobre os fatos e fenômenos analisados, mesmo que pautadas por uma visão geral, estabelecendo relações e desvendando a ocorrência entre o fatos.

3.2 Coleta de Dados

Para a realização foram utilizados procedimentos metodológicos próprios das pesquisas bibliográfica e documental, tendo por base a consulta de *sites* da Internet, artigos científicos, dissertações, teses, livros, revistas, jornais, relatórios técnicos e outros documentos que continham informações relevantes no que tange à área de estudo.

A coleta de dados foi realizada no início das fases de complementação mecânica, pré-comissionamento, onde o recebimento das instalações da obra pelo grupo de comissionamento ocorreu após a aplicação dos protocolos de verificações (Anexos de 1 a 4), especificamente: o Protocolo de Linha Férrea (Anexo 1), o Protocolo de Operações (Anexo 2), o Protocolo de AFM (Anexo 3) e o Protocolo de Documentação (Anexo 4), além da realização de registro fotográfico, abertura e fechamento das pendências, ou seja, as não conformidades e a emissão dos certificados devidamente preenchidos, assinados e entregues pelas empresas de montagem ou fornecedores dos equipamentos e aprovados pela gerenciadora e área de controle de qualidade.

3.3 Análise dos Dados

A análise de dados foi realizada através de pesquisas a artigos científicos, jornais, revistas, teses e monografias, divulgadas nos últimos 10 anos, os quais serviram de base para o embasamento científico e sustentação das ideias abordas ao longo do estudo.

3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão abrangeram materiais de pesquisas como *sites* de Internet, artigos científicos, teses, monografias entre outros, que abordaram sobre a temática em pauta, e foram excluídos os trabalhos que não trataram diretamente sobre o assunto e que ultrapassavam a cronologia escolhida. Foram utilizados os seguintes descritores: Comissionamento; Obras ferroviárias e Planejamento.

3.5 Aspectos Éticos

Em atendimento a Resolução 466/12 sobre ética na pesquisa que envolve seres humanos, a pesquisa foi iniciada sem necessidade de consentimento formal, por se tratar de um estudo de revisão literária e protocolos junto ao campo de estudo.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da obra em estudo

A duplicação da ferrovia Carajás aqui em estudo, tem a extensão de 892 km e fica localizada entre os municípios de São Luís – MA a Carajás – PA. Para detalhar e aplicar os métodos construtivos, a duplicação foi dividida em trechos distintos, sendo o trecho 1 com início em São Luís – MA e término em Alto Alegre do Pindaré (MA), indo do segmento 00-02 até o segmento 16-17; o Trecho 2, de Alto Alegre de Pindaré (MA) até Cidelândia (MA), indo do segmento 17-18 até o segmento 37-38; e o Trecho 3 de Cidelândia (MA) até Carajás (PA), abrangendo o segmento 38-39 até o segmento 57-58. Para cada trecho houve a contratação de uma empresa diferente.

4.2 Metodologia aplicada

Para um projeto de tamanha magnitude como é este da duplicação da ferrovia Carajás, se fez necessário a implantação de metodologias construtivas que apresente ferramentas que possam aferir a qualidade das etapas da construção. Uma das metodologias escolhidas foi o comissionamento. Desta forma, escolhemos para o estudo de caso o segmento 02-03 que fica entre os quilômetros 010+000 ao 023-000 entre os municípios de São Luís (MA) e Bacabeira (MA), onde acompanhamos a aplicação do comissionamento na superestrutura ferroviária, para isso, realizou-se as inspeções dos principais elementos:

4.2.1 Inspeção de agulha

O processo considerou sete etapas distintas dentre as quais foram observadas e seguidas, sendo essas:

- a) Medição do nivelamento transversal/alinhamento na ponta da agulha;
- b) Medição da bitola na ponta da agulha;
- c) Medição da altura da ponta da agulha em relação ao trilho de encosto;
- d) Medição da abertura da agulha na 1ª barra de conjugação;
- e) Medição da LP – Folga de livre passagem no fim da usinagem da agulha (ultima barra de conjugação);

- f) Medição do nivelamento transversal/alinhamento nos couces (linha reta e desviada);
- g) Medição da bitola nos couces (linha reta e desviada).

4.2.2 Inspeção aparelho de manobra manual, quando houver

4.2.3 Inspeção dos trilhos de encosto e intermediários/ligação (reto e curvo)

- a) Medição do desgaste superficial (amassamento) e lateral do trilho na região da agulha;
- b) Medição do nivelamento na região dos trilhos intermediários e de ligação.

4.2.4 Inspeção do Jacaré ponta fixa

- a) Medição da cota de proteção da ponta pratica;
- b) Medição do LPJ – Cota de livre passagem;
- c) Medição da largura do canal;
- d) Medição da altura da ponta pratica;
- e) Medir profundidade do canal;
- f) Medição da largura da calha no contratrilho;
- g) Medição do nivelamento na região dos trilhos de ligação;
- h) Medição da bitola na região do jacaré.

4.2.5 Inspeção do Jacaré ponta móvel

- a) Medição do nivelamento e alinhamento na região do AMV;
- b) Medição da bitola na reta e reversa, na entrada ponta principal e saída;
- c) Medição da cota mínima de passagem;
- d) Medição da abertura no final da para de lebre;
- e) Verificação da vedação e medir espessura da ponta principal;
- f) Verificação da existência de defeito superficial.

4.2.6 Verificação da integridade das juntas isolantes que fazem parte do circuito do AMV

- a) Medição do nivelamento/alinhamento;
- b) Verificação visual da integridade das juntas;
- c) Verificação visual da integridade dos dormentes e fixações;
- d) Medição dos dormentes e fixações do AMV;
- e) Inspeção do lastro;
- f) Inspeção das placas de sinalização se houver (SB e circuito de via);
- g) Esmerilhamento das agulhas e trilhos de encosto e ligação;
- h) Esmerilhamento em jacaré de ponta fixa;
- i) Esmerilhamento das asas;
- j) Esmerilhamento do núcleo;
- k) Esmerilhamento do calcanhar;
- l) Esmerilhamento das pernas;
- m) Biselamento na ligação do calcanhar com as pernas;
- n) Monitoramento do contato roda trilho na ponta prática após o esmerilhamento.

4.2.7 Esmerilhamento no jacaré de ponta móvel

- a) Esmerilhamento das patas de lebre;
- b) Esmerilhamento da ponta principal.

4.2.8 Esmerilhar, Agulhas, Trilhos, Encosto

Tem como objetivo orientar os inspetores na atividade de esmerilhamento das agulhas/trilho de encosto, ligações e intermediários na região das agulhas dentro das especificações da via da EFC. Assim, as intervenções surtiram efeitos que visavam a garantia total de vedação das agulhas, a garantia da bitola da via bem como proporcionar segurança operacional. É importante destacar que este padrão foi aplicado em todas as equipes de inspeção da Via Permanente da EFC. Para isso, tiveram como pré-requisitos os seguintes procedimentos:

- a) PGS 002044 – Cuidados de Saúde, Segurança e Meio Ambiente na Manutenção de Componentes de AMV;
- b) PRO 016247 – Inspeccionar AMV;
- c) PGS - 002722 – Regulamento de Operação Ferroviária;
- d) RMF – Regulamento da Manutenção Ferroviária.

4.3 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no início das fases de complementação mecânica, pré-comissionamento, onde o recebimento das instalações da obra pelo grupo de comissionamento ocorreu após a aplicação dos protocolos de verificações, registro fotográfico, abertura e fechamento das pendências, ou seja, as não conformidades e a emissão dos certificados devidamente preenchidos, assinados e entregues pelas empresas de montagem ou fornecedores dos equipamentos e aprovados pela gerenciadora e área de controle de qualidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Problemas encontrados e soluções adotadas

Foram encontradas algumas não conformidades tais como as listadas a seguir, ou seja, dessas não conformidades que partem a atuação da equipe para sua realização, abertura e solução das pendências, das quais partiram das inspeções analisadas pelos itens dispostos no quadro 2.

Quadro 2 – Itens inspecionados

SUBSISTEMA	DISCIPLINA	FAMÍLIA	IDENTIFICAÇÃO
2320KF-02-004	CIV	AAMV	ASSENTAMENTO DO AMV 01 - TU 01 (PA 13+317) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	AAMV	ASSENTAMENTO DO AMV 02 - TU 01 (PA 13+397) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	AAMV	ASSENTAMENTO DO AMV 03 - TU 01 (PA 13+180) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	AAMV	ASSENTAMENTO DO AMV 04 - TU 01 (PA 13+534) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	AAMV	ASSENTAMENTO DO AMV 01 - TU 02 (PA 21+537) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	AAMV	ASSENTAMENTO DO AMV 02 - TU 02 (PA 21+617) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	AAMV	ASSENTAMENTO DO AMV 03 - TU 02 (PA 21+400) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	AAMV	ASSENTAMENTO DO AMV 04 - TU 02 (PA 21+754) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	LFE	LINHA FÉRREA DO 1° Km AO 3° Km (12+660 AO 15+660) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	LFE	LINHA FÉRREA DO 3° Km AO 6° Km (15+660 AO 18+660) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	LFE	LINHA FÉRREA DO 6° Km AO 9° Km (18+660 AO 22+280) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03

2320KF-02-004	CIV	DOCF	DOCUMENTAÇÃO FERROVIÁRIA DO 1° Km AO 9° Km (12+660 AO 22+280) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03
2320KF-02-004	CIV	OPR	OPERAÇÃO FERROVIÁRIA DO 1° Km AO 9° Km (12+660 AO 22+280) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03

Fonte: Autor (2020)

A empresa responsável pela construção solicitou à equipe de comissionamento a inspeção dos itens já construídos, assim, foi programada para ir até a obra e aplicar o protocolo de completação mecânica. Foram levantadas as não conformidades e registradas através do preenchimento dos protocolos e registro fotográfico. A fase seguinte compreende a elaboração de um *template* com as descrições das pendências, fotos, data de abertura, data prevista para fechamento, a pessoa responsável pela abertura e fechamento, *tag* dos itens e categoria das pendências. Esse *template* é enviado para o gestor do projeto ou pessoa designada para aprovação da abertura das pendências no sistema. Após isso, as empresas têm as datas previstas para saneamento das pendências, seguindo o processo, assim, atende-se as etapas:

- a) Desnívelamento da Linha;
- b) Desalinhamento;
- c) Superelevação;
- d) Roletes desajustados;
- e) Ausência de Porca Sextavada Placa de apoio sobre o dormente de aço Jacaré;
- f) Desajustado - Encosto da agulha direita e esquerda em relação ao trilho de encosto (vedação = zero) AMV 01;
- g) Ausência espaçamento e enquadramento dos dormentes;
- h) Ausência de junta metálica;
- i) Defeito- esmerilhar agulha lado esquerdo;
- j) Ausência de marcação quilométrica.

Em alguns casos a equipe de comissionamento discute o projeto com a empresa responsável, caso haja a percepção de algum erro de projeto, é solicitado um parecer para a equipe de engenharia e só depois é feito a realização das ações que visam sanar as pendências pela construtora. É interessante salientar que a empresa que estiver construindo fora das normas, ficará passível às ações da equipe de comissionamento a qual terá a função de informar qual é a norma, projeto ou procedimento que a construtora deve seguir.

Depois do prazo de saneamento das pendências, aguarda-se a solicitação da empresa construtora e a equipe de comissionamento para realizar as inspeções para fechamento das

pendências que é feito da seguinte forma: as inspeções são realizadas com o auxílio de equipamentos, tais como: régua de bitola, paquímetro, termômetro, trena, taquímetro, entre outros. São Inspeccionados todos itens que estão com as pendências abertas, se todas as pendências forem sanadas, e realizado a abertura de um novo template com a descrição do que foi feito e para o saneamento da mesma, esse template é preenchido com a data de saneamento e registro fotográfico da pendência saneada. Após o mesmo ser concluído é enviado para o gestor aprovar o fechamento das pendências.

5.2 Atividades exercidas na empresa em estudo – Manutenções, inspeções e passo a passo

Sabe-se que o Comissionamento é o processo de assegurar que os sistemas e componentes de uma edificação ou unidade industrial estejam projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do proprietário. Assim, torna-se necessário compreender o processo e todas as etapas inseridas.

5.3 Procedimentos práticos em função das inspeções de juntas isolantes e metálicas

Neste procedimento ficou nítido o quão as inspeções visuais são de grande importância, onde todas as juntas do trecho foram inspeccionadas. Nesse cenário, reforçar-se a ideia de seguir um planejamento adequado em função dos períodos das inspeções. Assim, salienta-se a necessidade do prazo de trinta dias para juntas isolantes, uma frequência semanal para juntas metálicas, concomitantemente a outras atividades de inspeção, conforme foi seguido. Vale mencionar que as inspeções são para prevenir possíveis defeitos ou falhas.

Assim, considerando a correta realização das inspeções, foi feito a confirmação da boa aderência da junta isolante, bem como a perfeita condição, ou seja, a não existência de trincas ou fraturas das talas de junção. No caso das juntas metálicas, houve também a verificação também de trincas e fraturas nas talas, *tirefonds*, parafusos, grampos ausentes ou inservíveis. Outro fator que foi observado também é quanto a condição da geometria (nivelamento/alinhamento) dos dormentes (inservíveis/ausentes) e defeitos superficiais. Além do mais, caso haja a existência de juntas com fratura nas talas, é necessário que a equipe entre com uma ação de imediato, sendo assim, propõe-se por exemplo, reduzir a velocidade no local ou interditar a circulação, dependendo da condição encontrada. Para as juntas isolantes trocar o modula e para junta metálica trocar da tala metálica.

No intuito de corrigir e/ou trocar fixações e componentes do sistema (talas, dormentes, parafusos, grampos, *and post* e placas de apoio), devem-se corrigir as fixações para proporcionar as condições de garantia da segurança operacional e maior durabilidade dos ativos da via permanente. A correção ou troca das fixações e componentes devem ser executadas nos locais onde for identificado o defeito, onde há falta ou falhas quanto à integridade dos mesmos, que possam causar riscos à segurança operacional da circulação dos veículos ferroviários. De acordo com a necessidade, as fixações poderão ser; reapertadas, substituídas ou aplicadas. Para os componentes, destaca-se que estes podem ser substituídos de imediato ou por meio de programações tendo em vista a não interferência por completo no funcionamento. É importante mencionar que a substituição de dormentes e placas de apoio devem seguir rigorosamente as orientações contidas no documento de procedimento (PRO) da empresa.

O processo de nivelamento manual das juntas, conta com o auxílio do equipamento identificado como “régua de superelevação”, a qual é posicionada sobre a junta a ser nivelada. de forma que esta esteja absolutamente perpendicular aos trilhos, conforme exemplificado pela figura 17.

Figura 17 – Régua sobre a junta

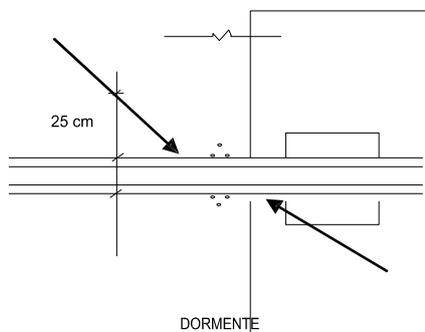


Fonte: Autor (2020)

Nesse momento verificou-se a diferença de nível entre os trilhos através da bolha de nível da régua e o valor encontrado na escala graduada da régua. Com valores acima da tolerância deve-se efetuar a correção do nivelamento da junta, conforme procedimentos de socaria manual da via. A observação do alinhamento nas juntas é realizada visualmente posicionando-se sobre a via a uma distância favorável a verificação deste item. É de extrema importância salientar que a tolerância para nivelamento é mais ou menos 5 mm e que os profissionais indicados para realizar o desenvolvimento da atividade, devem tomar cuidado para que não realizem improvisações no uso de ferramentas e, principalmente, que tomem cuidado com o passamento de mãos e dedos

sobre a linha férrea. No caso de desalinhamento da junta, realizar correção da mesma. A socaria da junta deve ser feito conforme ilustração da figura 18.

Figura 18 - Ilustração de como deve ser feito a socaria



Fonte: Autor (2020)

5.4 Procedimentos práticos em função das ações de esmerilhar juntas

Para o desenvolvimento do esmerilhamento é necessário primeiro ter ciência da medida da profundidade do defeito na superfície de rolamento do trilho. Para isso, conta-se com o auxílio com uma régua metálica de 1m e escala graduada (paquímetro), a qual foi a responsável por fazer a verificação da medida. Para obter o conhecimento da flecha (outro valor de extrema importância) realiza-se a medida com o centro da régua posicionada sobre a junta, tal como exemplificado pela figura 19.

Figura 19 – Medida do defeito



Fonte: Autor (2020)

O esmerilhamento da junta isolante metálica é realizado e justificado mediante o grau de criticidade em que se encontra, assim sendo, torna-se necessário a retirada das deformações da superfície de rolamento a fim de minimizar os impactos de contato roda/trilho, assim como pode ser visto pela figura 20.

Figura 20 – Esmerilhamento de junta



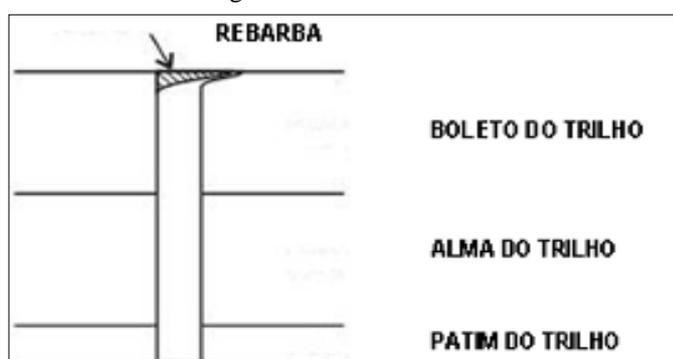
Fonte: Autor (2020)

Após o esmerilhamento foi feito o *check* com uso da régua, verificando se foi retirado toda deformação no local. Convém mencionar que a junta metálica só deve ser esmerilhada quando houver diferença de perfil entre os trilhos, e, não for executar solda no local (verificando que só pode ser efetuada solda com trilhos que tenha diferença de perfil em até 10 mm), sendo obrigatória a substituição de trilho para execução de solda aluminotérmica em juntas metálicas esmerilhadas. Observou-se que quando ao esmerilhamento, a atividade só é de fato efetuada quando a junta está completamente nivelada, pois assim evita-se problemas posteriores.

5.5 Procedimentos práticos em função das ações de biselar as juntas

O processo foi iniciado por meio da realização de limpeza superficial com escova de aço, da região do boleto no trilho a ser biselada. Assim, tornou-se necessário que fosse verificada se a superfície do boleto na junta possui escoamento (rebarba). Caso positivo, é interessante que seja serrada a rebarba utilizando arco de serra ou ferramenta similar, conforme ilustrado pela figura 21.

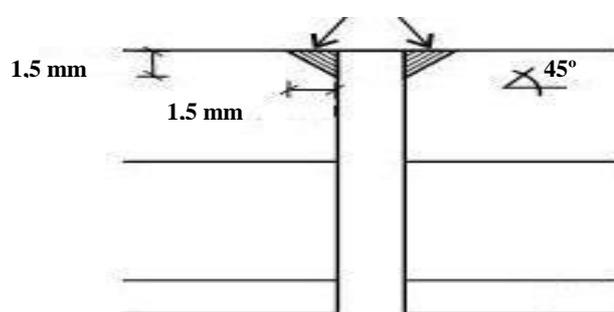
Figura 21 - Junta com rebarba



Fonte: Autor (2020)

Após o processo de limpeza e serragem, foi observado que deve-se chanfrar em 1,5 mm toda a quina superior do boleto, formando um ângulo de 45° entre suas faces superiores, tal como exposta pela figura 22, utilizando uma “lima triangular de 10”/limatão” ou uma retificada de ponta montada para realizar o biselamento, tal como ilustrado pelas figura 23. Além do mais, após o biselamento a junta deve ser limpa com escova de aço, para que não fique limalha de ferro no local a qual poderá acarretar em problemas, já no caso da junta isolante, observou-se que após a limpeza torna-se necessário a aplicação de cola com silicone no local. Ainda nessa vertente, é de extrema importância destacar para o cuidado necessário em função do risco corte e prensamento de mãos e dedos.

Figura 22– Ilustração da área a ser biselada



Fonte: Autor (2020)

Figura 23 – Biselamento da junta com lima triangular



Fonte: Autor (2020)

5.6 Procedimentos práticos em função das agulhas, trilhos, encostos e esmerilhamento

Percebeu-se que é uma etapa primordial, no qual tem como objetivo principal orientar os executantes na atividade de esmerilhamento das agulhas/trilho de encosto, ligações e intermediários na região das agulhas dentro das especificações da via da EFC, cujo intuito refere-se a colheita de resultados como a garantia total da vedação das agulhas, a garantia da estabilidade da bitola da via bem como garantir a segurança operacional da via.

5.6.1 Passo a passo do padrão

A partir desse momento destaca-se a abertura de LDL com CCO ou CCP, bem como é efetuado o bloqueio da via dando uma importância também para a sinalização da mesma. Para um correto desenvolvimento dessa etapa, menciona-se a necessidade de atendimento a procedimentos internos da empresa os quais são dispostos pelas diretrizes contidas no PGS 002722, no Regulamento de Operação ferroviária e pela norma interna PRO 013856 que trata acerca da Liberação e Devolução de Linhas.

Tendo em vista o papel de gerenciador de um engenheiro, observou-se que as etapas de serviço seguem procedimentos bem delimitados e especificados por meio do *Check List* o qual apresenta-se como uma ótima ferramenta para constatação do que foi elaborado/planejado foi cumprido, assim, por meio desse, destaca-se os principais pontos a serem observáveis, em ordem:

- a) Garantir o *Check List* dos equipamentos e acessórios de içamento de carga;
- b) Manter-se fora do raio de ação da carga evitando risco queda de materiais e equipamentos;
- c) Durante o descarregamento manual de materiais cuidado com os riscos de pensamento de membros;
- d) Equipamentos e ferramentas, caso haja pessoas em cima da carroceria, a obrigatoriedade de não retirada do guarda-corpo;
- e) Realização de inspeção prévia antes do início das atividades para corrigir os desníveis ou identificar pontos críticos para quedas e sinalizá-los com cones;
- f) Garantir o acondicionamento adequado dos produtos ou substâncias químicas utilizadas bem como a presença da Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ para consulta no local da atividade. Produtos como gasolina e óleo diesel (Inflamável – Classe de risco 3) devem ser acondicionados ou fracionados em galões inox devidamente identificados, e com dispositivos de contenção para evitar eventuais vazamentos e consequente contaminação do solo, dos recursos hídricos, fauna e flora locais. Para o acondicionamento e aplicação de graxas priorizarem o uso de bombonas.

5.6.1.1 Posicionamento de Máquinas: MP 5 à combustão

Nessa fase observou-se inicialmente que para a realização dos deslocamentos para o correto posicionamento, de modo manual, da máquina, foi necessário o uso de mais dois

trabalhadores na obra de modo que o peso fosse distribuído igualmente entre eles, conforme ilustrado pela figura 24. Após a etapa de afastamento, observou-se que ocorreu o processo de esmerilhamento da agulha afastada, conforme a necessidade em função do grau de criticidade, conforme já foi mencionado, cujo objetivo desse ponto específico é que sejam retiradas todas as deformações ao longo do eixo de rolamento, minimizando impactos de contato.

Figura 24 - Trabalhadores iniciando o processo de deslocamento



Fonte: Autor (2020)

Nesse processo, há a percepção de duas atividades principais, sendo: esmerilhamento do trilho de encosto que se apresenta com deformação o que consequentemente interfere no rolamento e esmerilhamento da agulha que foi afastada do referido trilho, tal como ilustrado pela figura 25.

Figura 25 - Esmerilhamento do trilho de encosto



Fonte: Autor (2020)

5.6.1.2 Posicionamento de máquinas: MP 5 hidráulica

Nessa fase foi observando detalhes de suma importância, pois é minimamente planejada para que não seja gerada desbaste excessivo e que a própria ação de conserto não se

transforme em perda do material, haja visto que o excesso do mesmo poderá acarretar na formação de “canao” na superfície da agulha do trilho de encosto.

Mais uma vez ressalte-se o papel de importância do *Check List* afim de que nenhuma etapa seja suprimida. Além do mais, por tratar-se de uma atividade de risco, salienta-se a necessidade de segurança, principalmente no que tange aos riscos gerados pela produção de fagulhas e fumos metálicos, assim, é de extrema importância que os profissionais que irão desenvolver essas atividades estejam usando protetores faciais, protetores auriculares, avental de raspa ou blusão, perneira de raspa, óculos de proteção e máscara PFF2, biombo, extintor de dióxido de carbono (CO₂) e bomba costal, conforme foi observado, além disso, pelo risco ao profissional, deve-se atentar também para os riscos que podem se originar em relação as fagulhas na vegetação e dormentes de madeira que podem entrar em combustão.

O esmerilhamento nessa etapa merece atenção, pois conforme inspeção um dos pontos a serem analisado é a conformidade da agulha/trilho de encosto com gabarito de perfil e régua, e, caso esteja fora da tolerância, é necessário que o processo permaneça de forma continua até atingir o parâmetro desejado. Após esse processo, seguiu-se para a etapa de limpeza e lubrificação das placas deslizantes, conforme instruções inseridas na norma de procedimento PRO 016249 Limpar e Lubrificar AMV.

Em trechos sinalizados constatou-se que foram inseridas outras frentes de trabalho na qual surge a atuação do Centro de Controle Operacional (CCO) e do Centro de Controle de Pátios (CCP), onde ajudaram a retirar a ocupação da via (*jumper*) para movimentar as agulhas para o outro lado e repetir o item “b”, “c”, “d”, “e” e “f” do passo 5 para agulha/trilho de encosto. No caso do Aparelho de Mudança de Via (AMV) manual, quanto ao trecho não sinalizado, coube ao profissional fazer a movimentação manualmente das agulhas para realizar o esmerilhamento conforme item “b”, “c”, “d”, “e” do passo 5. Torna-se interessante destacar também que o CCO ou CCP surgem também como atores de grande importância na comunicação da condição da via (liberada ou não) devolvendo a LDL quando aplicável, conforme diretrizes estabelecidas no PGS 013856. Um ponto que chamou atenção é quanto à necessidade de restrição no local, caso ocorra, esta deve ser comunicada ao CCO/CCP pelo responsável dos trabalhos.

Outro fator que surgiu com grande relevância nesse cenário foram as ordens de serviço corretivas programadas, onde foram necessárias sempre que as agulhas/trilhos de encosto estivessem fora de parâmetros (com trinca, desgaste e defeitos severos) que não poderiam ser retiradas com esmerilhamento, assim, deveriam ser feitas por meio das ordens de serviço. Dada a finalização dessas etapas, observou-se a coleta dos materiais utilizados, onde o que era passível de reaproveitamento foi separado visando atividades futuras, os quais seguiam passos

estabelecidos por meio das orientações contidas no PRO 001170 – Gerenciamento de Resíduos Sólidos, caso não sendo possível de reutilização, os resíduos eram descartados na Central de Materiais Descartados (CMD).

5.7 Procedimentos práticos em função da limpeza e lubrificação de AMV'S na EFC

Etapa que teve como principal objetivo padronizar as atividades de limpeza e lubrificação dos AMV's na EFC, com isso estipulou-se como resultado esperados que as placas de deslizamento na região das agulhas e jacaré de móveis lubrificadas permitissem adequadamente a movimentação das mesmas, bem como a não geração de acionamento no AMV por falta de lubrificação, além do controle do excesso de graxa nas placas de apoio e recolhimento de forma correta os resíduos gerados.

5.7.1 Passo a passo do padrão

Tendo em vista a realização dessa etapa, é válido chamar atenção acerca das novas instruções de uso do EPI inteligente, além dos riscos inerentes ao processo, dos quais destacam-se:

- a) Prensamento e/ou esmagamento de membros;
- b) Corte e/ou perfuração;
- c) Atropelamento;
- d) Queda de mesmo nível e queda com diferença de nível;
- e) Ergonômicos;
- f) Contatos com insetos e animais peçonhentos;
- g) Elaboração do Check List de ferramentas;
- h) Havendo algum risco não contemplado no PGS S&S, parar a atividade e reavaliar o risco nos aspectos de Saúde e Segurança e Meio Ambiente, elaborar uma ART contemplando este risco;
- i) Ao identificar alguma exposição há riscos, parar a atividade informar ao supervisor ou responsável.

5.7.1.1 Limpezas das placas de deslizamento das agulhas

O processo iniciou-se pela retirada dos resíduos das placas de apoio, principalmente na região das agulhas e do jacaré de ponta móvel, sendo para isso, utilizado espátulas, as quais retiravam os resíduos de graxa, além das placas de deslizamento que também necessitavam de limpeza. É válido destacar também que para os AMV's com aparelho de manobra a movimentação das agulhas foi feita manualmente, conforme exemplificado pela figura 26.

Figura 26 - Movimentação manual das agulhas



Fonte: Autor (2021)

Foi observado também que para AMV's com máquina de chave elétrica foi necessário solicitar a movimentação das agulhas ao CCO e/ou CCP. A FISPQ foi um documento de extrema importância, e essencial para a atividade, haja visto que cada produto deveria estar no local do trabalho com cada especificação descrita no documento. Por fim, mais uma vez deu-se atenção a geração de resíduos provenientes da atividade os quais eram colocados em recipiente apropriados e destinados à área de descarte adequada seguindo os padrões estabelecidos.

5.7.1.2 Lubrificações das placas de deslizamento das agulhas e dos roletes das placas de deslizamento

O processo foi caracterizado principalmente pelo espalhamento de graxa nas placas de apoio e a lubrificação dos roletes. Na prática o que ocorreu foi a aplicação de uma camada de graxa grafitada sobre as placas deslizante das agulhas e do jacaré ponta móvel, com uso de espátulas ou pincel, processo parecido ao anterior. Assim, continuando as etapas, lubrificou-se as placas de deslizamento para posição da linha referida no local, após conclusão, lubrificou-se as placas da linha. Para os AMV's com aparelho de manobra a movimentação das agulhas foi feita manualmente, por outro lado, para AMV's com máquina de chave elétrica solicitou-se a movimentação das agulhas ao CCO e/ou CCP. Novamente identificou-se a necessidade da FISPQ

em função dos produtos utilizados. Quanto a isso, destaca-se ainda atenção necessária em função da aplicação da graxa, pois se houvesse sido disposta em excesso poderia contaminar o lastro, fato esse que não ocorreu na atividade.

As etapas seguintes a lubrificação dos roletes foi dada pelo auxílio de uma bomba de lubrificação, onde houve o encaixe da mesma no bico do graxeiro do rolete e foi acrescentado mais uma vez a graxa, sem deixar que a mesma escorresse para fora. Além do mais, a equipe no campo destacou a obrigatoriedade da necessidade de atendimento ao prazo de 60 dias para lubrificação dos roletes, tal como exemplificado pela figura 27.

Figura 27 - Lubrificação do rolete por meio do graxeiro



Fonte: Autor (2021)

5.8 Substituição de dormentes de Madeira

Etapa cujo objetivo foi realizar a substituição de dormentes de madeira de forma segura e padronizada, cujo público-alvo foram os técnicos de infraestrutura, buscando como resultados, principalmente:

- a) Dormentes novos aplicados na linha com espaçamento padrão devidamente fixados com 2 placas de apoio, 4 grampos e 8 tirefonds;
- b) Dormentes inservíveis retirados da linha conforme inspeção e marcação prévia;
- c) Dormentes inservíveis fora do gabarito empilhados;
- d) Fixações e acessórios sucatas recolhidos.

5.8.1 Passo a passo do padrão (substituição de dormentes com a PTC02)

Nesta etapa foi observado uma série de atividades complexas as quais estão interligadas, indo desde a extração de grampos até a inserção de grampo ao longo da via.

5.8.1.1 Extração de grampos e tirefonds

Observou-se que essa etapa se iniciou com o auxílio da máquina extratora de grampos dos dormentes ao longo da via os quais eram substituídos. O processo deu-se de modo a atender uma certa produtividade, logo, visando esse aspecto, a extração iniciou-se por apenas um lado, tal como ilustrado pela figura 28, contudo, o papel da inspeção adequada é crucial, pois necessita-se atenção na identificação da degradação a qual o dormente se encontra, assim, caso a degradação estivesse em um alto grau, o dormente a ser substituído não era retirado PTC e não apenas um único grampo, mas os dois de uma vez.

Figura 28 - Grampo retirada de um único lado



Fonte: Autor (2020)

Após essa etapa seguiu-se para o procedimento de posicionamento da trefonadeira e a extração dos *tirefonds*. A trefonadeira poderá ser posicionada na via através de caminhão guindauto, auto de linha ou manualmente com o auxílio de 4 pessoas, conforme ilustrado pela Figura 29.

Figura 29 - Posicionamento da trefonadeira



Fonte: Autor (2020)

Para a extração dos *tirefonds* utilizo-se a tirefonadeira sobre a linha, onde tirou-se os 4 *tirefonds* de cada placa de apoio, por outro lado, para a retirada manual dos *tirefonds* da linha, posicionou-se a tirefonadeira na via, após a extração foi deixado fora do gabarito para recolhimento após a faixa de manutenção.

É válido mencionar que também pode ser utilizado uma máquina parafusadeira, do tipo Master 35 ou similar, ou, ainda chave T para *tirefonds* amassados, sendo importante chamar a atenção para o fato de que a máquina parafusadeira e a chave T foram posicionadas na última tirefonadeira, além do mais, menciona-se que em alguns casos em que o *tirefond* não saia com a Tirefonadeira e com chave “T”. O operador de PTC pôde utilizar o macaco hidráulico para levantar a via somente o necessário, para retirada do dormente com a placa e *tirefond*'s, tal como segue pela figura 30.

Figura 30 - Retirada do dormente



Fonte: Autor (2020)

5.8.1.2 Posicionamento do PTC02 na via

A fase de posicionamento ocorreu com algumas diferenças. Na primeira situação houve o posicionamento com auxílio de caminhão, onde o mesmo foi colocado ao lado da linha férrea (acesso rodoviário) próximo à frente do serviço, sendo realizado a movimentação dos equipamentos utilizando a lança do caminhão. O Posicionamento com auxílio do Auto de Linha aconteceu de forma similar ao caminhão com guindauto, tal como exemplificado pela figura 31, com a movimentação dos equipamentos utilizando guindaste para descarga das máquinas da vagonete para linha férrea. O posicionamento com próprio equipamento ocorreu utilizando o próprio equipamento com deslocamento da lança principal para seu apoio e movimentação com os pneus do equipamento, conforme segue pela figura 32.

Figura 31 - Posicionamento com auxílio do caminhão com guindauto



Fonte: Autor (2020)

Figura 32 - Posicionamento com o próprio equipamento



Fonte: Autor (2020)

5.8.1.3 Retirada de dormente

Foi observado que para o início da realização dessa etapa o operador teve que alinhar a máquina ao dormente a ser retirado (o dormente a ser substituído foi previamente marcado, após encaixado a garra da máquina no trilho, onde foi acionado a lança principal, posicionando a garra na cabeça do dormente). Assim, após fechamento da garra, foi acionado a alavanca da lança principal para a retirada do mesmo, conforme exemplificado pela figura 33. É interessante destacar dois aspectos no decorrer dessas atividade, a primeira é que se não for possível posicionar a garra de maneira a prender o dormente, deve-se retornar mais uma vez até o início do seu curso e repetir o procedimento para afastar o excesso de brita da região do dormente, e, em segundo, menciona-se que caso o dormente não tenha sido retirado pela PTC por motivo de desfragmentação (quebra da cabeça do dormente) no ponto de pega da garra da máquina, o mesmo deverá ser retirado com a inserção do dormente novo (empurrando o dormente velho).

Figura 33 - Retirada de dormente por meio de alavanca



Fonte: Autor (2020)

5.8.1.4 *Extração de placas de apoio e inserção dos dormentes*

Com a utilização da ferramenta de apoio, desprende-se a placa de apoio fixada por apenas um grampo ao trilho, depois efetuou-se a retirada manual das placas e grampos após a extração dos mesmos da linha deixando-os fora de gabarito para recolhimento após a faixa de manutenção. Com o intuito de inserir o dormente na vida, coube ao operador o dever de alinhar a máquina ao dormente a ser inserido (o dormente deverá ser previamente posicionado). Após o correto encaixe da garra da máquina no trilho, aciona-se a lança principal estendendo-a.

Posteriormente utilizou-se a garra de dormentes para a fixação dos mesmos e recolhimento da lança de modo que o dormente desloque sob o trilho até o alinhamento de furos adequado para encaixe das placas. Assim, pontua-se dois aspectos de grande importância, o primeiro tange acerca da placa de apoio a qual poderá ser posicionada na cabeça do dormente para deslizamento e posicionamento final da mesma, a segunda é em função do início do deslocamento da máquina para o próximo dormente, onde observou-se que a garra do dormente poderá estar livre da garra de trilho e desacoplada do boleto, além do mais, também deve se garantir a elevação da máquina de modo que a garra de dormente fique na altura do boleto.

Visando a inserção das placas de apoio após os dormentes estarem posicionados na cava com a devida altura necessária da placa de apoio, deve-se inserir a mesma manualmente. Foi observado que para a garantia da altura necessária das placas de apoio sob os trilhos, poderá ser fixado grampos do tipo Pandrol sendo para isso considerado o procedimento “Inserir Dormente na Via”, mesmo que possam haver dormentes com uma placa já aplicada.

5.8.1.5 Posicionamento de parafusos e tirefonds

Para essa etapa foi considerado dois pontos principais, sendo o primeiro o encaixe de *tirefonds* nos dormentes inseridos, e, o segundo o fato do uso de tirefonadeira sobre a linha, com o intuito de parafusar os 4 *tirefonds* de cada placa de apoio, além do mais, destaca-se que para o posicionamento de *tirefonds* também poderá ser utilizada a máquina parafusadeira (modelo Master 35 ou similar) ou chave T, tal como identificado pela figura 34.

Figura 34 - Máquina parafusadeira modelo Master 35



Fonte: Autor (2020)

5.8.1.6 Retiradas de equipamentos da via

Foi observado que o processo se inicia pela retirada com auxílio de caminhão, logo realizou-se o posicionamento do caminhão ao lado da linha férrea (acessos rodoviários) próxima à frente do serviço onde foi realizado a movimentação dos equipamentos utilizando a lança do caminhão. Além do mais, ressalta-se a necessidade de atentar-se ao posicionamento com auxílio do Auto de Linha, tal como aconteceu de forma similar ao caminhão com guindauto, com a movimentação dos equipamentos utilizando guindaste para carga das máquinas na vagonete.

Novamente torna-se importante chamar atenção para os resíduos produzidos, sendo assim, com o término das atividades, os resíduos de todos os materiais utilizados foram recolhidos. Com isso, não há a necessidade de recolhimento no dia seguinte. Os materiais foram organizados em locais definidos para que esta atividade seja feita em outro momento. Antes da atividade de içamento dos equipamentos, foi feita certificação de que os mesmos estavam desligados, para isso seguiu-se as seguintes etapas:

- a) Antes do desligamento deve ser feito a recolha de todos os cilindros;
- b) Desaceleração da máquina;

- c) Desligamento da máquina;
- d) Fechamento de 2 (dois) registros do óleo hidráulico.

5.9 Substituição do trilho na EFC: Fixações, Denik, Pandrol, Fast Clip, Prego de linha, Placas de apoio, KPO e Tirefond

Etapa cujo objetivo foi padronizar as atividades de substituição de trilhos na EFC, cujos resultados direcionam-se a: retirar trilhos com defeitos que coloque em risco a circulação de veículos ferroviários; aplicação de trilho de 100% da sua fixação, evitando diferença de perfil na via, sendo esse padrão aplicável às gerências de manutenção de via permanente da EFC.

5.9.1 Passo a passo do padrão

5.9.1.1 Monitoramento da temperatura do trilho

Um fator relevante que foi observado é quanto a temperatura, percebeu-se que é obrigatório a verificação e monitoramento, por meio do uso de termômetros de base magnética e/ou pirômetro, conforme ilustrados pelas figuras 35 e 36. O termômetro é colocado na alma do trilho no sentido contrário do sol, por outro lado, verificou-se que o pirômetro segue o mesmo procedimento inicial, contudo com o laser. Além do mais, convém destacar que para casos emergências como fratura de trilho, poderá ser substituído fora da faixa de temperatura, além do mais é proibido substituir trilho fora da faixa de temperatura que tem variação de 34° a 44°.

Figura 35 - Termômetro de base magnética



Fonte: Autor (2020)

Figura 36 - Pirômetro



Fonte: Autor (2020)

5.9.1.2 Preparações do trilho para substituição

Antes da atividade de substituição completa dos trilhos foi feito alguns procedimentos de preparação para a atividade. Com isso, observou-se algumas etapas pré-estabelecidas, assim, inicialmente, houve o desmonte da junta por meio do uso da chave de junta manual ou com a máquina Master 35, por meio do uso da chave de junta manual, onde folga-se as porcas dos parafusos até retirar completamente as mesmas, em seguida são retirados os parafusos das talas, conforme ilustrado pela figura 37.

Figura 37 - Retirada de parafusos por meio da parafusadeira Master 35



Fonte: Autor (2020)

Assim, reforça-se que as etapas seguem quatro etapas distintas, sendo essas:

- a) Desmontar junta metálica com chave de junta ou com máquina Master 35;
- b) Corte do trilho;
- c) Retirar a fixação;

d) Aproximar o trilho a ser aplicado ao trilho a ser retirado e coloca sobre os roletes.

Com o uso da Master 35, foi percebido que se realiza o encaixe da castanha da máquina na porca, folgando completamente até a retirada dos parafusos. Após a retirada dos parafusos da junta, retiram-se as talas manualmente, onde pode-se perceber a execução do processo pela figura 38. É válido destacar que em casos de dificuldades decorrentes do deslocamento das talas para desencaixe da alma do trilho, usa-se alavanca lisa ou marrão para descolamento da mesma, lembrando que estas ferramentas são de uso controlado.

Figura 38 - Retirada manual das talas após o processo de folga dos parafusos



Fonte: Autor (2020)

Além do mais, ficou evidente que o trilho pode ser cortado com a máquina de cortar trilho a combustão/hidráulica ou grupo de oxi-corte, para isso torna-se necessário efetuar o corte no trilho, marca-se o local e faz a limpeza do vão entre os dormentes (retirar a brita com o forcado), até a profundidade de 12 cm abaixo do patim do trilho, conforme segue pela figura 39.

Figura 39 - Limpeza entre o vão e o dormente



Fonte: Autor (2020)

Após a etapa foi analisada a fixação do torninho da máquina de cortar trilho no boleto, tal como exemplificado pela figura 40. O processo analisado consiste no encaixe da máquina na ponta rosqueada do torninho, especificamente no local da marcação do corte. Ficou

evidente o cuidado acerca do respeito à marcação, pois é de extrema importância que o torninho fique bem posicionado e fixo ao trilho, para que o corte não fique esconso em relação ao boleto e ao patim do trilho (180°).

Figura 40 - Torninho fixo no trilho



Fonte: Autor (2020)

Utilizou-se o conjunto de oxi-corte para os casos de substituição de trilhos em retas ou curvas para aliviar a tensão do mesmo ou para outras finalidades, como por exemplo, corte para recolhimento. É interessante destacar também que nas substituições de trilhos com permanência de juntas metálicas, efetuou-se o biselamento das pontas dos mesmos. Por outro lado, inserido o uso de lima triangular (manual) ou retificar com ponta montada, é necessário que sejam retiradas as rebarbas referente ao corte, eliminando as arestas vivas, mantendo as extremidades dos topos dos trilhos, conforme ilustrado pela figura 41. É válido pontuar que, por mais que poderá haver a substituição direta de trilho, contudo, nesse caso o corte final é obrigatório com o uso da máquina de cortar trilho, exceto em casos emergenciais que pode ser cortado como o conjunto de oxi-corte, que não pode permanecer na linha por mais de 24 horas, assim, em corte com o conjunto de oxi-corte é obrigatório o uso da luva de raspa cano longo.

Figura 41 - Biselamento das pontas da via



Fonte: Autor (2020)

Após todas essas etapas, foi colocado os roletes, após a retirada da fixação do trilho a ser retirado, para isso, usou-se o auto de linha com o Rolle-Grip/Comungol ou KGT com garra para movimentação de trilhos, tal como percebido pela figura 42. A princípio, os roletes eram colocados a cada 15 m sob o patim do trilho, de forma a promover o alívio de tensão e facilitar o encaixe do trilho nas placas de apoio da via. A retirada de pichação segue informações contidas na norma de procedimento “PRO 016417 – Extrair e aplicar fixações”.

Figura 42 - Rolle-Grip/Comungol



Fonte: Autor (2021)

É de extrema necessidade destacar que é proibido improvisar ferramentas de trabalho nessas etapas além de mais, menciona-se a necessidade de o operador ter cuidado ao retirar os roletes risco de prensamento de mãos e dedos, bem como o manuseio do maçarico devido ao risco de queimadura.

5.9.1.3 Substituições do trilho

Para essa etapa, atendeu-se aos seguintes procedimentos:

- a) Retirada do trilho da via;
- b) Aplicação do trilho;
- c) Aplicação da fixação;
- d) Furo do trilho;
- e) Montagem da junta metálica;
- f) Execução das soldas aluminotérmicas.

As atividades foram desenvolvidas seguindo as instruções necessárias acerca do uso EPI inteligente, pois nesse processo há grandes riscos de prensamento e/ou esmagamento de

membros, além do risco de corte e/ou perfuração, atropelamento, contato decorrente da projeção de partículas, queda de nível e com diferença de nível, bem como, problemas decorrentes de postura, ou seja, ergonômicos, e, por fim, os riscos decorrentes do contato com insetos e animais peçonhentos.

O *Check List* é essencial para o início dos trabalhos, onde tem como uma das finalidades constatar algum risco não contemplado no PGS S&S. Assim, caso identificado um problema, é necessário que as atividades sejam paralisadas e reavaliadas todo o processo. Considerando a complexidade das atividades, além do *Check list*, um outro fato relevante é a elaborar uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) contemplando o serviço e suas especificações. Vale salientar que as atividades podem ser interrompidas a qualquer momento, caso apareça um interveniente que ocasione em riscos, cabendo ao supervisor ou responsável a decisão de suspender as atividades.

O processo iniciou-se simultaneamente pela retirada e aplicação do trilho, feito como o auxílio da máquina de auto de linha (utilizando o *Comungol*) ou KGT (utilizando as garras do próprio equipamento), ilustrado pela figura 43.

Figura 43 - Retirada e aplicação do trilho com uso de KGT



Fonte: Autor (2020)

Por se tratar de uma atividade que ocasiona em risco aos trabalhadores, mais uma vez destaca-se a necessidade da ART para a realização da atividade, sendo primordial. Atendo às características da via, a troca dos trilhos devem atender ao tamanho de 7 m (troca manual), atendendo aos requisitos do procedimento PRO 016417 – Extrair e aplicar fixações. Além do mais, é válido mencionar que a temperatura influencia diretamente na atividade, pois caso não seja realizado dentro de um nível identificado como neutro, o material poderá sofrer danos, assim, dentro da faixa adequada a aplicação é feita com 100% da fixação, e, caso exista a possibilidade

de a fixação terminar com a temperatura fora da faixa de temperatura neutro proceder conforme a figura 44.

Figura 44 - Aplicação fixa fora da faixa de temperatura

	TLS		
% de fixação em curva	100%	50%	100%
% de fixação em tangente	100%	25%	100%
Sentido da Fixação	←	qualquer sentido	→
Extensão	ZR = 72m		ZR = 72m
Passos para fixação	1	2	3

Fonte: Vale (s. d.)

Posteriormente tem-se a montagem da junta metálica, na qual é um procedimento que depende diretamente da marcação dos furos no material, assim, na região identificada como “alma” torna-se necessário marcar o local dos furos, conforme a seção, sendo do tipo TR. 57 ou TR. 68, conforme dados ilustrados na tabela 1.

Tabela 1 - Dados em função da posição dos furos

TABELA COM DISTÂNCIA E ALTURA DOS FUROS

PERFIL	Distancia de eixo a eixo do furo			Altura da base do patim ao eixo do furo		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°
	FURO	FURO	FURO	FURO	FURO	FURO
TR 57	9 cm	24,2 cm	39,5 cm	10,5 cm	10,5 cm	10,5 cm
TR 68	9 cm	24,2 cm	39,5 cm	11,5 cm	11,5 cm	11,5 cm

Fonte: Autor (2020)

Foi identificado que após marcação dos furos, ocorre a fixação da máquina de furar o trilho no boleto, com a broca na altura demarcada. Todos as etapas seguem procedimentos bem claros e precisos, pois caso ocorra de modo errado, acarretará em danos que vão além da estrutura, podendo influenciar até mesmo nos vagões, gerando com isso elevados custos operacionais. Posteriormente, foi identificado o uso de máquinas a combustão e/ou hidráulica, as quais são usadas para a realização da furação nos locais determinados. O uso da máquina

hidráulica difere no processo prático, pois enquanto está considera régua de gabarito sobre o boleto, a outra não.

Figura 45 - Furação TR com a máquina a combustão



Fonte: Autor (2020)

Nessa atividade foi evidenciado que o processo é do tipo exotérmico, onde há a liberação de muito calor, com isso, utiliza-se água para resfriar a ação da broca/pastilha da máquina a combustão/hidráulica (broca específica de 9/32”), decorrente do aquecimento por atrito, resfriando também o próprio trilho, evitando mais uma vez danos.

É interessante salientar alguns pontos relevantes, tal como a realização de 2 furos em casos específicos de substituição de trilhos, conforme exemplificado pela figura 46, contudo, também a exceções, no caso de trilhos de ligação no AMV os quais poderão ter 3 furos, partindo dessa ideia, observou-se que todo furo passa por um processo em que é escareado.

Figura 46 - Trilho com 2 furos



Fonte: Autor (2020)

Outro fator importante que foi observado no qual merece ser destacado é que no caso da realização de furos no trilho com a broca a combustão, é necessário que os operadores se atentem ao fato de que caso o sistema seja desligado a máquina hidráulica desliga a central hidráulica. Com isso, é proibido improvisar ferramentas e mais uma vez destaca-se a atenção em função do risco de prensamento de mãos e dedos quando fixar a máquina ao trilho, bem como, a proibição da troca de broca ou pastilha com a máquina em funcionamento, sendo necessário ART para o desenvolvimento das atividades.

A junta é montada manualmente encaixando as talas metálicas na alma do trilho, de maneira que os furos da tala estejam posicionados paralelos aos furos do trilho, assim, nesse processo, menciona-se o uso da chave junta manual ou Master 35, para realização dos apertos necessários nos trechos sinalizados, onde, em alguns casos, deverá ser feito o bondeamento da junta.

Por fim, destaca-se que o trabalhar de realizar os apertos dos parafusos devem ser feitos somente com a Master 35, e, o aperto final realizado por meio do uso da chave de junta manual. Contudo, é válido ressaltar que há casos em que ocorre a dificuldade no encaixe das talas na alma do trilho, e, caso seja constatado esse aspecto, é necessário o uso de marrão para posicionamento da mesma, na qual a atividade passará a ser controlada adequadamente haja vista que é uma ferramenta de uso controlado. Finalizando essa ideia, deve-se realizar os procedimentos adequados e fazer o acompanhamento operacional de cada etapa, além da proibição do uso de improvisação no que tange às ferramentas.

Assim, destaca-se as principais lições aprendidas com o comissionamento

- a) Foram identificadas 212 pendências entre as categorias A e B;
- b) A Empresa Forship 01 foi responsável por 184 das 212 identificadas no comissionamento, das quais 123 trazem um impacto de 86,79% no total de Pendências;
- c) Das 184 pendências da empresa Forship 01, 117 são impeditivas;
- d) Foram identificadas 123 pendências impeditivas tipo A, sendo que as pendências impeditivas estão destruídas nos seguintes itens 71 nos AMV's, 40 nas linhas, 6 de documentação e 6 de operação ferroviária;
- e) O inspetor 01 identificou 85 pendências onde 48 impeditivas, tipo A e 37 não impeditiva, tipo B;
- f) O inspetor 02 identificou 13 pendências onde 06 impeditivas, tipo A e 07 não impeditivas, tipo B;

6 CONCLUSÃO

O estudo teve como principal instrumento o PMBOK, sendo este de grande valia para as empresas, onde possibilita o acesso de informações necessárias e adequadas no que tange à área de Gerenciamento de Projetos, concomitantemente, às atividades práticas de inspeção, onde foi possível identificar os percalços que interferem no desenvolvimento das atividades.

O Comissionamento não deve ser considerado onde os atrasos da obra serão recuperados. É de suma importância que a equipe participe parcialmente desde a fase de Engenharia e Planejamento e integralmente na Construção e Montagem eletromecânica. Assim, diversos ajustes serão mais fáceis de serem realizados e problemas de fabricação e conservação poderão ser identificados com mais antecedência. A participação dos agentes é primordial, pois sabe-se que mesmo que ocorra procedimentos a serem seguidos no desenvolvimento das atividades, ainda assim, há dificuldades na execução de alguns projetos, com isso é primordial um bom gerenciamento das atividades, afim de que sejam evitados problemas de ordem estrutural instalados na empresa.

O *Handover* (passagem) também deve ser feito de forma estruturada entre a equipe de Implantação para a equipe de Operação e Manutenção abrangendo toda a documentação dos testes, especificidades de funcionamento dos equipamentos e formalização de eventuais pendências. Visando os benefícios, tem-se uma melhor aderência ao Plano de Produção no decorrer da fase *Ramp-up*, podendo atingir de modo mais rápido a curva de produção nominal da planta. De modo geral, o guia PMBOK é essencial, mas não deve ser apenas o único instrumento a ser levado em consideração, principalmente quando considerado empresas de grande porte que tem diversas frentes e projetos, com isso, é necessário cada vez mais estimular não só inspeções e acompanhamentos dos projetos, mas também o desenvolvimento de novos estudos que possam servir para identificar novos métodos de trabalho dentro da área de gerenciamento de projetos.

Os prazos de inspeções têm uma grande importância, com isso, destaca-se a necessidade do prazo de trinta dias para juntas isolantes, uma frequência semanal para juntas metálicas, concomitantemente a outras atividades de inspeção, conforme foi seguido. considerando a correta realização das inspeções, foi feito a confirmação da boa aderência da junta isolante, bem como a perfeita condição, ou seja, a não existência de trincas ou fraturas das talas de junção.

A régua de superelevação auxiliou no processo de nivelamento manual das juntas. Pode ocorrer diferenças entre os níveis, e, o uso da régua foi justificada na solução desse quesito, pois os valores acima da tolerância foram corrigidos com o seu uso.

O esmerilhamento da junta isolante metálica é realizado com a finalidade minimizar os riscos decorrentes do grau de criticidade em que se encontra a estrutura, com isso, minimizou-se os impactos de contato roda/trilho. Além do mais, a etapa de esmerilhamento das agulhas, trilhos e encostos é primordial, no qual teve como objetivo principal orientar os executantes na atividade de esmerilhamento dentro das especificações da via da EFC, cujo intuito refere-se a colheita de resultados como a garantia total da vedação das agulhas, a garantia da estabilidade da bitola da via e a segurança operacional.

Outro fator de grande relevância nas atividades foi o papel de gerenciador do engenheiro, o qual foi essencial na elaboração de *Check List*, no atendimento as etapas de serviço as quais seguem procedimentos bem delimitados e especificados, sendo assim, apresentou-se como uma ótima ferramenta para constatação do que foi elaborado/planejado.

No que tange as placas de deslizamento na região das agulhas e jacaré de móveis, por meio da lubrificação foi permitido a movimentação adequada das mesmas, evitando o acionamento desnecessário no amv por falta de lubrificação, por meio disso, evitou-se foi possível ainda obter um controle do excesso de graxa nas placas de apoio e recolhimento de forma correta dos resíduos gerados.

Quanto as garras dos dormentes, estas influenciaram diretamente na fixação dos mesmos, atendendo a especificação de que o dormente fosse deslocado sob o trilho até o alinhamento de furos adequado para encaixe das placas. Essa etapa ocorreu de duas formas principais, sendo por meio do uso da placa de apoio a qual poderá ser posicionada na cabeça do dormente para deslizamento e posicionamento final da mesma, e, em função do início do deslocamento da máquina para o próximo dormente, onde foi constatado que a garra do dormente poderá estar livre da garra de trilho e desacoplada do boleto, com isso, foi garantido a elevação da máquina de modo que a garra de dormente foi posicionada na altura do boleto.

Um fator relevante que foi observado é quanto a temperatura, percebeu-se que é obrigatório a verificação e monitoramento, por meio do uso de termômetros de base magnética e/ou pirômetro.

Quanto ao uso da lima triangular (manual) ou retificar com ponta montada, foi crucial na atividade de retrada das rebarbas referentes ao corte e arestas vivas, as quais foram eliminadas, onde foi possível manter as extremidades dos topos dos trilhos. Por mais que a retirada do trilho poderia ser feita diretamente, ainda sim, foi necessário a realização do corte final, haja vista que é uma etapa obrigatória, por meio do uso da máquina de cortar trilho. Contudo, caso não feita de modo direto, em alguns casos, o corte foi feito em por um conjunto de oxi-corte, que não pode permanecer na linha por mais de 24 horas

No que tange aos roletes, a finalidade foi atingida, pois proporcionou o alívio de tensão o qual facilitou o encaixe do trilho nas placas de apoio da via.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F. Comissionamento de plantas industriais. **BEQ**, 07 set. 2015. Disponível em: <https://betaeq.com.br/index.php/2015/09/07/961/>. Acesso em: 14 jan. 2021.

ALVARES, G. M. **Patologia do desnivelamento ferroviário – via permanente**. Web artigos. Home page. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/patologia-do-desnivelamento-ferroviario-via-permanente/146732>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ANTF. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **As ferrovias e o futuro do país**. Disponível em: <http://www.antf.org.br/pdfs/presidenciaveis.pdf>. 2010. Acesso em: 16 de jul. de 2020.

ANTF. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Transporte para o comércio e a integração regional: setor ferroviário de cargas**. Seminário CNI e BID. Brasília, 2008. Disponível em: <http://docplayer.com.br/13487200-Seminario-transporte-para-o-comercio-e-integracao-regional-cni-bid-brasilia-df-01-10-08-logistica-integrada-andre-ravara.html>. Acesso em: 19 de ago. de 2020.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7964: Instalação e comissionamento de máquinas**. Rio de Janeiro, 1983.

BINA, H. L. **Estrada de Ferro: Via Permanente Material Rodante Tração Dinâmicas dos Trens**. 14. ed. UFMG: Belo Horizonte, 2012.

BUZZETI, Rubens Perini; COUTINHO, Ítalo. **Comissionamento: o que é, para que serve e quem faz**. PMKB. (2014) - Bom Despacho. Disponível em: <http://pmkb.com.br/comissionamento-oque-e-para-que-serve-e-quem-faz>. Acesso em: 14 ago. 2020.

BLACKBURN, D; TIMOTHY; **Commissioning Fundamentals and a Pratical Approach – 2012**. http://www.forship.net/conteudo/view?ID_conteudo=286 – Acesso em 8.jan.2020.

BENDIKSEN, Trond; YOUNG, Geoff. **Commissioning of Offshore Oil and Gas Projects**. Author House, 2005.

BECKER, L. Capex e opex: o que é e quando vale para o seu negócio. **TELTEC Solutions**. Florianópolis, 23 out. 2020. Disponível em: <https://teltecsolutions.com.br/mundo/capex-por-opex/>. Acesso em: 14 jan. 2021.

BECTON DICKINSON ROWA GERMANY GMBH(DE). CHRISTOPH H. **Dispositivo de Comissionamento para Produtos em Partes, e Processo para Saída de Produtos em Partes a Partir de um Dispositivo de Comissionamento**. BR 11 2017 011647 2 A2. 07 de janeiro de 2016. 06 de março de 2018.

BOSCO, P. Comissionamento de sistemas prediais: o que é, como fazer e quais os benefícios de fazer. **8º Seminário de Tecnologia de Sistemas Prediais, Qualidade e Inovação**. SindusCon-SP, São Paulo, 2012.

BRANDÃO, A. C. C. **Fluxograma das etapas de comissionamento**. PCM. PCM Comissionamento. Natal, RN, 29 maio 2018. Disponível em:

<http://www.pcmcomissionamento.com.br/artigos/fluxograma-das-etapas-do-processo-do-comissionamento/>. Acesso em: 26 jan. 2021.

BRITO, A. S.; RIBEIRO, H.; MATOS, L. M. **Comissionamento em Sistemas de Tubulações de Utilidades**: Aplicação do Comissionamento a um Sistema de Resfriamento. Rio de Janeiro: FIRJAN/SENAI – Instituto SENAI de Educação Superior, 2015. 187p.

DOMINGUES, L. C. F. **Estudo sobre comissionamento de edifícios comerciais monousuários e sua influência sobre o gerenciamento de facilidades**. Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades). 86 f. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Poli-USP, São Paulo, 2008.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Instrução de Serviços Ferroviários**, ISF-2012 Ministério dos transportes, Departamento nacional de infra-estrutura de transporte, Instituto de pesquisa rodoviárias. Rio de Janeiro: DNIT/DIF, 2015.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Instrução de Serviços Ferroviários**, ISF-2015 Ministério dos transportes, Departamento nacional de infra-estrutura de transporte, Instituto de pesquisa rodoviárias. Rio de Janeiro: DNIT/DIF, 2015.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Procedimentos de inspeção de materiais (PIMS) – PIM 001 – Trilho para linha férrea**. Coordenação geral de obras ferroviárias. Rio de Janeiro: DNIT/DIF, 2015.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Seminário de consolidação do sistema de custos referenciais de obras (SICRO)**. Coordenação geral de custos de infraestrutura de transportes – CGCIT. Brasília: CGCIT, 2018.

DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional –CREA –RS, 2013.

FARES, F., MONTENEGRO, B., PRATES, A.; **Commissioning of Oil & Gas Projects – Current Status, Evolution and Trends**. In: Rio Oil & Gas 2010, Rio de Janeiro, Brazil, set 2010.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 350 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FICI, R. P. **As ferrovias brasileiras e a expansão recente para o Centro-oeste**. 339f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FORSHIP ENGENHARIA S/A. (2015) - **Onde a engenharia é inovação**. Disponível em: <<http://www.forship.com/pt-BR/empresa/a-empresa.html> >. Acesso em: 26 de ago., 2020.

FORSHIP Engenharia. **Comissionamento**: Experiência e visão Forship – FURG. Rio Grande. 2010. 65 slides, color. Apresentação.

GANDRA, Rodrigo Mendes. **Comissionamento em Projetos Industriais de Investimento: Considerações sobre esta Ferramenta do Processo de Controle de Qualidade**. 2017. PMO Academy. Disponível em: https://www.pmis.org.br/enews/edicao1109/artigo_02.asp. Acesso em: 14 set. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HORSLEY, D. **Process Plan Commissioning, a User Guide, Institution of Chemical Engineering**, 1998.

JUSTO, A. S. **Gerenciamento da qualidade: o que é e como fazer em 3 passos**. (2015) – Disponível em: <https://www.euax.com.br/2015/12/gestao-da-qualidade-em-gestao-de-projetos/> - Acesso em 25 de jul. 2020.

INTERACTIVE, INC. D/B/A E2INiTERACTIVE, INC. (US). SMITH, M. B.; CHAKIRIS, P. M.; COLLINS, S.; GRAVES, P. C. **Indícios Transferíveis e Visor com Sistema de Comissionamento Relacionado**. BR 11 2014 022220 7 A2. 22 de março de 2013. 22 de agosto de 2017.

ISHIDA, C. D. S. F. **Modelo conceitual para Comissionamento de Sistemas Prediais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). 153 f. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Poli-USP, São Paulo, 2015. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-17062016-114157/publico/Dissertacao_Christianne_Ishida_Comissionamento.pdf. Acesso em: 14 jan. 2021.

LAKATOS, E.M.; Marconi, M.A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

MALHEIRO, J. B.; SANTOS, A. R.; PACHECO, M. T. T. Uma análise da engenharia de manutenção durante atividades de comissionamento: estudo de caso. **In: Anais do 1º Encontro de Pós-graduação da UNISATA**. v. 1, p. 27-32, Santos, SP, 2012.

MILHEIRO, J. B. **Análise da atuação de engenharia de manutenção durante atividades de comissionamento: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). 47 f. Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Santa Cecília, Santos, 2012.

MONTENEGRO, B. O Comissionamento durante as fases de construção de um empreendimento complexo. **EPC News**, abr. 2009.

MORAIS, A. C. **Gerenciamento de custo e tempo em projetos CAPEX**. Monografia (Especialização em Administração Industrial). 67 f. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Poli-USP, São Paulo, 2008.

NASCIMENTO, W. C. **Processo de comissionamento para projetos industriais**. Monografia (Curso de Gerenciamento de Projetos). 43 f. Faculdade Internacional Signorelli, Belo Horizonte, 2014.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde.** Santa Catarina, 2011.

PRATES, A. Inovações tecnológicas no comissionamento de projetos de Óleo & Gás. **Revista TN Petróleo**, ano IX, n. 50, 2016.

PAIVA, C. E. L. **Super e infraestruturas de ferrovias: critérios para projeto.** Editora Elsevier: São Paulo, 2016.

PMI. **PMBOK. Project Management: Body of Knowledge.** Um Guia do Conjunto de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. 5. ed. EUA: Project Management Institute, 2011. 496 p.

PROJECT MANAGEMENT KNOWLEDGE BASE – PMKB. **Comissionamento: o que é, para que serve e quem faz.** 29 dez. 2013. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/comissionamento-o-que-e-para-que-serve-e-quem-faz/>. Acesso em: 20 set. 2020.

PORTAL INDÚSTRIA 4.0. **Projetos de Normas Instrumentação – Consulta Nacional ABNT.** Disponível em: <<https://industria4-0.com/projetos-de-normas-instrumentacao-consulta-nacional-abnt>>. Acesso em: 20 de set. 2020.

ROSA, E. **Análise da resistência mecânica de peças e componentes estruturais.** Florianópolis: Editora UFSC/GRANTE, 2002.

SOARES JUNIRO, M. V. Processo de comissionamento em plantas de óleo e gás: implementação dos off-sites e sistemas auxiliares em uma refinaria de petróleo. **In: X Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT**, out., 2013. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/34118329.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2021.

TEIXEIRA, M. I. R. **Comissionamento dos sistemas prediais hidráulicos em edifícios multipavimentos.** 177 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, PoliUSP, São Paulo, 2019.

TAVARES, L; CALIXTO, M; POYDO, P. R. **Manutenção centrada no negócio.** Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 2013.

VAZ, M. A. M. **Melhores Práticas de Comissionamento.** 1. ed. SP: Editora Schoba, 2010.

VISIÉ, J. C. **IEA Anexo 40: Commissioning of Buildings and HVAC Systems for Improved Energy Performance.** International Energy Agency (IEA) Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS). 2005. Disponível em: www.commissioning-hvac.org. Acesso em: 14 jan. 2021.

YAMADA, T. **Como avançar em 2 pilares de TPM.** In: Seminário internacional de TPM – JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*. 2010.

WIENCEK, M. *Commissioning for regulated and non-regulated industries.* Disponível em: <http://www.isa.org/InTechTemplate.cfm?Section=Current_Issue&tem>

ISSN: 2447-4215plate=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm&ContentID=85567>. Acesso em: 12/07/20.

WIPO. *International Classifications*. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub/#refresh=page>. Acesso em 30 set. 2020.

ANEXOS

Anexo 1 – Protocolo de Linha Férrea



Projeto Forship Engenharia	Atividade (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL	Pág. 1
TAG 2320KF-02-004-Y02-LFE-001	Descrição LINHA FÉRREA DO 1º Km AO 3º Km (12+660 AO 15+660) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03	

DADOS GERAIS

Sistema/Sub: 2320KF-02-004
Disc/Fam: CIVIL/LFE-LINHA FERROVIÁRIA
Item Princ.:

DADOS DA ATIVIDADE - (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL

STATUS: OK – CONFORME / NOK – NÃO CONFORME / NA – NÃO APLICÁVEL

1 - LASTRO

DESCRIÇÃO	STATUS
1.1 - Ombro, talude e altura do lastro conforme geometria especificada?	
1.2 - A brita do lastro esta conforme a especificação?	
1.3 - Acabamento do lastro (brita) encaixada e varrida?	

2 - DORMENTE

DESCRIÇÃO	STATUS
2.1 - Espaçamento e quadramento conforme projeto?	
2.3 - Dormentes dentro da especificação técnica?	

3 - FIXAÇÕES E ACESSORIOS

DESCRIÇÃO	STATUS
3.1 - Elementos de fixação (grampos, placas, tirefond's, isoladores, almofadas de apoio, ombreiras, calços isoladores aplicado corretamente conforme projeto e com pressão e torques adequados?	

4 - TRILHO / SOLDA

DESCRIÇÃO	STATUS
4.1 - Trilho (TLS) esta conforme especificação técnica?	
4.2 - Trilho (TLS) soldado continuamente?	
4.3 - Inexistencia de Solda Aluminotermica no mesmo vão ou sobre dormente, com a geometria e execução conforme especificação tecnica?	
4.4 - Inexistencia de Solda Aluminotermica reprovada pelo Ultra som?	
4.5 - Identificação da Solda Aluminotermica na alma do trilho (identificação, km+m e realização do US)?	
4.6 - Soldas elétricas isentas de defeitos?	

5 - JUNTAS

DESCRIÇÃO	STATUS
5.1 - Juntas Isolantes coladas montadas/aplicadas conforme a especificação técnica?	
5.2 - Fixação na Junta Metálica e/ou Isolante colada conforme especificação técnica (talas, parafusos, arruelas, porcas e grampos)?	
5.3 - Inexistência de Juntas metálicas fora da região dos AMV ou sobre as OAE's na linha principal?	
5.4 - Juntas metálicas com folga máxima de 3 mm?	
5.5 - Juntas metálicas e/ou isolante colada bizeladas, niveladas e alinhadas?	
5.6 - Inexistencia de Juntas metalicas sobre dormente?	



Projeto Vale - CLN S11D - Ferrovia	Atividade (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL	Pág. 2
TAG 2320KF-02-004-Y02-LFE-001	Descrição LINHA FÉRREA DO 1º Km AO 3º Km (12+660 AO 15+660) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03	

6 - GEOMETRIA DA LINHA	
DESCRIÇÃO	STATUS
6.1 - Parâmetros geométricos das linhas dentro dos limites especificados?	
6.2 - Inexistência de laqueados em linhas?	
6.3 - Marco de referência implantados nos pontos notáveis de curva e tangentes para balizar o alinhamento e nivelamento da linha?	
6.4 - Passagem em Nível executada conforme parâmetros geométricos (nivelamento e alinhamento)?	
7 - SERVIÇOS COMPLEMENTARES	
DESCRIÇÃO	STATUS
7.1 - Ausência de elementos conflitantes com o gabarito da linha?	
7.2 - Entrevia está de acordo com o projeto?	
7.3 - Ausência de resíduos e restos de obra?	
7.4 - Passagem em Nível executada conforme projeto?	
7.5 - Contra trilhos em pontes / viadutos instalados conforme especificação?	
COMENTÁRIOS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS	
-	

Tipo	Empresa	Responsável	Assinatura	Data
Executado				
Verificado				
Aprovado				

Anexo 2 – Protocolo de operações



Projeto Forship Engenharia	Atividade (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL	Pág. 1
TAG 2320KF-02-004-Y04-OPR-001	Descrição OPERAÇÃO FERROVIÁRIA DO 1º Km AO 9º Km (12+660 AO 22+280) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03	

DADOS GERAIS

Sistema/Sub: 2320KF-02-004
Disc/Fam: CIVIL/OPR-OPERAÇÃO FERROVIÁRIA
Item Princ.:

DADOS DA ATIVIDADE - (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL

STATUS: OK – CONFORME / NOK – NÃO CONFORME / NA – NÃO APLICÁVEL	
DESCRIÇÃO	STATUS
1 - Placas de sinalização implantadas (início /fim de trecho sinalizado, passagem em nível, túnel, ponte e viaduto ferroviário, SB, Consulte conforme Regulamento de Operações Ferroviárias, PVS do segmento duplicado e projeto)?	
2 - Caminho seguro para circulação de pedestres na plataforma e entrelia (linha e AMV)?	
3 - Marcos de segurança instalados conforme projeto e padrão (modelo)?	
4 - Bandeiras com películas refletivas para o caso de aparelhos de manobra?	
5 - Aparelho de Manobra ou Máquina de chave montado em caixa de brita conforme projeto?	
6 - Instalações fixas construídas próxima a linha férrea respeitando o gabarito ferroviário?	
7 - Batente de linha morta instalada conforme padrão e projeto?	
8 - Marcos quilométricos implantados conforme especificação técnica?	
9 - AMV´s de operação manual com pressão adequada?	
COMENTÁRIOS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS	
-	

Tipo	Empresa	Responsável	Assinatura	Data
Executado				
Verificado				
Aprovado				

Anexo 3 – Protocolo de AVM



Projeto Forship Engenharia	Atividade (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL	Pág. 1
TAG 2320KF-02-004-Y01-AMV-TU1-001	Descrição ASSENTAMENTO DO AMV 01 - TU 01 (PA 13+317) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03	

DADOS GERAIS

Sistema/Sub: 2320KF-02-004
Disc/Fam: CIVIL/AAMV-ASSENTAMENTO DE AMV
Item Princ.:

DADOS DA ATIVIDADE - (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL

STATUS: OK – CONFORME / NOK – NÃO CONFORME / NA – NÃO APLICÁVEL	
DESCRIÇÃO	STATUS
1 - Construção conforme Especificação Técnica e projetos do fornecedor?	
2 - Espaçamento e quadramento conforme projeto?	
3 - Ombro, talude e altura do lastro conforme projeto?	
4 - A brita do lastro esta conforme a especificação?	
5 - Acabamento do lastro (brita) encaixada e varrida?	
6 - Elementos de fixação (grampos, placas, tirefond's, isoladores, almofadas de apoio, ombreiras chumbadores, calços isoladores, parafusos, porcas, arruela, escoras ajustáveis, contra pino, roletes, retensores, k-clip's) aplicado corretamente conforme projeto e com pressão e torques adequados?	
7 - Agulha devidamente vedada no trilho de encosto sem haver abertura?	
8 - Ponta principal e secundária do jacaré devidamente vedada sem haver abertura?	
9 - Barras de conjugação devidamente instalados?	
10 - Folga entre topadores e agulhas (direita e esquerda) conforme especificação técnica do fabricante?	
11 - Folga entre topadores e Agulha principal e secundaria (reta e reversa) conforme especificação técnica do fabricante?	
12 - Encaixe dos trilhos de encosto (reto e curvo) nas placas de apoio?	
13 - Juntas dos coices das agulhas e jacarés completas?	
14 - Juntas dos coices das agulhas e jacarés devidamente biseladas?	
15 - Parâmetros geométricos do AMV dentro dos limites especificados?	
16 - Trilhos, agulhas e jacaré instalados sem defeitos superficiais?	
17 - Cotas de salvaguarda e check list conforme especificação do fornecedor?	
18 - Marcação topográfica do PA e CA materializado no local (km+m lado da linha normal)?	
19 - Agulhas e jacaré devidamente lubrificado?	
20 - Ausência de resíduos e restos de obra?	
21 - Inexistência de Solda Aluminotérmica no mesmo vão ou sobre dormente, com a geometria e execução conforme especificação técnica?	
22 - Identificação da Solda Aluminotérmica na alma do trilho (Identificação, km+m e realização do US)?	
23 - Inexistência de Solda Aluminotérmica reprovada pelo Ultrassom?	
24 - Soldas elétricas isentas de defeitos?	
25 - Realizado ajuste do FAKOP conforme especificação do fornecedor?	
26 - instalado e ajustado roletes nas agulhas e agulhas dos jacaré?	
27 - Ajustado abertura de livre passagem nas agulhas direita e esquerda?	
COMENTÁRIOS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS	
-	

Anexo 4 – Protocolo de Documentação



Projeto Vale - CLN S11D - Ferrovia	Atividade (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL	Pág. 1
TAG 2320KF-02-004-Y03-DOF-001	Descrição DOCUMENTAÇÃO FERROVIÁRIA DO 1º Km AO 9º Km (12+660 AO 22+280) - SUPERESTRUTURA DA DUPLICAÇÃO 02-03	

DADOS GERAIS

Sistema/Sub: 2320KF-02-004
Disc/Fam: CIVIL/DOCF-DOCUMENTAÇÃO FERROVIÁRIA
Item Princ.:

DADOS DA ATIVIDADE - (PCMC) PROTOCOLOS DE COMPLETAÇÃO MECÂNICA - CIVIL

STATUS: OK – CONFORME / NOK – NÃO CONFORME / NA – NÃO APLICÁVEL	
DESCRIÇÃO	STATUS
1 - Evidencia da realização do alívio de tensão da linha férrea?	
2 - Evidência dos ensaios de ultrassom nas soldas aluminotérmicas.?	
3 - Evidencia do cadastramento das soldas aluminotérmicas realizadas?	
4 - Evidencia das soldas aluminotérmicas realizadas conforme especificação técnica?	
5 - Evidencia do cadastramento das Juntas Isolantes implantadas?	
6 - Evidencia do cadastro da poligonal topográfico com registro evidentes dos marco georeferenciados?	
7 - As built da superestrutura?	
8 - Evidencia para cadastro dos elementos da ferrovia nos Sistema Malha, MCT, Unilog e Máximo?	
9 - Evidencia do comparativo de nivelamento e alinhamento?	
10 - Evidencia do Relatório de ensaio de granulometria do lastro (Pedreira e Obra)?	
11 - Ausência de relatório do comparativo de nivelamento entre a Cota da Plataforma (Sublastro) e da linha e AMV (Boleto) - (cota real x cota projeto).	
12 - Ausência de relatório do comparativo de nivelamento da linha e AMV (cota real x cota projeto).	
13 - Ausência do check list com medidas do AMVs	
COMENTÁRIOS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS	
-	

Tipo	Empresa	Responsável	Assinatura	Data
Executado				
Verificado				
Aprovado				