

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM MONTAGEM INDUSTRIAL

MARCEL KAIQUE MARQUES GARCIA

**PRIORIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM BASEADA EM SISTEMAS DE
COMISSIONAMENTO EM PLATAFORMAS DO TIPO FPSO**

Niterói, RJ

2019

MARCEL KAIQUE MARQUES GARCIA

**PRIORIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM BASEADA EM SISTEMAS DE
COMISSIONAMENTO EM PLATAFORMAS DO TIPO FPSO**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Montagem Industrial da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Montagem Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Duailibe Monteiro
Orientadora: Profa. Dra. Cássia Andréa Ruotolo Morano

Niterói, RJ
2019

MARCEL KAIQUE MARQUES GARCIA

**PRIORIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM BASEADA EM SISTEMAS DE
COMISSIONAMENTO EM PLATAFORMAS DO TIPO FPSO**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Montagem Industrial da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Montagem Industrial.

Aprovada em 19 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Cássia Andréa Ruotolo Morano, Orientadora
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Paulo Roberto Duailibe Monteiro, Orientador
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Roger Matsumoto Moreira
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dra. Cíntia Machado de Oliveira
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Niterói, RJ
2019

DEDICATÓRIA

A Deus, em primeiro lugar, que foi quem fez esse sonho impossível
aos meus olhos carnis, possível pelos
olhos espirituais da fé.
À minha esposa Fernanda e ao meu filho
Lucca que, por diversas vezes abdicaram de suas próprias vontades
para ficarem ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento a Deus, por ter sido presente em cada decisão tomada; sem o mesmo, nada seria possível. Eu o agradeço e o louvo por isso, por tudo que sou e principalmente, por tudo que Ele é para mim.

À Professora Cássia Andréa Ruotolo Morano por ter sempre se mostrado presente a todo o momento em minha dissertação. Por sua paciência e incansável revisão deste trabalho, meu sincero agradecimento, pois sem esse esforço, a confecção deste trabalho não seria possível. Agradeço-a também por ter se mostrado uma amiga nos momentos difíceis pelos quais passei, pois sem suas palavras trazendo à tona sua vivência pessoal eu provavelmente teria desistido.

Ao Professor Paulo Roberto Duailibe Monteiro, pela imensa ajuda prestada na área de comissionamento e no dia a dia da confecção deste trabalho. Obrigado pela sua paciência e imensa dedicação para comigo.

À professora externa Cíntia Machado de Oliveira que aceitou prontamente participar desta banca mesmo tendo sido convidada em cima da hora devido ao fato de outro professor externo não poder comparecer à mesma.

À minha esposa Fernanda Garcia Marques que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis e nunca me deixou desistir, tendo sempre uma palavra de ânimo para me incentivar.

Ao meu filho Lucca Garcia Marques que, desde que nasceu, presencia o pai isolado num quarto estudando e que mesmo assim sempre me chamava para brincar. Obrigado meu filho por compreender quando eu não podia te dar a devida atenção.

Aos meus pais, que mesmo acompanhando de longe esse processo do mestrado, sempre me apoiaram.

Meu povo foi destruído
por falta de conhecimento.
"Uma vez que vocês rejeitaram
o conhecimento,
eu também os rejeito
como meus sacerdotes;
uma vez que vocês ignoraram
a lei do seu Deus,
eu também ignorarei seus filhos

Oséias.4:6

RESUMO

O setor de Comissionamento vem tentando implementar a priorização das atividades de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações baseada nos seus sistemas e subsistemas prioritários. Ocorre que essa preferência conflita com o planejamento do setor de Construção e Montagem. O planejamento do setor de construção e montagem se baseia no faturamento priorizando a execução das atividades de maior valor, enquanto que as atividades do setor de Comissionamento são planejadas com foco nos teste dos subsistemas e sistemas essenciais que impactam na liberação de plataforma FPSO – “*Floating Production Storage and Offloading*”, a fim de que ela possa dar início ao processo de obtenção do primeiro óleo. Assim, esse trabalho tem por objetivo analisar qual a forma de priorização mais eficaz para a entrega final do projeto em termos de prazo durante a fase final de integração dos módulos, até a saída da plataforma do tipo FPSO do cais do estaleiro. O método utilizado no trabalho foi o de estudo experimental com a realização de um teste de hipótese utilizando variáveis dependentes e independentes, das quais o autor detém os dados referentes ao estudo. Foram analisados cinco subsistemas em comum dos projetos de plataformas similares do tipo FPSO, sendo que a priorização das atividades de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações foi elaborada em uma das plataformas pelo setor de Construção e Montagem e, na outra, pelo setor de Comissionamento. A análise dos resultados foi feita através das curvas do tipo “*Rundown*” desenvolvidas para os projetos das duas plataformas. Uma maior eficiência do direcionamento da mão de obra foi observada no planejamento elaborado pelo setor de comissionamento, apresentando um atraso na entrega da FPSO de 6,7% em relação a data prevista, enquanto a entrega da FPSO planejada pelo setor de construção e montagem teve um atraso de 39% da data prevista para os mesmos subsistemas analisados. Espera-se que a metodologia proposta neste trabalho seja aplicada em mais projetos para a consolidação dos resultados e que possa contribuir na elaboração de novos estudos de planejamento da construção e montagem de plataformas FPSO, aumentando o desempenho do setor de construção e montagem.

Palavras-Chave: Construção e Montagem; Condicionamento; Comissionamento; Sistemas e Subsistemas; FPSO; Completação Mecânica.

ABSTRACT

The commissioning department has been trying to implement the prioritization of the installation and assembly of equipment, instruments and piping based on its priority systems and subsystems. It happens that this preference conflicts with the planning of the Construction and Assembly department. The planning of the Construction and Assembly department is based on revenue prioritizing the execution of the highest value activities, whereas Commissioning department activities are planned with a focus on testing of the subsystems and essential systems that impact the handover of the FPSO platform (Floating Production Storage and Offloading) to start the process of obtaining the first oil. Thus, this work aims to analyze which is the most effective way to prioritize the final delivery of the project regarding time frame during the final integration phase of the modules, until the FPSO sail way from the shipyard quayside. The method used in the experimental work was to study conducting a hypothesis test using independent and dependent variables, which the author holds the data for the study. To perform this study, five subsystems were analyzed in common for similar FPSO's platform projects in which the prioritization of the installation and assembly activities of the equipment, instruments and pipelines was elaborated respectively by the Construction and Assembly and by the Commissioning department. The analysis of the results was made through the "Rundown" curves developed for the projects of the two platforms. Higher manpower targeting efficiency were observed in the planning prepared by the commissioning sector, with a 6.7% delay in FPSO delivery compared to the planned date, while FPSO delivery planned by the construction and assembly sector 39% later than the planned date for the same subsystems analyzed. It is expected that the methodology proposed in this paper is fissured in more projects for the consolidation of the results and can contribute to the development of new planning studies the construction and assemble of FPSO platforms, increasing the performance of the construction and assembly department.

Keywords: Construction and Assembly; Conditioning; Commissioning; System and Subsystems; FPSO; Mechanical Completion.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA, p. 3

AGRADECIMENTO, p. 4

EPÍGRAFE, p.5

RESUMO, p. 6

ABSTRACT, p. 7

SUMÁRIO, p. 8

LISTA DE FIGURAS. p. 14

LISTA DE QUADROS, p. 16

LISTA DE SIGLAS, p. 18

1 INTRODUÇÃO, p. 19

1.1 JUSTIFICATIVA, p. 21

1.2 RELEVÂNCIAS DA PESQUISA, p. 22

1.3 OBJETO DA PESQUISA, p. 22

1.4 OBJETIVO DA PESQUISA, p. 23

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO, p. 23

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, p. 25

2.1 CONSTRUÇÃO E MONTAGEM, p. 25

2.2 CONSTRUTIBILIDADE, p. 27

2.3 CONDICIONAMENTO, p. 27

2.3.1 Sistemas e subsistemas, p. 28

2.3.2 Lista de pendências, p. 29

2.4 COMISSIONAMENTO, p. 30

2.5 PLANEJAMENTO E CONTROLE, p. 37

2.5.1 Rede de precedência, p. 37

2.5.2 "Software" de controle de avanços dos setores de Construção e Montagem e de Comissionamento, p. 38

2.5.3 Curvas "Rundown", p. 41

2.6 TREINAMENTO DE PESSOAL, p. 42

2.7 MÉTODO APLICADO PELO SETOR DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM, p. 45

2.8 MÉTODO APLICADO PELO SETOR DE COMISSIONAMENTO, p. 45

3 METODOLOGIA DA PESQUISA, p. 49

3.1 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA, p. 49

3.2 PESQUISA EXPERIMENTAL, p. 49

3.3.1 Grupos de controle e experimental, p. 50

3.3.2 Variáveis dependentes e independentes, p. 51

3.3.3 Seleção da amostra, p. 53

3.3 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA, p. 53

3.3.1 Pesquisa mista, p. 53

3.4 COLETA DE DADOS, p. 54

3.4.1 Técnica de observação para a coleta de dados, p. 55

3.4.2 Obtenção dos dados pertinentes a esta pesquisa, p. 57

3.4.3 Dados utilizados para o desenvolvimento das curvas de avanço do tipo “*Rundown*”, p. 60

3.4.4 Particularidades das curvas de avanço do tipo “*Rundown*”, p. 61

3.5 MATERIAIS E METODOS, p. 60

3.6 CONSTRUÇÃO DA FUNDAMENTAÇÃO TEORICA, p. 63

3.6.1 Fontes utilizadas para a pesquisa, p. 65

3.7 IMPLEMENTAÇÃO DE UM COMISSIONAMENTO ANTECIPADO EM PLATAFORMAS DO TIPO FPSO, p. 67

4 APLICAÇÃO E RESULTADOS DAS METODOLOGIAS APLICADAS NOS PROJETOS A E B, p. 69

4.1 – CARACTERÍSTICAS DA PLATAFORMA DO TIPO FPSO REFERENCIADA COMO PROJETO A, p. 70

4.2 CARACTERÍSTICAS DA PLATAFORMA DO TIPO FPSO REFERENCIADA COMO PROJETO B, p. 71

4.3 DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DENTRE AS PLATAFORMAS DO TIPO FPSO REFERENCIADAS COMO PROJETOS A e B, p. 71

4.4 DESCRIÇÃO, SIMILARIDADES E DIFERENÇAS ENTRE AS METODOLOGIAS APLICADAS NOS PROJETOS A & B, p. 72

4.4.1 Descrição da metodologia aplicada no projeto A, p. 72

4.4.2 Descrição da metodologia aplicada no projeto B, p. 73

4.4.3 Similaridades entre as metodologias aplicadas nos projetos A & B, p. 74

4.4.4 Diferenças entre as metodologias aplicadas nos projetos A & B, p. 74

4.5 SISTEMA DE AQUECIMENTO (*HEATING MEDIUM SYSTEM*), p. 74

4.5.1 Construção e montagem – Sistema de aquecimento, p. 75

4.5.1.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 75

4.5.1.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 76

4.5.1.3 Análise dos resultados de Construção e Montagem entre os projetos A e B - Sistema de aquecimento, p. 77

4.5.2 – Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Sistema de aquecimento, p. 78

4.5.2.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 78

4.5.2.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 79

4.5.2.3 Análise dos resultados das atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) entre os projetos A e B, p. 79

4.5.3 – Pré-Comissionamento – Sistema de aquecimento, p. 81

4.5.3.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 81

4.5.3.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 81

4.5.3.3 Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de aquecimento, p. 82

4.6 SISTEMA DE RESFRIAMENTO (*COOLING MEDIUM SYSTEM*), p. 84

4.6.1 Construção e montagem – Sistema de resfriamento, p. 85

4.6.1.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 85

4.6.1.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 85

4.6.1.3 Análise dos resultados de Construção e Montagem entre os projetos A e B - Sistema de resfriamento, p. 86

4.6.2 – Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Sistema de resfriamento, p. 88

4.6.2.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 88

4.6.2.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 88

4.6.2.3 Análise dos resultados das atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) entre os projetos A e B, p. 89

4.6.3 – Pré-Comissionamento – Sistema de resfriamento, p. 90

4.6.3.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 91

4.6.3.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 91

4.6.3.3 Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de resfriamento, p. 92

4.7 SISTEMA DE PARTIDA DE MOTORES, AR DE INSTRUMENTO E DISTRIBUIÇÃO (ENGINE START AIR, INSTRUMENT AIR AND DISTRIBUTION), p. 93

4.7.1 Construção e montagem – Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição (*engine start air, instrument air and distribution*), p. 94

4.7.1.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 94

4.7.1.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 95

4.7.1.3 Análise dos resultados de Construção e Montagem entre os projetos A e B - Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição (*engine start air, instrument air and distribution*), p. 96

4.7.2 – Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição (*engine start air, instrument air and distribution*), p. 97

4.7.3 – Pré-Comissionamento – Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição (*engine start air, instrument air and distribution*), p. 97

4.7.3.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 97

4.7.3.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 98

4.7.3.3 Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição (*engine start air, instrument air and distribution*), p. 98

4.8 SISTEMA DE BOMBAS DE ÁGUA SALGADA E DISTRIBUIÇÃO NOS MÓDULOS (SEA WATER LIFT PUMPS AND TOPSIDES DISTRIBUTION SYSTEM), p. 100

4.8.1 Construção e montagem – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, p. 101

4.8.1.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 101

4.8.1.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 101

4.8.1.3 Análise dos resultados de Construção e Montagem entre os projetos A e B - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, p. 102

4.8.2 – Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, p. 104

4.8.2.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 104

4.8.2.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 104

4.8.2.3 Análise dos resultados das atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) entre os projetos A e B - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, p. 105

4.8.3 – Pré-Comissionamento – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, p. 107

4.8.3.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 107

4.8.3.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 107

4.8.3.3 Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, p. 108

4.9 SISTEMA DE QUEIMA EM ALTA E BAIXA PRESSÃO (*HP FLARE & LP FLARE SYSTEM*), p. 110

4.9.1 Construção e montagem – Sistema de queima em alta e baixa pressão, p. 111

4.9.1.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 111

4.9.1.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 111

4.9.1.3 Análise dos resultados de Construção e Montagem entre os projetos A e B - Sistema de queima em alta e baixa pressão, p. 112

4.9.2 Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Sistema de queima em alta e baixa pressão, p. 114

4.9.2.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 114

4.9.2.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 114

4.9.2.3 Análise dos resultados das atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) entre os projetos A e B - Sistema de queima em alta e baixa pressão, p. 115

4.9.3 Pré-Comissionamento – Sistema de queima em alta e baixa pressão, p. 117

4.9.3.1 Grupo de controle - Projeto A, p. 117

4.9.3.2 Grupo Experimental - Projeto B, p. 117

4.9.3.3 Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de queima em alta e baixa pressão, p. 118

4.10 RESUMO GERAL COMPARATIVO DAS ATIVIDADES DE PRÉ-COMISSIONAMENTO ENTRE OS PROJETOS A E B, p. 120

5 CONCLUSÃO, p. 122

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS, p. 123

**APÊNDICE-01 - Dados Utilizados para Geração dos Gráficos das Curvas do Tipo
“Rundown”, p. 126**

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 2.1 Entendendo o Comissionamento como fase do projeto, f. 34
- Fig. 2.2 Diferenças entre o Condicionamento e o Comissionamento, f. 35
- Fig. 2.3 Terminologia Geral do Processo de Comissionamento, f. 36
- Fig. 2.4 Fluxo da Completação Mecânica para o Comissionamento, f. 40
- Fig. 3.1 Modalidade de Observação, f. 56
- Fig. 3.2 Folha de verificação de item – Caixa de junção elétrica, f. 59
- Fig. 4.1 Sistema de aquecimento - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B, f. 76
- Fig. 4.2 Sistema de aquecimento - Curva Planejada x Realizada dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Projetos A e B, f. 79
- Fig. 4.3 Sistema de aquecimento - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B, f. 82
- Fig. 4.4 Sistema de resfriamento - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B, f. 86
- Fig. 4.5 Sistema de resfriamento - Curva Planejada x Realizada dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Projetos A e B, f. 89
- Fig. 4.6 Sistema de resfriamento - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B, f. 91
- Fig. 4.7 Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B, f. 95
- Fig. 4.8 Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B, f. 98
- Fig. 4.9 Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B, f. 102

- Fig. 4.10 Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Curva Planejada x Realizada dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Projetos A e B, f. 105
- Fig. 4.11 Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B, f. 108
- Fig. 4.12 Sistema de queima em alta e baixa pressão - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B, f. 112
- Fig. 4.13 Sistema de queima em alta e baixa pressão - Curva Planejada x Realizada dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Projetos A e B, f. 115
- Fig. 4.14 Sistema de queima em alta e baixa pressão - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B, f. 118

LISTA DE QUADROS

- Quadro 2.1 Entendendo o Comissionamento como fase do projeto, f. 33
- Quadro 2.2 Quadro de Resumo de Sistemas, ITRs e OTPs, f. 44
- Quadro 3.1 Disposição das Palavras-Chave por Periódicos e Sites Acadêmicos, f. 64
- Quadro 3.2 Palavras-Chave Utilizadas na Pesquisa Bibliográfica, f. 65
- Quadro 4.1 Sistema de aquecimento - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B, f. 77
- Quadro 4.2 Sistema de aquecimento - Análise geral das atividades dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas nos projetos A e B, f. 80
- Quadro 4.3 Sistema de aquecimento - Análise geral das atividades de Pré-Comissionamento ocorridas nos projetos A e B, f. 83
- Quadro 4.4 Sistema de resfriamento - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B, f. 87
- Quadro 4.5 Sistema de resfriamento - Análise geral das atividades dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas nos projetos A e B, f. 90
- Quadro 4.6 Sistema de resfriamento - Análise geral das atividades de Pré-Comissionamento ocorridas nos projetos A e B, f. 92
- Quadro 4.7 Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B, f. 96
- Quadro 4.8 Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição - Análise geral das atividades de Pré-Comissionamento ocorridas nos projetos A e B, f. 99
- Quadro 4.9 Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B, f. 103

- Quadro 4.10 Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Análise geral das atividades dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas nos projetos A e B. f. 106
- Quadro 4.11 Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Análise geral das atividades de Pré-Comissionamento ocorridas nos projetos A e B, f. 109
- Quadro 4.12 Sistema de queima em alta e baixa pressão - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B, f. 113
- Quadro 4.13 Sistema de queima em alta e baixa pressão - Análise geral das atividades dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas nos projetos A e B, f. 116
- Quadro 4.14 Sistema de queima em alta e baixa pressão - Análise geral das atividades de Pré-Comissionamento ocorridas nos projetos A e B, f. 119
- Quadro 4.15 Análise geral das atividades de pré-comissionamento dos projetos A e B, f. 120

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-------------|--|
| ASCE | <i>American Society of Civil Engineers</i> |
| ASHRAE | <i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i> |
| BPD | Barris por Dia |
| CII | <i>Construction Industry Institute</i> |
| CXG | <i>Chengxi Shipyard Guangzhou</i> |
| EPC | <i>Engineering, Procurement and Construction</i> |
| FEED | <i>Front End Engineering Design</i> |
| FPSO | <i>Floating Production Storage and Offloading</i> |
| FVI | Folha de Verificação de Item |
| HVAC | <i>Heating, Ventilation and Air-Conditioning</i> |
| ITR | <i>Inspection Test Record</i> |
| NASA | <i>National Aeronautics and Space Administration</i> |
| NIBS | <i>National Institute for Building Sciences</i> |
| OTP | <i>Operational Test Procedure</i> |
| P 1/2/3/4/5 | Prioridade 1/2/3/4/5 |
| P&IDs | <i>Process and Instrumentation Drawings</i> |
| PMBOK | Project Management Body of Knowledge |
| PMI | <i>Project Management Institute</i> |
| PMP | <i>Project Management Professional</i> |
| Prominp | Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural |
| SHC | <i>System Handover Certificate</i> |
| SSHC | <i>Sub-System Handover Certificate</i> |
| TAP | Teste de Aceitação e Performance |
| TTAS | Termo de Transferência e Aceitação de Sistema |
| UTGCA | Unidade de Tratamento de Gás de Caraguatatuba |
| VRU | <i>Vapour Recovery Unit</i> |
| WAG | <i>Water and Gas</i> |

1 INTRODUÇÃO

Apesar do momento atual e dos conflitos políticos e econômicos tanto em nível nacional como internacional, as reservas provadas (estudos geológicos devidamente comprovados para a extração de petróleo do Pré-sal) em solo brasileiro são uma realidade, o que requer uma demanda de empreendimentos na área de Construção e Montagem do segmento de Óleo e Gás muito grande que tenderá a aumentar em médio e longo prazo.

Dentre estes empreendimentos, a FPSO (*Floating Production Storage and Offloading* - Plataforma de exploração, produção e estocagem) se constitui em um dos mais utilizados para a exploração de petróleo no Brasil, pois esta continua a inovar seus métodos construtivos a fim de conseguir entregar de forma rápida e eficiente o ativo ao cliente final, sem que seja impactada a construtibilidade do mesmo.

Os empreendimentos da indústria de Construção e Montagem no ramo naval *offshore*, que no presente estudo trata de uma FPSO, são subdivididos nas seguintes fases: projeto básico, FEED¹, projeto executivo, suprimentos, construção e montagem, condicionamento ou pré-comissionamento, comissionamento e entrega final do empreendimento.

Os primeiros planos de Comissionamento ocorreram após a Segunda Guerra Mundial e são provenientes do grande aumento da produção industrial e da necessidade de criarem-se mecanismos que, de certa forma, garantissem uma data para a entrega das novas plantas. Estes planos foram gerados para permitir e garantir a transição do período de testes de performance² da planta para o período operacional, dentro do prazo e qualidade requeridos no projeto (Mathedi, 2010, p. 9).

Neste contexto, as fases de condicionamento ou pré-comissionamento e comissionamento demandam uma atenção especial, pois irão assegurar a operacionalidade funcional e segura do empreendimento como um todo. Assim sendo, as fases de condicionamento e comissionamento ocorrem durante e, principalmente, após a fase de

¹O FEED (*Front end Engineering Design*) envolve um processo de desenvolvimento de informações estratégicas suficientes para que os contratantes possam abordar o risco e decidir se injetam mais recursos para maximizar as chances de obter sucesso no empreendimento. O FEED inclui selecionar e reunir a equipe do empreendimento, selecionar a tecnologia, escolher o local do empreendimento, desenvolver o escopo do empreendimento e desenvolver alternativas para o empreendimento. O FEED é considerado quase sinônimo de carregamento inicial do projeto, planejamento pré-empreendimento, análise de viabilidade e planejamento conceitual. (FERREIRA, MORANO & FREIRE, 2010, p. 55).

² Segundo Mathedi (2010), o Teste de Performance ou Teste de Desempenho é um conjunto de atividades que visam determinar a real condição operacional dos sistemas ou subsistemas de uma planta de processo, verificando se eles atendem aos parâmetros de operação especificados em projeto como pressão, vazão, temperatura, etc.

construção e montagem. Nesta fase serão testados e parametrizados todos os sistemas e subsistemas da planta a fim de torná-la operacional e segura com todas as suas funcionalidades trabalhando de acordo com o estabelecido no projeto detalhado.

O Comissionamento, apesar de ser amplamente aplicado pela indústria de construção e montagem, se apresenta como uma área de pesquisa em potencial, pois pôde-se verificar que existem poucos estudos sobre este assunto na academia.

Um dos problemas encontrados no momento de comissionar uma planta é a priorização do que deve ser comissionado. Ou seja, o Comissionamento de equipamentos e sistemas de baixa prioridade que serão utilizados numa fase posterior à do primeiro óleo, serem instalados/montados anteriormente aos equipamentos e sistemas que realmente deveriam ser priorizados para não prejudicar ou até atrasar a entrega da planta. O que geralmente ocorre entre os setores de Construção e Montagem e de Comissionamento é que, durante a fase de construção da plataforma, a forma de medição se dá de forma diferente entre estes setores. No caso do setor de Construção e Montagem, a medição é realizada de acordo com parâmetros quantitativos, com foco financeiro, enquanto no setor de Comissionamento ela é realizada de acordo com sistemas e subsistemas de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações, com foco na liberação mais rápida possível da plataforma para a sua produção.

Uma das formas do setor de Comissionamento realizar sua medição é através da comprovação de que foram completados os denominados testes a frio, que, por sua vez, “são os conjuntos de aferições e testes de malhas somente com a tensão de controle, isto é, sem a tensão de trabalho, a fim de deixar os equipamentos de um sistema/subsistema em condições de entrar em operação” (Mathedi, 2010, p. 21). Porém, para que seja possível a realização deste tipo de teste, todos os equipamentos/instrumentos de um mesmo subsistema deverão ser montados pelo setor de Construção e Montagem para que seja fechado um determinado conjunto de equipamentos/instrumentos (denominados “*blank test*” para os itens elétricos, “*loop test*” para os itens de instrumentação e “*test pack*” para os itens de tubulação), sendo que, por muitas vezes, isto ocorre de forma parcial, ou seja, nem todos os itens necessários para efetuar estes testes estão devidamente montados.

Isto pode ocorrer por diversos motivos, porém as razões mais recorrentes no setor industrial para a não realização deste serviço é a falta de material (que não foi priorizada pelo setor de Construção e Montagem ao setor de compras) ou até mesmo a montagem de um item faltante para que seja feito o teste a frio. Muitas vezes isto não é financeiramente interessante

para o setor de Construção e Montagem naquele momento da obra, já que podem existir outros itens mais rentáveis para alocar a mão de obra de seus funcionários, ocorrendo, então, um atraso nos serviços de Comissionamento devido a não complementação mecânica dos itens prioritários ao setor de Comissionamento pelo setor de Construção e Montagem.

1.1 JUSTIFICATIVA

O autor do presente trabalho atua em empreendimentos de Construção e Montagem, especificamente na área de Comissionamento, e tem verificado por ocasião da construção de plataformas FPSO, que há falta de integração entre o setor de Construção e Montagem e o setor de Comissionamento em relação ao direcionamento e entrega das atividades que compõem os critérios de priorização dos sistemas e subsistemas nas atividades de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações a serem comissionados.

Da mesma forma, em muitos projetos, foi verificado que os critérios de priorização do setor de Construção e Montagem em relação ao direcionamento e entrega das atividades que compõem as instalações industriais têm sido um grande problema, pois não existe uma preocupação com essa priorização, já que este setor não é o responsável por fazer a entrega da unidade ao cliente final, mas sim o setor de Comissionamento.

O setor de Comissionamento, durante a fase final de integração e testes de uma FPSO, constantemente se depara com seus sistemas/subsistemas parcialmente completos e com a força de trabalho da Construção e Montagem se mobilizando para outros sistemas. Isto geralmente ocorre quando um determinado sistema já está em fase final de Construção e Montagem, porém com um grande número de pendências (impeditivas e/ou não impeditivas para o Comissionamento), além de existirem outros sistemas que possuem mais equipamentos, instrumentos, cabos, tubulações, dentre outros itens a serem instalados, sem que tenham sido devidamente iniciadas as atividades de Construção e Montagem nesses sistemas/subsistemas. Dessa forma, ao se deparar com uma nova frente de trabalho a ser explorada e com a possibilidade de uma medição mais expressiva devido a essas novas tarefas a serem realizadas, o setor de Construção e Montagem mobiliza sua mão de obra para estes sistemas em detrimento do anterior, consentindo, assim, com sistemas parcialmente montados e sem a possibilidade de serem comissionados por completo.

O direcionamento da Construção e Montagem não é de uma forma geral, voltado para as prioridades dos sistemas de Comissionamento, ocasionando com isso o atraso na entrega dos sistemas ao cliente final devido a uma não consonância entre estes dois setores.

1.2 RELEVÂNCIAS DA PESQUISA

O assunto Comissionamento, embora tenha grande importância na atualidade e se constitui em uma das fases dos empreendimentos do segmento de Construção e Montagem industrial, apresenta grande carência de pesquisas. O mesmo não é priorizado durante o planejamento do empreendimento, pois notoriamente percebe-se o protagonismo da Construção e Montagem durante a programação da obra. Isso reflete também na academia, onde faltam estudos e pesquisas nessa área, pois muitos dos artigos que tratam sobre o assunto geralmente mencionam o mesmo de forma superficial e teórica. Assim, este trabalho, ao apresentar um estudo de Comissionamento de um caso real, contribui com a literatura sobre o tema para a melhoria da qualidade e performance na Construção e Montagem da indústria naval nacional e, por extensão, da indústria como um todo.

Devido a importância deste tema e à carência de profissionais nesta área em 2008, foi aprovada uma ementa para a realização do curso de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Engenharia de Condicionamento e Comissionamento de Obras de Construção e Montagem na UFF (Universidade Federal Fluminense) em parceria com o Prominp (Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural).

Há uma expectativa de que esta dissertação possa ajudar a consolidar uma linha de pesquisa nesta área e incentive o desenvolvimento de trabalhos que aumentem e contribuam com o desempenho da indústria de construção e montagem, ampliando o conhecimento em relação à fase de Comissionamento em empreendimentos da indústria de Construção e Montagem.

No que concerne à divulgação de resultados obtidos nesta dissertação, encontra-se abaixo o artigo aguardando a publicação relacionada diretamente ao trabalho:

1. Prioritization of Construction and Assembly Based on Commissioning Systems on FPSO Platforms, a ser publicado no IJIAS International Journal of Innovation and Applied Studies.

1.3 OBJETO DA PESQUISA

Analisar e sinalizar a metodologia mais favorável para o direcionamento da mão de obra aplicada pelos setores de Construção e Montagem e Comissionamento referentes à sequência de priorização das atividades de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações realizadas pelo setor de construção e montagem de uma plataforma FPSO na fase final de integração dos módulos até a saída do cais do estaleiro, para a obtenção

do chamado “primeiro óleo” (expressão comumente utilizada pelos trabalhadores do setor de construção e montagem de plataformas para expressar a entrada do petróleo vindo dos poços pela primeira vez à planta de processo) de forma mais rápida e direcionada.

1.4 OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo desta dissertação é comparar a priorização dos sistemas e subsistemas nas atividades de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações de uma plataforma FPSO, gerada pelo setor de Comissionamento, com as atividades priorizadas pelo setor de Construção e Montagem, com a finalidade de colocá-la em operação com mais eficiência no prazo de entrega do empreendimento. Este trabalho abrange somente a fase final de integração dos módulos, até a saída da plataforma FPSO do cais do estaleiro.

Com isso, este trabalho demonstrará, através de estudos experimentais aplicados a 5 subsistemas prioritários de 2 FPSOs similares, qual dos métodos de direcionamento da mão de obra em projetos de plataformas FPSO, implementados pelos setores de Construção e Montagem e de Comissionamento, se mostra mais eficaz quanto à questão do prazo para a entrega final do empreendimento ao cliente. Cada um destes 2 métodos foi aplicado em um projeto de FPSO distinto, sendo o aplicado pelo setor de Construção e Montagem denominado de Projeto A e o aplicado pelo setor de Comissionamento denominado de Projeto B. Deste modo, pretende-se responder à seguinte questão:

“Qual método de priorização das atividades de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações aplicadas de formas distintas pelos setores de Construção e Montagem e de Comissionamento auxilia na redução do prazo de entrega de uma FPSO ao cliente final?”

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Capítulo 2 – Construção da fundamentação teórica contemplando as definições e conceitos para a compreensão do assunto em questão, tais como: projetos de construção e montagem, plataforma *FPSO*, construtibilidade, integração de módulos, condicionamento ou pré comissionamento, comissionamento, utilização de sistemas e subsistemas para a instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações, curvas de avanço do tipo “*Rundown*”.

Capítulo 3 – Motivação da pesquisa, metodologia de desenvolvimento do trabalho como Estudo Experimental, classificação da pesquisa, obtenção e coleta de dados e implementação de um Comissionamento antecipado em plataformas do tipo FPSO.

Capítulo 4 – Aplicação e resultados dos métodos de estudo experimental utilizados em 5 subsistemas prioritários para o primeiro óleo em 2 projetos similares de plataformas do tipo FPSO.

Capítulo 5 – Conclusões finais e sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros sobre o tema proposto nesta dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

Para se abordar a área de atuação e as formas de trabalho do Comissionamento de plataformas do tipo FPSO, por uma questão de ordem, é necessário tratar, primeiramente, sobre a fase de Construção e Montagem que, segundo o Instituto Brasileiro do Petróleo (1988, *apud* FERREIRA, 1998, p. 7), “é a fase de um empreendimento industrial caracterizada pelo ato de pré-montar, construir e montar equipamentos, sistemas e instalações”.

É nesta fase que a empresa contratada para realizar a montagem dos equipamentos começa suas atividades de campo.³ No caso deste trabalho em específico, trata-se de um projeto de Construção e Montagem e integração de estrutura, equipamentos/instrumentos, tubulações, cabos, entre outros itens, dos módulos de uma plataforma do tipo FPSO. Deve-se ressaltar que integração, de acordo com PMBOK (1996/2000, *apud* KIRSILA, HELLSTRÖ, WIKSTRÖ, 2007, p. 716), é compreendida como um dos processos necessários para garantir que diversos elementos do projeto sejam coordenados adequadamente. Integração consiste no desenvolvimento do plano, na execução e no controle de mudanças relacionadas ao projeto. Esta definição pode ser entendida como a mais aceita atualmente.

Este setor é responsável por realizar a instalação de todos os itens da obra. Porém, estes itens só poderão ser considerados mecanicamente completos quando uma série de requisitos for atendida, dentre eles estão todas as ações de Construção e Montagem que foram previstas no projeto e devem ter sido concluídas e devidamente certificadas (sem pendências impeditivas, ou seja, pendência do tipo “A”). Pendências impeditivas são aquelas geradas no decorrer da montagem, por exemplo, de um equipamento que, de alguma maneira, ainda se encontra com pendências que afetam diretamente a segurança de quem vai operá-lo ou até mesmo a segurança e/ou funcionamento regular do equipamento e da planta de processo.

Após essas ações descritas acima, um item de um determinado subsistema pode ser considerado mecanicamente completo pelo setor de Construção e Montagem. Porém, deve-se ressaltar que, durante a fase de Construção e Montagem, o gerente e/ou outra autoridade do setor de Comissionamento tem a função de revisar toda a documentação gerada pelo setor de Construção e Montagem, desenvolvendo e/ou aceitando os “*checklists*” de montagem, a fim de identificar e rastrear possíveis problemas durante essa fase para que seja possível desenvolver e adaptar os testes funcionais e, caso necessário, revisar os manuais de operação

³ Atividades de campo é um termo utilizado para abordar as tarefas realizadas no ambiente onde o projeto ocorre.

previstos em contrato e desenvolver, ao final disto, um manual de operação de cada sistema comissionado (ASHRAE, p. 47, 2006).

Quando, por exemplo, um motor é montado conforme solicitado pela documentação aprovada do projeto, aceita-se o fato de que o mesmo está mecanicamente completo, isto é, que o setor de Construção e Montagem garante que o motor foi fixado e aterrado e que as tubulações e cabos foram conectados corretamente e de acordo com as normas gerais e as da empresa, garantindo assim que o equipamento não possui nenhuma pendência do tipo “A”, ou seja, pendências que ponham em risco ou impeçam a sequência segura para o Comissionamento e operacionalidade do mesmo.

O termo complementação mecânica, também chamado de inspeção mecânica é definido por Mathedi (p. 16, 2010) como “o conjunto de atividades de inspeção e certificações que visam garantir que a obra foi construída de acordo com o projeto. A complementação mecânica consiste em conferir detalhes de montagem, suportes, ligação de cabos, aterramento, alinhamento etc.” Uma vez concluída esta etapa, são iniciados os testes a frio, também conhecidos como Condicionamento, ou seja, as ações de Condicionamento e/ou Pré-Comissionamento previstas para os itens Comissionáveis de um determinado sistema ou subsistema serão executadas e devidamente certificadas e registradas no banco de dados do Comissionamento após a conclusão das atividades de Complementação Mecânica.

Já a Completação Mecânica ocorre em todas as fases do projeto, começando com o fornecedor do equipamento, passando pela fase de fabricação e depois pelo Comissionamento. Todas as disciplinas envolvidas na obra, tais como elétrica, instrumentação, telecomunicações, fogo e gás, mecânica e tubulação, passam por esta fase, tendo suas responsabilidades descritas em contrato, que geralmente leva em consideração os requisitos mínimos de montagem descritos nos ITRs A (*Inspection Test Record A*), designados para as atividades de Construção e Montagem. O responsável de cada disciplina tem a responsabilidade de preencher e entregar os dossiês referentes às suas atividades ao time responsável pelo “*software*” de Construção e Montagem e Comissionamento que irá compilar todas essas informações em seu banco de dados. Além disso, todas as atividades de Completação Mecânica deverão ser planejadas com base total na fabricação integrada, na completação mecânica e nos cronogramas de Comissionamento baseados nas prioridades dos sistemas a fim de atender à sequência ótima de conclusão do projeto (NORSOK Z-CR-007 - 1996, p. 6). Junior Corrêa (p. 17, 2014) complementa este entendimento ao afirmar que “Completação Mecânica é um evento que assinala o final da fase de Condicionamento de um subsistema, caracterizado pela emissão do respectivo certificado.”

2.2 CONSTRUTIBILIDADE

Mesmo que o setor de Construção e Montagem siga os padrões de prioridades que são gerados pelo setor de Comissionamento a fim de direcionar uma sequência prioritária de trabalho, pode ser que não seja possível aplicar esta sequência a todo o momento. Esta exceção deverá ocorrer em apenas um tipo de caso, quando a priorização da montagem de equipamentos impactar diretamente na construtibilidade do projeto. Um exemplo desta exceção seria o caso de um equipamento pertencente a um sistema de prioridade P1 que, devido à construtibilidade do projeto em questão, tivesse de ser instalado no módulo da FPSO após um equipamento alocado num sistema de prioridade P5, para que seja possível dar continuidade à completação mecânica daquele módulo. Sempre que isto ocorrer, a construtibilidade terá maior prioridade de montagem. Após esta ocorrência, deve-se voltar a respeitar a sequência previamente estabelecida pelo setor de Comissionamento.

Em 1986, o CII (*Construction Industry Institute*) definiu construtibilidade como sendo “a utilização otimizada do conhecimento e experiência em planejamento, projeto, compras, e operações de campo para alcançar os objetivos gerais do projeto” (POCOCK et al., 2006). Em 1991, o comitê de gerenciamento da ASCE (*America Society of Civil Engineers*) definiu construtibilidade como a capacidade de se construir, ou seja:

“um programa de construtibilidade é a aplicação de uma otimização disciplinada e sistemática dos aspectos de construção relacionados à fase de planejamento, projeto, compras, construção, testes e *start-up* realizada por pessoas com conhecimento e experiência que fazem parte do time de projeto. O propósito do programa é reforçar os objetivos globais do projeto.” (ASCE, 1991, *apud* POCOCK et al., 2006, p. 375).

Segundo Pocock et al. (2006, p. 375), o comitê de construtibilidade criado pela ASCE em 2002, com a finalidade de dar um parecer final sobre construtibilidade, utilizou uma definição similar à do CII e do ASCE, pois considera que “construtibilidade é a integração do conhecimento e experiência de construção em planejamento, projeto e compras, fases de construção do projeto coerente, com os objetivos finais do mesmo”.

Ao respeitar a construtibilidade, pode-se dar sequência à completação mecânica do item, mesmo que este esteja fora da sequência lógica de prioridades.

2.3 CONDICIONAMENTO

Condicionamento ou Pré-Comissionamento, como também é classificado, é um preparo documental e funcional realizado nos instrumentos e equipamentos pela equipe de Comissionamento a fim de que se possa realizar posteriormente o Comissionamento em si.

Através dele ocorrem todas as etapas necessárias para que os equipamentos de um sistema/subsistema possam ficar em condições de partida e entrar em operação. O mesmo é concluído com os testes a frio⁴ dos equipamentos (MATHEDI, 2010).

Nesta fase, realizam-se atividades em todos os itens comissionáveis com o objetivo de torná-los aptos, tais como Testes de Aceitação em Fábrica (TAF), Recebimento de Equipamentos, Conformidade de Equipamentos, Aferições, Calibrações, testes de Pressão, Preparação de tubulações para Recebimento de Fluidos, Testes de Equipamentos Elétricos Desenergizados, entre outros.

Costa et. al. (2014) corroboram o que foi mencionado anteriormente ao afirmarem que o conceito de condicionamento representa o conjunto das atividades realizadas em todos os itens comissionáveis e nos “*loops*” (conjunto integrado de instrumentos) instalados a fim de levá-los ao estágio de operação e pré-partida, buscando, assim, a certificação de completção mecânica. Junior Corrêa (p. 116, 2014) descreve a mesma definição anterior e ainda acrescenta que:

“esta fase engloba tipicamente as atividades de Teste de Aceitação em Fábrica (TAF), inspeção de recebimento, calibrações e testes de válvulas e instrumentos, “*Blank Tests*”, “*Loop Tests*”, testes de pressão de tubulações e equipamentos, limpeza interna de tubulações e equipamentos, testes de cabeamento, testes de estanqueidade, atendimento às Normas Regulamentadoras, tais como NR-10 e NR-13, e testes de certificação de malhas de potência, controle e comunicações.” (Junior Corrêa, p. 116, 2014).

2.3.1 Sistemas e subsistemas

Todas as ações do Condicionamento e Comissionamento são baseadas em sistemas e subsistemas operacionais. Estes, por sua vez, são segregados por sua atuação e/ou operabilidade.

De acordo com Mathedi (2010, p. 32), um sistema “é o conjunto de equipamentos que juntos realizam uma função específica de um processo ou de segurança de uma planta de produção”. Ainda segundo este autor, o subsistema é “parte de um sistema que realiza a função parcial de um processo ou de segurança de uma planta de produção”. Para uma melhor compreensão sobre a interação do Comissionamento com os sistemas, pode-se recorrer ao entendimento de Neves (2012, *apud* ISHIDA, 2015, p. 22), segundo o qual, durante o Comissionamento, as verificações da instalação e os testes de operação e desempenho fazem

⁴ Segundo Mathedi (2010), testes a frio são um conjunto de aferições e testes de malhas realizados somente com a tensão de controle, isto é, sem a tensão de trabalho, a fim de deixar os equipamentos em condições de entrar em operação. Estes testes são realizados durante a fase de Condicionamento.

com que o sistema trabalhe conforme as características com as quais foi projetado, minimizando ou cessando com isso gastos excessivos com energia causados por uma má instalação e operação dos sistemas.

Complementando a compreensão de Mathedi (2010, *apud* NEVES, 2012), há o padrão de normas norueguesas NOR5000, que é um dos três organismos que regularizam as normas na Noruega. Dentre suas publicações, há a NOR5000 Z-CR-007 (1996, p. 3) que divide os sistemas em operacionais e não operacionais. Os operacionais são direcionados aos sistemas de processo dinâmico, de utilidades ou facilidades, tais como água salgada, diesel, HVAC (sistema de ventilação e ar condicionado), telecomunicações, fornecimento de energia principal e sistema de controle. Os não operacionais seriam sistemas de proteção de superfície, isolamento, civil, aço estrutural, marcações e sinais, bandejas de cabo e de tubulações finas. Os subsistemas seriam as quebras destes, ou seja, a subdivisão dos sistemas em partes funcionais menores.

Com base nessas definições acima, pode-se notar que não existe uma limitação para a geração de subsistemas de um determinado sistema operacional. Esta quantidade de subsistemas pode variar de acordo com a forma com que se pretende comissionar um dado sistema. Pode-se notar também que, quanto mais subsistemas forem gerados pelo gerente de Comissionamento, mais documentos terão que ser preenchidos, assinados e devidamente arquivados nos *databooks* que serão entregues ao cliente ao final do empreendimento.

2.3.2 Lista de pendências

Após a realização da montagem de um determinado equipamento, é permitido gerar-se uma lista de pendências para o mesmo. Isso ocorre quando o setor de Construção e Montagem procedeu à instalação deste item, porém algum tipo de pendência do tipo “B” ficou em aberto. Complementando este entendimento há o padrão NOR5000 Z-CR-007 (1996, p. 6), segundo o qual o executor deve preparar junto à atividade de completação mecânica uma cópia da lista de pendências para cada pacote montado, ou seja, para cada equipamento instalado. As pendências são caracterizadas em dois tipos, “A” e “B”, que são classificadas como Impeditivas e Não-Impeditivas, respectivamente. Porém, sempre que durante o preenchimento do “*checklist*” de um determinado item que supostamente foi finalizado pelo setor de Construção e Montagem, for identificada uma pendência do tipo “A”, este item deve ser novamente verificado pelo responsável e suas pendências devem ser devidamente corrigidas, pois não é aceitável que este item possua uma pendência “A” e que seu “*checklist*” esteja completo e assinado pelos responsáveis.

De acordo com o padrão Norsok Z-CR-007 (1996, p. 3), uma pendência descreve um trabalho incompleto ou um mau funcionamento de um equipamento ou construção e o registro geral de pendências representa uma listagem de pendências relatadas durante a atividade de instalação. Segundo Guimarães (2013, p.20), uma lista de pendências é a “relação de pendências e desvios decorrentes dos não atendimentos aos requisitos contratuais, identificados durante a execução de uma obra”.

Para dar prosseguimento à montagem de um equipamento que continuará com algum tipo de pendência, esta deverá ser apenas do tipo “B”, pois isto não interferirá na segurança do equipamento e nem do operador do mesmo.

2.4 COMISSIONAMENTO

Segundo Mathedi (2010, p. 22), o Comissionamento “é o conjunto de todas as atividades necessárias para colocar em operação os sistemas e subsistemas de uma planta de processo”. Este setor tem por objetivo testar e assegurar a funcionalidade dos sistemas e subsistemas de uma unidade industrial, podendo, ao final dos testes, realizar a entrega desta ao cliente final.

De acordo com Guimarães (2013, p. 17) e Costa et. al. (2014), o Comissionamento possui uma definição similar à descrita por Mathedi (2010), porém um pouco mais detalhada, pois afirmam que este é um:

“Conjunto estruturado de conhecimentos, práticas, procedimentos e habilidades aplicáveis de forma integrada a uma instalação, visando torná-la operacional, dentro dos requisitos de desempenho desejados, tendo como objetivo central assegurar a transferência da instalação do construtor para o operador de forma rápida, ordenada e segura, certificando sua operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações.” (GUIMARÃES, 2013, p. 17).

Complementando este entendimento há o padrão Norsok Z-CR-007 (1996, p. 3, 4 e 9), que o confirma de forma bem concisa, segundo o qual o Comissionamento é a verificação funcional de equipamentos e facilidades que são agrupados em sistemas, sendo iniciado logo após a conclusão da Completação Mecânica de um sistema ou parte dele (subsistema). O Comissionamento pode ser dividido em três etapas, sendo elas a Preparação do Comissionamento, a Execução do Comissionamento e, finalmente, a Documentação do Comissionamento e a Entrega Final do empreendimento ao responsável por operar o mesmo. Ainda segundo o padrão Norsok Z-CR-007 (1996), o objetivo geral da Completação Mecânica e do Comissionamento é verificar se os sistemas foram projetados e construídos corretamente para atender às suas finalidades e aos requisitos especificados de acordo com o

projeto inicialmente desenvolvido. Para que isto ocorra de forma precisa e ordenada, este padrão informa que o estabelecimento antecipado dos subsistemas de Comissionamento é essencial para uma conclusão de projeto ordenada, eficaz e antecipada. O padrão NORSOK Z-CR-007 (1996) afirma ainda que o plano de Comissionamento deve ter prioridade máxima para permitir o planejamento reverso em todas as fases do projeto e que, para isto ocorrer, todo o planejamento de fabricação e instalação deve ser orientado pelas prioridades dos sistemas de Comissionamento. Estas definições estabelecidas neste padrão complementam e corroboram as afirmações e os objetivos descritos neste trabalho.

Segundo este mesmo entendimento, porém trazendo um conceito voltado de forma direta e explícita à entrega do empreendimento ao cliente final, Blackburn (2011, *apud* JUNIOR CORRÊA, 2014, p. 22) define o Comissionamento como “o acompanhamento de engenharia bem planejado, documentado e gerenciado visando à partida e transferência das utilidades, sistemas e/ou equipamentos para seu respectivo usuário final, em condições de operação e segurança satisfatórias, atendendo-se aos requerimentos de projeto e às suas expectativas”.

Aplicando esses conceitos em navios de uma forma geral, já que este trabalho trata sobre Comissionamento em navios do tipo FPSO, Mauro (2005, *apud* SHAKOORIAN, 2006, p. 14) explica que, historicamente, o termo Comissionamento refere-se a uma série de atividades realizadas para o preparo de navios para garantir que estes não enfrentassem nenhuma falha operacional durante sua utilização. Complementando tal afirmação, Califórnia (2006, *apud* SOUZA e BERGSON, 2013, p.22) afirma que um navio deve passar por diversas etapas durante o chamado processo de Comissionamento e, no decorrer deste, equipamentos são instalados e testados, problemas são identificados e corrigidos e a tripulação é treinada extensivamente. Portanto, para que um navio seja considerado devidamente comissionado, é necessário que os equipamentos, sistemas e os funcionários tenham concluído com êxito um processo completo de garantia de qualidade. Segundo este mesmo entendimento, Rouhi (2011, p. 22) explica que o Comissionamento tem de ser visto como um processo do controle de qualidade, verificação e validação. Como o Comissionamento possui uma comunicação direta com o cliente do projeto, ele tem a obrigação de relatar e documentar qualquer mudança ou até mesmo recomendar soluções alternativas para que sejam mantidos os Requisitos de Projeto predefinidos no início do empreendimento, o que seria o melhor arranjo de trabalho.

O Comissionamento tem por uma de suas premissas contratuais o gerenciamento de toda documentação gerada mediante a execução e conclusão de suas atividades. Segundo

Oregon Office of Energy (2000, *apud* SOUZA, 2013, p.22), o objetivo do Comissionamento é fornecer uma confirmação documentada de que a instalação cumpre os requisitos funcionais e de desempenho estabelecidos pelo cliente. Considerando o cenário atual, mediante tantas construções consideradas sustentáveis, há o Guia Verde da ASHRAE (p. 41, 2006), segundo o qual o Comissionamento não é apenas uma parte do aceite da entrega de um projeto, mas sim uma parte essencial do mesmo e, em alguns casos, solicitado como parte de um projeto e construção ecologicamente sustentáveis. Este guia considera ainda que uma parte importante do projeto sustentável é a verificação de que todas as metas definidas pelo proprietário e integradas pela equipe de projeto e construção serão realmente alcançadas como pretendido, desde o primeiro dia de ocupação.

Há na literatura atual algumas definições divergentes sobre Comissionamento. Muitos autores consideram o Comissionamento como uma fase, um ciclo do projeto, e que este ocorre apenas no final do empreendimento. Segundo Scottmaden (2009, *apud* GANDRA, 2010, p. 23), o Comissionamento deve ser entendido como “a fase do ciclo de vida do projeto em que ocorre a certificação, os testes de operabilidade dos equipamentos, a partida, a certificação da estabilidade da eficiência operacional e a manutenção das entregas dos documentos do projeto”. Portanto, para Scottmaden (2009, *apud* GANDRA, 2010, p. 23), o Comissionamento ocorre apenas na fase final do projeto, antes do encerramento do mesmo. Isto pode ser visualizado no Quadro 2.1 abaixo.

| Desenvolvimento | Projeto | Planejamento | Execução | Comissionamento | Encerramento |
|---|---|---|--|--|--|
| Criação do nivelamento do escopo do projeto para planejamento e estimativa | Dsenvolvimento detalhado de projeto de engenharia | Planejamento e suprimento de materiais | Implementação e Instalação | Certificação e teste de operabilidade do equipamento | Fechamento das pendências dos sistemas |
| Estrutura de informação concluída (para gerenciamento do trabalho, agendamento e custos dos sistemas) | Pedido de materiais com longo período de antecedência | Acesso (Sistemas de planejamento e gerenciamento de informações de trabalho estimado e informações) | Permissão | Entrega das documentações de operação e manutenção | Desenhos do projeto atualizados com as atualizações de campo |
| Desenvolvimento do Projeto | Entrega de especificações contratuais | Completação dos pacotes de trabalho | Monitoramento de performance de trabalho | Treinamento inicial de completção | Fechamento de todas as documentações |
| Estratégia contratual (fazer x comprar) | | Pedido de materiais com curto período de antecedência | Monitoramento do gerenciamento / planejamento e custos do trabalho | | |
| | | Desenvolvimento dos documentos de operação e manutenção | Relatórios com status de progressos semanais | | |
| | | Planejamento de interrupções | Verificação de construção e testes | | |

Quadro 2.1 - Entendendo o Comissionamento como fase do projeto.

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2018 de Scottmaden (2009, apud GANDRA, 2010, p. 23).

Até meados do ano de 2009, ainda havia alguns autores que tinham um entendimento um pouco antiquado sobre o Comissionamento. Montenegro (2009, apud JUNIOR CORRÊA, 2014, p. 24) explica que, até o momento recente desta sua publicação, o Comissionamento ainda era tratado como um conjunto de diversas atividades que eram, por sua vez, executadas nas fases finais de Construção e Montagem da obra e que seu êxito era dependente, principalmente, da experiência e conhecimento de sua equipe. Dessa forma, todas as responsabilidades existentes no final de um empreendimento recaíam sobre a equipe encarregada pelo Comissionamento, mesmo esta não tendo o suporte necessário de ferramentas, métodos e procedimentos adequados, já que teve um início de operação tardio durante a fase final de Construção e Montagem.

Contrariando este entendimento, Gaetes e Prates (2007, apud GANDRA, 2010, p. 25) definem o Comissionamento como:

“Conjunto de técnicas e procedimentos de engenharia aplicados de forma integrada a uma unidade (ou planta) industrial, visando torná-la operacional, dentro dos

requisitos estabelecidos pelo cliente final. Assegura a transferência da unidade industrial do construtor para o operador de forma ordenada e segura, garantindo sua operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações”. Gaetes e Prates (2007, apud GANDRA, 2010, p. 25).

Portanto, é possível identificar que o entendimento de Scottmaden (2009) é bem diferente do entendimento de Gaetes e Prates (2007, apud GANDRA, 2010, p. 25) e também de Montenegro (2009, apud JUNIOR CORRÊA, 2014, p. 24), quando comparadas as suas diferentes formas de compreender a atuação do Comissionamento durante o projeto industrial. Embora Gaetes e Prates (2007, apud GANDRA, 2010, p. 25) apresentem um escopo bem amplo de Comissionamento, seu conceito de Comissionamento é mais atual que o de Scottmaden (2009). Isto pode ser visualizado na Figura 2.1 abaixo:

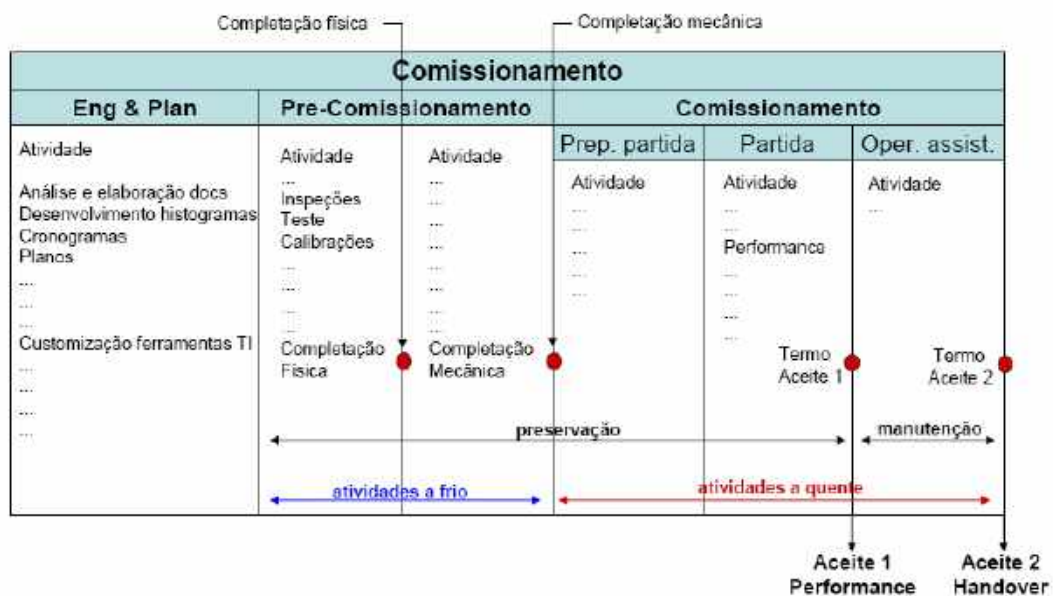


Figura 2.1 – Entendendo o Comissionamento como fase do projeto.

Fonte: Gaetes e Prates (2007, apud GANDRA, 2010, p. 25).

Para Gaetes e Prates (2007, apud GANDRA, 2010, p. 25) e diversos outros autores da atualidade, o início do condicionamento de um item ocorre assim que o mesmo é recebido pelo time de projeto e seu término ocorre quando começa o Comissionamento, isto é, quando há o *start-up* deste.

A Figura 2.2 possibilita a compreensão dos conceitos de Condicionamento e Comissionamento, bem como a distinção entre essas atividades.

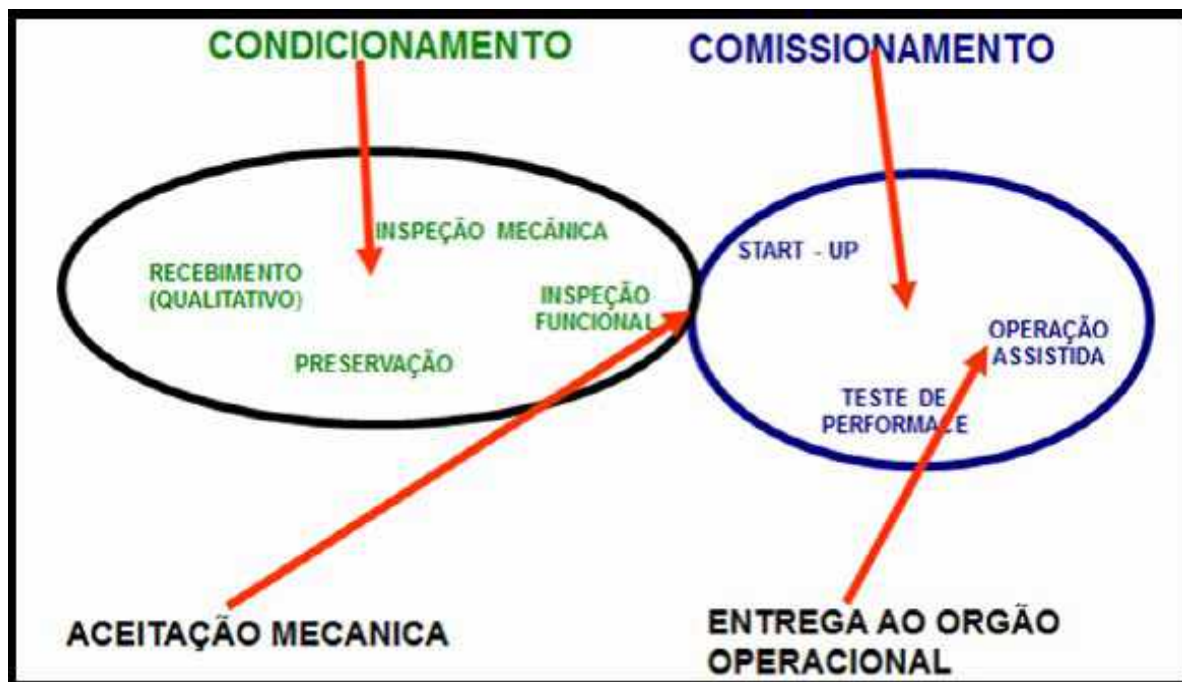


Figura 2.2 – Diferenças entre o Condicionamento e o Comissionamento.
Fonte: Mathedi (2010, p. 61).

Deve-se ressaltar que o Condicionamento (Pré-Comissionamento) é um processo, uma etapa do Comissionamento, o que está ilustrado na Figura 2.1, onde é possível notar que o Pré-Comissionamento está dentro, ou seja, é efetivamente uma etapa do Comissionamento. Após o término do Condicionamento, quando ocorre por completo a Aceitação Mecânica, pode-se concluir que o item ou o sistema/subsistema em questão, dependendo do caso, está Mecanicamente Completo. Na Figura 2.3 a seguir, podem ser visualizadas as etapas do processo de Comissionamento desde o início do projeto.

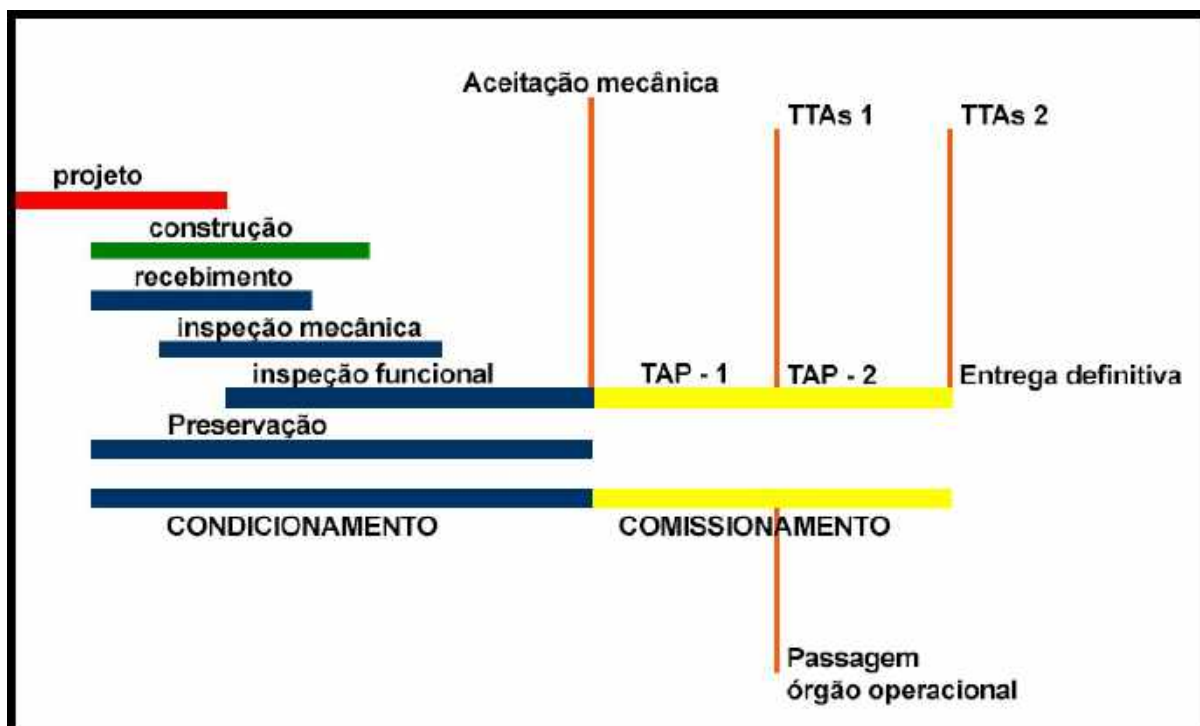


Figura 2.3 – Terminologia Geral do Processo de Comissionamento.
Fonte: Mathedi (2010, p. 62).

Durante a análise da terminologia ilustrada na Figura 2.3, pode-se notar algumas nomenclaturas relativas ao Comissionamento, tais como TAP-1; TAP-2; TTAs-1 e TTAs-2, que são comumente utilizadas no âmbito da Petrobrás. A definição destas nomenclaturas segundo Mathedi (2010, p. 56-60), bem como a correlação destas com as que foram utilizadas até o presente momento (relação feita pelo autor desta dissertação), é a seguinte:

TAP-1: “Controle e registro das atividades de Comissionamento desde o *start-up* até o início da Operação Assistida”;⁵

TAP-2: “Controle e registro das atividades de Comissionamento durante a Operação Assistida e os testes de desempenho de longa duração”;

TTAS-1: “Documento de caráter provisório, assinado após o TAP-1, que visa o controle e registro da passagem dos sistemas e subsistemas comissionados, após os testes de performance, para a Operação Assistida”;⁵

TTAS-2: “Documento de caráter definitivo, assinado após o TAP-2, que visa o controle e registro da aceitação definitiva dos sistemas comissionados, após a retirada de todas as pendências não Impeditivas desses sistemas e subsistemas”.

⁵ Segundo Mathedi (2010, p.66), “Operação Assistida é um termo contratual que estabelece o tempo e condições de assistência técnica por parte dos fornecedores dos sistemas ou subsistemas no local do empreendimento”.

A seguir é apresentada uma correlação dos termos utilizados pela Petrobrás e pela empresa da qual foram extraídos os dados para este trabalho:

TAP1 e TAP2 = OTP

TTAS1 = SSHC (*Sub System Handover Certificate*)

TTAS2 = SHC (*System Handover Certificate*)

Estes termos utilizados pela Petrobrás não foram descritos até o momento neste trabalho, pois esta empresa, que realizou os Projetos A e B analisados nesta dissertação, não possui vínculo direto com o processo de Construção, Integração e Comissionamento destas plataformas de ambos os projetos, pois as mesmas não pertencem à Petrobrás e sim a esta empresa em questão, que é a responsável pela operação destas plataformas do tipo FPSO. A Petrobrás, por ser a responsável pelo campo de petróleo, recebe todo o óleo retirado destes campos.

2.5 PLANEJAMENTO E CONTROLE

2.5.1 Rede de precedência

Segundo Hayes e Wheelright (1984, *apud* FERREIRA, 1998, p. 7), uma organização de projeto é composta por empresas que trabalham para um determinado cliente, produzindo uma série de produtos especificamente para este cliente em questão. Estes produtos requerem uma grande demanda de recursos e coordenação, tais como construções ou protótipos de produtos. As empresas envolvidas nestes projetos se dispõem a produzir sob encomenda e possuem a capacidade de aceitar os altos custos que envolvem estas encomendas.

O presente estudo, que pretende demonstrar a falta de padronização em procedimentos de projeto e, neste caso, cita diferentes formas de gerenciamento em empreendimentos industriais (projetos), está em concordância com o entendimento de Ferreira (1988, p. 8), segundo o qual:

“Raramente, procedimentos padronizados são aplicáveis neste caso (referenciando-se a projetos de montagem industrial) e frequentemente é difícil dividir a tarefa em subconjuntos completamente separáveis de responsabilidades. Assim, as atividades e recursos mais importantes têm que ser gerenciados na totalidade, adquirindo e aplicando recursos numa sequência baseada no tempo, para melhor atingir as metas do empreendimento.” (FERREIRA, 1988, p. 8).

Sendo assim, durante um projeto de Construção e Montagem, Integração e Comissionamento dos módulos de uma plataforma do tipo FPSO, diversas diretrizes são traçadas pelas Gerências dos setores de Construção e Montagem e Comissionamento. Uma

delas é o sequenciamento lógico de montagem dos equipamentos/instrumentos que pertencem a determinados sistemas/subsistemas dos módulos de processo, também conhecido como “Rede de Precedência”.

Segundo Mathedi (2010), uma sequência de partida da unidade, comumente conhecida como “Rede de Precedência”, também pode ser chamada de “Diagrama de Blocos”, isto é, um diagrama que demonstra de forma gráfica a sequência e prioridades de partida dos sistemas/subsistemas da instalação. O autor ainda explica que o objetivo principal desta rede é “definir uma sequência de partida tal que não provoque atrasos nem atropelos no cronograma por falta de sincronização entre os processos” (Mathedi, 2010, p. 42). Com isso, pode-se obter uma otimização dos prazos para a entrada em operação da unidade.

Esta sequência mencionada acima deve ser traçada pela gerência do setor de Comissionamento, pois esta é a responsável por entregar a FPSO ao cliente final. Esta FPSO deverá estar não apenas mecanicamente completa, mas também funcional, isto é, todos os seus sistemas/subsistemas devem estar seguros e operacionais.

Sendo assim, de acordo com Ferreira (1998), a falta de padronização em alguns procedimentos de projeto implicam diretamente no desenvolvimento do mesmo e isto é compreensível por se tratar de projetos exclusivos e com muitas particularidades. Por isso, o presente trabalho entende que a sequência de entrega dos sistemas e subsistemas previamente definidos pelo gestor do setor de Comissionamento deve ser seguida e respeitada pelo setor de Construção e Montagem a todo o momento durante o desenvolvimento do projeto em questão.

2.5.2 “Software” de controle de avanços dos setores de Construção e Montagem e de Comissionamento

Todas as atividades de Condicionamento e Comissionamento devem ser registradas de alguma forma. Antigamente, esses registros eram realizados manualmente em folhas de papel, mas hoje existem vários tipos de “softwares” (banco de dados) que gerenciam as atividades e seus resultados. Alguns destes programas são desenvolvidos de forma generalizada, ou seja, atendem a várias empresas diferentes, e outros são customizados para as necessidades de uma determinada empresa. Os sistemas de gerenciamento genéricos são geralmente mais baratos do que os sistemas customizados, porém envolvem outros custos que os customizados não requerem. De acordo com o padrão NORSOK Z-CR-007 (1996, p. 02), estes sistemas de gestão, denominados PCS (*Project Completion System*), são sistemas computadorizados desenvolvidos para o gerenciamento de documentação eletrônica de Completação Mecânica, Comissionamento, Lista de Pendências e Preservação por sistemas,

subsistemas, área de atuação, Comissionamento de pacotes de fornecedores, completção mecânica desses pacotes e/ou por *tags* individuais. Este fato torna-os imprescindíveis para o registro das atividades de Construção e Montagem e de Comissionamento de qualquer empreendimento industrial.

O “*software*” que gerenciou os projetos abordados neste trabalho foi desenvolvido especificamente para as necessidades da empresa que os desenvolveu, construiu e comissionou. Esta ferramenta de gestão do processo de Comissionamento tem por objetivo central acompanhar e registrar as atividades, fornecendo diversas formas para monitorar e extrair informações diárias de controle das atividades, podendo gerar relatórios gerais e gerenciais (GUIMARÃES, 2013, p. 58). A ferramenta deve ser de fácil acesso a todos os envolvidos nas atividades de Construção e de Comissionamento para que possam ter sempre a mesma visão geral do empreendimento. Cabe ao administrador deste “*software*” estar apto a gerar diariamente relatórios de avanço de todas as atividades envolvidas com a Completação Mecânica e o Comissionamento dos sistemas e subsistemas do projeto, proporcionando, assim, acesso às informações contidas no programa, até mesmo para aqueles que, por algum motivo, não possuem este acesso.

Para que seja possível a utilização deste “*software*” é necessário que o mesmo esteja devidamente “alimentado” com todas as informações pertinentes para a utilização deste, tais como: tags, especificações técnicas, descrição de item, fabricante, onde o item será instalado, onde o item será comissionado, subsistema ao qual pertence, dentre outras informações que são necessárias para a inclusão do mesmo no “*software*” pelo administrador de banco de dados. Para que isso seja possível, são necessários alguns documentos fornecidos pela engenharia, pelo comissionamento e pelos fabricantes tais como: lista de equipamentos, lista de instrumentos, lista de cabos, lista de linhas de tubulação, P&ID’s e diagramas unifilares elétricos devidamente demarcados com os subsistemas de cada item em questão.

Este “*software*” gerencia todas as etapas necessárias para a Completação Mecânica e o Comissionamento de um determinado item ou sistema. Para melhor compreender estas etapas, pode-se visualizar na Figura 2.4 o fluxo de Completação Mecânica e Comissionamento de um sistema e/ou subsistema.



Figura 2.4 – Fluxo da Completação Mecânica para o Comissionamento.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Durante a fase do projeto analisada neste trabalho, todos os dias podem ser identificados progressos em algumas de suas etapas, o que seria praticamente inviável sem um “*software*” adequado para manter o controle e avanço diário de tantos itens como estes que estão sendo abordados.

O administrador do “*software*” é o responsável por enviar diariamente a todos os envolvidos no projeto, que possuam algum cargo de liderança ou que tenham alguma ação direta sobre o assunto, os relatórios contendo todos os avanços de *ITRs* (*Inspection Test Record*), *Punch List – Created, Opened and Closed* (*Lista de Pendências criadas, fechadas e em aberto*) e *OTP* (*Operation Test Record*) do dia anterior. Através destes relatórios são colhidos os dados necessários que servem para o desenvolvimento das curvas “*Rundown*” dos *OTP's* (*Operation Test Procedure*) que foram selecionados.

Essas curvas são comumente utilizadas no setor de planejamento de obras industriais para que se tenha uma visão holística do que já foi realizado e do que ainda deve ser realizado e para informar se se está dentro do que foi planejado. Neste trabalho foi apresentada uma comparação entre os Projetos 2 e 4 durante a fase final de integração do último módulo içado para a plataforma até a saída da mesma do cais do estaleiro. Desta forma, é possível identificar qual projeto durante esta fase teve um melhor avanço nos serviços de Construção e Montagem e de Comissionamento.

2.5.3 Curvas “*Rundown*”

Durante a execução de um empreendimento, uma das principais preocupações é a redução de custo, atendimento ao prazo do projeto e o aumento da produtividade. Para auxiliar a análise destas e de outras variáveis, existem algumas ferramentas de avanço e controle, dentre elas a Curva de Avanço “S”, também chamada de Curva “Previsto x Realizado”, que é um dos recursos mais utilizados dentre os profissionais que trabalham com projetos industriais. Esta ferramenta auxilia os gestores no controle do andamento do projeto como um todo e os ajuda também na análise de avanço relacionada a cada etapa da obra

É de suma importância o acesso a esse tipo de controle desde o início do empreendimento, pois ao realizar uma análise no formato da curva, os gestores podem identificar possíveis falhas e aplicar as alterações necessárias, modificando, por exemplo, a concentração das atividades realizadas pela mão de obra e realocando-as para onde for necessário, de acordo com o que foi representado nos gráficos. As Curvas de Avanço são instrumentos de análise especialmente relevantes em projetos complexos e de longa duração. Nesses projetos de grande porte é comum que os gerentes possuam acesso a diversas Curvas “S”. A sua aplicação ocorre desde o início do projeto, quando os gestores desenvolvem uma base do que será entregue em cada etapa. Esta base é comumente chamada de *baseline* e servirá como uma diretriz até o fim do projeto. Logo após o desenvolvimento desta linha base, outra linha é gerada para a demonstração do que está sendo posto em prática no projeto. Com isso, é possível realizar a comparação do planejado com o realizado durante todo o andamento do empreendimento (Diniz, 2017).

Corroborando este entendimento de Diniz (2017), Stonne (2001, p. 95) explica que a Curva “S” é um excelente meio de acompanhamento da obra e de informações gerenciais, pois permite comparar, no decorrer da mesma, o avanço realizado com o que foi previsto, detecta os desvios e projeta a data de término dos serviços replanejados mediante os atrasos e/ou o aumento de volume destes.

De acordo com Silva Filho e Miranda (2007, p. 5), a Curva “S”, assim chamada por seu formato usual, permite programar e controlar a produção e os recursos da obra, especialmente os efetivos de mão de obra, Hh (valor agregado por hora de trabalho a cada funcionário, também conhecido como homem-hora), quantidades produzidas e materiais. Por sua objetividade, é muito utilizada e considera o peso percentual de cada item, segundo a unidade adotada.

Dentre as Curvas de Avanço, há também a Curva “*Rundown*”, que é um desdobramento da Curva “S”. De acordo com Stonner (2013), as curvas do tipo “*Rundown*” são similares às Curvas de Avanço, porém em formato decrescente. Elas são muito utilizadas para demonstrar o consumo de alguma reserva de contingência.

No entanto, no caso deste trabalho, foram aplicadas estas curvas para demonstrar a conclusão das folhas de verificação de Construção e Montagem, Equipamentos/instrumentos à prova de explosão (Ex) e Pré-Comissionamento que se encontram incompletas ao longo de um determinado período do empreendimento até a data final de conclusão do mesmo.

Assim que o último módulo na plataforma FPSO foi instalado na mesma, é iniciada a análise dos avanços diários através das Curvas Realizadas dos dois setores em questão, que foram demonstradas no Capítulo 4, levando em consideração todos os itens em aberto naquele momento do projeto, que são representados pelas folhas de verificação de item. Esta análise foi realizada desde a instalação do último módulo até o dia em que a FPSO saiu do cais do estaleiro rumo ao seu objetivo inicial, ou seja, a obtenção do primeiro óleo.

2.6 TREINAMENTO DE PESSOAL

No início de cada um dos projetos A e B, o autor deste trabalho fez uma explanação de como são analisados os avanços físicos e/ou remotos dos setores de Construção e Montagem e Comissionamento para que todos os envolvidos pudessem entender como o projeto avaliaria os avanços destes setores.

Para o treinamento do preenchimento dos “*checklists*” denominados *ITR (Inspection Test Record)*, são convocados todos os gerentes, coordenadores, supervisores, encarregados e técnicos que são responsáveis pelos times que farão a Montagem e Comissionamento de todos os itens da obra. São diversos profissionais que possuem diferentes funções de liderança para atender a todo o escopo de trabalho, dentre as principais temos: gerente de comissionamento, gerente de construção e montagem, coordenadores de módulos, superintendentes e técnicos de elétrica, mecânica, instrumentação, automação, fogo e gás, telecomunicações, tubulação, Ex (equipamentos e instrumentos a prova de explosão) e engenheiros de processo. O quantitativo

de pessoal não é exatamente um padrão, pode ser alterado de acordo com cada projeto, mas pode variar entre 60 a 90 pessoas aproximadamente. Este treinamento é realizado pelo coordenador do banco de dados do setor de “*Completions*” através de uma apresentação de “*slides*” contendo primeiramente uma explicação sobre a importância de se ter as folhas de verificação de item devidamente preenchidas e assinadas pelos responsáveis, demonstrando com isso um exemplo de como uma informação errada incluída neste banco de dados pode atrasar a entrega do respectivo subsistema e como isso pode ser perigoso para aqueles que estão diretamente envolvidos na atividade em questão. Também é entregue uma cópia de uma folha de verificação de item a cada um que se encontra no treinamento, e através dos “*slides*” o responsável pela apresentação faz o preenchimento desta folha de verificação de item (tanto de Construção e Montagem como de Comissionamento) juntamente a todos os envolvidos, indagando-os sobre os principais problemas que ocorrem na montagem e no comissionamento do item em questão dado como exemplo. Com esse método diversas dúvidas são sanadas e futuros erros são evitados.

Após o treinamento, estes responsáveis têm a função de repassar as informações aos seus subordinados.

De acordo com Shakoorian (p. 26, 2006), o guia 0 de diretrizes de Comissionamento da ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) define o Comissionamento como um esforço em grupo. As atividades de Comissionamento são realizadas por um grupo de indivíduos que, através de atividades coordenadas, são responsáveis pela implementação do processo de Comissionamento. Os membros desse time incluem, além do pessoal descrito anteriormente, representantes do proprietário do empreendimento, Autoridades do Comissionamento, profissionais para o Pré-projeto e Programação de dados, e profissionais de Projeto e Construção.

Para que se possa avaliar a quantidade de informação a ser preenchida, verificada, assinada e incluída no “*software*” de completação mecânica para a Construção e de Comissionamento de uma FPSO, deve-se analisar o Quadro 2.2 abaixo, onde há um breve resumo demonstrando todos os documentos a serem entregues pelos seus responsáveis em ordem cronológica.

| Unidade de Avaliação | Quantidade |
|--|------------|
| Tag | 73062 |
| Sistemas | 74 |
| Subsistemas | 433 |
| Pendência "A" | 210 |
| Pendência "B" | 9724 |
| ITR A (folha de verificação de itens de construção) | 44183 |
| Notificação de Energização | 680 |
| Certificado de "Completação Mecânica" | 433 |
| ITR B (folha de verificação de itens de pré-comissionamento) | 11785 |
| Certificado de "Pronto para Comissionar" | 433 |
| Certificados Finais | 507 |
| Certificados de Entrega de Sistema | 74 |
| Certificados de Entrega de Subsistema | 433 |

Quadro 2.2 – Quadro de Resumo de Sistemas, ITRs e OTPs.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Através do quadro 2.2 ilustrado acima é possível compreender a magnitude de dados gerados e administrados durante e após a Construção e Comissionamento de um projeto de FPSO. Neste caso em questão foram gerados 73062 *tag's* que são os nomes dados a cada equipamento, instrumento e/ou tubulação da plataforma.

Com isso, foram geradas 44183 folhas de verificação de itens para o setor de Construção e Montagem (*ITR A*) e 11785 folhas de verificação de itens para o setor de Comissionamento (*ITR B*). É importante ressaltar que nem todos tags de uma plataforma possuem folhas de verificação de itens de Construção e Montagem e de Comissionamento, alguns destes itens são incluídos no banco de dados mas podem pertencer por exemplo a um “*skid*” de grande porte, e com isso, os itens pertencentes ‘a este “*skid*” não terão por exemplo uma folha de verificação de itens de Construção e Montagem pois os mesmos já foram instalados pelo fornecedor, aplicando assim apenas as folhas de verificação de itens de Comissionamento para os mesmos. O mesmo caso pode ocorrer, por exemplo, com os cabos elétricos que possuem folhas de verificação de itens de Construção e Montagem, mas não possuem esta folha de Comissionamento.

São no total 74 sistemas que geraram 433 subsistemas. Após a conclusão das atividades de Construção e Montagem de cada um destes subsistemas é gerado um certificado de completção mecânica para o mesmo, e após a conclusão de todas as folhas de verificação de itens de Comissionamento é assinado o certificado de “pronto para comissionar”. Com isso começam os testes do subsistema para enfim dar-se como concluído o comissionamento do mesmo e com essa tarefa concluída, é assinado o certificado de entrega de subsistema. É assim que todos os subsistemas pertencentes a um sistema principal possuem seus

respectivos certificados, será gerado e assinado o certificado de “entrega de sistema” ao cliente final. Deve-se realizar isto para todos os sistemas existentes na *FPSO*.

2.7 MÉTODO APLICADO PELO SETOR DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

A forma mais comum de direcionar a mão de obra de um empreendimento é através do método desenvolvido pelo setor de Construção e Montagem, que segue o planejamento das suas atividades voltadas para a realização de uma medição financeira expressiva para que o projeto consiga arrecadar fundos suficientes para custear o prosseguimento da obra.

Normalmente, esse planejamento segue diretrizes de engenharia respeitando sempre a construtibilidade do projeto, porém, como a medição financeira do setor de Construção e Montagem ocorre por meio de Peso de Tubulação/Estrutura x Homem Hora, por Equipamento/Instrumento Instalado, por Metragem de Cabo lançado, etc., o direcionamento da mão de obra desse setor tende a seguir por caminhos que tenham uma rentabilidade maior naquele momento do projeto.

Portanto, esse método garante uma rentabilidade alta para o projeto, porém ocasiona atraso nos serviços do setor de Comissionamento. Como suas diretrizes visam a construção da *FPSO* realizada através de um direcionamento financeiro e por não focar na conclusão total de sistemas e subsistemas prioritários, os mesmos acabam ficando parcialmente completos, ocasionando com isso um grande atraso durante a fase de Comissionamento e, por final, na obra como um todo. Este método condenado atualmente por diversos autores continua sendo o mais comum no dia a dia das construções industriais em geral, seja na construção de navios, na fabricação de módulos para petroleiros ou até mesmo nas instalações industriais de fábricas e prédios em geral.

Este método foi aplicado em toda fase de Construção, Integração e Comissionamento do Projeto A, trazendo, com isso, uma grande dificuldade para a entrega do empreendimento ao cliente final devido a seus sistemas e subsistemas parcialmente completos.

2.8 MÉTODO APLICADO PELO SETOR DE COMISSIONAMENTO

Entende-se que o Comissionamento tem a obrigação de verificar se o que foi especificado pelo projeto foi realmente instalado e se está funcionando da forma correta e fazer a transferência da unidade para o cliente final. Para tal preparação, é de suma importância a aplicação de um método de comissionamento antecipado e, para isso, este setor precisa ser envolvido desde o início do projeto para que possa atuar de forma ativa em todas

as etapas do empreendimento, ou seja, se antecipando aos possíveis problemas ou dificuldades técnicas.

Efetivamente, os serviços de Comissionamento de um sistema realmente ocorrem após a conclusão dos serviços do time de Construção e Montagem. Porém, para que se consiga comissionar algo, é necessário um tempo de preparação física e documental e um estudo sobre o empreendimento. Este tempo de preparação é denominado Condicionamento (ou Pré-Comissionamento) conforme especificado na seção 2.3 do capítulo 2.

No Projeto B, o Comissionamento se envolveu desde o início do mesmo, se inteirando de todas as modificações de engenharia, compras, planejamento e construção do projeto. Isso influenciou positivamente a fase final do empreendimento, possibilitando um Comissionamento mais rápido, pois os sistemas prioritários para a entrega da plataforma já estavam com seus equipamentos, instrumentos e tubulações em fase final de conclusão ou até mesmo já concluídos mecanicamente.

Mesmo atuando no empreendimento desde o início do mesmo, é de suma importância que, durante a fase de construção e montagem e a fase de integração de um empreendimento, o setor de Construção e Montagem siga as já predefinidas prioridades de montagem geradas pelo Comissionamento, assim como ocorreu no Projeto B. Com isto, o empreendimento será gradativamente concluído de forma que se possa comissionar todos os sistemas/subsistemas em ordem e sequência corretos para que seja possível a realização da transferência e aceitação para o cliente de forma mais rápida, segura e eficiente. Este envolvimento premeditado do Comissionamento é conhecido aqui no Brasil como Comissionamento Antecipado.

A aplicação do processo de antecipação do Comissionamento no ciclo de vida de um projeto alcançou maior visibilidade nos Estados Unidos entre os anos de 1980 e 1990. O primeiro grande projeto de Comissionamento foi realizado pela Disney para a instalação do Epcot na Flórida em 1981. A Disney usou um processo de Comissionamento mais abrangente e iniciou suas atividades de Comissionamento durante a fase de projeto para se antecipar a possíveis dificuldades e problemas, reduzindo assim seu impacto geral no projeto. Logo após essa nova forma de se comissionar, a Universidade de Wisconsin-Madison começou a oferecer cursos de Comissionamento em 1984. Com isso, a ASHRAE publicou o primeiro guia para Comissionamento de sistemas de HVAC (sistemas de ventilação e ar condicionado) em 1989 e, no mesmo ano, o governo local do condado de Montgomery implementou as diretrizes de Comissionamento da ASHRAE em um programa de qualidade total chamado de *Construction Quality Control* (Tseng et. al., 1994, *apud* SHAKOORIAN, 2006, p.15).

Mediante esta nova visão do Comissionamento, em 1994, a Ordem Executiva 12902 do Governo Federal dos Estados Unidos determinou que todos os prédios federais utilizassem o Comissionamento para garantir a qualidade dos sistemas prediais e, em 2007, a Ordem Executiva 13423, que trata sobre fortalecimento da gestão federal do meio ambiente, energia e transporte, reforçou o pedido de 1994 e exigiu que as agências federais garantissem que as novas construções e grandes reformas incluíam o Comissionamento de edifícios nos requisitos do contrato (VA, 2013, *apud* COYNER & KRAMAR, 2017, p. 430). Em 2001, a NASA reconheceu o processo de *Total Building Commissioning* e iniciou a aplicação deste em todos os seus novos empreendimentos (NASA, 2001, *apud* SHAKOORIAN, 2006, p.15-16).

Para que se entenda ainda mais a importância da antecipação do Comissionamento, pode-se citar uma parte do trabalho de Lane (2005) que explica que as atividades do Comissionamento devem ter seu início desde a fase do projeto de engenharia para garantir que a construção seja planejada de modo que o Comissionamento ocorra de forma segura, oportuna e econômica. Em conformidade com esta afirmação, Ishida (2015, p. 54) reitera que é importante iniciar o Comissionamento na fase inicial do planejamento e contratar o agente comissionador durante ou antes da fase do pré-projeto. Esta metodologia de implementação do Comissionamento desde o início do projeto é considerada a forma ideal para se entregar um empreendimento, já que o Comissionamento terá participação ativa em todas as etapas da obra, podendo planejar suas atividades para todas as fases do empreendimento.

Corroborando o entendimento de Lane (2005), temos Shakoorian (2006) afirma que a diretriz 0 fornecida pela NIBS (*National Institute for Building Sciences*) e pela ASHRAE considera que o Comissionamento deve começar na etapa de pré-projeto e continuar até o primeiro ano de ocupação do empreendimento. Esta antecipação do Comissionamento nas fases iniciais do projeto apresenta uma nova concepção de Comissionamento antecipado, que é chamado de *Total Building Commissioning* e definido como o processo de alcançar, verificar e documentar que o desempenho das instalações, sistemas e conjuntos atendem aos objetivos e critérios definidos (Dorgan, 2002, *apud* SHAKOORIAN, 2006, p. 1).

O *Total Building Commissioning* é um processo orientado por fases, o que significa que, no final de cada fase do ciclo de vida do projeto, os resultados são verificados para garantir que atendam aos requisitos do cliente final. Este processo começa nas fases iniciais do projeto e continua durante todo o ciclo de vida do empreendimento. Esta verificação de etapas pode ser considerada como a verificação de funcionalidade de cada subsistema de um processo. Conforme a publicação feita pela ASHRAE (2006, p. 42), o Comissionamento antecipado melhora o processo do controle da qualidade, identifica e ajuda a resolver

problemas durante o desenvolvimento do projeto, quando a ação corretiva é menos dispendiosa, e também durante a construção, quando o contratado tem os materiais e recursos no local para realizar a ação corretiva de forma mais eficiente, minimizando os reparos após a entrega da obra.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

Diferentes decisões foram estabelecidas para a Construção e Montagem de dois empreendimentos similares e os seus resultados foram comparados e analisados para que se pudesse estabelecer qual destas diferentes formas de trabalho é a mais eficiente para atender às prioridades do setor de Comissionamento, reduzindo, com isso, seu prazo para a entrega da obra ao cliente final.

Para a análise destes dados comparativos, foram verificados dados obtidos durante uma fase específica do projeto (já estabelecida no Capítulo 1) de uma empresa de grande expressão no mercado *offshore*, porém, por questão de sigilo acordado em contrato, não foi autorizada a divulgação do nome da empresa neste trabalho. A informação que se tem sobre esta empresa do ramo de Óleo e Gás é que ela foi responsável pela Construção, Integração e Comissionamento dos módulos (denominados *Topsides*) de cerca de 4 navios plataforma do tipo FPSO entre o período de 2011 a 2016.

Foram avaliados 2 projetos de plataformas FPSO's e estes, por questão de sigilo, foram renomeados pelo autor deste estudo como Projetos A e B, respectivamente.

Portanto, no decorrer dos Projetos A e B, apesar de serem muito similares, diferentes decisões, ações e formas de trabalho foram aplicadas em relação ao direcionamento da força de trabalho direta no escopo de Construção e Montagem a ser realizado pela empreiteira contratada.

Esta dissertação realizou uma comparação dos resultados do escopo de Pré-Comissionamento entre os Projetos A e B, já que a sequência em que os equipamentos, instrumentos, tubulação e cabos foram montados pode influenciar diretamente nos resultados para o fechamento dos subsistemas que, por sua vez, é escopo do setor de Comissionamento.

3.2 PESQUISA EXPERIMENTAL

Segundo Lakatos & Marconi (2003, p. 189), este tipo de pesquisa consiste em uma investigação empírica que tem como objetivo principal o teste de hipótese que busca estabelecer relações de causa-efeito por meio das manipulações diretas das variáveis relativas ao objeto de estudo, procurando, dessa maneira, identificar as causas do fenômeno. Corroborando com essa afirmação, temos Souza, Leal e Huzita (2012, p. 43) e Wohlin et al. (2000 *apud* CRUZES, 2007, p. 1) assegurando que um estudo experimental tem a finalidade

de verificar algo desconhecido ou testar uma hipótese. Esse tipo de estudo envolve um investigador responsável por coletar todos os dados necessários para a pesquisa e realizar uma análise destes dados. Para esses autores, os principais elementos de um estudo experimental são: as variáveis, os participantes, objetos, hipóteses e a estratégia conduzida.

De uma forma geral, os experimentos são procedimentos quantitativos que os pesquisadores utilizam para testar uma ideia (ou procedimento prático), ou seja, para determinar se ela influencia um resultado ou uma variável dependente (PLANO CLARK & CRESWELL, 2010, *apud* CAETANO, 2011, p. 46).

De acordo com Smith e Kidder (1994, *apud* BASILI E LANUBILE, 1999, p. 456), um experimento é uma forma de estudo empírico em que o pesquisador possui controle sobre algumas das condições em que o estudo ocorre e controle sobre as variáveis independentes deste estudo, a fim de testar uma hipótese contra a observação. Este termo inclui, portanto, quase todos os experimentos e projetos pré-experimentais, ou seja, uma teoria é uma possível explicação de alguns fenômenos.

Somente os experimentos verificam as teorias, somente o método via experimentos pode explorar os fatores críticos e dar luz ao fenômeno novo para que as teorias possam ser devidamente formuladas e corrigidas. A experimentação oferece o modo sistemático, disciplinado, computável e controlado para avaliação da atividade humana. Novos métodos, técnicas, linguagens e ferramentas não deveriam ser apenas sugeridos, publicados ou apresentados para venda sem experimentação e validação. Por isso, é necessário avaliar novas invenções e sugestões em comparação com as existentes. O método experimental sugere um modelo, desenvolve o método qualitativo e/ou quantitativo, aplica um experimento, mede e analisa, avalia o modelo e repete o processo. É de suma importância notar que os experimentos não provam nada, pois nenhum experimento oferece prova com certeza, ele apenas verifica a previsão teórica de encontro à realidade (Travassos, 2002).

3.2.1 Grupos de controle e experimental

Num experimento, utiliza-se geralmente dois grupos: um onde se aplica ou se retira o fator experimental, que se denomina como grupo experimental. O outro se chama grupo de controle e serve de comparação para o grupo experimental, aplicando-se nele um fator de controle ou, mais comumente, apenas não se aplicando o fator (Rudio, 2004, *apud* CAETANO, 2011, p. 46).

Neste trabalho foi considerado como grupo de controle o Projeto A, onde foi aplicada a metodologia de direcionamento da mão de obra segundo o planejamento do setor

de Construção e Montagem. Pois é o método comumente utilizado nos projetos de FPSO no Brasil. Este método prioriza o foco na completação mecânica dos itens que agregam um maior valor financeiro ao projeto levando sempre em consideração a construtibilidade no decorrer de suas tarefas.

Já como grupo experimental foi considerado o Projeto B, pois foi onde se aplicou a metodologia de direcionamento da mão de obra segundo o planejamento gerado pelo setor de Comissionamento. Este direcionamento prioriza a completação mecânica dos sistemas e subsistemas prioritários para saída da FPSO do cais do estaleiro, levando também, sempre em consideração a construtibilidade no decorrer da execução do projeto.

3.2.2 Variáveis dependentes e independentes

O experimento é uma forma de estudo empírico onde o pesquisador detém o controle sobre algumas das condições em que o estudo ocorre e com isso, detém também o controle sobre suas variáveis independentes, a fim de testar uma teoria contra a observação (Basili et. al. 1999, *apud* CAVALCANTE, 2018, p. 43).

Muitos autores propõem o método experimental como melhor caminho para se testar hipóteses. Para Moore & McCabe (1993, *apud* CAETANO, 2011, p. 46) o único método totalmente convincente para se estabelecer a causa é conduzir um experimento cautelosamente projetado, no qual os efeitos de possíveis variáveis à espreita possam ser controlados. Experimentar significa mudar ativamente “x” e observar a resposta em “y”. Esta posição é também compartilhada por Gay (1992, *apud* CAETANO, 2011, p. 46) quando nos diz que o método experimental é o único método de pesquisa que pode realmente testar hipóteses sobre relações de causa e efeito.

A utilização de um processo bem definido sobre estudos experimentais contribui com o controle sobre as variáveis, na execução, na generalização dos resultados e na replicação de estudos (Souza, Leal e Huzita, 2012, p. 43). As variáveis podem ser classificadas como: dependentes e independentes. As variáveis de entrada são denominadas variáveis independentes ou fatores, estas variáveis podem ser controladas e ocasionam as variações no estudo. As variáveis de saída são denominadas de variáveis dependentes ou resultados, essas variáveis são analisadas para verificar as variações vistas no estudo. As variáveis dependentes são nada mais, que uma consequência das variáveis independentes. O valor de uma variável independente pode ser denominado de “tratamento” e o valor de uma variável dependente pode ser chamado de “resultado”.

Qualquer teoria é composta de um conjunto de hipóteses e uma hipótese é uma suposição de que existe uma relação causal entre construtos de interesse teórico, com isso, as variáveis utilizadas para medir o construto casual são denominadas de variáveis independentes, e as variáveis usadas para medir os construtos afetados são chamadas de variáveis dependentes (Gay 2012, p. 11). Complementando as teorias sobre variáveis trazidas aqui neste trabalho, temos Cruzes (2007, p. 14) que diz que as variáveis independentes se referem à entrada do processo de experimentação. Essas variáveis podem também ser controladas e representam a causa que afeta o resultado do processo de experimentação. Já as variáveis dependentes referem-se à saída do processo de experimentação, e representam o efeito ocasionado pelas variáveis independentes do estudo experimental em questão.

Com isso sabemos por tanto que as variáveis independentes se referem à entrada do processo de experimentação. Essas variáveis também se chamam "fatores" e apresentam a causa que ocasiona o resultado do processo de experimentação. O próprio valor de um fator se chama "tratamento". E as variáveis dependentes referem-se à saída do processo de experimentação, elas apresentam o efeito que é causado pelos fatores do experimento. O próprio valor de uma variável dependente se chama "resultado" (Travassos 2002. p.7).

- **Variáveis Independentes aplicadas neste estudo** – São as variáveis manipuladas, ou seja, as que podem ser controladas pelo pesquisador e que possuem efeitos diretos nas variáveis dependentes, os quais precisam ser medidos. Para esta pesquisa, as variáveis independentes são as duas metodologias analisadas, sendo uma em cada grupo diferente. A metodologia de Construção e Montagem foi aplicada no grupo de controle, considerada no Projeto A, e a metodologia de Comissionamento foi aplicada no grupo experimental, considerada no Projeto B;
- **Variáveis Dependentes aplicadas neste estudo** – São as variáveis cujos efeitos foram produzidos pelas variáveis independentes, sendo importante que sejam analisados pelo pesquisador. Para esta pesquisa, o efeito ocasionado pela variável independente pode ser o atraso das atividades de Pré-Comissionamento e Comissionamento gerado pela falta de direcionamento da mão de obra voltada aos sistemas prioritários para a realização do primeiro óleo da FPSO, ou o adiantamento destas atividades, em razão do correto direcionamento destas atividades;

3.2.3 Seleção da amostra

Para Lakatos e Marconi (2003, p.163), a amostra “é uma parcela conveniente selecionada do universo (população); é um subconjunto do universo”. Na coleta desta amostra foi aplicado o tipo de **amostragem não probabilística intencional**, pois se constatou que é o método que mais se adequou à forma pela qual foram analisados os dados obtidos pelo autor.

O autor desta pesquisa selecionou para sua análise cinco subsistemas considerados de alta importância para a obtenção do primeiro óleo nestes dois projetos em questão. Esta análise foi realizada através da comparação de curvas de avanço do tipo “*Rundown*” apresentadas no Capítulo 4.

Segundo Malhotra (2011, p. 172-173), a amostragem não probabilística confia no julgamento pessoal do pesquisador e não conta com a probabilidade para escolher os elementos da amostra. Para o autor, o pesquisador pode selecionar a amostra arbitrariamente, com base na conveniência, ou tomar uma decisão consciente sobre quais elementos devem ser incluídos na amostra.

Esta pesquisa utilizou-se da **amostragem não probabilística intencional**, na qual os elementos são selecionados seguindo um critério de julgamento pessoal do pesquisador (OLIVEIRA, 2011, p. 31). Para Gil (2008, p. 94), este tipo de amostragem consiste em escolher um subgrupo da população que, baseado nas informações disponíveis, possa representar todo o resto. Entretanto, o pesquisador precisa ter um bom conhecimento sobre o tipo de subgrupo selecionado. Contudo, caso o mesmo não possua este conhecimento, é necessária a formulação de hipóteses, o que, de certa forma, compromete a representatividade da amostra;

3.3 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

As pesquisas científicas são de uma forma em geral classificadas quanto à natureza em dois tipos básicos, qualitativas e quantitativas, e em um misto desses dois tipos de pesquisa (Oliveira, 2011, p. 24). São aplicadas neste trabalho as classificações de natureza qualitativa e quantitativa, ou seja, é uma pesquisa mista.

3.3.1 Pesquisa mista

Muitos autores questionam sobre a inconveniência de ter que limitar seus estudos como quantitativos ou qualitativos e discordam da ideia de que somente o que é mensurável teria efetivamente uma validade científica.

Segundo Gil (2008, p. 13), a “quantidade e a qualidade são características imanentes a todos os objetos e fenômenos e estão inter-relacionados”.

Estes dois tipos de estudos, por diversas vezes, estão diretamente ligados para se chegar à formulação de um problema ou até mesmo à resposta de alguma questão. Segundo Malhotra (2011, p. 120):

“Em muitos casos, a pesquisa qualitativa segue uma análise das fontes externas e internas de dados secundários. Normalmente, ela é utilizada para definir o problema com mais precisão, elaborar hipóteses e identificar ou esclarecer as principais variáveis a serem investigadas na fase quantitativa.” (MALHOTRA, 2011, p. 120).

É por esta união entre a quantificação e a qualificação que foram submetidas as análises feitas a partir das coletas de dados referentes a esta pesquisa. A aplicação das curvas de avanço do tipo “*Rundown*” forneceu os dados quantitativos e, após uma análise destes, foi aplicado o método qualitativo para que fosse verificada qual metodologia de direcionamento da mão de obra é a mais eficaz quanto ao prazo das atividades de Comissionamento.

3.4 COLETA DE DADOS

Em um estudo experimental, os dados são coletados porque estão diretamente associados a uma teoria e têm um valor potencial. Uma teoria científica é um fato ou são diversos fatos estabelecidos ou experimentalmente analisados e relacionados ao seu domínio. Diferentemente do uso cotidiano da palavra teoria, esta não pode representar uma ideia não avaliada, ou apenas alguma especulação teórica, pois sem provas, as teorias representam apenas hipóteses, ou seja, especulações. Com isso, podemos dizer que uma teoria é uma possível explicação para algum fenômeno, ou um padrão nos dados, que evidencia um relacionamento ou uma tendência em um atributo de interesse do pesquisador (Cruzes 2007, p. 1). Ainda segundo esta autora, os dados coletados servem para auxiliar na resposta da questão do estudo após a análise e conclusão dos resultados obtidos através destes dados (Cruzes 2007, p. 82).

Para Lakatos & Marconi (2003, p. 165-166), a coleta de dados é a etapa onde inicia-se a aplicação dos instrumentos elaborados e as técnicas selecionadas para a realização da coleta dos dados previstos para o estudo. Já para Oliveira (2011, p. 36), durante a realização da coleta de dados, diversas técnicas podem ser aplicadas. De todas essas técnicas descritas anteriormente, as mais utilizadas, de uma forma em geral, são:

1. Entrevista;
2. Questionário;

3. Observação;
4. Pesquisa Documental.

Então, foi possível constatar que, após a análise destas técnicas, a que mais coincidiu com a proposta desta pesquisa foi a **técnica de observação**, pois foi mediante algumas de suas modalidades que o autor obteve acesso e coletou os dados necessários à pesquisa, já que o mesmo foi um observador participante em ambos os projetos analisados.

Para Travassos (2002, p. 17) “o método de observação coleta os dados relevantes enquanto o projeto está sendo executado”, ou seja, exatamente o que foi aplicado neste estudo.

3.4.1 Técnica de observação para a coleta de dados

Para Cervo e Bervian, 2002 apud Oliveira (2011, p. 37), “observar é aplicar atentamente os sentidos físicos a um amplo objeto, para dele adquirir um conhecimento claro e preciso”. Segundo esses autores, a observação é vital para estudarmos a realidade e suas leis.

A coleta de dados via técnica de observação é utilizada para se alcançar informações e utiliza os sentidos para a obtenção de determinados aspectos da realidade. Ela não se resume em apenas ver e ouvir, mas também recorre à análise dos fatos ou fenômenos que se deseja estudar (LAKATOS & MARKONI, 2003, p. 190).

Segundo Gil (2008), a observação é, sem dúvida, um elemento fundamental para a pesquisa. “Desde a formulação do problema, passando pela construção de hipóteses, coleta, análise e interpretação dos dados, a observação desempenha papel imprescindível no processo de pesquisas. É, todavia, na fase coleta de dados que o seu papel se torna mais evidente”. Durante essa etapa de coleta de dados, a observação é aplicada de forma conjugada a outras técnicas ou até mesmo utilizada de forma exclusiva. A observação, por ser utilizada exclusivamente para a obtenção de dados em diversas pesquisas e por estar presente em diversos momentos da pesquisa, chega a ser considerada por alguns pesquisadores como um método de investigação. O ponto considerado mais inconveniente da observação é que a presença do observador pode, de certa forma, provocar uma alteração no comportamento dos observados, produzindo, com isso, resultados pouco confiáveis.

Porém, como o pesquisador deste trabalho participou dos dois projetos em questão como um funcionário padrão e, mesmo este exercendo um cargo elevado no setor em que atuou, não chegou a provocar nenhuma alteração no cotidiano do restante dos funcionários, pois os mesmos não sabiam que os dados gerados por eles diariamente seriam analisados em

uma pesquisa futura, é muito provável que não tenha ocorrido, com isso, nenhum tipo de alteração comportamental dos envolvidos de modo a causar alterações nos dados gerados.

Ainda segundo Ander-Egg, 1978 (*apud* Lakatos & Markoni, 2003, p.192), na investigação científica são empregadas diversas modalidades de investigação e estas variam de acordo com as circunstâncias, sendo elas:

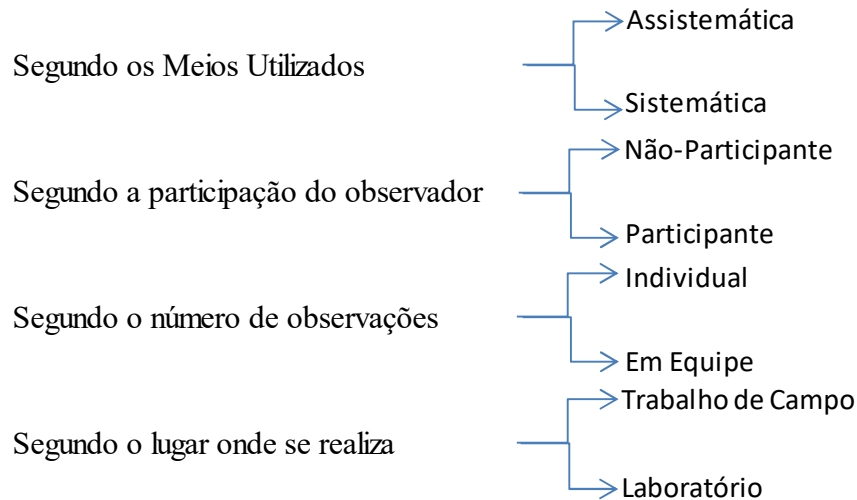


Figura 3.1– Modalidades de Observação.
Fonte: Lakatos & Marconi (2003, p. 192).

Considerando essas modalidades de observação, é possível identificar que nesta pesquisa foram aplicadas as seguintes: **observação sistemática, observador participante, observação individual e com trabalho de campo.**

A seguir estão descritas cada uma destas maneiras de observação utilizadas nesta pesquisa, de acordo com Lakatos & Markoni (2003, p. 192-196).

- a) **Observação Sistemática:** também denominada observação estruturada, planejada, controlada. Utiliza instrumentos para a coleta dos dados ou fenômenos observados. Uma de suas características principais é que ela acontece em condições controladas para que se consiga responder alguns propósitos preestabelecidos. No entanto, as normas não devem ser padronizadas e nem rígidas demais, porque as situações, objetivos e objetos da investigação podem ser muito diferentes. Por isso, ela deve ser planejada e sistematizada com cuidado. Neste tipo de observação, o observador sabe o que procura. Ele deve ser objetivo e reconhecer possíveis erros, eliminando, com isso, sua influência sobre o que vê e o que recolhe;
- b) **Observação Participante:** é a participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo estudado. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele e

participa das atividades normais deste. Para Mann (1970, p. 96, *apud* LAKATOS & MARKONI, 2003, p. 192-196), esse tipo de observação é uma “tentativa de colocar o observador e o observado do mesmo lado, tornando-se o observador um membro do grupo de molde a vivenciar o que eles vivenciam e trabalhar dentro do sistema de referência deles.” O objetivo inicial na criação deste tipo de participante seria ganhar a confiança do grupo, fazendo com que todos os envolvidos entendessem a importância deste tipo de investigação. Porém, em diversas circunstâncias, há mais vantagens na permanência do anonimato. De uma forma geral, existem duas formas de observador participante. São elas: **1) natural**, em que o observador faz parte do mesmo grupo a ser investigado; e **2) artificial**, em que o observador se fez integrante do grupo com a finalidade de obter as informações desejadas. Para esta pesquisa foi aplicada a modalidade **observador participante natural**, pois o pesquisador efetivamente fazia parte do grupo empresarial responsável pela Construção e Montagem e do Comissionamento dos dois projetos analisados;

- c) **Observação Individual:** conforme o próprio nome indica, é a técnica realizada apenas por um pesquisador. A personalidade dele se projeta sobre o que está sendo observado, podendo ocorrer algumas interferências ou distorções, devido à limitada possibilidade de controle dos fatos. Contudo, pode-se intensificar a objetividade de suas informações ao serem indicados os eventos reais e suas interpretações durante a anotação dos dados. É um tipo de observação realizado em pesquisas com o objetivo de obter títulos acadêmicos.
- d) **Trabalho de Campo:** também conhecida como observação da vida real, é aquela realizada em ambiente natural, registrando os dados na medida em que vão ocorrendo, espontaneamente, de modo natural. A melhor ocasião para o registro é efetivamente no local onde ocorre o evento, reduzindo, assim, as tendências seletivas e a deturpação na reevocação.

3.4.2 Obtenção dos dados pertinentes a esta pesquisa

O autor da presente pesquisa trabalhou na empresa responsável pelos projetos denominados anteriormente como A e B. Este trabalhava no setor chamado de *Completions* e exercia a função de coordenar a coleta de dados gerados diariamente pelos setores de Construção e Montagem e de Comissionamento, além de gerenciar o banco de dados que controlava toda essa informação. O mesmo foi responsável por coordenar um time de 5

analisadores de dados que exerciam a função de verificar de forma criteriosa se cada etapa da folha de verificação de item foi devidamente preenchida (sem nenhum tipo de erro ou rasura), se as três assinaturas obrigatórias eram realmente dos responsáveis de cada disciplina e também se recebiam junto com esta folha de verificação a lista de pendência gerada para cada item em questão (caso houvesse).

Esses dados coletados eram referentes à conclusão diária das tarefas desses dois setores que, por sua vez, foram evidenciadas e comprovadas através do preenchimento e assinatura dos responsáveis de cada disciplina (tubulação, mecânica, elétrica, instrumentação e telecomunicações) nas folhas de verificação de item. Estas funcionavam como uma espécie de “*checklist*” gerada para se ter certeza de que cada equipamento, instrumento, tubulação e outros itens do empreendimento fora montado/instalado e comissionado aplicando-se os requisitos mínimos de segurança e técnicos exigidos pela empresa em questão.

É durante a fase da instalação do último módulo de processo até o dia da saída da FPSO do cais do estaleiro que ocorre o pico de avanço diário de conclusão de tarefas dos setores de Construção e Montagem do Comissionamento. São recebidas durante este período cerca de 100 folhas de verificação de item por dia, chegando a alcançar até 300 folhas em dias de bastante avanço no projeto.

A inclusão dessas folhas no banco de dados gera um relatório de avanço diário para que se possa analisar o que foi concluído durante cada dia pelo setor de Construção e Montagem e pelo setor de Comissionamento. É importante ressaltar que esse avanço é dividido também pelas disciplinas de cada setor.

Para um melhor entendimento do que é uma folha de verificação de item, a seguir é apresentado um exemplo referente a uma instalação de caixa de junção elétrica (Figura 3.2).

| Folha de Verificação - Elétrica | | | EITR027-A | | |
|--|--|----------------------------------|------------------|------------------------|--|
| Company Logo | | Caixa de Blocos Terminais | | Project Logo | |
| Nº de identificação: | | Data: | | | |
| Item/Tag No: | | Projeto: | | | |
| Sistema: | | | | | |
| Subsistema: | | | | | |
| Module/Area: | | | | | |
| Descrição do equip.: | | | | | |
| Fornecedor: | | Tipo: | | Nº de série: | |
| Função: | | Area classificada: | | Tipo de isolamento: | |
| Classificação do IP: | | Desenho esquemático: | | Desenho de terminação: | |
| Item | Descrição da Verificação | Y | N | N/A | |
| 1 | Verificar se todos os equipamentos são para área classificada. | | | | |
| 2 | Verificar se os equipamentos possuem IP adequados. | | | | |
| 3 | Verificar os detalhes da placa de identificação com as folhas de dados. | | | | |
| 4 | Inspecionar visualmente o equipamento para danos externos. | | | | |
| 5 | Verificar se a fixação e a montagem do equipamento estão seguras. | | | | |
| 6 | Verifique se todas as conexões estão corretas, apertadas, cabos identificados e montados. | | | | |
| 7 | Verifique se todos os equipamentos possuem a identificação correta do circuito. | | | | |
| 8 | Verificar se o aterramento está conforme as especificações da SBM. | | | | |
| 9 | Inspecione visualmente os equipamentos para limpeza, danos internos, e ver se falta algum componente. Remova todas as embalagens / sílica gel etc. | | | | |
| 10 | Verifique a operação mecânica de todos os botões. | | | | |
| 11 | Certifique-se que a facilidade do bloqueio esteja disponível. | | | | |
| 12 | Verifique se as juntas e selos não estão danificados. | | | | |
| 13 | Verifique se todos os parafusos estão corretos e não falta nenhum. | | | | |
| 14 | Verifique o isolamento do metal dissimilar (Isolação galvânica). | | | | |
| Observações: | | | | | |
| Pendência do tipo "B": <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NAO | | | | | |
| | Executante | Verificador | Aprovador | | |
| Empresa | | | | | |
| Assinatura | | | | | |
| Nome | | | | | |
| Data | | | | | |

Figura 3.2 – Folha de verificação de item – Caixa de junção elétrica.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

São através desses dados gerados no decorrer das etapas de Construção e Montagem, Integração e Comissionamento desses projetos referenciados como Projetos A e B que foram analisados e comparados os avanços de cada um deles através das curvas do tipo “*Rundown*” geradas no Capítulo 4.

3.4.3 – Dados utilizados para o desenvolvimento das curvas de avanço do tipo “*Rundown*”.

Para se realizar uma comparação utilizando esses tipos de curva, é importante que esteja sendo analisado o avanço através de uma mesma unidade de medida. Porém, como os setores de Construção e Montagem e de Comissionamento costumam utilizar formas distintas para avaliar seus avanços e também para realizar suas medições financeiras, foram utilizados neste estudo, então, os dados relacionados às Folhas de Verificação de Itens como unidade de medida, pois esta é uma ferramenta utilizada pelos dois setores como uma forma de demonstrar a conclusão de suas atividades.

As Folhas de Verificação de Itens são utilizadas pelos setores de Construção e Montagem e de Comissionamento como uma forma de comprovação de que as tarefas de cada um desses setores, pertinentes a um determinado equipamento, instrumento ou tubulação, foram concluídas com sucesso. Portanto, foi avaliado o avanço da conclusão das tarefas em cada um dos projetos de plataforma FPSO desses dois setores em questão em três gráficos distintos.

O primeiro gráfico é pertinente às tarefas planejadas e realizadas pelo setor de Construção e Montagem na instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações referentes a cada subsistema analisado.

O segundo gráfico é pertinente às tarefas planejadas e realizadas pelo time de inspetores EX, que são responsáveis pela instalação e montagem dos equipamentos elétricos e dos instrumentos denominados Intrinsecamente Seguros, ou seja, aqueles que podem ser operados em áreas que possuem riscos de explosão, as chamadas áreas classificadas.

O terceiro gráfico é pertinente às tarefas planejadas e realizadas de Pré-Comissionamento em cada equipamento, instrumento e tubulação referente aos subsistemas analisados.

3.4.4 – Particularidades das curvas de avanço do tipo “*Rundown*”.

Para o desenvolvimento dessas curvas do tipo “*Rundown*”, geradas para a realização da comparação de avanço das atividades de Construção e Montagem e Pré-Comissionamento entre os Projetos A e B, foi utilizado o programa Microsoft Excel 2010 como base de dados.

As curvas apresentadas no capítulo 4 a partir da Seção 4.5.1 possuem algumas particularidades e estas estão descritas abaixo para auxiliar sua avaliação, sendo elas:

- a) A existência de um quadro geral, para cada agrupamento de gráficos, considerando toda a quantidade de FVI’s (Folha de Verificação de Item) a ser concluída pelos times de Construção e Montagem, Equipamentos/Instrumentos à prova de Explosão (Ex) e Comissionamento, se encontra no apêndix 1 deste trabalho, pois o mesmo serviu apenas como uma base de dados para a geração dos gráficos. Esta quantidade de FVI’s em aberto está em ordem decrescente, sendo reduzida à medida que as atividades são concluídas a cada semana mencionada. São, no total, 34 semanas para o Projeto A e 16 semanas para o Projeto B. As semanas são ilustradas, por exemplo, como WK01, WK02, sendo estas as semanas 01 e 02 respectivamente. Esta evolução foi avaliada semanalmente. Foram utilizados os dados gerados toda sexta feira de cada semana, mas, se por alguma razão do acaso esse dia fosse um feriado ou se por algum outro motivo não tivessem sido geradas as planilhas de avanços diários, o autor utilizou os dados do primeiro dia antes ou depois desta sexta-feira e no Projeto A foi feita uma avaliação a cada duas semanas. Isto ocorreu para que fosse possível uma demonstração do gráfico de uma forma mais clara devido à grande quantidade de semanas utilizadas neste projeto;
- b) As linhas dos gráficos estão divididas por linhas com distintos formatos de marcadores para facilitar o entendimento e a diferença entre elas. O Projeto A está representado por linhas com marcadores na forma de x e de quadrados, respectivamente, para o que foi planejado e realizado. O Projeto B está representado por linhas com marcadores na forma de triângulo e losango, respectivamente, para o que foi planejado e realizado;
- c) Para gerar as curvas de avanço do tipo “*Rundown*” aplicadas neste estudo, foi necessário gerar uma planilha contendo o quantitativo de FVI’s incompletas tanto do projeto A como do projeto B e seu avanço de completção semanal (34 semanas para o projeto A e 16 semanas para o projeto B, conforme apêndix 1).

Com esses dados devidamente distribuídos e nivelados (conforme explicado no cap. 4) foi aplicado o gráfico do tipo “linhas” existente no Excel 2010. Como os dados obtidos contém um avanço decrescente, automaticamente ao gerar as curvas estas obtiveram a forma das curvas do tipo “*Rundown*”.

Cada gráfico possui uma marcação que significa a data limite planejada para a saída da FPSO do cais do estaleiro e outra que estabelece a data real da saída da FPSO, sendo cada uma destas é referente a um projeto em questão. Estas marcações são denominadas Dead Lines e estão ilustradas com os seguintes dizeres em cada gráfico: Data final Planejada A e Data final Planejada B.

3.5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos e testar as hipóteses formuladas, realizou-se um estudo experimental aplicado em dois projetos de plataforma do tipo FPSO. Para tal, foram utilizados os seguintes materiais e métodos de estudo:

- **Materiais:** Software de completção mecânica; Folhas de verificação de itens; Microsoft Excel 2010; Bibliografias relevantes ao tema do estudo em questão.
- **Métodos:** Análises das folhas de verificação de itens; Extração e tratamento dos dados gerados do software de completção mecânica; Geração de curvas comparativas do tipo “*Rundown*” utilizando Microsoft Excel 2010.

A aplicação destes **materiais e métodos** se deu da seguinte maneira: com o software de completção mecânica devidamente “alimentado” com todos os dados necessários, conforme já descrito no item 2.5.2, foram geradas através deste mesmo software, as folhas de verificação de itens. Estas foram preenchidas pelos seus responsáveis e incluídas novamente no software de completção mecânica, e após este processar esses dados, o autor deste trabalho extraiu relatórios de avanços dos setores de Construção e Montagem e de Comissionamento semanalmente. Isto foi aplicado aos dois projetos aqui avaliados.

Foram selecionados propositalmente 5 subsistemas classificados neste software como de alta prioridade para a liberação da plataforma do cais do estaleiro. Com todos os dados extraídos, utilizou-se o programa Microsoft Excel 2010 para gerar as curvas de avanço do tipo “*Rundown*” possibilitando com isso a realização de comparações quantitativas dentre os dois projetos analisados, tanto na área de Construção e Montagem, quanto na de Comissionamento.

3.6 CONSTRUÇÃO DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a construção desta dissertação foi feito o levantamento de um referencial teórico que pudesse orientar a compreensão sobre o assunto proposto. Entretanto, este levantamento não se limitou apenas à área de Comissionamento de plataformas do tipo FPSO, pois entende-se que o Comissionamento é uma área abrangente e que seus princípios e fundamentos se aplicam também a outras formas de instalações industriais.

Segundo Cruz e Ribeiro (2004, *apud* MORANO, 2013, p.135), o referencial teórico “representa a base teórica que vai fundamentar a reflexão e a argumentação do pesquisador”, facilitando a compreensão e o entendimento do leitor do trabalho através dos referenciais de apoio e trazendo também mais importância e relevância ao tema proposto.

Ao realizar a revisão bibliográfica sobre o tema do Comissionamento, foi possível constatar que este assunto apresenta um vasto campo de pesquisa a ser explorado. Além da pesquisa bibliográfica, foi realizada também uma pesquisa documental que, segundo Gil (2008), é bem similar à pesquisa bibliográfica, sendo a diferença essencial entre elas a natureza das fontes. Tendo a pesquisa bibliográfica diversos autores, artigos, teses e dissertações como fonte de pesquisa de um determinado assunto, a pesquisa documental vale-se dos materiais que não tiveram ainda nenhum tratamento analítico, podendo ser reelaborados de acordo com os objetivos centrais da pesquisa. Contribuindo com esta definição, Lakatos e Marconi (2003) explicam que na pesquisa documental a coleta de dados vem de fontes primárias, restrita a documentos escritos ou não, e que podem ser feitas no momento em que ocorre o fato ou fenômeno ou até mesmo depois.

Dessa forma, ao ser iniciada a busca nos periódicos dos sites acadêmicos com foco em Comissionamento de FPSO direcionado à integração dos módulos até a saída da plataforma do cais do estaleiro, constatou-se que, apesar das várias combinações de palavras-chave, não foram obtidos muitos resultados ou bibliografias com o foco da presente pesquisa, o que está apresentado no Quadro 3.1 a seguir.

| Instituição | Brasileira ou Estrangeira | Quantidade de Trabalhos Encontrados | Quantidade de Trabalhos Relevantes |
|--|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| USP | Brasileira | 32 | 2 |
| UFRJ | Brasileira | 59 | 2 |
| UFF | Brasileira | 8 | 0 |
| UERJ | Brasileira | 20 | 0 |
| ANP | Brasileira | 0 | 0 |
| Scielo | Mista | 20 | 1 |
| Science Direct | Mista | 713 | 9 |
| CAPES | Mista | 9 | 1 |
| UNICAMP | Brasileira | 1 | 0 |
| UFRGS | Brasileira | 0 | 0 |
| UFMG | Brasileira | 1 | 0 |
| UNIFESP | Brasileira | 0 | 0 |
| UFABC | Brasileira | 0 | 0 |
| UFSC | Brasileira | 291 | 1 |
| UFV | Brasileira | 10 | 0 |
| UFLA | Brasileira | 22 | 0 |
| UFSCAr | Brasileira | 110 | 0 |
| UNB | Brasileira | 56 | 0 |
| UNESP | Brasileira | 1004 | 3 |
| UENF | Brasileira | 0 | 0 |
| UFCSPA | Brasileira | 0 | 0 |
| UFSM | Brasileira | 333 | 0 |
| UFPE | Brasileira | 26 | 0 |
| UFPR | Brasileira | 171 | 1 |
| UFC | Brasileira | 1086 | 0 |
| UFJF | Brasileira | 0 | 0 |
| PUC-RIO | Brasileira | 60 | 0 |
| MIT - USA | Estrangeira | 0 | 0 |
| Stanford | Estrangeira | 17 | 0 |
| Cambridge - UK | Estrangeira | 19 | 0 |
| Berkeley - USA | Estrangeira | 518 | 0 |
| University of Michigan | Estrangeira | 2 | 0 |
| University of Harvard | Estrangeira | 2 | 0 |
| National University of Singapore | Estrangeira | 24 | 0 |
| Oxford University | Estrangeira | 187 | 0 |
| Georgia Institute of Technology | Estrangeira | 12 | 2 |
| Imperial College London | Estrangeira | 13126 | 0 |
| Total | | 17939 | 22 |
| Total sem Imperial College London (falta de filtro no site) | | 4813 | 22 |

Quadro 3.1 - Disposição das Palavras-Chave por Periódicos e Sites Acadêmicos.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A abrangência desta pesquisa contempla o período de 15 anos, sendo que o levantamento das bibliografias ocorreu entre setembro de 2015 e dezembro de 2017 e foram utilizadas e combinadas as seguintes palavras-chave: Comissionamento; Completação Mecânica; FPSO; Sistema e Subsistema; e Construção e Montagem (em português e em inglês). Além de pesquisar estas palavras-chave uma a uma, foram realizadas também combinações entre essas palavras. No Quadro 3.2 a seguir foram descritas as palavras-chave utilizadas para esta pesquisa de acordo com o período estabelecido neste trabalho.

| Palavras-Chave |
|--|
| Comissionamento |
| Comissionamento AND FPSO |
| Comissionamento AND Completação Mecânica |
| Comissionamento AND Sistemas |
| FPSO |
| Completação Mecânica |
| Sistemas e Subsistemas |
| Construção e Montagem |
| Commissioning |
| Commissioning AND Mechanical Completion |
| Commissioning AND Assembly |
| Commissioning AND Construction |

Quadro 3.2 - Palavras-Chave Utilizadas na Pesquisa Bibliográfica.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.6.1 Fontes utilizadas para a pesquisa

Para a construção da revisão bibliográfica, foram consultadas as seguintes fontes de pesquisa:

USP – Universidade de São Paulo - <http://www.periodicos.capes.gov.br>

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro - <http://minerva.ufrj.br>

UFF – Universidade Federal Fluminense - <http://www.btdt.ndc.uff.br>

UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro - www.btdt.uerj.br

ANP – Agência Nacional do Petróleo - www.anp.gov.br

Scielo – <http://www.scielo.org>

Science Direct – <https://www.sciencedirect.com>

Periódico Capes – <http://www.periodicos.capes.gov.br>

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas - <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br>

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1>

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais - <https://catalogobiblioteca.ufmg.br/pergamum/biblioteca/index.php>

UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo - <http://repositorio.unifesp.br>

UFABC – Universidade Federal do ABC - <http://biblioteca.ufabc.edu.br>

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina - <https://repositorio.ufsc.br>

UFV – Universidade Federal de Viçosa - <http://www.locus.ufv.br>
 UFLA – Universidade Federal de Lavras - <http://repositorio.ufla.br>
 UFSCAr – Universidade Federal de São Carlos - <https://repositorio.ufscar.br>
 UNB – Universidade de Brasília - <http://repositorio.unb.br>
 UNESP – Universidade Estadual Paulista - <https://repositorio.unesp.br>
 UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro -
<http://www.dominiopublico.gov.br>
 UFCSPA – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre -
<https://repositorio.ufcspa.edu.br>
 UFSM – Universidade Federal de Santa Maria - <http://repositorio.ufsm.br>
 UFPE – Universidade Federal de Pernambuco - <http://www.repositorio.ufpe.br>
 UFPR – Universidade Federal do Paraná - <http://www.portal.ufpr.br>
 UFC – Universidade Federal do Ceará - <http://www.repositorio.ufc.br>
 UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora - <https://repositorio.ufjf.br>
 PUC-RIO – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro -
<http://www.dbd.puc-rio.br>
 MIT - USA – Massachusetts Institute of Technology - <https://libraries.mit.edu/>
 University of Stanford - <https://searchworks.stanford.edu>
 University of Cambridge - <https://www.cam.ac.uk>
 University of California, Berkeley - <http://www.berkeley.edu>
 Imperial College London - <https://spiral.imperial.ac.uk/simple-search>
 University of Michigan - <https://www.lib.umich.edu/articlesplus/advanced>
 University of Harvard - <https://dash.harvard.edu/advanced-search>
 National University of Singapore - <https://lib.sde.nus.edu.sg/dspace/advanced-search>
 Oxford University - <https://ora.ox.ac.uk/>

Grande parte dos artigos encontrados não trata exclusivamente sobre Comissionamento e sua metodologia de trabalho; muitos apenas comentam de forma sucinta sobre o assunto, dificultando a utilização dos mesmos nesta dissertação. Porém, para que se tornasse viável a utilização destes referenciais, o autor optou por utilizá-los mesmo que de forma parcial, ou seja, aproveitando pequenos trechos e elaborando, com isso, resumos parciais de informações pertinentes à pesquisa em questão.

3.7 IMPLEMENTAÇÃO DE UM COMISSIONAMENTO ANTECIPADO EM PLATAFORMAS DO TIPO FPSO.

Conforme já foi explicado na seção 2.4 e 2.8 deste trabalho, para que o setor de Comissionamento tenha um bom desempenho quanto ao seu prazo de entrega do empreendimento plataforma do tipo FPSO, é de suma importância que o mesmo esteja diretamente envolvido com alguns setores da empresa desde o início da obra. Para isso, destaca-se que todos os setores envolvidos direta e indiretamente precisam ter a real noção da relevância do Comissionamento para a conclusão do empreendimento.

Deste modo, o gerente do Comissionamento ou outro agente comissionador deve estar presente e se fazer atuante no projeto, relacionando-se com alguns setores considerados chave para a etapa final do Comissionamento. Esses setores, por sua vez, conforme foi mencionado anteriormente, devem compreender este envolvimento antecipado e trabalhar com este representante do Comissionamento de forma adjunta para que este obtenha total entrosamento com os distintos setores.

A seguir foram apresentados os principais setores envolvidos com o Comissionamento e suas principais tarefas relacionadas:

- a) Engenharia: na fase inicial do projeto, o Comissionamento acompanha os serviços realizados pelo setor de engenharia, desde o desenvolvimento do projeto básico ao detalhado, através dos documentos gerados pela engenharia. Após esses documentos receberem os comentários de todos os envolvidos, inclusive os do Comissionamento, será iniciada a emissão dos primeiros P&IDs (*Process and Instrumentation Drawings*) e das listas de equipamentos/instrumentos para os setores de Suprimentos, Planejamento, Construção, Comissionamento, entre outros. Com isso, o Comissionamento inicia o detalhamento dos sistemas/subsistemas diretamente nestes P&IDs, separando-os por cores e numerações exclusivas, e confere se todos os itens listados como equipamentos/instrumentos estão devidamente ilustrados nos P&IDs e vice-versa (quando aplicável). Essa definição de sistemas/subsistemas ajuda bastante no entendimento de todos os outros setores sobre os itens a serem comissionados seguindo uma lista de prioridades;
- b) Planejamento: o Comissionamento gera junto com o planejamento sua rede de precedência baseada nos P&IDs marcados com os sistemas e subsistemas. Com esta rede, indicando os sistemas prioritários, o planejamento começa a tarefa de

planejar as atividades de Construção e Montagem para que o setor possa realizá-las de forma ordenada e sequencial, levando sempre em consideração, além das prioridades por sistemas e subsistemas, a construtibilidade do empreendimento. Este setor é responsável por gerar os principais controles de produtividade e custo que serão utilizados a seguir no decorrer do empreendimento;

- c) Suprimentos: durante a fase de cotação e aquisição de equipamentos, o time do Comissionamento já começa a aumentar e cada responsável por determinado sistema inicia sua participação ativa no processo de aquisição dos principais equipamentos relacionados a seus sistemas através de reuniões realizadas com o fornecedor e o setor de suprimentos. O envolvimento do Comissionamento nessas reuniões é primordial, pois são acordados, além de preços, outros tópicos que envolvem diretamente o setor, tais como formas de realização dos TAFs (Testes de Aceitação de Fábrica), a preservação que deverá ser mantida pelo time de Comissionamento, a logística para o transporte do equipamento, o recebimento do equipamento no canteiro, o acompanhamento e controle das pendências do fornecedor (tanto física quanto documental), a quantidade de visitas do fornecedor ao canteiro para a conclusão destas possíveis pendências e também suas visitas durante a fase de Comissionamento deste equipamento, para que o fornecedor possa acompanhar e/ou realizar estes serviços de forma que não seja afetada a garantia do equipamento;
- d) Construção e Montagem: nesta etapa, os profissionais de Comissionamento participam do empreendimento diretamente com a engenharia de construção, trazendo detalhes para o estudo de construtibilidade do projeto, avaliando caminhos críticos e sugerindo soluções para os mesmos, o que normalmente envolve também o setor de planejamento. Ainda durante essa etapa da obra, o pessoal do Comissionamento acompanha diariamente as instalações dos equipamentos, instrumentos, tubulações, entre outros itens, com o objetivo de estar sempre atualizado, caso haja alguma modificação ou até mesmo um problema durante a instalação, antecipando, assim, um possível atraso no Comissionamento do item em questão. É realizado também o acompanhamento dos testes iniciais de tubulação que, geralmente, são realizados pelo pessoal de Construção e Montagem.

4 - APLICAÇÃO E RESULTADOS DAS METODOLOGIAS APLICADAS NOS PROJETOS A E B

Este capítulo apresenta a aplicação das curvas “*Rundown*” em cinco subsistemas de alta prioridade para a liberação da FPSO do cais do estaleiro, sendo avaliado em cada um desses subsistemas o resultado entre o que foi planejado e o realizado nos Projetos A (grupo de controle) e B (grupo experimental).

Estes subsistemas foram escolhidos pelo autor por se tratar de sistemas que fazem parte dos subsistemas listados pela gerência de “*Completions*” como prioridade 1 (numa graduação de 1 a 5). Dentro desta listagem utilizada nos 2 projetos analisados, existem alguns outros subsistemas tão importantes quanto estes 5 utilizados, porém, estes foram os escolhidos pelo autor por se tratar de subsistemas que tiveram uma atenção consideravelmente alta durante o projeto devido a sua complexidade e importância. Os subsistemas escolhidos para esta análise são:

- Sistema de aquecimento
- Sistema de resfriamento
- Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição.
- Sistema de bombeamento de água salgada e distribuição nos módulos
- Sistema de queima em alta e baixa pressão

E conforme já discutido na seção 2.5.3, para seja possível realizar uma comparação utilizando esses tipos de curva, é importante que esteja sendo analisado o avanço através de uma mesma unidade de medida. Com isso, foi necessária a realização de um nivelamento de dados, pois estão sendo comparados dois empreendimentos que mesmo sendo eles muito similares em seu todo e estando estes numa mesma fase da obra, cada um possui um número diferente de itens a serem instalados, montados ou pré-comissionados durante este período da obra. Entretanto, para se iniciar uma curva comparativa do tipo “*Rundown*” é ideal que a quantidade dos itens a serem comparados inicie a curva partindo de um mesmo ponto, ou seja, possuam a mesma quantidade a ser avaliada.

Considerando tal informação, foi gerada e aplicada uma fórmula de nivelamento no Projeto A, que possuía um maior quantitativo de itens a serem concluídos nesta fase da obra. Este nivelamento possibilitou uma avaliação do avanço deste empreendimento de forma proporcional e não efetivamente uma análise de completação de cada item do empreendimento.

Para uma melhor compreensão deste cenário, segue abaixo a fórmula utilizada para a realização do nivelamento dos dados:

$$Niv. \text{ proj. } A = \left(\frac{Tasm1 \text{ proj. } B}{Tasm1 \text{ proj. } A} \right) \times Tasm2 \text{ proj. } A \quad (1)$$

Onde:

Niv. _{proj.A} = Nivelamento dos itens em aberto no Projeto A;

Tasm1_{proj.B} = Total de itens em aberto na semana 1 no Projeto B;

Tasm1_{proj.A} = Total de itens em aberto na semana 1 no Projeto A;

Tasm2_{proj.A} = Total de itens em aberto na semana 2 no Projeto A.

Com a obtenção de todos os dados e após a aplicação da fórmula de nivelamento de dados entre os projetos, foram realizadas as curvas de avanço do tipo “*Rundown*” ao qual podemos contemplar a partir da seção 4.5.1.

4.1 – CARACTERÍSTICAS DA PLATAFORMA DO TIPO FPSO REFERENCIADA COMO PROJETO A.

De acordo com informações concedidas pelo site da Petrobras (nov. 2014), a própria concedeu a um grupo de empresas do ramo de Óleo e Gás *Offshore* a locação e operação desta unidade *FPSO* por um período de 20 anos. Uma destas empresas em questão foi a responsável por projetar, construir e comissionar esta plataforma como contratante do tipo *EPC* (*Engineering, Procurement, Construction*).

Esta unidade flutuante foi instalada no campo de Sapinhoá, no pré-sal da Bacia de Santos a 310 quilômetros da costa. Abaixo temos algumas informações sobre as características desta *FPSO*:

- Capacidade de produção: 150 mil bpd (barris por dia);
- Capacidade de tratamento de gás natural: 6 milhões de m³/dia;
- Capacidade de armazenamento: 1,6 milhão de barris de petróleo;
- Alojamento: 140 pessoas;
- Lâmina d’água: 2.140 metros;
- Tipo do casco original: convertido a partir de um navio petroleiro no estaleiro *CXG*, na China;

- Tratamento de água de injeção: 180 mil barris/dia.

O escoamento da parcela do gás não utilizado para reinjeção no campo será feito por um gasoduto específico até a Unidade de Tratamento de Gás Monteiro Lobato (UTGCA), localizada em Caraguatatuba, no litoral paulista. Nove poços produtores e sete poços injetores serão conectados a esta FPSO.

4.2 CARACTERÍSTICAS DA PLATAFORMA DO TIPO FPSO REFERENCIADA COMO PROJETO B.

De acordo com informações concedidas pelo site da Petrobras (dez. 2015), a própria concedeu a um grupo de empresas do ramo de Óleo e Gás *Offshore* a locação e operação desta unidade *FPSO* por um período de 20 anos. Uma destas empresas em questão foi a responsável por projetar, construir e comissionar esta plataforma como contratante *EPC (Engineering, Procurement, Construction)*.

Esta unidade flutuante foi instalada no campo de Lula (área Tupi Nordeste), na Bacia de Santos a 250 quilômetros da costa. Abaixo temos algumas informações sobre as características desta *FPSO*:

- Capacidade de produção: 150 mil bpd (barris por dia);
- Capacidade de tratamento de gás natural: 6 milhões de m³/dia;
- Capacidade de armazenamento: 1,6 milhão de barris de petróleo;
- Alojamento: 180 pessoas;
- Lâmina d'água: 2.20 metros;
- Tipo do casco original: Convertido a partir de um navio petroleiro *VLCC (Very Large Crude Carrier)* no estaleiro *CXG (China)*;
- Tratamento de água de injeção: 200 mil barris/dia.
- O escopo completo do projeto Lula Central inclui 18 poços, sendo nove produtores, quatro injetores *WAG* (água ou gás) e cinco injetores de água.

4.3 DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DENTRE AS PLATAFORMAS DO TIPO FPSO REFERENCIADAS COMO PROJETOS A E B.

Essas duas Unidades Flutuantes em questão, possuem características de projeto muito parecidas, mas não são 100% iguais. Há algumas pequenas diferenças existentes entre elas que serão listadas abaixo:

- A unidade de remoção de H₂S existente no projeto A foi substituída por uma segunda *VRU (Vapor Recovery Unit)* no projeto IV;
- A Configuração dos *Rises* (tubulações que levam à *FPSO* o petróleo extraído dos poços de produção) são um pouco diferentes de um projeto para o outro;
- O sistema de Injeção de água aumentou de 180 mil barris/dia no projeto II para 200 mil barris/dia no projeto IV;
- No projeto A o casco da plataforma é do tipo simples, enquanto no projeto B, o casco é duplo.

Cabe ressaltar que tais diferenças afetam muito mais na operação da plataforma e em sua produção do que efetivamente da fase Construção e Comissionamento, as quais foram aqui analisadas. Esta diferença entre as mesmas não impactou diretamente nos subsistemas aplicados neste estudo (apresentados no início do capítulo 4).

4.4 – DESCRIÇÃO, SIMILARIDADES E DIFERENÇAS ENTRE AS METODOLOGIAS APLICADAS NOS PROJETOS A & B.

Durante a fase inicial da construção dos módulos de processo de uma plataforma *FPSO* é importante que se aplique o direcionamento da mão de obra seguindo as prioridades de construtibilidade do projeto. Nesta etapa do projeto tem-se como principal sequência de montagem as estruturas dos módulos, vindos posteriormente com a instalação dos equipamentos mecânicos que darão norteamento a tubulação e posteriormente todos os itens de elétrica, instrumentação, telecomunicações e fogo e gás.

Porém como está sendo abordado neste trabalho uma análise a partir da fase de integração destes módulos até a saída da plataforma do cais do estaleiro rumo ao primeiro óleo, é importante frisar cada um dos dois projetos aqui citados, seguiu diferentes tipos de direcionamento da mão de obra o que trouxe com isso diferentes resultados.

4.4.1 – Descrição da metodologia aplicada no projeto A

No projeto A foi aplicado uma metodologia desenvolvida pelo setor de Construção e Montagem, que basicamente manteve as prioridades inicialmente aplicadas na fase mais embrionária da construção dos módulos, ou seja, a montagem dos itens de acordo com a construtibilidade. E a partir desta etapa da construção o planejamento de suas atividades voltam-se também para a realização de uma medição financeira mais expressiva para que o projeto consiga arrecadar fundos suficientes para custear o prosseguimento da obra. De uma

forma geral, esse planejamento obedece a diretrizes de montagem da engenharia respeitando sempre a construtibilidade do projeto (conforme dito anteriormente).

Contudo, como a medição financeira do setor de Construção e Montagem ocorre por meio de peso de tubulação/estrutura x homem hora, por equipamento/instrumento instalado, por metragem de cabo lançado, etc., o direcionamento da mão de obra desse setor tende a manter esta forma de direcionamento da mão de obra para que tenha uma rentabilidade maior naquele momento do projeto.

4.4.2 – Descrição da metodologia aplicada no projeto B

No Projeto B foi aplicada uma metodologia desenvolvida pelo setor de o Comissionamento, cuja qual teve envolvimento com diversos setores desde o início do empreendimento, se inteirando de todas as modificações de engenharia, compras, planejamento e construção do projeto. Isso influenciou de forma positiva a fase final do empreendimento, possibilitando um Comissionamento mais rápido, pois os sistemas prioritários para a entrega da plataforma já estavam com seus equipamentos, instrumentos e tubulações em fase final de conclusão ou até mesmo já concluídos mecanicamente pois no início da construção dos módulos o Comissionamento disponibilizou a listagem de todos os subsistemas determinados como prioritários e em total alinhamento entre as gerencias, o setor de Construção e Montagem desenvolveu seu planejamento direcionando sua mão de obra para o atendimento desta listagem de prioridades, respeitando sempre a construtibilidade dos módulos.

Ao dar-se início a fase de integração dos módulos, foi realizada diariamente uma reunião de alinhamento entre os setores de Construção e Montagem e Comissionamento a fim de obter uma total interação entre os setores e ambos trazerem suas dificuldades para encontrarem juntos uma solução. Cabe ressaltar que esta reunião se deu todos os dias até o final do empreendimento.

Com isto, o empreendimento foi gradativamente concluído de forma que se pode comissionar todos os sistemas/subsistemas prioritários em ordem e sequência corretas, sendo possível assim, a realização da transferência e aceitação para o cliente de forma rápida, segura e eficiente.

4.4.3 – Similaridades entre as metodologias aplicadas nos projetos A & B

Apesar de seguirem metodologias que claramente se divergem, os projetos A & B possuíam um ponto em comum: o fluxo de completção mecânica de seus equipamentos/instrumentos, cabos e tubulações.

Graças a este ponto em comum foi possível realizar a comparação entre os projetos, pois os dois utilizaram como método de registro de suas atividades a mesma base de dados e a mesma forma de registro de completção de suas atividades (através das folhas de verificação de itens). Na figura 2.4 (capítulo 2), pode-se visualizar a sequência dos registros utilizados por ambos os projetos.

4.4.4 – Diferenças entre as metodologias aplicadas nos projetos A & B

Conforme detalhado nos itens 4.4.1 e 4.4.2 (capítulo. 4) a descrição destas metodologias é claramente distinta uma da outra quanto ao direcionamento da mão de obra que ocorreu em ambos os projetos. Além deste ponto primordial, outro ponto muito importante que ocorreu no projeto B e não ocorreu no projeto A, foi a reunião diária presidida pelo gerente de Comissionamento. Isso claramente deu muita força ao setor de Comissionamento para “comandar” as diretrizes diárias a serem seguidas pelo setor de Construção e Montagem.

Cabe deixar bem claro aqui, que essa voz mais ativa do setor de Comissionamento não se deu por acaso, mas veio através de reuniões denominadas como “lições aprendidas” que ocorrem no final de todos os projetos realizados por esta empresa em questão, a fim de realizar aprimoramentos de pontos importantes e correções de falhas ocorridas no projeto, com a intenção de não se repetir os mesmos erros em projetos futuros. Essa necessidade do direcionamento da mão de obra do setor de Construção e Montagem ter como principal atividade as prioridades do setor de Comissionamento durante a fase de Integração do projeto, foi proposta no final do projeto A.

Essas foram as duas principais diferenças entre as metodologias ocorridas entre os projetos A & B.

4.5 – SISTEMA DE AQUECIMENTO (*HEATING MEDIUM SYSTEM*)

Segundo o procedimento de operação do sistema de aquecimento desenvolvido pela empresa em questão, este sistema instalado em uma FPSO é acionado principalmente pelas Unidades de Recuperação de Calor Residual, que são projetadas para recuperar o calor

residual dos gases de exaustão das turbinas a gás utilizando o mesmo para aquecer o sistema e, com isso, fornecer uma temperatura constante de 130⁰C aos consumidores da FPSO.

O sistema de aquecimento tem uma capacidade aproximada de 90m³ de água doce, inibida com uma temperatura e pressão de projeto de 160⁰C e 17,2 bar, respectivamente. No entanto, o feixe de tubo de um trocador de calor deste sistema é projetado para suportar até 560⁰C.

Este sistema é composto por alguns equipamentos e instrumentos que são de vital importância para seu funcionamento, dentre os principais há:

- a) 1 vaso de expansão;
- b) 3 bombas elétricas centrífugas responsáveis pela circulação do sistema;
- c) 3 unidades de recuperação de calor residual;
- d) 1 trocador de calor;
- e) 3 cestas coletoras de resíduos (proteção para as bombas centrífugas);
- f) Diversos consumidores e controladores de temperatura.

4.5.1 – Construção e montagem – Sistema de aquecimento

Este é o setor responsável por toda a construção, instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações dos 2 projetos analisados neste trabalho. O mesmo pode trabalhar utilizando diferentes métodos de direcionamento da mão de obra, podendo estes ser gerados pelo setor de Construção e Montagem ou pelo setor de Comissionamento.

4.5.1.1 – Grupo de controle - Projeto A

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante essa fase através da lista de verificação de itens, que se encontravam incompletos nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para informar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, existiam 266 itens em aberto no subsistema em questão durante esta etapa, porém, após o nivelamento com o Projeto B, utilizando a fórmula (1) já demonstrada

no Capítulo 4, este número foi reduzido para 62 itens, igualando-se, assim, à Curva Realizada para a aplicação da curva em questão.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.1.

4.5.1.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante esta fase através da lista de verificação de itens, que estavam incompletos nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para demonstrar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, existiam 62 itens em aberto no subsistema em questão durante esta etapa, porém, diferentemente do Projeto A, não foi utilizada a fórmula de nivelamento (1), pois não se fez necessário tendo em vista que apenas 2 projetos serão comparados e um deles já foi devidamente nivelado ao outro.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.1.

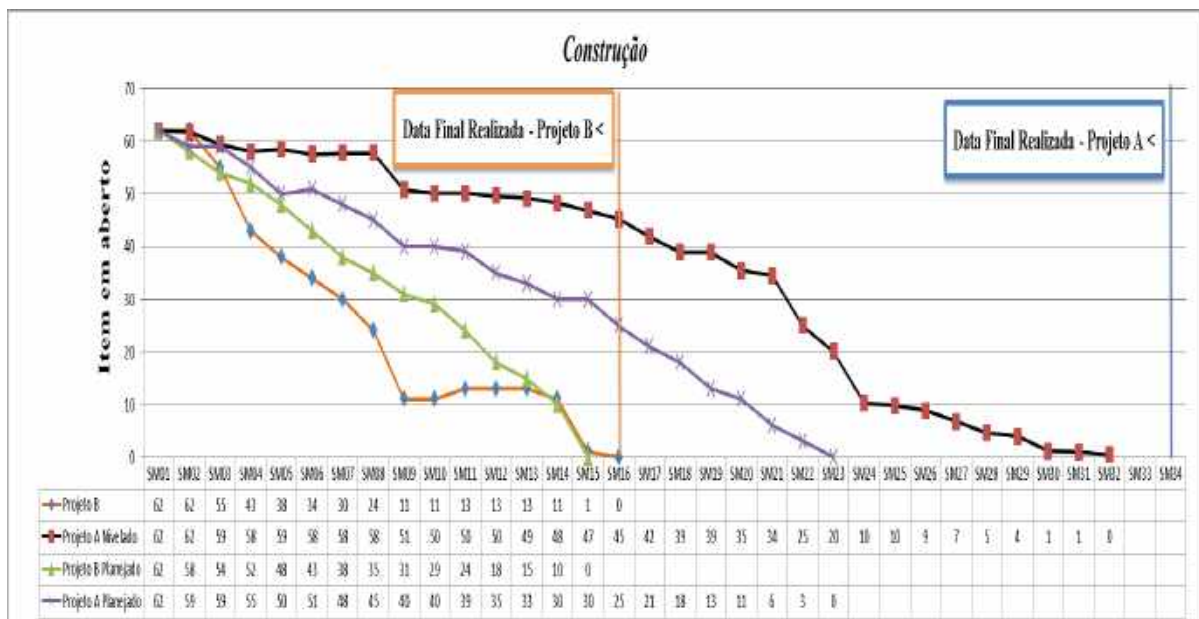


Figura 4.1 – Sistema de aquecimento - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.5.1.3 – Análise dos resultados de Construção e Montagem entre os projetos A e B - Sistema de aquecimento

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Construção e Montagem para o sistema de aquecimento, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.1 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” se iniciando posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.1 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|--|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de aquecimento | 23 | 15 | 32 | 16 | 9 | 1 | 39,13% | 6,67% |

Quadro 4.1 – Sistema de aquecimento - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi Planejado e o que foi Realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.1 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 62 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 5 uma pequena evolução. A partir da semana 8 foi obtido um progresso mais significativo, o que se manteve até a semana 24. A partir daí, houve um progresso mais lento até a conclusão das atividades, que ocorreu na semana 32.

Com isso, verifica-se que as atividades de Construção e Montagem do Projeto A tiveram um atraso de 9 semanas, ou seja, aproximadamente 63 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi Planejado e o que foi Realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.1 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 62 itens em aberto na semana 1 e a Curva Realizada a partir da semana 2 começou a ter um bom avanço diário em relação à Curva Planejada, colocando-se no gráfico abaixo dela, o que significa que ela estava evoluindo mais rápido do que o que foi inicialmente programado. Esta evolução foi notada até a semana 9, onde se manteve o mesmo quantitativo até a semana 10. A partir da semana 11 até a 13 o quantitativo de itens em aberto aumentou voltou a cair rapidamente da semana 14 até a 16.

O trabalho de Construção e Montagem foi concluído na semana 16, ocorrendo um pequeno atraso de 1 semana devido a 1 item em aberto.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Construção e Montagem ocorridas no sistema de aquecimento que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 39,13%, enquanto no Grupo Experimental o atraso foi de 6,67% relacionado ao que foi inicialmente planejado para estes projetos respectivamente.

4.5.2 – Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Sistema de aquecimento

Para que sejam iniciadas as atividades nos equipamentos e instrumentos à prova de explosão, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, como foi demonstrado anteriormente na Figura 2.4 (Capítulo 2).

4.5.2.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 128 itens em aberto. Foi aplicada, então, a fórmula de nivelamento (1) e este número foi reduzido para 13, o que pode ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.2.

4.5.2.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Assim como no projeto A, após ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão das atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão que ainda houvesse itens em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.2.

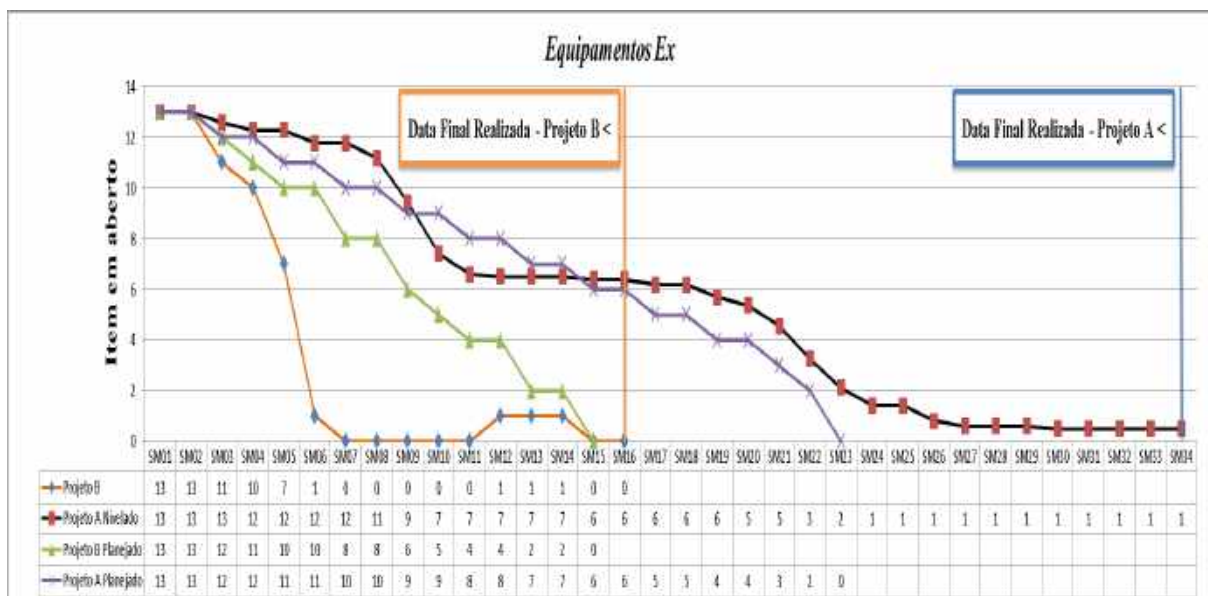


Figura 4.2 – Sistema de aquecimento - Curva Planejada x Realizada dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.5.2.3 – Análise dos resultados das atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) entre os projetos A e B - Sistema de aquecimento.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) para o sistema de aquecimento, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.2 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a

conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.2 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DOS EQUIPAMENTOS / INSTRUMENTOS Ex OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|--|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de aquecimento | 23 | 15 | 34 | 15 | 11 | 0 | 47,83% | 0,00% |

Quadro 4.2 – Sistema de aquecimento - Análise geral das atividades dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas nos projetos A e B.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.2 é possível analisar o que ocorreu nas atividades dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão.

Os dois pontos partiram com 13 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 7 uma pequena evolução. A partir da semana 8, houve um progresso mais significativo que se manteve até a semana 10. A partir de então, houve um progresso bem lento até a semana 20. Após essa semana até a semana 26 o progresso melhorou, porém estagnou-se após esse período até a semana 34, com 1 item em aberto.

Com isso, verifica-se que as atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão do Projeto A tiveram um atraso de 11 semanas, ou seja, aproximadamente 77 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura acima é possível analisar o que ocorreu nas atividades dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão (Ex).

Os dois pontos partiram com 13 itens em aberto na semana 1, porém, a partir da semana 2 houve um rápido progresso até a finalização de todos os itens em aberto, o que ocorreu na semana 7. Esses dados se mantiveram até a semana 11, pois na semana 12 1 item foi criado ou reaberto e o mesmo se manteve desta forma até a semana 15 onde este foi concluído. Cabe ressaltar que mesmo com esse item reaberto ou criado na semana 12, a Curva Realizada manteve-se abaixo da Curva Planejada, o que significa que a Curva Realizada foi mais eficaz do que o que foi programado inicialmente.

Com isso, verifica-se que as atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão do Projeto B tiveram sua conclusão conforme planejado, ou seja, ocorreram na semana 15 do empreendimento.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas no sistema de aquecimento que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 47,83%, relacionado ao que foi inicialmente planejado para este projeto, enquanto no Grupo Experimental o trabalho foi concluído conforme planejado, ou seja, sem atrasos.

4.5.3 – Pré-Comissionamento – Sistema de aquecimento

Para que sejam iniciadas as atividades de Pré-Comissionamento, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem e as dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão (quando aplicável) tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, conforme demonstrado na Figura 2.4 (Capítulo 2).

4.5.3.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 57 itens em aberto. Foi aplicada a fórmula de nivelamento (1) e este número aumentou para 71, o que pôde ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.3.

4.5.3.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Ao ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades de Comissionamento, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão dos itens de Comissionamento em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.3.

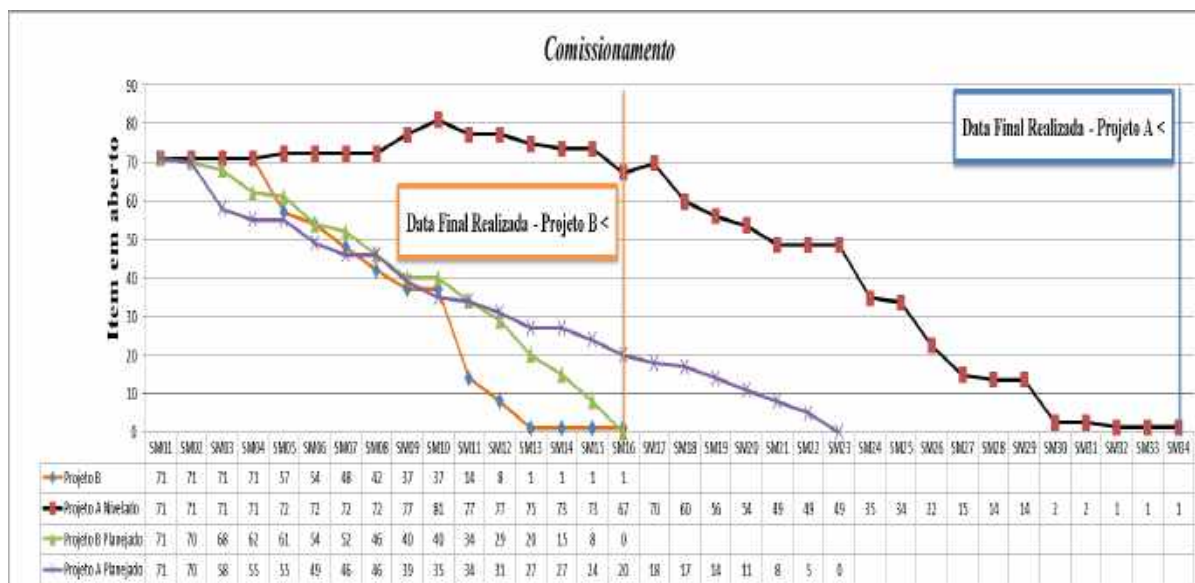


Figura 4.3 – Sistema de aquecimento - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.5.3.3 – Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de aquecimento.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Comissionamento para o sistema de aquecimento, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.3 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” se iniciando posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) em diversos subsistemas, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.3 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE PRÉ-COMISSONAMENTO OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|---|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de aquecimento | 23 | 15 | 34 | 16 | 11 | 1 | 47,83% | 6,67% |

Quadro 4.3 – Sistema de aquecimento - Análise geral das atividades de Pré-Comissionamento ocorridas nos projetos A e B.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi Planejado e o que foi Realizado num mesmo gráfico, conforme a figura acima é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 71 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 4 uma estagnação nesses valores. A partir da semana 5 até a semana 10 ocorreu um crescimento de itens em aberto, o que pode ocorrer durante a execução de um empreendimento e, como este é um trabalho experimental que utiliza dados reais gerados no decorrer da obra, pode-se observar esse tipo de acontecimento.

A partir da semana 11 até a semana 23 manteve-se um progresso bem lento. Após a semana 24 até a semana 30 o progresso teve uma melhora significativa, porém estagnou-se após esse período até a semana 34, com 1 item em aberto.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto A tiveram um atraso de 11 semanas, ou seja, aproximadamente 77 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento, assim como também ocorreu na Curva Realizada dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão.

Projeto B: Com a união entre o que foi Planejado e o que foi Realizado num mesmo gráfico, conforme a figura acima é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 71 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 4 uma estagnação nesses valores. A partir da semana 5 até a semana 13 ocorreu um forte avanço, mantendo-se praticamente a todo o tempo a Curva Realizada abaixo da Curva Planejada, o que demonstra que a Curva Realizada foi mais rápida quanto ao prazo durante esse período.

A partir da semana 13 até a semana 16 estagnou-se em 1 item em aberto. Diversas razões podem levar a este tipo de ocorrência. Por exemplo, este item pode estar danificado e aguardando o fornecedor realizar a troca de alguma peça ou até mesmo do item inteiro ou

pode ser que este item, por algum motivo, não tenha sido entregue na obra, dentre outros possíveis motivos existentes.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto B tiveram um atraso de 1 semana, ou seja, 7 dias em comparação com o foi planejado no início da fase de integração do empreendimento. Cabe ressaltar que este atraso ocorreu por conta de 1 item em aberto.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Pré-Comissionamento ocorridas no sistema de aquecimento que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 47,83%, enquanto no Grupo Experimental o atraso foi de 6,67% relacionado ao que foi inicialmente planejado para estes projetos respectivamente.

4.6 – SISTEMA DE RESFRIAMENTO (*COOLING MEDIUM SYSTEM*)

Segundo o procedimento de operação do sistema de resfriamento desenvolvido pela empresa em questão, este sistema instalado em uma FPSO é composto por um ciclo fechado de água doce inibida que fornece resfriamento para diversos equipamentos que fazem parte dos processos da FPSO, ou seja, compressão, desidratação e refrigeração.

Este sistema atua para manter a temperatura de trabalho em 35 °C sendo este ciclo fechado mantido por 4 bombas centrífugas (uma delas em *standby*); a água ao retornar dos consumidores na temperatura de 55 °C, aproximadamente, passa por 3 trocadores de calor para que ocorra a redução da temperatura de forma indireta com a água do mar que é bombeada para 2 desses trocadores pelas bombas do sistema de água salgada, enquanto o outro trocador é mantido pelo sistema de injeção de água.

Este sistema é composto por alguns equipamentos e instrumentos que são de vital importância para seu funcionamento. Dentre os principais, pode-se listar:

- a) 4 bombas elétricas centrífugas responsáveis pela circulação do sistema;
- b) 1 vaso de expansão;
- c) 3 trocadores de calor de placa;
- d) 1 filtro de cesta;
- e) Consumidores e controladores de temperatura.

4.6.1 – Construção e Montagem - Sistema de resfriamento

Este é o setor responsável por toda a construção, instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações dos 2 projetos analisados neste trabalho. O mesmo pode trabalhar utilizando diferentes métodos de direcionamento da mão de obra, podendo estes ser gerados pelo setor de Construção e Montagem ou pelo setor de Comissionamento.

4.6.1.1 – Grupo de controle - Projeto A

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante essa fase através da lista de verificação de itens, que se encontrava incompleta nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para informar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, existiam 528 itens em aberto no subsistema em questão durante esta etapa, porém, após o nivelamento com o Projeto B, utilizando a fórmula (1) já demonstrada no Capítulo 4, este número foi reduzido para 73 itens, igualando-se, assim, à Curva Realizada para a aplicação da curva em questão.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.4.

4.6.1.2 – Grupo experimental - Projeto B

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante esta fase através da lista de verificação de itens que estavam incompletos nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para demonstrar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, existiam 73 itens em aberto no subsistema em questão durante esta etapa, porém, diferentemente do Projeto A, não foi utilizada a fórmula de nivelamento (1), pois não

se fez necessário tendo em vista que apenas 2 projetos serão comparados e um deles já foi devidamente nivelado ao outro.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.4 a seguir.

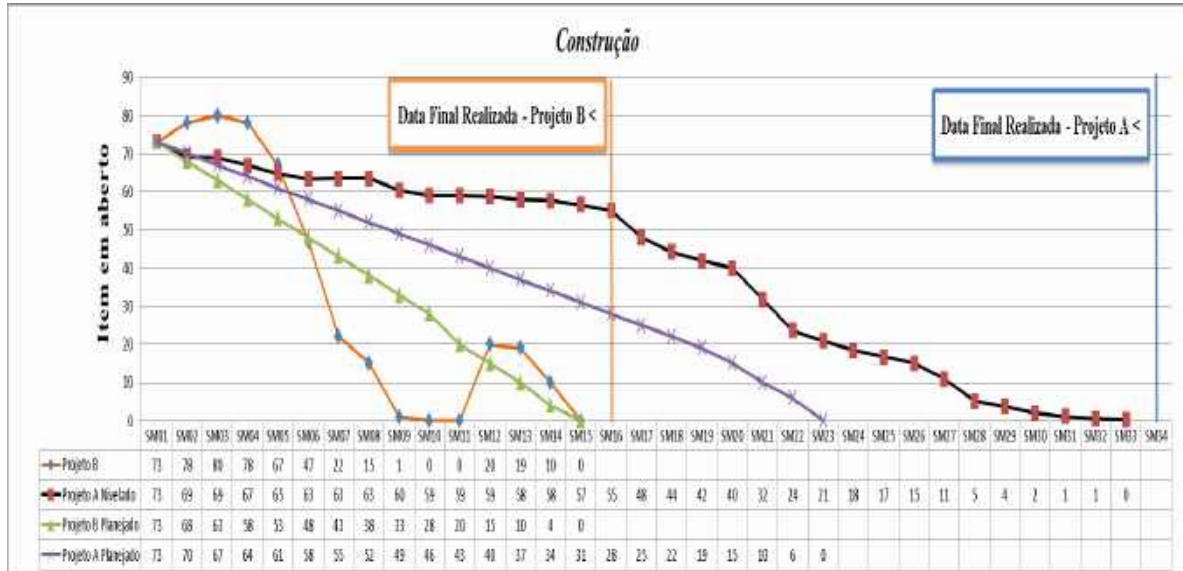


Figura 4.4 – Sistema de resfriamento - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B.

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.6.1.3 – Análise dos resultados das atividades de Construção e Montagem realizadas entre os projetos A e B - Sistema de resfriamento.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Comissionamento para o sistema de resfriamento, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.4 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” se iniciando posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.4 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|--|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de resfriamento | 23 | 15 | 33 | 15 | 10 | 0 | 43,48% | 0,00% |

Quadro 4.4 – Sistema de resfriamento - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.4 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 73 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 15 uma pequena evolução. A partir da semana 16 foi obtido um progresso mais significativo que se estendeu até a semana 33, quando foram concluídas todas as atividades em aberto neste sistema.

Com isso, verifica-se que as atividades de Construção e Montagem do Projeto A tiveram um atraso de 10 semanas, ou seja, aproximadamente 70 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.4 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 73 itens em aberto na semana 1, porém houve um crescimento da lista que chegou a 80 itens em aberto até a semana 3. Da semana 4 até a semana 10, houve um avanço diário significativo em relação à Curva Planejada, ultrapassando esta e zerando as atividades a serem realizadas. Porém na semana 12, foram gerados 20 novos itens a serem concluídos novamente, o que foi realizado até a semana 15, atingindo-se, assim, o objetivo da conclusão de todas as atividades relacionadas a este sistema até a semana previamente planejada.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Construção e Montagem ocorridas no sistema de resfriamento que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 43,48%, relacionado ao que foi

inicialmente planejado para este projeto, enquanto no Grupo Experimental o trabalho foi concluído conforme planejado, ou seja, sem atrasos.

4.6.2 – Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Sistema de resfriamento

Para que sejam iniciadas as atividades nos equipamentos e instrumentos à prova de explosão, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, como foi demonstrado anteriormente na Figura 2.4 (Capítulo 2).

4.6.2.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 171 itens em aberto. Foi aplicada, então, a fórmula de nivelamento (1) e este número foi reduzido para 25, o que pôde ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.5.

4.6.2.2 – Grupo experimental - Projeto B

Assim como no projeto A, após ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão das atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão que ainda houvesse itens em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.5.

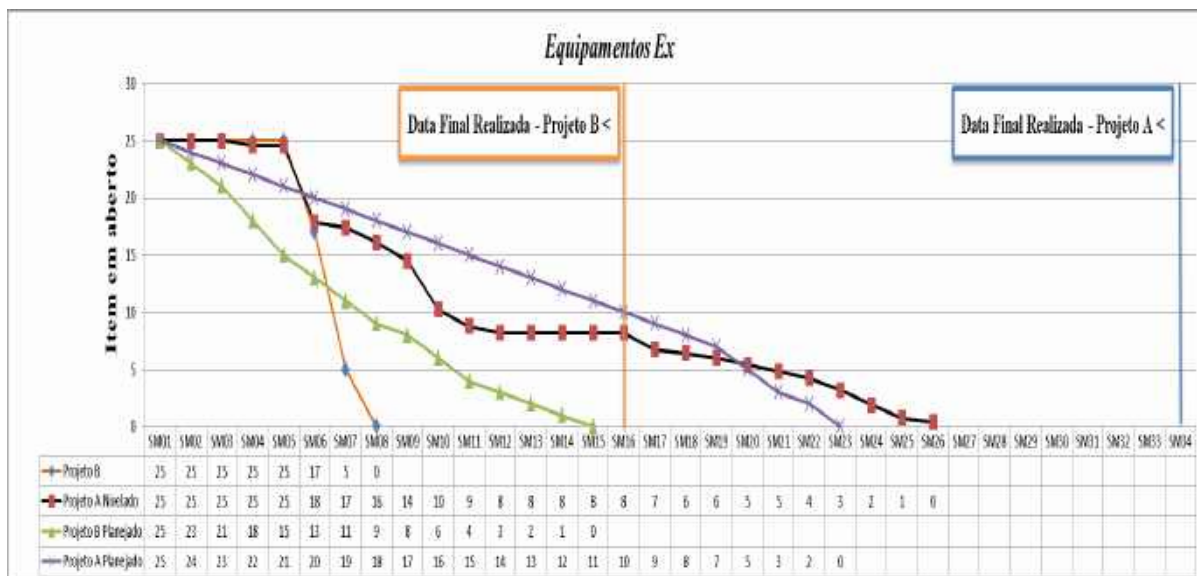


Figura 4.5 – Sistema de resfriamento - Curva Planejada x Realizada dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.6.2.3 – Análise dos resultados das atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) entre os projetos A e B - Sistema de resfriamento.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) para o sistema de resfriamento, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.5 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido à quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.5 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DOS EQUIPAMENTOS / INSTRUMENTOS Ex OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|--|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de resfriamento | 23 | 15 | 26 | 8 | 3 | 0 | 13,04% | 0,00% |

Quadro 4.5 – Sistema de resfriamento - Análise geral das atividades dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas nos projetos A e B.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.5 é possível analisar o que ocorreu nas atividades dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão.

Os dois pontos partiram com 25 itens em aberto na semana 1 e não teve nenhum progresso até a semana 5. A partir da semana 6 ocorreu um excelente progresso que se manteve até a conclusão das atividades que ocorreu na semana 26. Cabe ressaltar que da semana 6 até a semana 19 a curva das atividades realizadas se mante melhor em relação ao seu avanço do que a curva planejada neste projeto.

Com isso, verifica-se que as atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão do Projeto A tiveram um atraso de 3 semanas, ou seja, aproximadamente 21 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi Planejado e o que foi Realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.5 é possível analisar o que ocorreu nas atividades dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão (Ex).

Os dois pontos partiram com 25 itens em aberto na semana 1, e mantiveram-se com os mesmos itens em aberto até a semana 5, a partir da semana 6 esse quantitativo começou a diminuir e essas atividades foram concluídas na semana 08.

Com isso, verifica-se que as atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão do Projeto B tiveram sua conclusão antes da data planejada, totalizando 7 semanas de antecedência do prazo previamente planejado, ou seja, aproximadamente 49 dias. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 13,04%, relacionado ao que foi inicialmente planejado para este projeto, enquanto no Grupo Experimental o trabalho foi concluído com 7 semanas de antecedência.

4.6.3 – Pré-Comissionamento – Sistema de resfriamento

Para que sejam iniciadas as atividades de Pré-Comissionamento, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem e também as dos Equipamentos e

Instrumentos à prova de explosão (quando aplicável) tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, conforme demonstrado na Figura 2.4 (Capítulo 2).

4.6.3.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 135 itens em aberto. Foi aplicada a fórmula de nivelamento (1) e este número foi reduzido para 130, o que pôde ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.6.

4.6.3.2 – Grupo experimental - Projeto B

Ao ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades de Comissionamento, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão dos itens de Comissionamento em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.6.

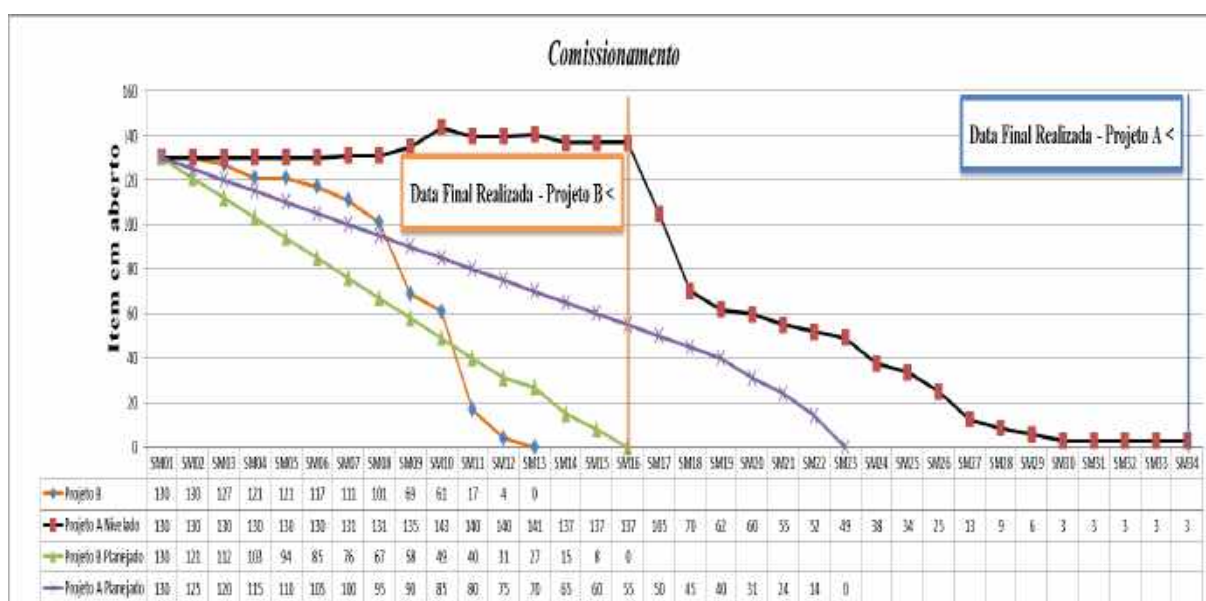


Figura 4.6 – Sistema de resfriamento - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.6.3.3 – Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de resfriamento.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Comissionamento para o sistema de resfriamento, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.6 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” se iniciando posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.6 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE PRÉ-COMISSONAMENTO OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|---|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de resfriamento | 23 | 15 | 34 | 13 | 11 | 0 | 47,83% | 0,00% |

Quadro 4.6 – Sistema de resfriamento - Análise geral das atividades de Pré- Comissionamento ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.6 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 130 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 6 uma estagnação nesses valores. A partir da semana 7 até a semana 10 ocorreu um crescimento de itens em aberto, o que pode ocorrer durante a execução de um empreendimento por diversos fatores tais como itens danificados que tiveram de ser trocados ou até mesmo a inclusão de novos itens no sistema em questão pela engenharia, e como este é um trabalho experimental que utiliza dados reais gerados no decorrer da obra, pode-se observar esse tipo de acontecimento.

A partir da semana 11 até a semana 16 manteve-se um progresso bem lento. Após a semana 17 até a semana 29 o progresso teve uma melhora significativa, porém estagnou da semana 30 até a semana 34, com 3 itens em aberto.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto A tiveram um atraso de 11 semanas, ou seja, aproximadamente 77 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento, assim como também ocorreu na Curva Realizada dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão.

Projeto B: Com a união entre o que foi Planejado e o que foi Realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.6 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 130 itens em aberto na semana 1, mantendo um pequeno avanço até a semana 6, a partir da semana 7 esse avanço melhorou e a Curva Realizada conseguiu ficar abaixo da Curva Planejada e as atividades foram concluídas na semana 13.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto B tiveram sua conclusão antes da data planejada, totalizando 2 semanas de antecedência do prazo previamente planejado, ou seja, aproximadamente 14 dias.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Pré-Comissionamento ocorridas no sistema de resfriamento que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 47,83%, relacionado ao que foi inicialmente planejado para este projeto, enquanto no Grupo Experimental o trabalho foi concluído com 2 semanas de antecedência.

4.7 – SISTEMA DE PARTIDA DE MOTORES, AR DE INSTRUMENTO E DISTRIBUIÇÃO (*ENGINE START AIR, INSTRUMENT AIR AND DISTRIBUTION*).

Segundo o procedimento de operação deste sistema desenvolvido pela empresa em questão, este sistema instalado em uma FPSO é responsável pelo suprimento de ar de instrumento mantido à 12 barg para os módulos de processo e sistemas do navio através de 4 *skids* de compressão de ar. Este ar passa por alguns filtros e desumidificadores antes de seguir para seus consumidores finais.

É através deste mesmo ar que é possível realizar a partida de alguns motores dos sistemas de processo e também geradores essenciais onde estes recebem o ar a cerca de 29.4 barg dos vasos reservatórios.

Este sistema é composto por alguns equipamentos e instrumentos que são de vital importância para seu funcionamento, dentre os principais há:

- a) 4 compressores de ar de instrumento;
- b) 2 pré-filtros;
- c) 2 filtros de alta eficiência;
- d) 2 desumidificadores de ar;
- e) 2 vasos do sistema principal;
- f) 1 controlador de desumidificador de ar;
- g) 3 compressores de ar;
- h) 1 vaso auxiliar;
- i) 1 reservatório para controle do ar;
- j) 1 garrafa vertical de ar.

4.7.1 – Construção e Montagem - Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição (*engine start air, instrument air and distribution*)

Este foi o grupo em que se aplicou o método de direcionamento da mão de obra gerado pelo setor de Construção e Montagem no sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição.

4.7.1.1 – Construção e Montagem - Projeto A

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante essa fase através da lista de verificação de itens, que se encontrava incompleta nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para informar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, existiam 224 itens em aberto no subsistema em questão, durante esta etapa, porém, após o nivelamento com o Projeto B, utilizando a fórmula (1) já demonstrada

no Capítulo 4, este número foi reduzido para 48 itens, igualando-se, assim, à Curva Realizada para a aplicação da curva em questão.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.7 a seguir.

4.7.1.2 – Grupo experimental - Projeto B

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante esta fase através da lista de verificação de itens, que estavam incompletos nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para demonstrar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, existiam 48 itens em aberto no subsistema em questão durante esta etapa, porém, diferentemente do Projeto A, não foi utilizada a fórmula de nivelamento (1), pois não se fez necessário tendo em vista que apenas 2 projetos serão comparados e um deles já foi devidamente nivelado ao outro.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.7.

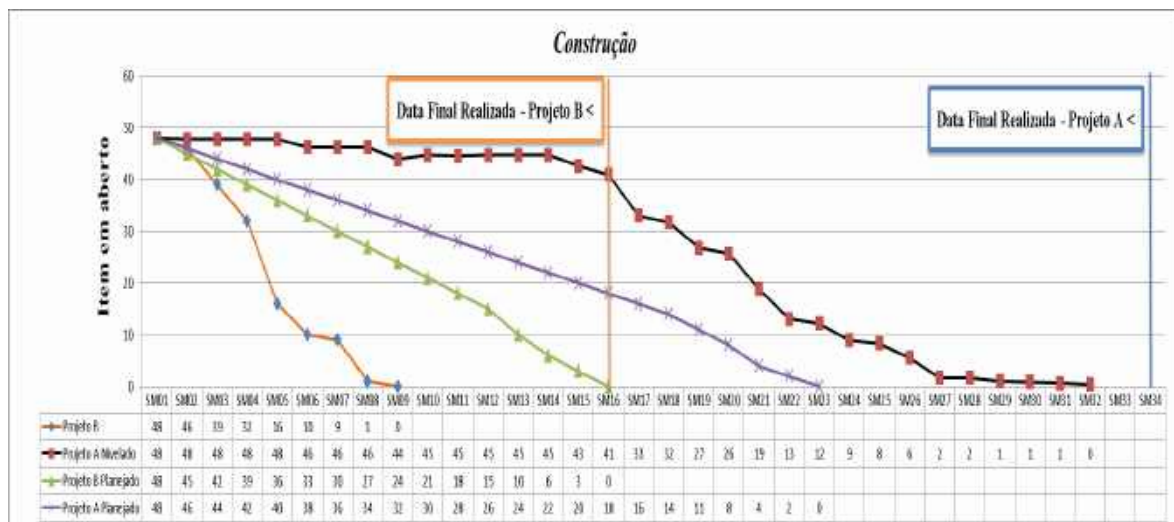


Figura 4.7 – Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.7.1.3 – Análise dos resultados das atividades de Construção e Montagem realizadas entre os projetos A e B - Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Comissionamento para o sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.7 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.7 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|---|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de geração de nitrogênio, partida a ar de motores. ar de instrumento e distribuição | 23 | 15 | 31 | 9 | 8 | 0 | 34.78% | 0.00% |

Quadro 4.7 – Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.7 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 48 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 13 uma pequena evolução. A partir da semana 14 foi obtido um progresso mais significativo que se estendeu até a semana 31 onde concluiu todas as atividades em aberto neste sistema.

Com isso, verifica-se que as atividades de Construção e Montagem do Projeto A tiveram um atraso de 9 semanas, ou seja, aproximadamente 63 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.7 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 48 itens em aberto na semana 1, onde a partir desta mesma semana obteve-se um avanço diário significativo pela curva realizada que concluiu suas atividades na semana 9.

Com isso, a curva realizada foi concluída 6 semanas antes da curva planejada, ou seja, aproximadamente 42 dias.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Construção e Montagem ocorridas no sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 34,78%, relacionado ao que foi inicialmente planejado para este projeto, enquanto no Grupo Experimental o trabalho foi concluído com 6 semanas de antecedência.

4.7.2 – Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) - Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição.

Para este sistema não foi identificado nenhuma ITR Ex para os equipamentos/instrumentos à prova de explosão em aberto durante essa fase do empreendimento.

4.7.3 – Pré-Comissionamento - Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição.

Para que sejam iniciadas as atividades de Pré-Comissionamento, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem e as dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão (quando aplicável) tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, conforme demonstrado na Figura 2.4 (Capítulo 2).

4.7.3.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 25 itens em aberto. Foi aplicada a fórmula

de nivelamento (1) e este número aumentou para 27, o que pode ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.8.

4.7.3.2 – Grupo experimental - Projeto B

Ao ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades de Comissionamento, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão dos itens de Comissionamento em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.8.

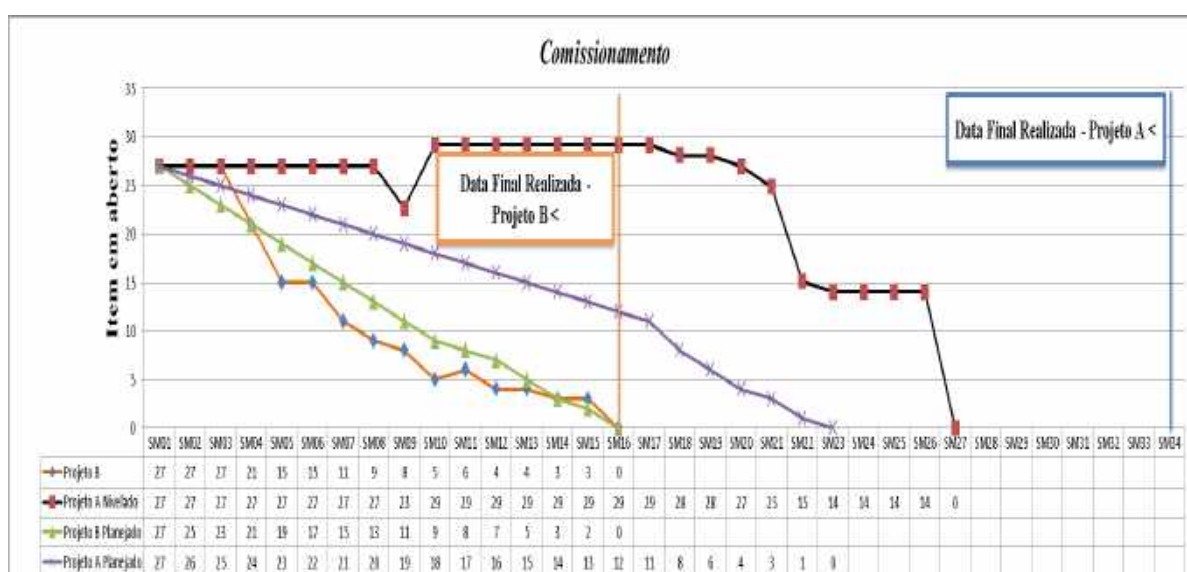


Figura 4.8 – Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.7.3.3 – Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Comissionamento para o sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.8 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade

de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) em diversos subsistemas, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.8 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE PRÉ-COMISSONAMENTO OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|---|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de geração de nitrogênio, partida a ar de motores. ar de instrumento e distribuição | 23 | 15 | 27 | 16 | 4 | 1 | 17.39% | 6.67% |

Quadro 4.8 – Sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição - Análise geral das atividades de Pré- Comissionamento ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.8 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 27 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 8 uma estagnação nesses valores. A semana 9 1 item foi concluído e a partir da semana 10 até a semana 17 ocorreu um crescimento de 6 itens em aberto, o que pode ocorrer durante a execução de um empreendimento por diversos fatores tais como itens danificados que tiveram de ser trocados ou até mesmo a inclusão de novos itens no sistema em questão pela engenharia, e como este é um trabalho experimental que utiliza dados reais gerados no decorrer da obra, pode-se observar esse tipo de acontecimento.

A partir da semana 18 até a semana 22 manteve-se um bom progresso. A partir da semana 23 até a semana 26 ocorreu uma estagnação dos valores e na semana 27 todos os itens em aberto foram concluídos.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto A tiveram um atraso de 4 semanas, ou seja, aproximadamente 28 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento, assim como também ocorreu na Curva Realizada dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.8 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 27 itens em aberto na semana 1 onde estagnou-se até a semana 3. A partir da semana 4 foi constatado um avanço praticamente contínuo até a semana 16, onde ocorreu a conclusão das tarefas.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto B tiveram sua conclusão com 1 semana de atraso neste sistema, ou seja, 7 dias após a data inicialmente planejada.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Pré-Comissionamento ocorridas no sistema de partida de motores, ar de instrumento e distribuição que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 17,39%, enquanto no Grupo Experimental o atraso foi de 6,67% relacionado ao que foi inicialmente planejado para estes projetos respectivamente.

4.8 – SISTEMA DE BOMBAS DE ÁGUA SALGADA E DISTRIBUIÇÃO NOS MÓDULOS (*SEA WATER LIFT PUMPS AND TOPSIDES DISTRIBUTION SYSTEM*).

Segundo o procedimento de operação do sistema de bombeamento de água salgada desenvolvido pela empresa em questão, este sistema instalado em uma FPSO é responsável por sugar água salgada a cerca de 50m de profundidade bombeado através de 3 bombas de alta pressão, passando por 3 filtros de cesta de 500 microns onde são removidas em 50% as partículas existentes na água chegando assim aos consumidores.

Este sistema é composto por alguns equipamentos e instrumentos que são de vital importância para seu funcionamento, dentre os principais há:

- a) 3 bombas de alta pressão;
- b) 1 unidade de circulação de óleo;
- c) 3 filtros de cesta;
- a) 1 unidade de hipoclorito;
- b) Instrumentos para controle e medição.

4.8.1 – Construção e montagem - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos

Este é o setor responsável por toda a construção, instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações dos 2 projetos analisados neste trabalho. O mesmo pode trabalhar utilizando diferentes métodos de direcionamento da mão de obra, podendo estes ser gerados pelo setor de Construção e Montagem ou pelo setor de Comissionamento.

4.8.1.1 – Grupo de controle - Projeto A

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante essa fase através da lista de verificação de itens, que se encontrava incompleta nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para informar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, existiam 135 itens em aberto no subsistema em questão, durante esta etapa e não foi necessário aplicar a fórmula de nivelamento com o Projeto B, pois os dois projetos possuíam a mesma quantidade de itens em aberto nesta fase do projeto.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.9.

4.8.1.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante esta fase através da lista de verificação de itens, que estavam incompletos nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para demonstrar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, existiam 135 itens em aberto no subsistema em questão durante esta etapa e não foi necessário aplicar a fórmula de nivelamento com o Projeto B, pois os dois projetos possuíam a mesma quantidade de itens em aberto nesta fase do projeto

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.9.

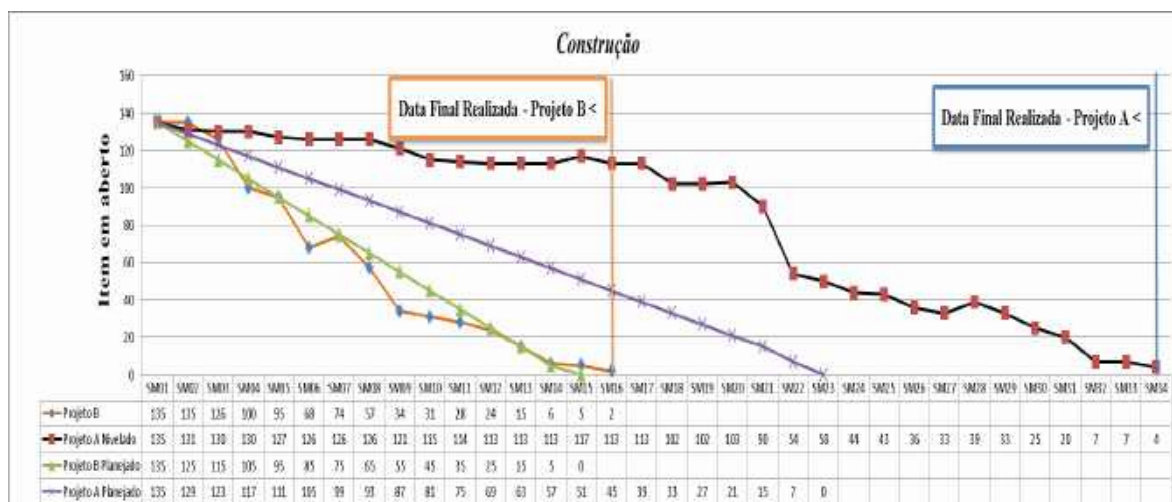


Figura 4.9 – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.8.1.3 – Análise dos resultados de Construção e Montagem entre os projetos A e B - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Construção e Montagem para o sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.9 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos, o que não ocorreu neste subsistema em questão.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.9 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|--|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de Bombas de Água Salgada e Distribuição nos Módulos | 23 | 15 | 34 | 16 | 11 | 1 | 47.83% | 6.67% |

Quadro 4.9 – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.9 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 135 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 20 um avanço moderado de 32 itens concluídos. A partir da semana 21 foi obtido um progresso mais significativo que se estendeu até a semana 32. Da semana 32 até a semana 33 foram mantidos 7 itens em aberto. A FPSO foi liberada do cais na semana 34 com 4 itens em aberto para serem concluídos durante a fase de ancoragem da plataforma.

Com isso, verifica-se que as atividades de Construção e Montagem do Projeto A tiveram um atraso de 11 semanas, ou seja, aproximadamente 77 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.9 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 135 itens em aberto na semana 1 e houve um progresso lento até a semana 3, ficando com isso acima da curva planejada. A partir da semana 4 até a semana 13 obteve-se um avanço diário significativo em relação à Curva Planejada, ultrapassando-a e mantendo-se abaixo da mesma durante este período, ou seja, o progresso realizado foi melhor do que o que foi inicialmente planejado. Porém, na semana 13 até a semana 16 esse progresso diminuiu e o realizado foi menor do que o que foi planejado nesta fase final do empreendimento, mantendo 2 itens em aberto na data de saída da FPSO do cais do estaleiro.

Com isso, ocorreu um atraso de 1 semana em relação ao que foi planejado inicialmente.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Construção e Montagem ocorridas no sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de

Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 47,83%, enquanto no Grupo Experimental o atraso foi de 6,67% relacionado ao que foi inicialmente planejado para estes projetos respectivamente.

4.8.2 – Equipamentos/Instrumentos à prova de explosão (Ex) - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos

Para que sejam iniciadas as atividades nos equipamentos e instrumentos à prova de explosão, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, como foi demonstrado anteriormente na Figura 2.4 (Capítulo 2).

4.8.2.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 59 itens em aberto. Foi aplicada, então, a fórmula de nivelamento (1) e este número foi reduzido para 35, o que pode ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.10.

4.8.2.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Assim como no projeto A, após ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão das atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão que ainda houvesse itens em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.10.

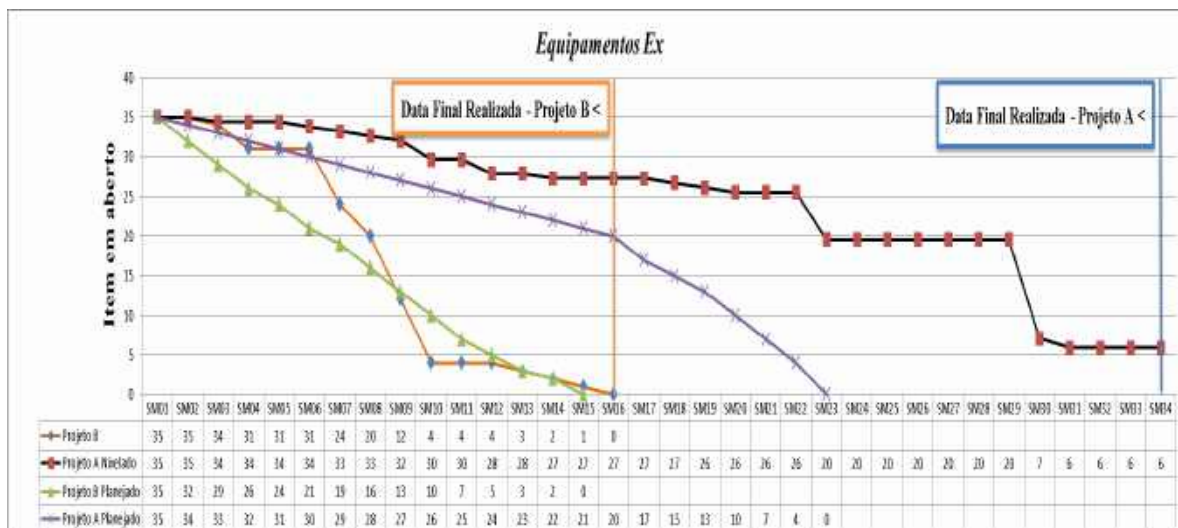


Figura 4.10 – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Curva Planejada x Realizada dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.8.2.3 – Análise dos resultados das atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) entre os projetos A e B - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) para o sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.10 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.10 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DOS EQUIPAMENTOS / INSTRUMENTOS Ex OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|--|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de Bombas de Água Salgada e Distribuição nos Módulos | 23 | 15 | 34 | 16 | 11 | 1 | 47.83% | 6.67% |

Quadro 4.10 – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Análise geral das atividades dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.10 é possível analisar o que ocorreu nas atividades dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão.

Os dois pontos partiram com 35 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 22 uma pequena evolução. A partir da semana 23 ocorreu uma estagnação que se manteve até a semana 29. A partir da semana 30 até a semana 34 ocorreu uma boa evolução nas atividades, porém não foi concluído todo o trabalho neste sistema, mantendo-se 6 itens em aberto na data da saída da FPSO do cais do estaleiro.

Com isso, verifica-se que as atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão do Projeto A tiveram um atraso de 11 semanas, ou seja, aproximadamente 77 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi Planejado e o que foi Realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.10, é possível analisar o que ocorreu nas atividades dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão (Ex).

Os dois pontos partiram com 35 itens em aberto na semana 1 e mantiveram um progresso lento até a semana 6. A partir da semana 7 esse quantitativo diminuiu rapidamente até a semana 10, chegando a 4 itens em aberto. Essa quantidade foi mantida durante 2 semanas até a semana 12 e a partir da semana 13 essas atividades voltaram a ser realizadas, sendo finalmente concluídas na semana 16.

Com isso, verifica-se que as atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão do Projeto B tiveram um atraso de 1 semana com relação ao que foi inicialmente planejado.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas no sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método

especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 47,83%, enquanto no Grupo Experimental o atraso foi de 6,67% relacionado ao que foi inicialmente planejado para estes projetos respectivamente.

4.8.3 – Pré-Comissionamento - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos

Para que sejam iniciadas as atividades de Pré-Comissionamento, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem e as dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão (quando aplicável) tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, conforme demonstrado na Figura 2.4 (Capítulo 2).

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.11.

4.8.3.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 23 itens em aberto. Foi aplicada a fórmula de nivelamento (1) e este número aumentou para 76, o que pode ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

4.8.3.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Ao ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades de Comissionamento, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão dos itens de Comissionamento em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.11.

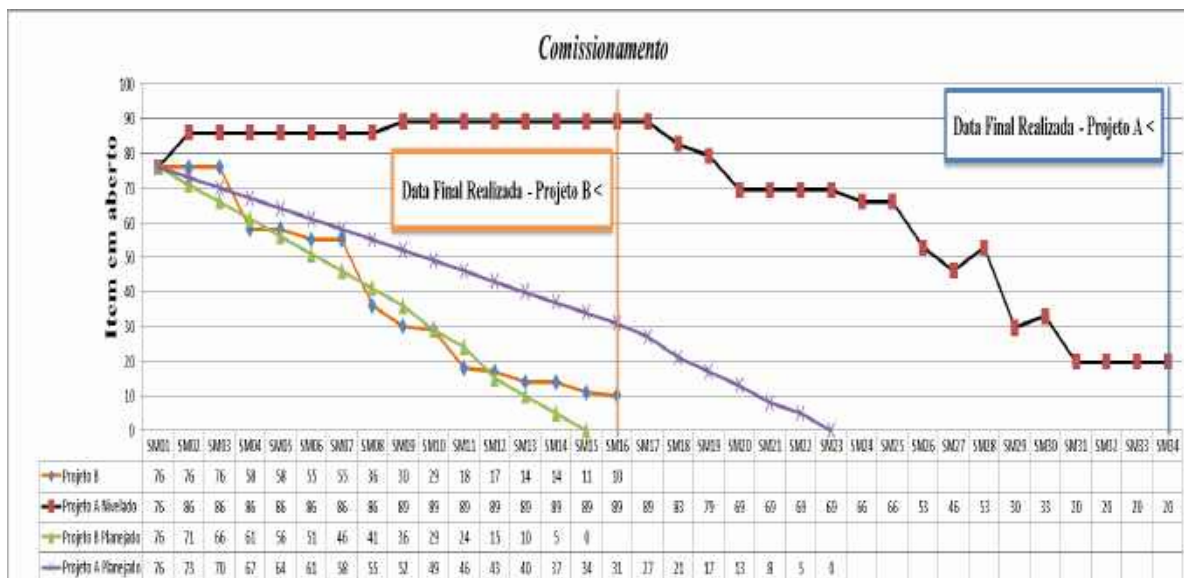


Figura 4.11 – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.8.3.3 – Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Comissionamento para o sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.11 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) em diversos subsistemas, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos (o que não ocorreu neste caso). Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.11 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE PRÉ-COMISSONAMENTO OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|---|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de Bombas de Água Salgada e Distribuição nos Módulos | 23 | 15 | 34 | 16 | 11 | 1 | 47.83% | 6.67% |

Quadro 4.11 – Sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos - Análise geral das atividades de Pré-Comissionamento ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.11 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 76 itens em aberto na semana 1, esse valor aumentou gradativamente até a semana 9 para 89 itens, onde manteve-se até a semana 17 com o mesmo quantitativo de itens em aberto. Esse aumento pode ocorrer por diversos motivos, sendo alguns deles a reposição de equipamentos / instrumentos danificados durante a construção ou até mesmo alguma alteração da engenharia no decorrer do empreendimento. Na semana 18 esse número começou a se reduzir até chegar em 69 itens em aberto na semana 20, ponto em que se manteve estagnado até a semana 23. A partir da semana 24 o progresso teve uma melhora significativa até a semana 34 aonde chegou com 20 itens em aberto.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto A tiveram um atraso de 11 semanas, ou seja, aproximadamente 77 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.11 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 76 itens em aberto na semana 1 e ficaram estagnados até a semana 3. A partir da semana 4 manteve-se um avanço variável e em alguns momentos o progresso do que foi realizado ficou abaixo do planejado e em outros momentos isso se inverteu; a oscilação se manteve até a semana 16, ponto em que 10 itens mantiveram-se em aberto.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto B tiveram um atraso de 1 semana em comparação com o que foi inicialmente planejado.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Pré-Comissionamento ocorridas no sistema de bombas de água salgada e distribuição nos módulos que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de

Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades (mesmo saindo do cais com 10 itens em aberto) do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 47,83%, enquanto no Grupo Experimental o atraso foi de 6,67% relacionado ao que foi inicialmente planejado para estes projetos respectivamente.

4.9 – SISTEMA DE QUEIMA EM ALTA E BAIXA PRESSÃO (*HP FLARE & LP FLARE SYSTEM*)

Segundo o procedimento de operação do sistema de queima em alta e baixa pressão desenvolvido pela empresa em questão, este sistema instalado em uma FPSO tem a função de fornecer um ponto focal para a coleta segura e posterior descarte de gases de hidrocarbonetos de alta e baixa pressão (incluindo dióxido de carbono CO₂), vindos dos aliviadores dos *manifolds* dos sistemas de facilidades dos módulos de produção, unidades de processo e utilitários. O sistema de queima fornece um meio para lidar com os produtos de queima durante as seguintes condições:

- Alívio total da produção.
- Alívio do excesso de pressão causado por condições de perturbação do processo, incêndio e expansão térmica do trocador de calor / ruptura interna.
- Despressurização do sistema em resposta a uma emergência ou como parte do procedimento operacional normal.
- Queima de produção para permitir que a produção de petróleo continue quando as instalações a jusante estiverem indisponíveis, ou durante o *start-up* do sistema.
- Ventilação de gás de equipamentos que operam próximo à pressão atmosférica, incluindo gás de purga e pode também incluir outras descargas menores.

Este sistema é composto por alguns equipamentos e instrumentos que são de vital importância para seu funcionamento, dentre os principais há:

- a) 1 vaso horizontal de alta pressão para acomodação do gás líquido;
- b) 1 vaso horizontal de baixa pressão para acomodação do gás líquido;
- c) 2 bombas centrífugas para remoção de condensado (alta pressão);
- d) 2 bombas centrífugas para remoção de condensado (baixa pressão);
- e) 2 queimadores
- f) 1 painel de ignição

4.9.1 – Construção e montagem - Sistema de queima em alta e baixa pressão

Este é o setor responsável por toda a construção, instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações dos 2 projetos analisados neste trabalho. O mesmo pode trabalhar utilizando diferentes métodos de direcionamento da mão de obra, podendo estes ser gerados pelo setor de Construção e Montagem ou pelo setor de Comissionamento.

4.9.1.1 – Grupo de controle - Projeto A

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante essa fase através da lista de verificação de itens, que se encontrava incompleta nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para informar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, havia 221 itens em aberto no subsistema em questão durante esta etapa, porém, após o nivelamento com o Projeto B, utilizando a fórmula (1) já demonstrada no Capítulo 3, este número foi reduzido para 108 itens, igualando-se, assim, à Curva Realizada para a aplicação da curva em questão.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.12.

4.9.1.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Ao ser iniciada a fase de integração da obra, foi analisado o quantitativo de itens em aberto a serem realizados durante esta fase através da lista de verificação de itens, que estavam incompletos nesta etapa quanto ao prazo restante para a conclusão da fase final da obra.

Com o intuito de concluir todas as pendências deste subsistema, foi gerada a Curva “*Rundown*” Planejada contendo a quantidade de itens em aberto para demonstrar ao setor de Construção e Montagem quantos destes itens deveriam ser concluídos por dia para se atingir o objetivo do projeto naquele momento.

Neste caso, havia 108 itens em aberto no subsistema em questão durante esta etapa, porém, diferentemente do Projeto A, não foi utilizada a fórmula de nivelamento (1), pois não

se fez necessário tendo em vista que apenas 2 projetos serão comparados e um deles já foi devidamente nivelado ao outro.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.12 a seguir.

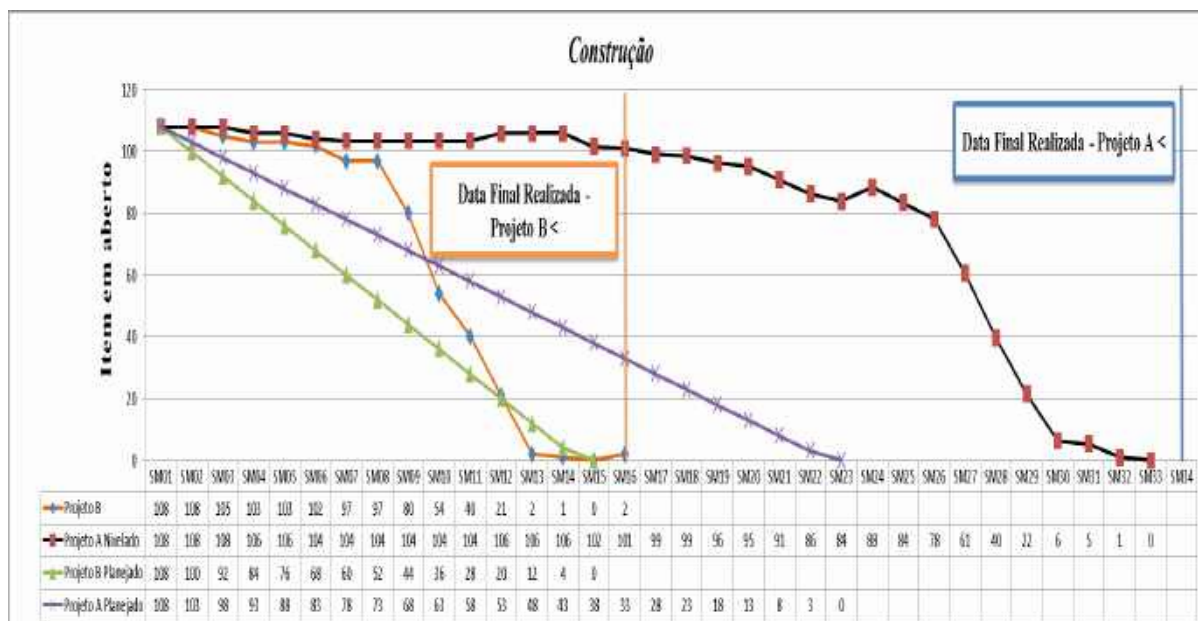


Figura 4.12 – Sistema de queima em alta e baixa pressão - Curva Planejada x Realizada da Construção e Montagem – Projetos A e B.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.9.1.3 – Análise dos resultados de Construção e Montagem entre os projetos A e B - Sistema de queima em alta e baixa pressão.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Construção e Montagem para o sistema de queima em alta e baixa pressão, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.12 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.12 um resumo das atividades planejadas versus atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|--|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de queima em alta e baixa pressão | 23 | 15 | 33 | 16 | 10 | 1 | 43.48% | 6.67% |

Quadro 4.12 – Sistema de queima em alta e baixa pressão - Análise geral das atividades de Construção e Montagem ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.12 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 108 itens em aberto na semana 1, mantendo até a semana 25 uma pequena evolução, porém sempre acima da curva planejada. A partir da semana 26 foi obtido um progresso mais significativo que se estendeu até a semana 33, ponto em que foram concluídas todas as atividades em aberto neste sistema.

Com isso, verifica-se que as atividades de Construção e Montagem do Projeto A tiveram um atraso de 10 semanas, ou seja, aproximadamente 70 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.12 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Construção e Montagem.

Os dois pontos partiram com 108 itens em aberto na semana 1, mantendo um pequeno avanço até a semana 8, ponto em que ainda havia 97 itens em aberto. A partir da semana 9 até a semana 15 o avanço diário foi significativo e ultrapassou a Curva Planejada na semana 12, mantendo-se abaixo desta até na semana 15, ponto em que foram concluídas as atividades, conforme planejado inicialmente. Contudo, na semana 16 foram gerados ou reabertos 2 novos itens para esse subsistema.

Com isso, verifica-se que as atividades de Construção e Montagem do Projeto A tiveram um atraso de 1 semana, ou seja, aproximadamente 7 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Construção e Montagem ocorridas no sistema de queima em alta e baixa pressão que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e

Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 43,43%, enquanto no Grupo Experimental o atraso foi de 6,67% relacionado ao que foi inicialmente planejado para estes projetos respectivamente.

4.9.2 – Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) - Sistema de queima em alta e baixa pressão

Para que sejam iniciadas as atividades nos equipamentos e instrumentos à prova de explosão, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, como foi demonstrado anteriormente na Figura 2.4 (Capítulo 2).

4.9.2.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 36 itens em aberto. Foi aplicada, então, a fórmula de nivelamento (1) e este número foi reduzido para 17, o que pode ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.13 a seguir.

4.9.2.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Assim como no projeto A, após ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão das atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão que ainda houvesse itens em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.13.

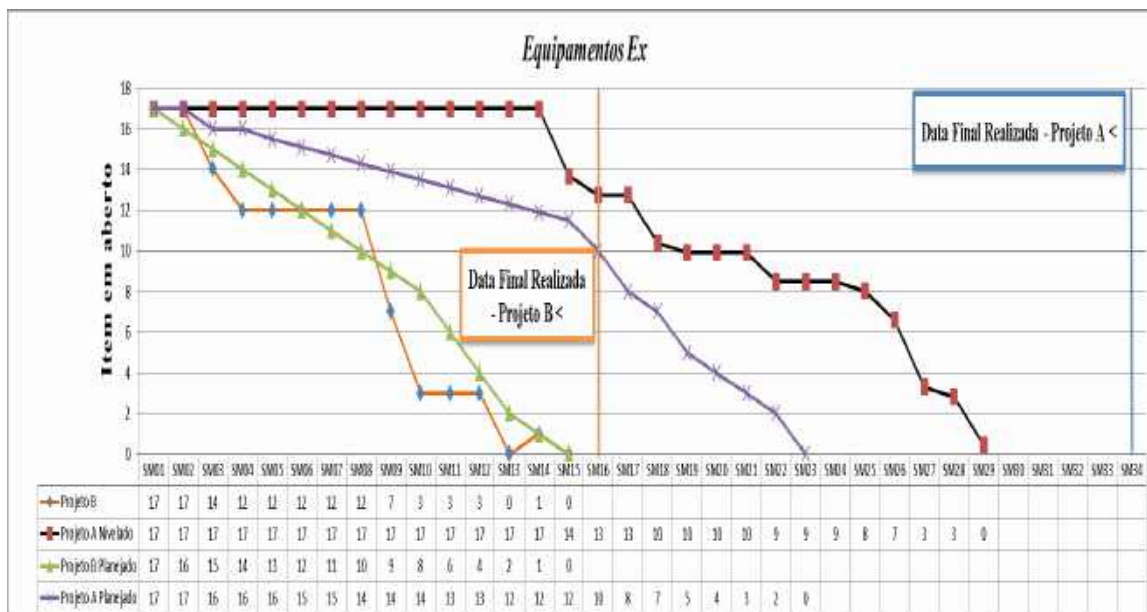


Figura 4.13 – Sistema de queima em alta e baixa pressão - Curva Planejada x Realizada dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) – Projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.9.2.3 – Análise dos resultados das atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) entre os projetos A e B - Sistema de queima em alta e baixa pressão

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) para o sistema de queima em alta e baixa pressão, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.13 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) neste subsistema em questão, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.13 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DOS EQUIPAMENTOS / INSTRUMENTOS Ex OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|--|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de queima em alta e baixa pressão | 23 | 15 | 29 | 15 | 6 | 0 | 26.09% | 0.00% |

Quadro 4.13 – Sistema de queima em alta e baixa pressão - Análise geral das atividades dos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas nos projetos A e B.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.13 é possível analisar o que ocorreu nas atividades dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão.

Os dois pontos partiram com 17 itens em aberto na semana 1, mantendo-se estagnado até a semana 14. A partir da semana 15 houve um progresso ainda que lento que se manteve até a conclusão das atividades que ocorreu na semana 29.

Com isso, verifica-se que as atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão do Projeto A tiveram um atraso de 6 semanas, ou seja, aproximadamente 42 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.13 é possível analisar o que ocorreu nas atividades dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão (Ex).

Os dois pontos partiram com 17 itens em aberto na semana 1 e a partir da semana 3 até a semana 6 as atividades realizadas mantiveram-se abaixo das atividades planejadas. Após a semana 6 até a semana 8 as atividades realizadas voltaram a ficar acima da curva planejada, demonstrando um pequeno atraso. Porém, a partir da semana 8 as atividades realizadas voltaram a ficar abaixo da curva planejada até a semana 13, ponto em que foi zerada a quantidade de atividades a serem feitas. Entretanto, 1 item foi reaberto ou gerado na semana 14 e foi concluído na semana 15.

Com isso, verifica-se que as atividades nos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão do Projeto B tiveram sua conclusão antes da data planejada. No entanto, por ter sido gerado um novo item na semana 14, o qual foi concluído na semana 15, as atividades neste sistema para os equipamentos/instrumentos à prova de explosão (Ex) foram concluídas conforme planejado inicialmente.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades realizadas nos Equipamentos/Instrumentos à Prova de Explosão (Ex) ocorridas no sistema de queima em alta e baixa pressão que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o

que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 26,09%, relacionado ao que foi inicialmente planejado para este projeto, enquanto no Grupo Experimental o trabalho foi concluído conforme planejado, ou seja, sem atrasos.

4.9.3 – Pré-Comissionamento – Sistema de queima em alta e baixa pressão

Para que sejam iniciadas as atividades de Pré-Comissionamento, é necessário que as folhas de verificação de itens de Construção e Montagem e as dos Equipamentos e Instrumentos à prova de explosão (quando aplicável) tenham sido concluídas e incluídas no banco de dados do setor de *Completions*, conforme demonstrado na Figura 2.4 (Capítulo 2).

4.9.3.1 – Grupo de controle - Projeto A

Antes da aplicação do nivelamento, assim como também foi realizado nos itens em aberto do setor de Construção e Montagem, havia 45 itens em aberto. Foi aplicada a fórmula de nivelamento (1) e este número aumentou para 53, o que pode ser comparado posteriormente com a Curva Realizada.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 23 semanas, conforme a Figura 4.14.

4.9.3.2 – Grupo Experimental - Projeto B

Ao ser gerada uma curva demonstrando como deverá ocorrer o andamento da evolução das atividades de Comissionamento, foi iniciado o controle de conclusão destes itens em aberto e aplicada sua evolução na chamada Curva Realizada. Com isso, foi possível compreender como foi o andamento real de conclusão dos itens de Comissionamento em aberto durante esta fase da obra.

Para este projeto, foi planejada a execução de todas as suas atividades finais em 15 semanas, conforme a Figura 4.14.

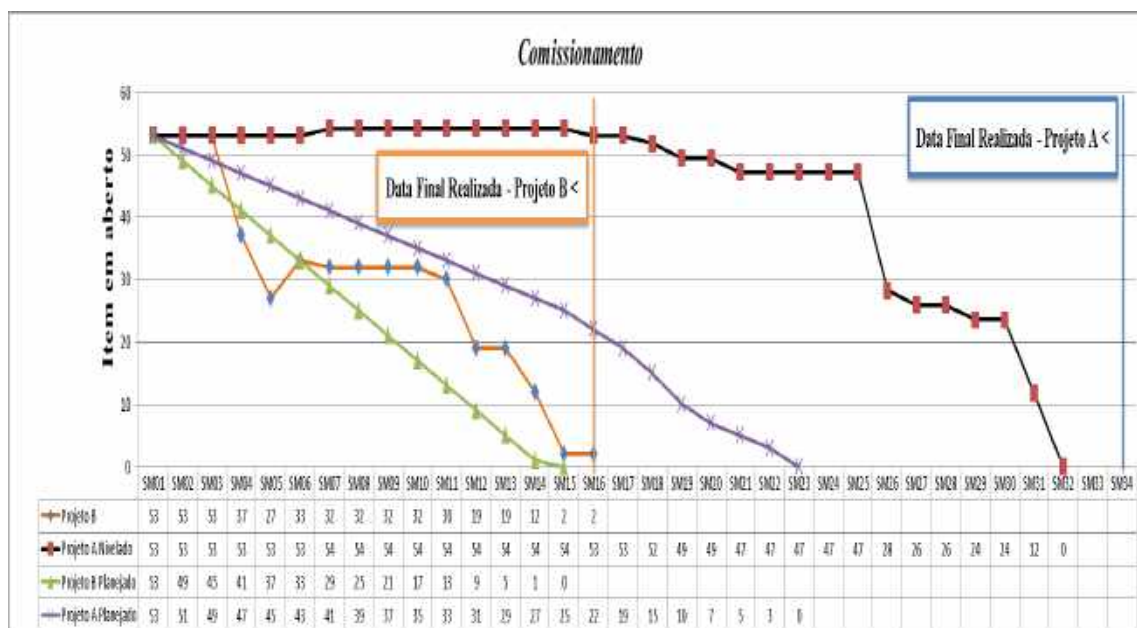


Figura 4.14 – Sistema de queima em alta e baixa pressão - Curva Planejada x Realizada do Comissionamento – Projetos A e B.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.9.3.3 – Análise dos resultados das atividades de Comissionamento realizadas entre os projetos A e B - Sistema de queima em alta e baixa pressão.

Ao ser gerada a curva contendo as atividades planejadas e realizadas de Comissionamento para o sistema de queima em alta e baixa pressão, pode-se visualizar claramente no gráfico da figura 4.14 que o projeto A teve não só suas “atividades realizadas” concluídas posteriormente ao projeto B, mas também suas “atividades planejadas” iniciando-se posteriormente ao mesmo projeto. Isso se deu devido a quantidade de trabalho a pendente (que deveriam ter sido concluídos nas fases anteriores do projeto) em diversos subsistemas, ser maior no projeto A do que a quantidade existente no projeto B no mesmo período dos respectivos empreendimentos. Porém, como foi avaliada a porcentagem sobre a conclusão das folhas de verificação de itens para o avanço em ambos os projetos, essa diferença na quantidade de semanas planejadas não influenciará na comparação final aplicada neste trabalho.

Com isso, pode ser contemplado no quadro 4.14 um resumo das atividades planejadas *versus* atividades realizadas de cada projeto em questão:

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE PRÉ-COMISSONAMENTO OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|---|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de queima em alta e baixa pressão | 23 | 15 | 32 | 16 | 9 | 1 | 39.13% | 6.67% |

Quadro 4.14 – Sistema de queima em alta e baixa pressão - Análise geral das atividades de Pré-Comissionamento ocorridas nos projetos A e B.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Projeto A: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.14 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 53 itens em aberto na semana 1, mantendo-se estagnados até a semana 6. A partir da semana 7 até a semana 15 houve um crescimento para 54 itens em aberto, o que pode ocorrer durante a execução de um empreendimento por diversos fatores tais como itens danificados que tiveram de ser trocados ou até mesmo a inclusão de novos itens no sistema em questão pela engenharia; como este é um trabalho experimental que utiliza dados reais gerados no decorrer da obra, pode-se observar esse tipo de acontecimento.

A partir da semana 16 até a semana 31 manteve-se um progresso bem lento com algumas estagnações de valores em algumas semanas. Na semana 32 foram concluídas as atividades em aberto.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto A tiveram um atraso de 9 semanas, ou seja, aproximadamente 63 dias em comparação com o que foi planejado no início da fase de integração do empreendimento.

Projeto B: Com a união entre o que foi planejado e o que foi realizado num mesmo gráfico, conforme a figura 4.14 é possível analisar o que ocorreu nas atividades de Comissionamento.

Os dois pontos partiram com 53 itens em aberto na semana 1, mantendo uma estagnação até a semana 3. A partir da semana 4 esse avanço melhorou até a semana 6, quando a Curva Realizada conseguiu ficar abaixo e depois igual a Curva Planejada. A partir da semana 7 até a semana 10 ocorreu uma estagnação e manteve-se em 32 itens a serem concluídos. As atividades voltaram a ser concluídas na semana 11 até a semana 16, ponto em que a FPSO saiu do cais do estaleiro com 2 itens em aberto.

Com isso, verifica-se que as atividades de Comissionamento do Projeto B tiveram um atraso de 1 semana mantendo 2 atividades a serem concluídas em aberto.

Conclui-se por tanto neste caso, que as atividades de Pré-Comissionamento ocorridas no sistema de queima em alta e baixa pressão que seguiram o método de direcionamento de mão de obra de acordo com o que foi especificado pelo setor de Comissionamento (grupo experimental – projeto B) foi mais eficaz quanto ao tempo de conclusão de suas atividades do que o método especificado pelo setor de Construção e Montagem. No direcionamento da mão de obra aplicado no Grupo de Controle ocorreu um atraso de 39,13%, enquanto no Grupo Experimental o atraso foi de 6,67% relacionado ao que foi inicialmente planejado para estes projetos respectivamente.

4.10 – RESUMO GERAL COMPARATIVO DAS ATIVIDADES DE PRÉ-COMISSIONAMENTO ENTRE OS PROJETOS A E B.

Ao final de toda essa análise comparativa entre estes 5 subsistemas, foi gerado um quadro geral contendo os principais dados das atividades de pré-comissionamento ocorridas nos projetos A e B.

| ANÁLISE GERAL DAS ATIVIDADES DE PRÉ-COMISSIONAMENTO OCORRIDAS NOS PROJETOS A e B | | | | | | | | |
|---|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|---------|-------------|---------|
| SISTEMA | SEMANA PLANEJADA | | SEMANA REALIZADA | | SEMANAS DE ATRAZO | | % DE ATRAZO | |
| | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B | PROJ. A | PROJ. B |
| Sistema de aquecimento | 23 | 15 | 34 | 16 | 11 | 1 | 47.83% | 6.67% |
| Sistema de resfriamento | 23 | 15 | 34 | 13 | 11 | 0 | 47.83% | 0.00% |
| Sistema de geração de nitrogênio, partida a ar de motores. ar de instrumento e distribuição | 23 | 15 | 27 | 16 | 4 | 1 | 17.39% | 6.67% |
| Sistema de Bombas de Agua Salgada e Distribuição nos Módulos | 23 | 15 | 34 | 16 | 11 | 1 | 47.83% | 6.67% |
| Sistema de queima em alta e baixa pressão | 23 | 15 | 32 | 16 | 9 | 1 | 39.13% | 6.67% |

Quadro 4.15 – Análise geral das atividades de pré-comissionamento dos projetos A e B.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Mediante todos os dados gerados nos gráficos comparativos, é possível ressaltar alguns que tiveram uma discrepância de datas muito significativa como, por exemplo, o sistema de aquecimento que no projeto A teve um atraso de 47,83% entre a data realizada e a data planejada, contra o projeto B que teve 6,67%, respectivamente. Num cenário parecido temos o sistema de resfriamento, que no projeto A teve um atraso da data realizada de 47,83% em relação à data planejada contra o projeto B que teve 0% de atraso, pois terminou suas atividades de pré-comissionamento 2 semanas antes da data planejada.

Com esses dados apresentados no capítulo decorrer do capítulo 4, foi possível gerar uma porcentagem geral dos projetos A e B para verificar qual destes projetos foi mais eficaz

quanto ao prazo de conclusão das atividades de pré-comissionamento. Com isso, viu-se que o projeto A obteve uma média de 9 semanas de atraso, ou seja, aproximadamente 39,13%. Já no projeto B a média de atraso aproximada foi de 1 semana, ou seja, 6,67%.

Esses resultados vão de acordo com o padrão NORSOK Z-CR-07 (1996) já citado aqui neste trabalho que nos afirma que todo o planejamento de fabricação e instalação deve ser orientado pelas prioridades dos sistemas de comissionamento, assim como foi verificado nos resultados obtidos no projeto B. Em concordância com esses resultados encontrados temos Guimarães (2013, p 17) afirmando que o direcionamento do comissionamento deve ocasionar uma transferência da Construção e Montagem para o cliente final de forma rápida, ordena e segura, dentro dos requisitos de desempenho desejados, ou seja, a conclusão dos subsistemas prioritários de acordo com o que foi planejado (ou o mais próximo possível) para o cliente final.

5 CONCLUSÃO

De acordo com sua proposta inicial, o objetivo desta dissertação é comparar a priorização dos sistemas e subsistemas nas atividades de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações gerada pelo setor de Comissionamento com as atividades priorizadas pelo setor de Construção e Montagem com o objetivo de colocar a plataforma FPSO em operação com mais eficiência no prazo de entrega do empreendimento.

Através das curvas de avanço do tipo “*Rundown*” foram comparados 5 subsistemas entre 2 empreendimentos similares de Construção e Montagem e Comissionamento de plataformas do tipo FPSO que ocorreram num mesmo estaleiro na cidade de Niterói, no estado do Rio de Janeiro. Com isso pôde-se observar através dos gráficos descritos acima como 2 projetos similares podem obter resultados completamente distintos quando se muda o método de direcionamento da mão de obra (método desenvolvido pela Construção e Montagem ou método desenvolvido pelo Comissionamento). Esta análise foi realizada através de 5 subsistemas considerados pelo gerente de Comissionamento como prioritários para a saída da plataforma do cais do estaleiro, rumo ao período de ancoragem, onde ocorrem a maioria dos testes finais de Comissionamento.

Conclui-se, portanto, com base nos dados gerados nesta dissertação, que o método de direcionamento da mão de obra gerado através da priorização dos sistemas e subsistemas nas atividades de instalação e montagem dos equipamentos, instrumentos e tubulações elaborado pelo setor de Comissionamento, mostrou-se mais eficaz quanto ao prazo do projeto do que o direcionamento elaborado pelo setor de Construção e Montagem. Cabe ressaltar novamente que este trabalho se limitou na análise de prazo dos projetos em questão e que não foi realizada uma análise econômica e nem de fluxo de caixa destes projetos.

Com base nestes dados gerados, sugere-se para trabalhos futuros a aplicação deste método em outros tipos de instalações industriais a fim de obter uma consolidação na aplicação do mesmo e gerar com isso mais trabalhos para a academia voltados ao tema em questão e também a realização de uma avaliação demonstrando o impacto no cunho financeiro ao se aplicar este tipo de priorização num projeto de plataforma do tipo FPSO.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ASHRAE GREENGUIDE, **Commissioning**, Second edition, pag. 41 – 53, 2006.
- BASILI, R. Victor; LANUBILE, L. Filippo., **Building Knowledge Through Families of Experiments**, IEEE Transactions on Software Engineering, v. 25, n°. 4, July/August, 1999.
- CAETANO, G. Antônio, **Uso do Livro Interativo Multimídia na Aprendizagem de Matemática em uma Escola Primária: Impacto no Desempenho dos Aluno da 7a Serie**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
- CAVALCANTE, R. Thiago, **Uma Análise Sistemática de Literatura do Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software: Aspectos Qualitativos e Quantitativos**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- COSTA, Carlos E. S.; MULLER, Ivan; WINTER, M. Jean; NETTO, C. João; PEREIRA, E. Carlos; RAMOS, R. Ricardo, **Industrial Wireless Instrumentation and the Current Commissioning Model**, Proceedings of the 19th World Congress The International Federation of Automatic Control Cape Town, South Africa, August, 2014.
- COYNER, C. Rachel, KRAMAR, W. Scott, **Long Term Benefits of Building Commissioning: Should Owners Pay the Price?** *Procedia Engineering*, v. 196, p. 429-435, 2017.
- CRUZES, S. Daniela, **Análise Secundaria de Estudos Experimentais em Engenharia de Software**, Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- DINIZ, Rubens. **A Aplicação da Curva “S” na Gestão de Projetos de Engenharia**, 2017, Disponível em: <https://gestaodedocumentos.net/aplicacao-curva-s-gestao-de-projetos-de-engenharia/>. Acesso em: 21/09/2018.
- FERREIRA, Miguel. **Gerenciamento da Qualidade pela Contratante na Montagem Industrial de Plantas de Processo**, Universidade de São Paulo, p. 7 - 8, 1998.
- GANDRA, Rodrigo Mendes, **Comissionamento como uma ferramenta do processo de controle de qualidade em projetos industriais**, Prática, p. 22-27, Janeiro, 2010.
- GAY, L. R., MILLES, E. Geoffrey, AIRASIAN, Peter, **Educational Research: Competencies for Analysis an Application**, *Pearson Education, Inc.*, 10, ed. USA, 2012.
- GIL, Antônio Carlos, **Métodos e técnicas de pesquisa social**, Atlas, 6. Ed. – São Paulo, 2008.
- GUIMARÃES, Alexandre, **Processo de Comissionamento em Instalações Industriais**, apostila FUNCEFET, Rio de Janeiro, 2013.
- ISHIDA, S. F. Chistianne, **Modelo Conceitual para Comissionamento de Sistemas Prediais**, *Dissertação de Mestrado Apresentada à USP*, 2015.
- JUNIOR CORREA, **Análise do Processo de Comissionamento de Instalações de Produção de Óleo e Gás Offshore: Uma proposta de Indicadores de Performance**, *Dissertação de*

Mestrado apresentada ao Programa em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da UFRJ, Agosto, 2014.

KIRSILÄ, Johanna, HELLSTRÖ Magnus, WIKSTRÖ, Kim. **Integration as a project management concept: A study of the commissioning process in industrial deliveries**, *International Journal of Project Management*, v. 25, p. 714-721, 2007.

LAKATOS e MARCONI, **Fundamentos de Metodologia Científica**, Atlas, 5. Ed. – São Paulo, 2003.

LANE, G. **Developments in Mineral Processing**, Elsevier Science Ltd., v. 15, p. 158- 180, 2005.

MALHOTRA, Naresh K., **Pesquisa de Marketing: Foco na Decisão**, tradução *Opportunity Translations*; revisão técnica Maria Cecília Laudisio e Guilherme de Farias Shiraishi - 3. ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

MATHEDI, Octávio. **Práticas de Engenharia de Condicionamento e Comissionamento**, Editora AGBook, 2010.

MORANO, Cássia. **Análise de Risco na Estimativa de Custo de Obras de Estruturas Metálicas**, Universidade Federal Fluminense, p.135, 2013.

NORSOK STANDARD, **Mechanical Completion and Commissioning**, 1996 Disponível em: <https://www.standard.no/en/sectors/energi-og-klima/petroleum/norsok-standard-categories/z-mc-preservation/z-007/>. Acesso em: 05 de abril de 2016.

OLIVEIRA, M. Ferreira, **METODOLOGIA CIENTÍFICA: Um Manual Para a Realização de Pesquisas em Administração**, Universidade Federal de Goiás, 2011.

POCOCK, James B.; KUENNEN, Steven T.; GAMBATESE, John; RAUSCHKOLB, Jon. **Constructability State of Practice Report**, *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 132, n°. 4, April 1, 2006.

ROUHI SOHEIL, P. E., **Framework for Owner's Project Requirements for Total Structural Systems (OPRTSS)**, Degree Doctor of Philosophy in the College of Architecture Georgia Institute of Technology School of Building Construction, August, 2011.

SHAKOORIAN, Amirali, **Performance Assessment of Building Commissioning Process as a Quality Assurance System**, Degree Doctor of Philosophy in the College of Architecture Georgia Institute of Technology School of Building Construction, May, 2006.

SILVA FILHO P. Edgar; MIRANDA, A. W. Gilberto., **Planejamento, Programação e Controle da Produção (Serviços) em Upgrade de Unidade Marítima, Shutdown de Plataforma de Exploração Semi-Submersível**, *XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2007.

SOUZA, Z. Murilo, LEAL, L. Gislaine Camila, HUZITA, M. H. Elisa., **Um Exemplo de Condução de Estudo Experimental Guiado por um Processo**, *Revista Tecnológica*, v. 21, p. 43 – 52, Maringá, 2012.

SOUZA, V., Bergson José. **Modelo para Compatibilização de Projetos na Fase de Comissionamento Baseado em Confiabilidade e Risco**, Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

STONNE, Rodolfo, **A Curva “Rundown” de Contingência**, Disponível em: <https://blogtek.com.br/curva-rundown-contingencia/>. Acesso em dezembro de 2013.

STONNE, Rodolfo, **Ferramentas de Planejamento**, Editora E-papers Serviços Editoriais, 2001.

TRAVASSOS, H. Guilherme., **Introdução a Engenharia de Software Experimental**, *Programa de Engenharia de Sistemas e Computação*, p. 1 – 17, COPPE / UFRJ, 2002.

APÊNDICE-01 - Dados Utilizados para Geração dos Gráficos das Curvas do Tipo “*Rundown*”.

1. Sistema de Aquecimento (*Heating Medium System*).

| <i>ITR - Curvas Rundown</i> | | SM01 | SM02 | SM03 | SM04 | SM05 | SM06 | SM07 | SM08 | SM09 | SM10 | SM11 | SM12 | SM13 | SM14 | SM15 | SM16 | SM17 | SM18 | SM19 | SM20 | SM21 | SM22 | SM23 | SM24 | SM25 | SM26 | SM27 | SM28 | SM29 | SM30 | SM31 | SM32 | SM33 | SM34 | |
|-----------------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| <i>ITR A</i> | Projeto B | 62 | 62 | 55 | 43 | 38 | 34 | 30 | 24 | 11 | 11 | 13 | 13 | 13 | 11 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 62 | 58 | 54 | 52 | 48 | 43 | 38 | 35 | 31 | 29 | 24 | 18 | 15 | 10 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 266 | 265 | 255 | 249 | 251 | 247 | 248 | 248 | 218 | 215 | 215 | 213 | 211 | 207 | 201 | 194 | 180 | 167 | 167 | 152 | 148 | 107 | 86 | 44 | 42 | 38 | 29 | 20 | 17 | 5 | 4 | 2 | 1 | 1 | |
| | Projeto A Nivelado | 62 | 62 | 59 | 58 | 59 | 58 | 58 | 58 | 51 | 50 | 50 | 50 | 49 | 48 | 47 | 45 | 42 | 39 | 39 | 35 | 34 | 25 | 20 | 10 | 10 | 9 | 7 | 5 | 4 | 1 | 1 | 0 | | | |
| | Projeto A Planejado | 62 | 59 | 59 | 55 | 50 | 51 | 48 | 45 | 40 | 40 | 39 | 35 | 33 | 30 | 30 | 25 | 21 | 18 | 13 | 11 | 6 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| <i>ITR EX A</i> | Projeto B | 13 | 13 | 11 | 10 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 13 | 13 | 12 | 11 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 128 | 128 | 124 | 121 | 121 | 116 | 116 | 110 | 93 | 73 | 65 | 64 | 64 | 64 | 63 | 63 | 61 | 61 | 56 | 53 | 45 | 32 | 21 | 14 | 14 | 8 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| | Projeto A Nivelado | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 11 | 9 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | Projeto A Planejado | 13 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| <i>ITR B</i> | Projeto B | 71 | 71 | 71 | 71 | 57 | 54 | 48 | 42 | 37 | 37 | 14 | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 71 | 70 | 68 | 62 | 61 | 54 | 52 | 46 | 40 | 40 | 34 | 29 | 20 | 15 | 8 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 57 | 57 | 57 | 57 | 58 | 58 | 58 | 58 | 62 | 65 | 62 | 62 | 60 | 59 | 59 | 54 | 56 | 48 | 45 | 43 | 39 | 39 | 39 | 28 | 27 | 18 | 12 | 11 | 11 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| | Projeto A Nivelado | 71 | 71 | 71 | 71 | 72 | 72 | 72 | 72 | 77 | 81 | 77 | 77 | 75 | 73 | 73 | 67 | 70 | 60 | 56 | 54 | 49 | 49 | 49 | 35 | 34 | 22 | 15 | 14 | 14 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| | Projeto A Planejado | 71 | 70 | 58 | 55 | 55 | 49 | 46 | 46 | 39 | 35 | 34 | 31 | 27 | 27 | 24 | 20 | 18 | 17 | 14 | 11 | 8 | 5 | 0 | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

2. Sistema de Resfriamento (Cooling Medium System).

| <i>ITR - Curvas Rundown</i> | | SM01 | SM02 | SM03 | SM04 | SM05 | SM06 | SM07 | SM08 | SM09 | SM10 | SM11 | SM12 | SM13 | SM14 | SM15 | SM16 | SM17 | SM18 | SM19 | SM20 | SM21 | SM22 | SM23 | SM24 | SM25 | SM26 | SM27 | SM28 | SM29 | SM30 | SM31 | SM32 | SM33 | SM34 | |
|-----------------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| <i>ITR A</i> | Projeto B | 73 | 78 | 80 | 78 | 67 | 47 | 22 | 15 | 1 | 0 | 0 | 20 | 19 | 10 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 73 | 68 | 63 | 58 | 53 | 48 | 43 | 38 | 33 | 28 | 20 | 15 | 10 | 4 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 528 | 500 | 499 | 484 | 469 | 458 | 459 | 459 | 436 | 427 | 427 | 425 | 419 | 417 | 409 | 399 | 347 | 320 | 303 | 289 | 230 | 171 | 152 | 133 | 121 | 109 | 79 | 37 | 27 | 14 | 8 | 4 | 2 | 2 | |
| | Projeto A Nivelado | 73 | 69 | 69 | 67 | 65 | 63 | 63 | 63 | 60 | 59 | 59 | 59 | 58 | 58 | 57 | 55 | 48 | 44 | 42 | 40 | 32 | 24 | 21 | 18 | 17 | 15 | 11 | 5 | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | | |
| | Projeto A Planejado | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 | 52 | 49 | 46 | 43 | 40 | 37 | 34 | 31 | 28 | 25 | 22 | 19 | 15 | 10 | 6 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| <i>ITR EX A</i> | Projeto B | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 17 | 5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 25 | 23 | 21 | 18 | 15 | 13 | 11 | 9 | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 171 | 171 | 171 | 168 | 168 | 122 | 119 | 110 | 99 | 70 | 60 | 56 | 56 | 56 | 56 | 46 | 44 | 41 | 37 | 33 | 29 | 22 | 13 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | |
| | Projeto A Nivelado | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 18 | 17 | 16 | 14 | 10 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | |
| | Projeto A Planejado | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 5 | 3 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| <i>ITR B</i> | Projeto B | 130 | 130 | 127 | 121 | 121 | 117 | 111 | 101 | 69 | 61 | 17 | 4 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 130 | 121 | 112 | 103 | 94 | 85 | 76 | 67 | 58 | 49 | 40 | 31 | 27 | 15 | 8 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 136 | 136 | 140 | 149 | 145 | 145 | 146 | 142 | 142 | 142 | 109 | 73 | 64 | 62 | 57 | 54 | 51 | 39 | 35 | 26 | 13 | 9 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | Projeto A Nivelado | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 131 | 131 | 135 | 143 | 140 | 140 | 141 | 137 | 137 | 137 | 105 | 70 | 62 | 60 | 55 | 52 | 49 | 38 | 34 | 25 | 13 | 9 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | Projeto A Planejado | 130 | 125 | 120 | 115 | 110 | 105 | 100 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 31 | 24 | 14 | 0 | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3. Sistema de Partidas de Motores, Ar de Instrumento e Distribuição (*Engine Start Air, Instrument Air and Distribution System*).

| ITR - Curvas Rundown | | SM01 | SM02 | SM03 | SM04 | SM05 | SM06 | SM07 | SM08 | SM09 | SM10 | SM11 | SM12 | SM13 | SM14 | SM15 | SM16 | SM17 | SM18 | SM19 | SM20 | SM21 | SM22 | SM23 | SM24 | SM25 | SM26 | SM27 | SM28 | SM29 | SM30 | SM31 | SM32 | SM33 | SM34 | |
|----------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| ITR A | Projeto B | 48 | 46 | 39 | 32 | 16 | 10 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 48 | 45 | 42 | 39 | 36 | 33 | 30 | 27 | 24 | 21 | 18 | 15 | 10 | 6 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 224 | 223 | 223 | 223 | 223 | 216 | 216 | 216 | 205 | 209 | 208 | 209 | 209 | 209 | 199 | 191 | 154 | 148 | 125 | 120 | 88 | 61 | 57 | 42 | 39 | 26 | 8 | 8 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | |
| | Projeto A Nivelado | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 46 | 46 | 46 | 44 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 43 | 41 | 33 | 32 | 27 | 26 | 19 | 13 | 12 | 9 | 8 | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | Projeto A Planejado | 48 | 46 | 44 | 42 | 40 | 38 | 36 | 34 | 32 | 30 | 28 | 26 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 11 | 8 | 4 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| ITR EX A | Projeto B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Projeto A Nivelado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Projeto A Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ITR B | Projeto B | 27 | 27 | 27 | 21 | 15 | 15 | 11 | 9 | 8 | 5 | 6 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 27 | 25 | 23 | 21 | 19 | 17 | 15 | 13 | 11 | 9 | 8 | 7 | 5 | 3 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 21 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 26 | 26 | 25 | 23 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Projeto A Nivelado | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 23 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 25 | 15 | 14 | 14 | 14 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Projeto A Planejado | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 8 | 6 | 4 | 3 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4. Sistema de Bomba Salgada e Distribuição nos Módulos (*Sea water Lift Pumps and Toppides Distribution System*).

| ITR - Curvas Rndown | | SM01 | SM02 | SM03 | SM04 | SM05 | SM06 | SM07 | SM08 | SM09 | SM10 | SM11 | SM12 | SM13 | SM14 | SM15 | SM16 | SM17 | SM18 | SM19 | SM20 | SM21 | SM22 | SM23 | SM24 | SM25 | SM26 | SM27 | SM28 | SM29 | SM30 | SM31 | SM32 | SM33 | SM34 | | |
|---------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|--|
| ITR A | Projeto B | 135 | 135 | 126 | 100 | 95 | 68 | 74 | 57 | 34 | 31 | 28 | 24 | 15 | 6 | 5 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 135 | 125 | 115 | 105 | 95 | 85 | 75 | 65 | 55 | 45 | 35 | 25 | 15 | 5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 135 | 131 | 130 | 130 | 127 | 126 | 126 | 126 | 121 | 115 | 114 | 113 | 113 | 113 | 117 | 113 | 113 | 102 | 102 | 103 | 90 | 54 | 50 | 44 | 43 | 36 | 33 | 39 | 33 | 25 | 20 | 7 | 7 | 4 | | |
| | Projeto A Nivelado | 135 | 131 | 130 | 130 | 127 | 126 | 126 | 126 | 121 | 115 | 114 | 113 | 113 | 113 | 117 | 113 | 113 | 102 | 102 | 103 | 90 | 54 | 50 | 44 | 43 | 36 | 33 | 39 | 33 | 25 | 20 | 7 | 7 | 4 | | |
| | Projeto A Planejado | 135 | 129 | 123 | 117 | 111 | 105 | 99 | 93 | 87 | 81 | 75 | 69 | 63 | 57 | 51 | 45 | 39 | 33 | 27 | 21 | 15 | 7 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| ITR EX A | Projeto B | 35 | 35 | 34 | 31 | 31 | 31 | 24 | 20 | 12 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 35 | 32 | 29 | 26 | 24 | 21 | 19 | 16 | 13 | 10 | 7 | 5 | 3 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 59 | 59 | 58 | 58 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 50 | 50 | 47 | 47 | 46 | 46 | 46 | 46 | 45 | 44 | 43 | 43 | 43 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | |
| | Projeto A Nivelado | 35 | 35 | 34 | 34 | 34 | 34 | 33 | 33 | 32 | 30 | 30 | 28 | 28 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 26 | 26 | 26 | 26 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | Projeto A Planejado | 35 | 34 | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 17 | 15 | 13 | 10 | 7 | 4 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| ITR B | Projeto B | 76 | 76 | 76 | 58 | 58 | 55 | 55 | 36 | 30 | 29 | 18 | 17 | 14 | 14 | 11 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 76 | 71 | 66 | 61 | 56 | 51 | 46 | 41 | 36 | 29 | 24 | 15 | 10 | 5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 23 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 25 | 24 | 21 | 21 | 21 | 21 | 20 | 20 | 16 | 14 | 16 | 9 | 10 | 6 | 6 | 6 | 6 | | |
| | Projeto A Nivelado | 76 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 83 | 79 | 69 | 69 | 69 | 69 | 66 | 66 | 53 | 46 | 53 | 30 | 33 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| | Projeto A Planejado | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 | 52 | 49 | 46 | 43 | 40 | 37 | 34 | 31 | 27 | 21 | 17 | 13 | 8 | 5 | 0 | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

5. Sistema Queima em Alta e Baixa Pressão (*HP Flare and LP Flare System*).

| ITR - Curvas Rundown | | SM01 | SM02 | SM03 | SM04 | SM05 | SM06 | SM07 | SM08 | SM09 | SM10 | SM11 | SM12 | SM13 | SM14 | SM15 | SM16 | SM17 | SM18 | SM19 | SM20 | SM21 | SM22 | SM23 | SM24 | SM25 | SM26 | SM27 | SM28 | SM29 | SM30 | SM31 | SM32 | SM33 | SM34 | |
|----------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| ITR A | Projeto B | 108 | 108 | 105 | 103 | 103 | 102 | 97 | 97 | 80 | 54 | 40 | 21 | 2 | 1 | 0 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 108 | 100 | 92 | 84 | 76 | 68 | 60 | 52 | 44 | 36 | 28 | 20 | 12 | 4 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 221 | 221 | 221 | 217 | 217 | 213 | 212 | 212 | 212 | 212 | 212 | 217 | 217 | 217 | 208 | 207 | 203 | 202 | 197 | 195 | 186 | 177 | 172 | 181 | 171 | 160 | 124 | 81 | 44 | 13 | 11 | 2 | 0 | 0 | |
| | Projeto A Nivelado | 108 | 108 | 108 | 106 | 106 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 106 | 106 | 106 | 102 | 101 | 99 | 99 | 96 | 95 | 91 | 86 | 84 | 88 | 84 | 78 | 61 | 40 | 22 | 6 | 5 | 1 | 0 | 0 | |
| | Projeto A Planejado | 108 | 103 | 98 | 93 | 88 | 83 | 78 | 73 | 68 | 63 | 58 | 53 | 48 | 43 | 38 | 33 | 28 | 23 | 18 | 13 | 8 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| ITR EX A | Projeto B | 17 | 17 | 14 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 7 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 29 | 27 | 27 | 22 | 21 | 21 | 21 | 18 | 18 | 18 | 17 | 14 | 7 | 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | Projeto A Nivelado | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 14 | 13 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 | 8 | 7 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Projeto A Planejado | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 10 | 8 | 7 | 5 | 4 | 3 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| ITR B | Projeto B | 53 | 53 | 53 | 37 | 27 | 33 | 32 | 32 | 32 | 32 | 30 | 19 | 19 | 12 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto B Planejado | 53 | 49 | 45 | 41 | 37 | 33 | 29 | 25 | 21 | 17 | 13 | 9 | 5 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projeto A | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 45 | 45 | 44 | 42 | 42 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 24 | 22 | 22 | 20 | 20 | 10 | 0 | 0 | 0 | |
| | Projeto A Nivelado | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 53 | 53 | 52 | 49 | 49 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 28 | 26 | 26 | 24 | 24 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| | Projeto A Planejado | 53 | 51 | 49 | 47 | 45 | 43 | 41 | 39 | 37 | 35 | 33 | 31 | 29 | 27 | 25 | 22 | 19 | 15 | 10 | 7 | 5 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.