



COPPE/UFRJ

**A ATIVIDADE DOS ENGENHEIROS PROJETISTAS E A INSERÇÃO DA
DIMENSÃO DO USO EM PROJETOS: UM ESTUDO DE CASO**

Renato Porthun

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadores: Ronaldo Soares de Andrade

Francisco José de Castro Moura Duarte

Rio de Janeiro

Abril de 2010

A ATIVIDADE DOS ENGENHEIROS PROJETISTAS E A INSERÇÃO DA
DIMENSÃO DO USO EM PROJETOS: UM ESTUDO DE CASO

Renato Porthun

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Francisco José de Castro Moura Duarte, D.Sc.

Prof. Ricardo Manfredi Naveiro, D.Sc.

Prof. Francisco de Paula Antunes Lima, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

ABRIL DE 2010

Porthun, Renato

A atividade dos engenheiros projetistas e a inserção da dimensão do uso em projetos: um estudo de caso/ Renato Porthun. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

XVI, 220 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Ronaldo Soares de Andrade e Francisco José de Castro Moura Duarte.

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2010.

Referências Bibliográficas: p. 169–173.

1. Processo de Desenvolvimento de Projeto. 2. Atividade dos Projetistas. 3. Dimensão do uso. I. Andrade, Ronaldo Soares de, *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

DEDICATÓRIA

À minha amada esposa Ana Lucia e às igualmente amadas filhas Mariana e Maria Fernanda. Muito mais do que se colocarem ao meu lado como ardorosas e amorosas expectadoras, tiveram participação ativa e decisiva ao longo de toda a caminhada.

Não surpreendente, Ana se empenhou no cumprimento da missão com dedicação infinita. Doou-se como se a responsabilidade pelo êxito fosse de sua própria atribuição.

Mari e Fefê, além de terem sido fontes de amor e carinho ilimitados, compreenderam os momentos de renúncia e privação, com a maturidade de quem reconhece o imensurável valor de lutarmos unidos, em favor das conquistas familiares.

A vocês três, todo o meu amor e a minha gratidão, eternamente.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, a Deus, que está sempre ao meu lado, me inspirando as decisões corretas, mostrando o caminho certo, me dando confiança e força para prosseguir. E nos momentos mais difíceis, me acolhe em seus braços de Pai.

A toda a minha família, de modo muito especial à minha esposa e às minhas filhas que, junto com meus pais, irmão, tias, e sogros me ajudaram incondicionalmente nessa missão.

Ao grande amigo, colega de trabalho e companheiro de mestrado, Carlos Miguel Cordeiro dos Santos, referência sempre oportuna e pertinente, que com suas relevantes contribuições muito me ajudou no cumprimento desta empreitada. Ao amigo Jorge Viot, pela compreensão nos detalhes finais. Aos demais colegas do curso, com distinção à amiga Márcia Moreira, que me possibilitou o acesso a informações decisivas.

Ao meu Orientador e amigo, professor Francisco Duarte, por ter me apresentado com um tema de pesquisa com o qual muito me identifiquei: a atividade dos projetistas – profissão do meu Pai. Também pela pronta disposição em me atender nas necessidades acadêmicas, quando se mostrou sempre capaz e paciente para me conduzir no rumo certo. Ainda, por ter me ensinado a não me dar por satisfeito diante da superficialidade das primeiras evidências – limitando-nos a elas a ciência pouco avança.

Aos demais professores, especialmente Francisco Lima, José Marçal, Ricardo Naveiro e Ronaldo Soares, com os quais tive o privilégio de muito aprender. E à equipe da área de GI do PEP, dignamente representada pela Sra. Maria de Fátima Santiago.

À Marinha do Brasil que, por meio do Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), me permitiu a oportunidade de ampliar minha capacitação profissional.

À diretoria da PROJEMAR S.A., que me franqueou o pleno acesso ao projeto que constituiu o objeto da minha pesquisa. Ressalto a competência e o profissionalismo de toda a equipe do projeto; e a solicitude com que fui tratado por todos. Aos representantes da PETROBRAS, pela presteza nas significativas colaborações.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

A ATIVIDADE DOS ENGENHEIROS PROJETISTAS E A INSERÇÃO DA
DIMENSÃO DO USO EM PROJETOS: UM ESTUDO DE CASO

Renato Porthun

Abril/2010

Orientadores: Ronaldo Soares de Andrade

Francisco José de Castro Moura Duarte

Programa: Engenharia de Produção

Nesta dissertação foi investigado o processo de projeto da plataforma de petróleo *offshore* P-55, com o objetivo de compreender um processo de projeto para verificar como a dimensão do uso se insere no projeto. A estratégia de pesquisa consistiu em um estudo de caso implementado segundo técnicas etnográficas, realizado na empresa de engenharia encarregada de desenvolver o projeto de detalhamento do módulo da plataforma denominado *lower hull*. O foco da pesquisa incidiu sobre a disciplina de “Tubulação”, por ser a que demanda maior comprometimento com o usuário final e, portanto, melhor propicia a análise da consideração do uso. O estudo evidenciou que a atividade dos projetistas é intensiva na manipulação de objetos; é fortemente marcada por negociações; e que as restrições de tempo, de espaço e de custo competem com o uso. Mostrou também que apesar das recomendações referentes a facilidades para montagem, operação e manutenção dos sistemas de tubulação, problemas quanto ao uso existem. A persistência desses problemas é decorrente do fato de as recomendações, além de serem muito genéricas, privilegiarem os aspectos técnico-construtivos, em detrimento do “conforto” do uso. Condição essa agravada pela chegada tardia, e de forma indireta, do conhecimento advindo da experiência operacional. Outra constatação decorrente do trabalho é que a consideração do uso é mais efetiva quando existe a interação direta entre usuários e projetistas, o que ocorre em sessões de *design review*.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master Science (M.Sc.)

THE ACTIVITY OF DESIGNING ENGINEERS AND THE INSERTION OF THE USE
DIMENSION IN DESIGNS: A CASE STUDY

Renato Porthun

April/2010

Advisors: Ronaldo Soares de Andrade

Francisco José de Castro Moura Duarte

Department: Industrial Engineering

In this dissertation we investigate the design process of the offshore oil platform P-55, with the aim of understanding a design process, to verify how the use dimension is taken into consideration in the project. The research strategy consisted of a case study implemented according ethnographic techniques, held at an engineering firm in charge of developing the detailed design of the platform module called lower hull. The focus of research focused on the discipline of "Pipeline", which demand greater commitment to the end user and therefore provides the best analysis of account usage. The study showed that the activity of designers is intensive in handling objects, it is strongly marked by negotiations, and the restrictions of time, space and cost compete with use. It also showed that despite the recommendations relating to facilities for installation, operation and maintenance of system, problems regarding the use exists. The persistence of these problems is due, in principle, the fact that the recommendations, besides being very general, favored the technical-constructive to the detriment of the "comfort" of use. This condition aggravated by the late arrival, and indirectly, of the knowledge gained from operating experience. Another finding from this job is that the consideration of the use is most effective when there is direct interaction between user and designers, which occurs in the design review sessions.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Apresentação do problema de pesquisa.....	3
1.2. Objetivos.....	7
1.3. Estrutura do trabalho	7
2. A ATIVIDADE DE PROJETO: AS DIFERENTES ABORDAGENS	9
2.1. Sistemática empregada para composição do referencial teórico	9
2.2. Aspectos gerais de projetos de engenharia	10
2.2.1. Uma perspectiva histórica.....	11
2.2.2. Conceituação a respeito de projeto	13
2.3. A problemática do projeto: as diferentes abordagens sobre a atividade de projeto	18
2.3.1. As abordagens técnicas da concepção	19
2.3.2. As abordagens das dimensões cognitivas do projeto.....	31
2.3.3. As abordagens coletivas e sociais do projeto.....	35
3. ESTUDO DE CASO: O PROCESSO DE PROJETO DO <i>LOWER HULL</i> DA PLATAFORMA P-55	47
3.1. A Estratégia de pesquisa.....	47
3.2. Elementos fundamentais do trabalho de campo	49
3.2.1. O <i>lower hull</i>	49
3.2.2. A empresa PROJEMAR S.A.	51
3.2.3. A sistemática de coleta de dados	52
3.3. O Contexto e a organização do projeto	59
3.3.1. O Contexto.....	59
3.3.2. A organização do projeto da P-55.....	63
3.4. As principais etapas do projeto.....	65
3.5. O projeto de Detalhamento do <i>lower hull</i>	67
3.5.1. O escopo do projeto de Detalhamento do <i>lower hull</i>	68
3.5.2. A organização do projeto de Detalhamento do <i>lower hull</i>	71
3.5.3. A dinâmica do projeto de Detalhamento do <i>lower hull</i>	73
3.5.4. Principais características do projeto de Detalhamento do <i>lower hull</i>	78

3.6. O projeto na disciplina de “Tubulação”	86
3.6.1. Organização da disciplina de “Tubulação”	87
3.6.2. Escopo de trabalho da disciplina de “Tubulação”	88
3.6.3. As principais atividades da disciplina de “Tubulação”	89
3.6.4. Objetos manipulados na disciplina de “Tubulação”	91
3.6.5. Características e condicionantes técnicos de um projeto de tubulação	95
3.6.6. Principais aspectos críticos inerentes à disciplina de “Tubulação”	97
3.7. Como a dimensão do uso se insere no processo de projeto.....	100
3.7.1. Elementos utilizados para pensar no uso nas tomadas de decisão.....	102
3.7.2. Momentos em que se insere a consideração do uso.....	108
3.7.3. O contexto atual e os impactos sobre a consideração do uso	112
3.7.4. Consideração a problemas reais referentes ao uso.....	113
3.8. Consolidação dos resultados.....	145
3.8.1. As principais características do processo e seus impactos no uso.....	145
3.8.2. Como a dimensão do uso se inseriu no processo de projeto.....	148
4. DIAGNÓSTICO E PROPOSIÇÕES DE MELHORIA NO PROCESSO DE PROJETO COM FOCO NO USO	155
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	162
5.1. Conclusões.....	162
5.2. Considerações finais.....	167
6. REFERÊNCIAS	169
7. ANEXOS.....	174

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A temporalidade das situações de projeto.....	16
Figura 2: Representação gráfica do conceito de projeto.....	17
Figura 3: Modelo esquemático do quadro teórico.....	19
Figura 4: Visão da engenharia clássica acerca do processo de projeto.....	20
Figura 5: Três comunidades independentes entre si, à esquerda; e conectadas, à direita.	42
Figura 6: Diagrama para visualização teórica dos objetos.....	45
Figura 7: Fotografia de parte externa do lower hull da P-51(pontoon e colunas); e Maquete eletrônica 3D do lower hull da P-55.....	50
Figura 8: Fotografia de parte da pump room e entrada do túnel de acesso do pontoon da plataforma P-51.....	50
Figura 9: Maquete eletrônica 3D da P-55.....	60
Figura 10: Adaptado pelo autor, com base na Estrutura da Sistemática de Gerenciamento dos Projetos de Desenvolvimento da Produção do E&P.....	66
Figura 11: Fluxograma das fases de Seleção e de Definição do projeto.....	66
Figura 12: Fluxo da sistemática do processo de projeto da plataforma P-55, com destaque para o Projeto de Detalhamento do <i>lower hull</i>	67
Figura 13: Organograma do projeto na PROJEMAR.....	72
Figura 14: Esquemas de divisão do <i>lower hull</i> por blocos e sub-blocos.....	80
Figura 15: Exemplos de <i>Skid</i> : Sistema de Controle Remoto – REMOCON e Sistema de Bombas, respectivamente, obtidos em visita à P-51.....	82
Figura 16: Instalações em que são desenvolvidas as atividades do Projeto de Detalhamento: as dimensões individual (à esquerda) e coletiva (à direita).....	84
Figura 17: Organograma da disciplina Tubulação.....	87
Figura 18: Síntese do processo de projeto, com ênfase na disciplina de “Tubulação” ..	91
Figura 19: Principais objetos manipulados na disciplina de “Tubulação”.....	93

Figura 20: Parte do Modelo 3D em que se encontram representadas as válvulas de dreno da Caixa de Mar de uma das salas de bombas.....	94
Figura 21: Ilustração, extraída do Modelo, da interferência entre o atuador e o estrado	99
Figura 22: Eixos de acionamento (esquerda) e rede de “ <i>tubings</i> ” (direita).....	114
Figura 23: Escada de acesso	115
Figura 24: Válvula elevada.....	115
Figura 25: Válvulas abaixo do estrado	116
Figura 26: Válvulas com acesso dificultado.....	116
Figura 27: Operador retirando a placa do piso e descendo para fazer a limpeza do filtro	119
Figura 28: Pocetos	119
Figura 29: Válvula do sistema de Diesel.....	122
Figura 30: Caixa de lama do poceto	123
Figura 31: Sistema de <i>Bilge</i>	123
Figura 32: Válvulas do sistema de Lastro	124
Figura 33: Válvula do sistema de Lastro	126
Figura 34: Sistemas da <i>pump room</i> do bloco NFS2 (Vante/BE), extraída do Modelo	128
Figura 35: Situação da sala de bombas dentro no “nó”	129
Figura 36: Vista dos recursos providos pelo <i>Outfitting</i> , na <i>pump room</i> – sistemas de Lastro, de Esgoto e Químico	131
Figura 37: Vista dos recursos providos pelo <i>Outfitting</i> , na <i>pump room</i> – sistemas de Diesel, de Água Doce e demais sistemas	131
Figura 38: Válvula de descarga do sistema de Diesel e respectiva medida de elevação (<i>delta elevation</i>), obtida pelo recurso <i>measure distance</i> , do PDS.....	132
Figura 39: Fluxo da sistemática de fiscalização do projeto.....	133
Figura 40: Dinâmica da interação entre os principais atores.....	134
Figura 41: Inconsistência observada no Modelo, que envolve as disciplinas de “Tubulação” (PIP), “ <i>Outfitting</i> ” (SO) e Instrumentação (INSTR).....	140

Figura 42: Reunião para verificação de pendências apontadas em <i>design review</i>	141
Figura 43: Parte do Modelo, onde se encontra a válvula <i>dampner</i>	142
Figura 44: Válvulas PSV	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização do pessoal entrevistado	57
Tabela 2: Experiência profissional dos integrantes da disciplina de “Tubulação”	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese da sistemática para coleta de dados	52
Quadro 2: Classificação de documentos fornecidos pela PETROBRAS	53
Quadro 3: Síntese da organização do projeto	63
Quadro 4: Responsabilidades da empresa projetista	68
Quadro 5: <i>Workflow</i> de atribuições de função no projeto do <i>lower hull</i> da P-55	135
Quadro 6: Perfil de projeto e construção das plataformas P-40; P-43; P-51; P-55	152

LISTA DE SIGLAS

ADP – Análise de Documento de Projeto
BE - Boreste
BD - Banco de Dados
BV - Bureau Veritas
CAD - Computer Aided Design
CEDOC – Centro de Documentação
CENPES - Centro de Pesquisas da PETROBRAS
CoEmb - Coordenador de Embarcação
DARPA - Defense Advanced Research Project Agency
DFMA - Projeto Orientado a Montagem
EAS - Estaleiro Atlântico Sul
E&P - Exploração e Produção
ES - Engenharia Simultânea
ET - Especificação Técnica
EVTE - Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica
FEED - Front-End Engineering Design
FPSO - Floating Production, Storage and Offloading
FWD - Forward (vante)
GEDWP - General Engineering Design Work Plan
GPlat - Gerente de Plataforma
GRUFIS - Grupo de Fiscalização
GTD - General Technical Description
HAZOP - Hazard and Operability
HSE - Health, Safety and Environmental
HVAC - Heating, Ventilation and Air Conditioning
IDA - Institute of Defense Analysis
IESA - Internacional de Engenharia S. A.
IJIE - International Journal of Industrial Ergonomics
INSTR - Disciplina de “Instrumentação”
NFS - Node (nó) Forward (vante) Starboard (boreste)
OSHA - Occupational Safety and Health Administration
PB - Projeto Básico

PC - Projeto Conceitual
P&ID - Piping and Instrument Diagram
PDS - Plant Design System
PIP - Disciplina de “Tubulação”
PNBV - PETROBRAS Netherland B. V.
POB - People on Board (Pessoal Embarcado)
PSV - Pressure Safety and Relief Valve (Válvula de Alívio de Pressão)
REMOCN - Remote Control (Controle Remoto)
RM - Requisição de Material
SEMI-SUB - Semi-Submersível
SA – Solicitação de Alteração
SIG - Sistema Integrado de Gestão
SO - Disciplina de “Outfitting”
SOLAS - Safety of Life at Sea
STB - Starboard (boreste)
TQF - Technical Query Form
UH - Unidade Hidráulica
VAC - Ventilação e Ar Condicionado
WEB SIGEM – Sistema de Gerenciamento de Empreendimentos para plataforma WEB

1. Introdução

Em meio ao contexto produtivo atual, configurado pelas exigências de um ambiente industrial globalizado que clama pela construção de sistemas e artefatos bem projetados, intensivos em inovações técnicas, produzidos com alta qualidade, a baixo preço e lançados no mercado no menor tempo, as atenções se voltam para a fase de projeto do produto.

Muitos dos novos produtos, por incorporarem cada vez mais os avanços tecnológicos na sua constituição física, tornaram-se mais complexos. Por outro lado, o ambiente de projeto também se tornou mais complexo, em função das mudanças no modo de produzir. Daí, a necessidade de adequada compreensão acerca da natureza da atividade de projeto e das muitas atividades a ela relacionadas.

Para fazer frente aos desafios que emergem em termos de projetar produtos tecnicamente mais complexos, os meios e recursos que apóiam a atividade de projetar têm evoluído em ritmo acelerado. O propósito é viabilizar que as inovações disponibilizadas pela tecnologia de fabricação sejam contempladas na fase de projeto, e assim sejam atendidas as novas demandas produtivas e científicas.

Essa tendência evolutiva é observada com grande ênfase na construção naval/*offshore*, área em que se insere o processo de projeto que é o objeto de estudo deste trabalho de pesquisa – o de uma plataforma semi-submersível de exploração de petróleo.

Por outro lado, buscam-se por projetos mais econômicos e realizados em menor tempo, mas que também atendam plenamente aos requisitos de desempenho das empresas. No entanto, o que tem sido observado na prática é que essa perspectiva tem gerado um desequilíbrio de valores e de resultados, que culmina em privilegiar os fatores econômicos em detrimento de aspectos operacionais que contemplem as necessidades do usuário final.

A visão focada na perspectiva financeira constitui-se em um dos fatores delimitadores que exercem importante influência na atividade de projetar. Essa

perspectiva tanto restringe o espaço de manobra do projetista, enquanto criador de soluções e alternativas quanto impõe a este, condicionantes de trabalho desfavoráveis em termos de redução de tempo para a concepção do projeto.

Diante desse contexto em que se inserem os projetos verifica-se que a atividade de quem projeta é permeada por condicionantes críticos que podem levar o projetista a incorrer em falhas e deficiências, alheias ou não ao seu controle, cujos efeitos se refletirão, não somente no âmbito do projeto, mas também na qualidade e na operacionalidade do produto projetado e, conseqüentemente, nas condições de trabalho do usuário final.

A operação das plataformas requer, em grande parte, manobras freqüentes e coordenadas de abertura e fechamento dos dispositivos operacionais – válvulas, registros, outros – muitas vezes realizadas de forma manual, bem como leituras de instrumentos de monitoramento e de controle. Não raro, os dispositivos ora citados encontram-se instalados em locais de difícil acesso e distantes entre si, o que eventualmente exige por parte de quem os opera, esforços extraordinários para serem alcançados, e repetidos deslocamentos.

A solução, ou pelo menos a atenuação desses problemas, passa necessariamente por projetos bem concebidos, desenvolvidos com base em metodologias de desenvolvimento e de gerenciamento adequadas, nos quais o projetista deve levar em conta a perspectiva do trabalho do operador.

Sob essa óptica, os transtornos causados aos operadores podem ser em boa parte evitados se durante o processo de concepção o projetista tiver conhecimento sobre os sistemas projetados e suas respectivas utilizações; bem como “espaço de manobra” suficiente para por em prática seus conhecimentos e experiência profissional. Assim, poderá conceber soluções que contemplem os aspectos operacionais requeridos para o uso do produto projetado.

A complexidade crescente dos problemas de projeto em geral, aponta, cada vez mais, para a necessidade de melhor entender como se projeta, no sentido de procurar compreender como os projetistas tratam problemas complexos, mal formulados, e que

estratégia ou lógica utilizam para resolvê-los através de procedimentos ditos normais e convencionais. Uma das formas de buscarmos elementos para entender melhor como os projetistas raciocinam durante a construção de soluções de problemas é observá-los em ação e tentar obter a descrição de como agem, em situações cotidianas.

Para se apreender o processo de projeto sob uma perspectiva da prática é necessário saber como se desenvolve a atividade de um projetista em situação de projeto. É preciso conhecer as suas dificuldades e restrições, tanto as cognitivas concernentes aos recursos técnicos que utiliza quanto as que surgem da interação com os demais atores envolvidos no processo, nas construções sociais e nas tomadas de decisão, além das referentes ao ambiente de trabalho.

Portanto, o propósito dessa dissertação é contribuir para a ampliação do conhecimento sobre processo de projeto, a partir de uma visão detalhada do seu desenvolvimento, com ênfase em como a dimensão do uso está inserida em projetos.

1.1. Apresentação do problema de pesquisa

Poucos são os registros encontrados na literatura, resultantes de trabalhos de pesquisa realizados segundo uma perspectiva de investigação que permita uma compreensão acerca do que é a atividade dos projetistas; e de como a dimensão do uso se insere em projetos. Portanto, verifica-se que existe uma carência de conhecimento sobre o que é, de fato, e como se desenvolve um processo de projeto de engenharia, em termos de suas principais características e delimitações. Lacuna que esta dissertação pretende ajudar a suprir.

Os projetos de engenharia são vistos normalmente como um processo racional e ordenado (PAHL and BEITZ, 2007), em detrimento de uma visão realista, segundo a qual deve ser visto não como um processo cognitivista ou mecânico, mas como um processo social, que envolve uma ampla diversidade de participantes, com diferentes perspectivas, interesses e *expertises* (BUCCIARELLI, 1988; 1996).

Por outro lado, estudos revelam que os projetistas têm pouca experiência prática operacional (WULFF, 1997). São raros os projetistas que conhecem o objeto projetado

da perspectiva de suas respectivas operações. Portanto, projeta-se sem a devida consideração ao uso.

Wulff et. al (1999b) complementam que a complexidade implícita na tecnologia atual cria uma barreira de tempo e de distância, que afasta projetista, fabricante, comprador e usuário, impedindo o *feedback* eficiente. Sob essa perspectiva, pode-se inferir que quem projeta, raramente conhece o uso. Segundo esses autores, essa complexidade faz também com que os projetistas se ocupem muito com problemas técnicos, que desviam sua atenção de problemas referentes ao uso.

O contexto ora delineado suscitou a formulação da seguinte questão da pesquisa: Como a dimensão do uso se insere no processo?

Em síntese, esse trabalho vai mostrar:

- Como as necessidades dos operadores são consideradas no processo de projeto, destacando que o uso e os fatores humanos envolvidos no projeto são considerados não a partir de documentação escrita – que quando existe é muito genérica – mas somente nas interações entre os representantes dos usuários e os projetistas, que ocorrem, mesmo que de forma incompleta, nas sessões de *design review*; e

- Os principais aspectos que caracterizam o processo de projeto, evidenciando que a atividade dos projetistas é caracterizada principalmente por intensa manipulação de objetos, negociações e fortemente condicionada por restrições de tempo, de espaço e de custo.

A propósito da carência de conhecimento, Skepper et al. (2000) revelam que até mesmo os próprios engenheiros e projetistas têm um conhecimento pobre acerca dos processos de projeto seguidos em suas empresas. Desse desconhecimento resultam situações problemáticas de projeto, como a não consideração do usuário, que podem impactar a capacidade dos operadores trabalharem eficientemente e com segurança.

Béguin (2007) afirma que o projetista, ao projetar, tem uma representação incompleta do usuário; e complementa que os processos de concepção não levam em conta suficientemente a atividade que os seres humanos desenvolvem quando usam dispositivos ou exploram sistemas de produção. A esse propósito, Béguin dispõe que:

“É indispensável conhecer melhor a atividade e os objetivos buscados pelo operador, em quais condições e com quais constrangimentos. Apenas com essa operação realizada é possível, dados o funcionamento humano, procurar soluções adaptadas.” (BÉGUIN, 2007).

Guérin et al. (2001) observam que disfunções constatadas na produção de artefatos e serviços, com conseqüências adversas para a saúde dos trabalhadores, são originárias do desconhecimento da atividade de trabalho dos operadores, por parte dos responsáveis pelo projeto.

Wulff (1997) sustenta que em projetos de engenharia os projetistas carecem tanto da experiência operacional quanto de acesso fácil a informações operacionais. Segundo essa autora, estudo concernente ao projeto de uma plataforma de petróleo *offshore* evidenciou que um terço dos projetistas nunca esteve a bordo de uma plataforma; um terço fez uma curta visita a bordo, durante a fase de fabricação; e um terço esteve envolvido com o trabalho de modificação nas plataformas em operação (produção).

Pagenhart et al. (1998) argumentam que a transferência de experiência é um meio eficaz para fornecer informações técnicas práticas, do ambiente operacional para as equipes de projeto, de aquisição e de instalação, no que concerne a funcionalidade e eficiência. E inferem que a transferência de experiência melhora o ambiente de trabalho, no sentido da operacionalidade.

Pagenhart et al. (1998) afirmam ainda que o desenvolvimento de grandes projetos, bem como modificações em instalações existentes, são delimitados por restrições de tempo e de orçamento. Devido a esses fatores, a engenharia, a aquisição (*procurement*) e a construção têm sido separadas da operação, o que compromete a transferência de experiência. A propósito das restrições, Wulff et. al (1999b) identificam o espaço como a maior restrição para a consideração do uso em projetos *offshore*.

Pagenhart et al. (1998) defendem que a designação de pessoal de operação para integrar equipes de projeto; contatos pessoais informais entre o pessoal de operação e o de projeto; e contatos formais da equipe de projeto com “grupos de usuários” formados dentro do ambiente operacional são métodos de transferência de experiência altamente

eficientes para fornecer um *background* significativo para projetos de engenharia em termos de funcionalidade e manutenibilidade.

Sob o aspecto da transferência de informações e experiência, Wulff et. al (1999a) corroboram a eficiência de contatos informais entre o pessoal de operação e de projeto, ao ressaltarem o importante papel do contato pessoal mais estreito, face-a-face, como meio eficaz de comunicação entre projetistas e demais participantes.

Wulff et. al (1999a, 2000) alertam para o risco de sobrecarga de informações devido à grande quantidade de documentação que permeia o contexto de projetos de engenharia de grande escala, pois a quantidade de especificações formais e prescritivas pode conflitar com a capacidade dos projetistas em processar informações.

Essa multiplicidade de documentos é atribuída à necessidade de elevada coordenação e integração entre os muitos atores e organizações envolvidas em projetos sistemas complexos, como o são as plataformas de petróleo *offshore*. Esses autores complementam que os conteúdos dessas especificações são de caráter genérico, em vez de preferivelmente mais específicos. Essa generalidade traz os efeitos indesejáveis da imprecisão e da insuficiência das informações, sobre quem tem que lidar com elas.

A prevalência de fatores financeiros e de prazo, em detrimento das condições operacionais, tem conduzido à concepção de arranjos físicos sob critérios de menor custo e pouca reflexão acerca dos aspectos de operação e manutenção. A não incorporação adequada da lógica operacional gera determinantes ao trabalho dos operadores, como dificuldades para manter o andamento das operações produtivas dentro de parâmetros pré-estabelecidos. (GAROTTI, 2006)

Cullen (2007) ressalta a necessidade de ter-se assegurado que os requisitos do usuário final são sistematicamente identificados e objetivados, tanto em projetos de engenharia quanto em planejamento das operações de trabalho. O autor afirma que isso requer um vínculo estreito entre as disciplinas, para evitar um *gap* entre os usuários finais e os projetistas dos sistemas. O autor infere que um modo pelo qual esse potencial *gap* pode ser eliminado é envolver formalmente o usuário final ou seu representante operacional nas equipes de projeto.

Darses e Wolff (2006) afirmam que os projetistas, quando projetam produtos e dispositivos, apesar de estarem de alguma forma comprometidos com a noção de uso, não têm inputs diretos respectivos às reais necessidades dos usuários finais. As necessidades futuras dos usuários são geralmente antecipadas pelos projetistas com base em suas próprias experiências e conhecimentos, que os levam a se referir em assunções acerca do provável comportamento dos usuários.

Amorim (2002) afirma que não há como fugir ao subjetivismo do julgamento do projetista, que será instruído exclusivamente pela sua própria vivência. Daí a propriedade em investigarmos como os projetistas trabalham.

Segundo Darses e Wolff (2006), enquanto os projetistas integram diferentes aspectos do trabalho em seus projetos, tentando satisfazer a restrições relacionadas ao processo, máquinas, ferramentas, tarefas e processos de operação, é difícil para esses profissionais incorporarem informações pertinentes às necessidades do operador e ao uso futuro do dispositivo. Segundo eles, sempre existirão fases do processo de projeto nas quais as necessidades dos usuários não serão fornecidas pelos próprios usuários, nem indiretamente formuladas por um representante do usuário.

1.2. Objetivos

O objetivo principal desse trabalho é investigar como são consideradas as necessidades dos usuários finais em um processo de projeto de engenharia. Para a consecução deste objetivo foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Compreender como se desenvolve o processo de projeto: quais são as etapas do processo; os atores envolvidos; os inputs e os outputs; os objetos manipulados.
- Entender o que é a atividade dos projetistas: quais são as suas principais características, restrições e constrangimentos.
- Verificar como a dimensão do uso, mais especificamente os aspectos da ergonomia e os fatores humanos, são considerados dentro de um projeto de engenharia.

1.3. Estrutura do trabalho

Esta dissertação é composta por cinco capítulos. No Capítulo 1 discorre-se sobre aspectos que caracterizam a carência no processo de projeto no que diz respeito à

consideração aos futuros usuários; enuncia-se o problema de pesquisa; e apresentam-se os objetivos a serem alcançados.

No Capítulo 2 consta a descrição da sistemática empregada para busca e seleção das referências a serem utilizadas na revisão bibliográfica; aspectos gerais de projetos de engenharia; e a descrição das diferentes abordagens sobre a atividade de projeto.

No Capítulo 3 é apresentado o estudo de caso realizado para esta pesquisa: são tratados os aspectos metodológicos que balizaram o trabalho de campo; é feita a descrição do processo de projeto; são abordados aspectos que permitem elucidar como a dimensão do uso se insere no processo; e são apresentados os resultados obtidos na pesquisa de campo.

No Capítulo 4 é apresentado um diagnóstico do processo de projeto, constituído por um conjunto de considerações gerais com base nos métodos de condução do projeto, com a evidência de pontos fortes e deficiências observadas no seu desenvolvimento. São propostas também melhorias do processo com foco no uso.

No Capítulo 5 apresentam-se as conclusões acerca do que foi observado e as considerações finais sobre trabalho. São tecidos comentários sobre os principais resultados, limitações da pesquisa e proposição de trabalhos futuros; bem como comentários adicionais a respeito de características de contorno do trabalho.

2. A atividade de projeto: as diferentes abordagens

O objetivo deste capítulo é apresentar as diferentes abordagens sobre a atividade de projeto, segundo as visões dos principais autores. São apresentadas as seguintes abordagens: técnicas; cognitivas; e social e coletiva.

2.1. Sistemática empregada para composição do referencial teórico

O referencial teórico constituído para sustentar o desenvolvimento deste trabalho foi composto a partir de uma pesquisa bibliográfica orientada, que consistiu na busca e seleção de artigos; livros; teses; e dissertações, seguida de uma análise crítica dessas fontes.

A busca por artigos foi realizada segundo uma metodologia que consistiu fundamentalmente nos seguintes passos: identificação das palavras atinentes ao tema da pesquisa; determinação dos principais periódicos cujos artigos são pertinentes à temática em estudo; definição das palavras-chave cuja combinação abrange o tema do trabalho proposto; busca por artigos cujos conteúdos versam sobre o tema da pesquisa; e seleção dos artigos relevantes à pesquisa. Esta pesquisa bibliográfica está detalhada no Anexo I.

Foram identificados os seguintes periódicos:

- *Design Studies: International Journal for Research in Engineering, Architecture, Products and Systems*;
- *Applied Ergonomics: Human Factor in Technology and Society*;
- *International Journal of Industrial Ergonomics (IJIE)*; e
- *Safety Science*.

Os referidos periódicos foram acessados por meio dos seguintes repositórios:

- Portal de Periódicos CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br>);
- Base ISI Web of Knowledge (<http://www.isiknowledge.com>); e
- Base Science Direct (<http://www.sciencedirect.com>).

A identificação dos periódicos foi procedida com base na inserção – nos campos de busca das bases e portais – de palavras atinentes a alguns dos principais assuntos e

áreas de conhecimento correlatas ao tema abordado na pesquisa, quais sejam: *design; process; activity; project; engineering; e management*.

Uma vez determinados os periódicos, essas palavras foram então combinadas, de forma a dar sentido e pertinência à busca, e permitir assim a obtenção dos artigos de interesse. Dessas combinações resultaram as seguintes palavras-chave:

<i>Design Process</i>	<i>Engineering Design</i>
<i>Design Activity</i>	<i>Engineering Project</i>
<i>Activity Project</i>	<i>Project Management</i>

A busca foi restringida pelo critério da delimitação temporal, sendo considerados os artigos publicados de 2004 a 2009, excetuando-se dessa limitação os publicados por autores clássicos e os fortemente recomendados pelo Orientador.

2.2. Aspectos gerais de projetos de engenharia

Simon (1996) estabelece que projeto é um tipo de atividade cognitiva, que não se restringe somente aos engenheiros:

“Engenheiros não são os únicos profissionais projetistas. Projetista é todo aquele que desvia o curso da ação, com a intenção de mudar as situações existentes para situações preferíveis. A atividade intelectual que produz artefatos materiais não é fundamentalmente diferente das que prescrevem remédios para um paciente doente ou que aconselha um novo plano de vendas para uma companhia ou uma política de bem-estar social para um estado. Projeto é então o núcleo de todo treinamento profissional; é a principal marca que distingue as profissões das ciências.” (Simon, 1996, pág. 111)¹

Christian Martin (1998) acrescenta que o projeto é uma atividade influenciada por diversos fatores – técnicos, psicológicos, sociológicos, etc. –, e é exercida por um

¹ *Engineers are not the only professional designers. Everyone designs who devises course of the action aimed at changing existing situations into preferred ones. The intellectual activity that produces material artifacts is no different fundamentally from the one that prescribes remedies for a sick patient or the one that devises a new sales plan for a company or a social welfare policy for a state. Design, so construed, is the core of the all professional training; is the principal mark that distinguishes the professions from the sciences.* (Simon, 1996, pág. 111)

grande número de indivíduos dentro de domínios também diferentes, como a arte, a engenharia e as ciências, inseridos em um grande número de profissões.

Boutinet (2002) identifica na mentalidade da sociedade pós-industrial o que denomina “culturas de projeto”. Essas culturas se caracterizam por uma profusão de condutas antecipadoras – uma referência hoje obrigatória às antecipações temporais e espaciais próprias ao ambiente das sociedades tecnológicas – das quais decorrem práticas profissionais atuais, que colocam o projeto no centro de seu dispositivo.

Boutinet (2002) alerta para os desvios decorrentes do uso intempestivo do projeto que, de regulador psicológico e cultural, pode transformar-se em um desregulador social. Dos desvios enunciados pelo autor, dois merecem ser mencionados, pela pertinência com as abordagens sobre projeto apresentadas nesta dissertação: o desvio procedural, que encerra o projeto esboçado em uma imposição de técnicas de elaboração, de operações, de grades de avaliação, de utilização de organogramas, onde a imaginação criativa é subvertida, pelo menos quando pode expressar-se pela criação de meios que tendem a disfarçar a necessária gestão da incerteza, inerente a toda conduta de projeto que se queira inovadora; o outro, em face do projeto apresentar-se como um conceito vago, apto a gerar a complexidade, desvio que ocorre cada vez que existe uma recusa em tolerar a variação entre concepção e realização.

2.2.1. Uma perspectiva histórica

Christian Martin (1998) sugere que para a apreensão da noção de projeto, as diferentes fases de sua evolução histórica devem ser levadas em consideração, e que seja procedida uma investigação aprofundada sobre a problemática do projeto segundo suas diferentes dimensões, vistas pelas diferentes correntes de pesquisa sobre o assunto.

Os fundamentos essenciais da atividade de projeto, que se configuram dentro dos processos industriais ou tecnológicos de hoje, tiveram como etapa marcante de sua evolução a passagem do artesanato para a indústria. Resultantes da Revolução Industrial, surgiram as primeiras práticas consagradas de projeto.

De um trabalho artesanal autônomo, a atividade de projeto se repartiu em duas entidades: uma que conhece e outra que executa. Caracteriza-se assim o modelo

taylorista de projeto, cujo ponto de partida é a criação de regras sobre os produtos e os métodos, que dão a função e a prescrição. Essa bipolaridade, dentro de uma lógica de engenharia, é a fonte de alguns dos problemas que veremos dentro dos processos de projeto atuais.

Cross (2007), ao resgatar as origens do que denomina “novos métodos de projeto”, remonta aos anos 1960, mais precisamente a 1962, ano em que ocorreu o lançamento da metodologia de projeto como objeto ou campo de investigação. O projeto passava então a ser considerado como uma atividade cognitiva que permite modelar os objetivos visados pelo projetista.

Aparece nessa época a definição de “resolução de problemas”. O problema do projeto não é mais unicamente o trabalho intelectual efetuado para representar um objetivo por desenhos ou plantas, mas também a capacidade de interpretar e avaliar os objetivos em adaptação aos delimitadores e às exigências do contexto industrial e do mercado.

Cross (2007), a exemplo de Martin (1998), reporta-se a Herbert Simon (1969/1996), a quem atribuem a autoria dos fundamentos em que se sustentam as bases de uma “ciência de projeto”, que poderia ser definida como “*um corpo de pensamento intelectual, analítico, parcialmente formalizável, parcialmente empírico, doutrina ensinável sobre o processo de projeto*”² (SIMON, 1969/1996). Em algum sentido, seria o desejo de “cientificar” projeto, nos anos 1960.

Contudo, segundo Cross, os anos 1970 se tornaram notáveis pela rejeição de uma metodologia de projeto, que voltaria a ser considerada quando a primeira geração de métodos de projeto passou a ser baseada na aplicação de métodos científicos, racionais, sistemáticos. Emergiu então uma segunda geração de métodos, em que se viu configurar um processo participativo, no qual os projetistas são parceiros dos *stakeholders*³ (clientes, usuários, a comunidade); e a coordenação entre os trabalhos necessários ao projeto evolui com o aparecimento dos chefes de projeto.

² *A body of intellectually tough, analytic, partly formalizable, partly empirical, teachable doctrine about the design process.* (SIMON, 1969)

³ *Stakeholders* são os profissionais interessados no projeto, sejam eles participantes diretos ou membros externos às atividades de projeto propriamente ditas.

Após o início dos anos 1970, os anos 1980 assistiram, de fato, a um período de substancial consolidação da pesquisa de projeto. Viu-se o estabelecimento de projeto como uma disciplina de estudo coerente, baseada na visão de que projeto tem seus próprios saberes e seus próprios métodos de pensá-los.

Podemos dizer que nos anos 1980 a pesquisa de projeto ressurgiu, expandindo-se ao longo dos anos 1990, e tendo Donald Schön como uma das principais referências. Na década de 90 surge uma nova forma de organização do processo de projeto: o projeto-emprego e a disseminação da gestão por projeto, com a intervenção de todos os atores que participam do projeto.

*“O mais significativo de tudo é que Donald Schön (1983) promoveu a nova visão em seu livro *The Reflective Practitioner*, para estabelecer ‘uma epistemologia da prática implícita no processo artístico, intuitivo, o qual [projetistas e outros] profissionais trazem para situações de incerteza, instabilidade, unicidade e conflito de valor’.”⁴ (CROSS, 2007, pág. 3)*

2.2.2. Conceituação a respeito de projeto

Um projeto tem início com a etapa de definição das necessidades do cliente; evolui para o projeto conceitual; em seguida para a fase de projeto básico; depois para o projeto de detalhamento; e, por fim, chega à fase de execução. Amorim (2002) enuncia as etapas ora referidas, da seguinte forma:

O Projeto Conceitual é a etapa em que o processo é conduzido de uma forma unitária, visando à definição do conceito fundamental da solução do problema, que poderá ser alterado no transcorrer do processo, como resultado das avaliações desenvolvidas nas fases subseqüentes. O Projeto Conceitual deve fornecer as soluções iniciais para todos os subproblemas do Projeto Básico.

⁴ *Most significant of all, Donald Schön (1983) promoted the new view within his book *The Reflective Practitioner*, in which he sought to establish ‘an epistemology of practice implicit in the artistic, intuitive processes which [design and other] practitioners bring to situations of uncertainty, instability, uniqueness and value conflict’.* (CROSS, 2007, p. 3)

O Projeto Básico é a etapa em que a solução escolhida deve ser refinada e o problema é subdividido em subproblemas. O propósito dessa etapa é transformar o conceito em algo factível⁵.

O Projeto de Detalhamento é a fase do processo de concepção, onde a unidade dos subproblemas é reconstruída e deve estar focado no processo de construção. Durante o projeto de detalhamento, as ações empreendidas têm o objetivo de transformar o projeto em algo capaz de ser produzido, caracterizando-se pela seleção e detalhamento de componentes, e ajustes no projeto com vistas a facilitar a operação e a manutenção.

A Execução é a fase final do processo de projeto, na qual são realizadas as etapas de construção e montagem, já no campo, isto é, no caso de plataformas e embarcações, no estaleiro. Segundo Duarte et al. (2008), a execução do projeto (obra) é a transformação do abstrato idealizado em realidade concreta, onde, por diversas vezes, a solução projetada inicialmente é reconcebida.

Essa necessidade de reprojetar é decorrente, na prática, da característica de não linearidade do processo de projeto, a qual consiste em não seguir estritamente o que foi planejado, em virtude de ocorrências imprevisíveis. As respostas a essas circunstâncias inesperadas são construídas por meio de novas reflexões durante o processo. (SCHÖN, 2000)

Uma vez enunciadas as etapas constituintes de um processo de projeto, a questão a ser tratada quando se pretende analisar a atividade de projeto é definir o que é projeto. Mas essa definição não é tão simples, e comporta diversas conceituações, que variam em função da vivência profissional de quem estiver formulando o conceito. (NAVEIRO, 1997)

Alguns autores sugerem que projetar é por natureza uma arte, por meio da qual se busca conciliar aspectos criativos, inovadores e, de certo modo, indisciplinados, para se alcançar um objeto preciso, mas vagamente conhecido. Outros caracterizam o projeto

⁵ Existe o que se denomina Front-End Engineering Design (FEED), que é uma evolução do Projeto Básico, isto é, contém informações mais completas sobre o que se vai detalhar. FEED consiste em um projeto com nível desenvolvimento entre o Projeto Básico e o Projeto de Detalhamento.

como um misto de ciência e arte, com traços essenciais de criatividade e interatividade, circunscritos em limites de contexto, tempo e recursos. Há também os que definem o processo de projeto como a utilização de princípios científicos, informação técnica e imaginação na definição de um artefato para desempenhar funções preestabelecidas, com máxima economia e eficiência. (SANGLARD,1994)

Pesquisadores das ciências cognitivas, que se concentram na atividade individual de criação, conceituam o projeto como uma atividade de “resolução de problemas”, prática que compreende um conjunto de heurísticas que explicitam os processos cognitivos usados pelo arquiteto, engenheiro ou designer. Uma outra abordagem para a conceituação de projeto, que provém da área de sociologia da inovação, considera o projeto como um processo social de construção do artefato, no qual o resultado é maior que a soma ou síntese das contribuições individuais dos participantes.

Slack et al. (2002) alinham-se à assertiva de Naveiro (1997) ao afirmarem que “*não existe nenhuma definição de ‘projeto’ reconhecida universalmente*”. Para Slack et al. (2002) projeto significa atender às necessidades dos consumidores, provendo produtos, serviços e processos que os satisfarão, a partir da tradução de um conceito em uma especificação de algo que pode ser produzido. Essa assertiva caracteriza a atividade de projeto como um processo de transformação, que evolui da concepção, isto é, de uma idéia original mais geral, mal definida, que progressivamente é refinada e detalhada, até que se chegue à especificação do produto a ser criado.

Duas conseqüências importantes decorrem dessa evolução. A primeira é que na medida em que as decisões de projeto vão sendo tomadas, reduz-se a incerteza em relação ao projeto acabado, bem como o número de alternativas disponíveis na atividade de projeto. A segunda refere-se ao custo de mudar a concepção de um dos envolvidos, a respeito de algum detalhe do projeto. Logo no início da atividade de projeto, quando muitas das decisões fundamentais ainda não foram tomadas, os custos de mudança são relativamente baixos. Conforme o projeto evolui, torna-se mais elevado o custo de mudanças das decisões.

Os autores de gestão consideram que os processos de concepção se caracterizam por uma temporalidade paradoxal (Midler, 1993, Figura 1). No início, sabe-se pouco

sobre a situação futura, ao passo que ao final normalmente sabe-se bem mais. Por outro lado as possibilidades são mais amplas inicialmente; e na medida em que as decisões são tomadas, as opções dos atores diminuem.

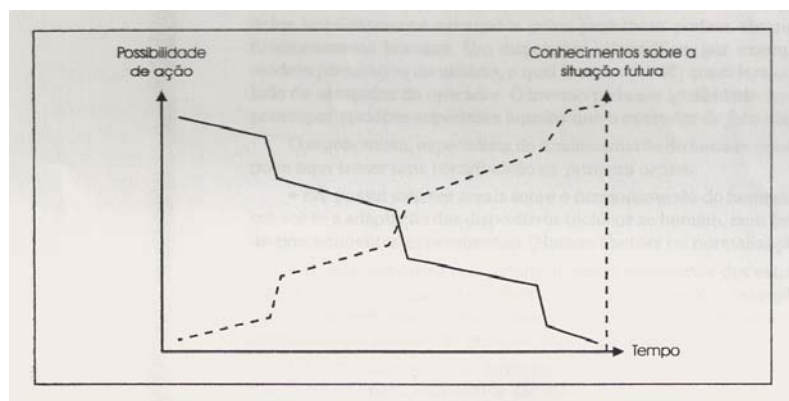


Figura 1: A temporalidade das situações de projeto
Fonte: Midler (1993)

Segundo Amorim (2002), o projeto é um trabalho de natureza essencialmente intelectual que antecede a decisão de construir e fornece os subsídios fundamentais para se tomar tal decisão. Pode ser caracterizado como uma atividade cognitiva complexa, com forte dimensão reflexiva sobre o abstrato, marcada pela exigüidade de tempo para atender os desafios que são propostos.

De modo geral, as diversas definições ora enunciadas apontam três aspectos fundamentais em um projeto: tempo, custo e qualidade. Andrade (2005), além de evidenciar a consideração a esses três aspectos, leva em conta também a dimensão coletiva que permeia os projetos (Figura 2). Para este autor, projeto é:

*“(...) um processo para se alcançar um **RESULTADO DESEJADO**, com características estabelecidas de **DESEMPENHO** e **QUALIDADE**, através de um conjunto de atividades interconectadas desenvolvidas com **RECURSOS** restritos em um período de **TEMPO** estipulado (grifos do autor).” (ANDRADE, 2005)*

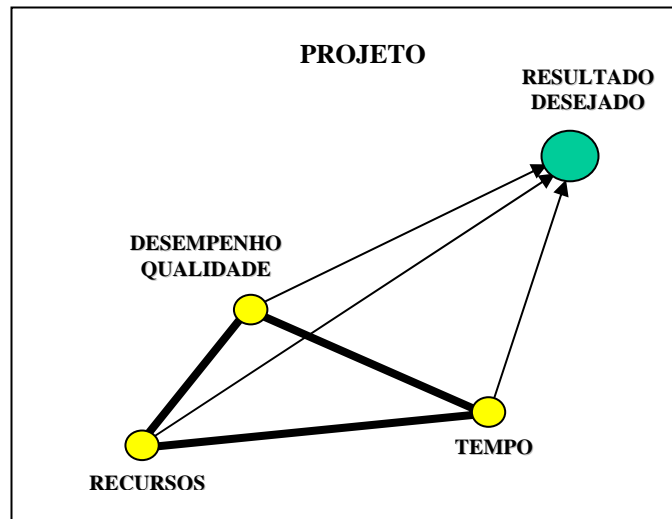


Figura 2: Representação gráfica do conceito de projeto
Fonte: ANDRADE (2005)

Apesar das definições acerca de projeto ora apresentadas serem muito diversas e pertinentes a um grande número de áreas de conhecimento, nenhuma delas se detém a discorrer explicitamente sobre a participação do usuário final como propósito a ser atendido. Essa insuficiência constitui um fator crítico de sucesso do projeto, cujos limitantes se refletirão no desempenho do produto final.

O processo estudado nesta dissertação é caracterizado, segundo a conceituação de Slack et al. (2002), por baixo volume e alta variedade. As atividades envolvidas na sua execução podem ser mal definidas e permeadas de incerteza, modificando-se, às vezes, ao longo do processo de produção.

Em virtude de tratar-se de um projeto de grande porte e com significativa tecnologia envolvida, é permeado por elevada complexidade. Tal complexidade se reflete não somente no projetar do artefato, mas também na estrutura organizacional para suportar a interação entre os atores envolvidos no projeto, que compõem equipes multidisciplinares mantidas integradas por longo período de tempo, por meio de estruturas em rede.

Apesar de todo o aparato de suporte técnico disponível à atividade de projeto, verifica-se em processo de projeto uma carência quanto a metodologias, tanto de gerenciamento quanto de execução de projetos complexos e de grande porte, para fazer

frente aos delimitantes que permeiam essa atividade, conforme citam Cueva *et al* (2004), em artigo apresentado na Sociedade Brasileira de Engenharia Naval:

“Desde o início dos desenvolvimentos de projetos offshore, muitas metodologias foram desenvolvidas para resolver um dos principais problemas da engenharia: como gerenciar grandes projetos. No princípio, o conceito de espiral foi adotado com sucesso, mas com a exigência crescente por custos mais baixos e prazos mais curtos, este tipo de organização mostrou-se problemático, devido à tendência de “departamentalização”, tornando o trabalho lento e burocratizado.” (CUEVA *et al*, 2004, pág. 1).

Entretanto, Amorim (2002) observa que a maioria dos projetistas manifesta grande resistência em refletir submetidos a metodologias, porque as associa a prescrições rígidas formuladas por pessoas que não fazem projeto e que com ele têm somente uma relação teórica como objeto de estudo. Esse autor ressalta que todo projetista utiliza uma forma particular de abordar e resolver os problemas de projeto. Constroem sua metodologia particular. E que, além disso, existe um mito em torno de atividades criativas que associa a liberdade de criação à inexistência de método.

Diante da ampla variedade de conceitos e definições provenientes de domínios diversos, verificamos que a busca por uma compreensão mais efetiva e abrangente sobre a natureza da atividade de projeto exige uma postura aberta e crítica. Essa postura deve contemplar propostas que incorporam a concorrência de outras áreas do conhecimento, que não somente as que tentam reduzir o projeto à aplicação de algoritmos, modelos matemáticos, por mais completos e complexos que sejam.

2.3. A problemática do projeto: as diferentes abordagens sobre a atividade de projeto

O propósito desta seção é apresentar as diferentes abordagens sobre a atividade dos projetistas em situação de projeto, evidenciando as características principais dessa atividade. O fio condutor foram os aspectos do processo de projeto observados durante a pesquisa de campo.

De acordo com Martin (1998), a atividade de projeto pode ser descrita a partir de três tipos de abordagem, quais sejam: as abordagens Técnicas, as abordagens das Dimensões Cognitivas, e as abordagens Coletiva e Social.

Julgou-se pertinente assumir para essa dissertação a estrutura estabelecida por Martin (1998), porque os três tipos de abordagens abrangem os principais aspectos que caracterizam o processo de projeto: as abordagens técnicas (Engenharia Clássica; Sócio-técnica; e Engenharia Simultânea) permitem evidenciar historicamente as diferentes maneiras de gerenciamento de projeto; as abordagens das dimensões cognitivas mostram a importância da construção progressiva na resolução de problemas e os processos mentais em jogo durante a concepção; e as abordagens das dimensões coletivas e sociais inserem a importância do ambiente, do contexto, da cooperação e da interação entre os atores de projeto.

A Figura 3 mostra o modelo esquemático usado nesta dissertação para apresentar estas diferentes abordagens que constituem o quadro teórico.

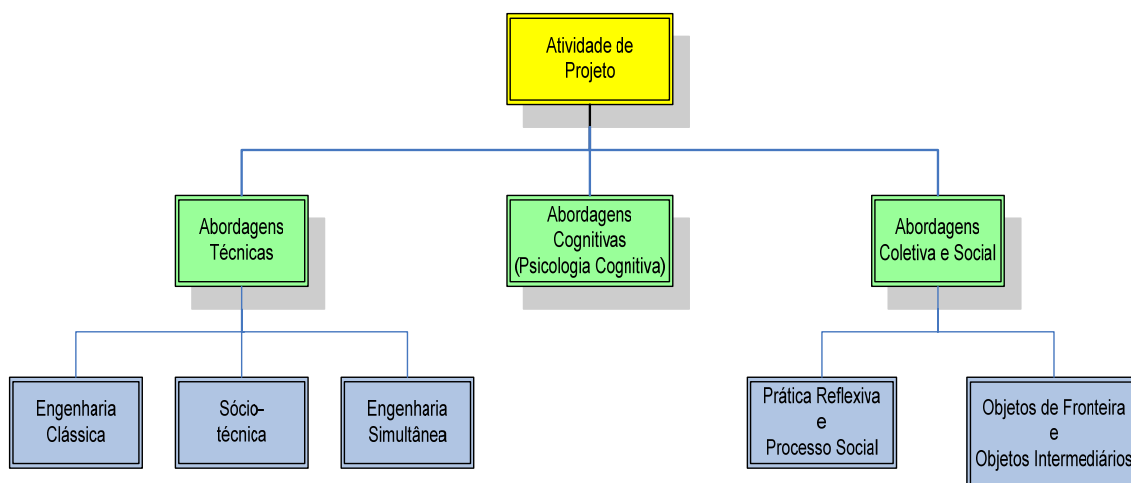


Figura 3: Modelo esquemático do quadro teórico

2.3.1. As abordagens técnicas da concepção

Nesta seção são apresentadas e discutidas as três perspectivas compreendidas nas abordagens técnicas da concepção, quais sejam: a Engenharia clássica, também denominada Engenharia industrial; a Sócio-técnica, abordada sob os aspectos da concepção participativa e da complexidade sócio-técnica; e a Engenharia simultânea.

□ Engenharia clássica (engenharia industrial)

Uma das características observadas na perspectiva clássica da engenharia é a tentativa de dissociar prescrição da execução, formando dois pólos distintos. Na perspectiva clássica, de onde deriva o emprego das abordagens predominantes das

ciências exatas, sem a devida consideração das variabilidades existentes, o desenvolvimento do produto corresponde a uma estrutura mecanicista de decisões. Essa estrutura visa a compatibilizar os resultados obtidos em cada fase, com os objetivos pré-definidos, implementado, quando necessário, ações corretivas ao longo do processo. (ESTORILIO, 2003, pág. 64)

O modelo industrial posto em prática pode ser caracterizado em um primeiro momento como uma abordagem voltada para a tecnologia, avaliada segundo uma abordagem econômica. É o modelo da engenharia clássica. Nesse modelo, os projetos de engenharia se caracterizam por uma segregação entre o “*order giver*”, isto é, as instâncias de gestão do processo; e os projetistas profissionais.

Segundo Martin (1998), a organização do processo de projeto repousa sobre uma certa dissociação entre quem define o problema a ser resolvido; e os incumbidos de resolver o problema: projetistas, engenheiros e técnicos, sob a coordenação do “chefe de projeto de execução”.

De maneira geral, o projeto é articulado e decomposto em sub-projetos e conduzido por áreas segundo as especialidades dos engenheiros. Cabe então aos engenheiros aplicar os conhecimentos científicos e otimizar uma solução que leve em conta os materiais dados e as restrições tecnológicas e econômicas. Em engenharia clássica, as diferentes fases do processo de projeto são geradas pelos procedimentos que definem a passagem para a etapa seguinte.

Dentro dessa abordagem, a atividade de projeto é enunciada como um processo de pesquisa de soluções técnicas. O problema é considerado como posto e explicitamente definido pelas bases fornecidas. O processo de projeto é visto como uma sucessão hierárquica de etapas sucessivas, conforme ilustrado na Figura 4, onde a racionalização do processo de projeto é voltada para a redução da complexidade e da incerteza, inerentes a todo projeto.

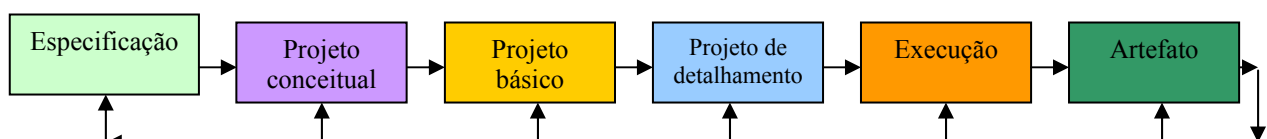


Figura 4: Visão da engenharia clássica acerca do processo de projeto

Fonte: adaptado de Martin (1998, pág. 82)

No âmbito da Engenharia Clássica, um segundo modelo é o da “Concepção dos Engenheiros”. Os modelos ensinados aos engenheiros fazem referência a um processo linear e hierárquico, cujo objetivo principal é reduzir a complexidade por meio da decomposição do problema em sub-problemas.

Simultaneamente, o princípio da decomposição – também abordado por Simon (1996) – é fonte de uma nova complexidade, porque qualquer que seja o artefato a conceber, este não pode ser pensado como uma justaposição de sistemas técnicos. É necessário integrar as diversas partes do artefato ao longo da concepção, de modo a formarem um sistema. (BÉGUIN, 2007)

O modelo seqüencial do processo de projeto não corresponde às situações práticas encontradas no campo, e não descreve as diferentes interações que ocorrem, conforme citado pelo autor: “*Essa distorção entre a representação que o projetista faz (que lhe foi ensinada) e a que ocorre na prática (que ele descobre), induz o disfuncionamento e as falhas importantes dentro do processo de projeto*”⁶ (MARTIN, 1998, pág. 84)

Sobre os métodos da engenharia clássica recaem algumas críticas. A principal diz respeito à base do modelo da engenharia, calcada no modelo da racionalidade técnica. O modelo de engenharia procura resolver os problemas práticos, principalmente por meio da aplicação de teorias ou técnicas científicas.

Schön (1983) alerta sobre o perigo de reduzir “o agir profissional” à simples aplicação de técnicas de uma ciência às situações reais. Este autor, segundo sua reflexão sobre a prática, propõe a hipótese de que a tarefa dos projetistas não consiste na solução dos problemas, mas sim na sua construção.

Outro aspecto crítico à engenharia clássica é que a estrutura de projeto em engenharia se apóia na definição da divisão do trabalho, entre aquele que conhece e aquele que executa. Entretanto, Martin (1998) afirma que a construção do problema e sua solução são indissociáveis. O autor menciona de forma crítica que estudos evidenciaram que a pesquisa de racionalização técnica não reduz nem a incerteza nem a

⁶ *Cette distorsion entre la représentation que le concepteur se construit de son activité et le processus de résolution qu’il réalise est soulignée par de nombreux auteurs.* (MARTIN, 1998, p. 84)

complexidade dos projetos de concepção; e que a abordagem puramente técnica faz abstrair-se do aspecto coletivo e social do processo de projeto.

Com o passar dos anos, o modelo seqüencial da engenharia clássica perdeu progressivamente o impacto e o valor que obteve nos anos 70. Em reação ao método tradicional de conduzir projeto em engenharia clássica, foram desenvolvidos novos métodos que abordam o processo de projeto dentro de uma perspectiva estratégica e social; esses são os modelos da sócio-técnica e o da engenharia simultânea.

□ **A abordagem sócio-técnica**

O desenvolvimento da Escola Sócio-Técnica teve início no *Tavistock Institute* de Londres, nos anos 50, sob a coordenação de Eric Trist e Frederic Emery. O *Tavistock Institute* concebe a organização como um sistema sócio-técnico resultante da interação entre o sistema tecnológico e o sistema social. Enquanto o sistema tecnológico é determinado pelas exigências típicas das tarefas que são executadas em cada organização, quer em termos de competências quer dos conhecimentos exigidos pelo tipo de equipamento, estruturas físicas e matérias-primas; o sistema social é constituído pelas pessoas e respectivas interações. Ambos os subsistemas são mutuamente dependentes, influenciando-se reciprocamente.

O modelo conceitual da abordagem sócio-técnica afirma cientificamente a ruptura com os princípios da Organização Científica do Trabalho: parcelização, especialização, imposição de tempos, individualização, separação controlo/execução, a favor da criação de grupos semi-autônomos de produção caracterizados pelos princípios de aprendizagem, autonomia, iniciativa, flexibilidade e envolvimento dos trabalhadores.

A Escola Sócio-Técnica foi uma das correntes pioneiras de pesquisa em administração que tratou a necessidade de compatibilização dos ambientes técnicos e sociais do trabalho. Tem como um dos princípios fundamentais que a organização é um sistema aberto que interage com o meio ambiente, ou seja, a empresa como um sistema aberto deve considerar na busca da melhor combinação entre os sistemas técnico e social, a inter-relação entre a empresa e o seu ambiente.

Trata-se de uma estratégia gerencial que tem como escopo o controle do processo de trabalho, através de uma relativa autonomia concedida ao trabalhador. A abordagem sócio-técnica privilegiou nos seus estudos uma intervenção centrada na participação democrática dos trabalhadores nas organizações e, por outro lado, desenvolveu um modelo de análise baseado no equilíbrio e otimização dos subsistemas técnico e social no funcionamento das organizações.

Com a mecanização e automação, a tecnicidade das pessoas evolui e passa do conhecimento dos produtos à necessidade de conhecer os equipamentos. É a participação dos homens na concepção de seus próprios produtos. Essa inserção do homem no processo de projeto alinha-se ao princípio da concepção participativa, abordada por Darses e Reuzeau (2007).

Dentro de uma concepção sócio-técnica, o sistema sócio-organizacional é considerado tão importante quanto o sistema técnico. A concepção da organização proposta para essa abordagem se apóia sobre a idéia de uma participação coletiva para grupos de indivíduos.

Para Martin (1998), a introdução da sócio-técnica dentro do projeto significa a integração dos diferentes atores da concepção. Essa integração é facilitada pelas técnicas de simulação, que permitem uma comunicação e uma transferência de competências entre os diferentes atores. Isso conduz ao desenvolvimento de ferramentas que suportem esses intercâmbios, o que é propiciado por meio de objetos intermediários da concepção, que desempenham um papel essencial na construção de um referencial comum⁷ entre os atores.

Granath (1991) aborda a complexidade sócio-técnica em processo de projeto, dentro de um contexto que compreende os aspectos sociais e técnicos de modo integrado. Segundo Granath, a abordagem sócio-técnica tem por base a convicção de que a tecnologia por si só não pode determinar a organização do trabalho e a estrutura da organização. Fatores sociais, principalmente, e valores relacionados ao papel dos

⁷ Segundo Leplat (1991), referencial comum faz referência à representação funcional comum dos indivíduos engajados dentro de uma ação coletiva que orienta e controla a atividade que desenvolvem coletivamente.

seres humanos em sistema de produção também exercem funções que interferem no processo.

Uma outra convicção do autor é que o projeto de sistemas complexos requer a integração de vários campos de conhecimento no processo de projeto. A proposta de Granath é que atores com diferentes *backgrounds* em termos de experiência e competência profissional podem trabalhar juntos em processos de mudança, e como o conhecimento e as contribuições que cada ator traz para o processo colaborativo interage e enriquece o processo.

A abordagem sócio-técnica proposta por Granath (1991) considera os atores inseridos em um contexto cujo modelo leva em conta o nível de planejamento, o objeto do projeto e os aspectos da situação. Esse modelo preconiza a reflexão na ação, por meio da integração dos conhecimentos; da reflexão na situação; e do diálogo entre os atores do processo de projeto. No modelo proposto são consideradas as incertezas nas situações de projeto e o estímulo aos atores internos a refletir sobre seus conhecimentos tradicionais e a colaborar com os outros atores, nos projetos de natureza complexa.

Segundo Granath, é dever de todos os atores influenciar e questionar as soluções propostas por especialistas em outros campos, e todos os atores devem desenvolver suas capacidades de reflexão na situação, aprender sobre ela para discuti-la criticamente com os outros atores. O objetivo de Granath é desenvolver novos métodos para facilitar a colaboração entre especialistas e usuários na atividade de projetar. O autor traz como conceitos epistemológicos centrais a atuação intuitiva e racional, que seriam as duas faces do processo cognitivo e da atividade de projetar; e o repertório de conhecimento, experiência, exemplos, regras e conceitos que o projetista carrega consigo, que consiste no conhecimento tácito.

Para Granath, as perspectivas a respeito da atividade de projetar consistem em ver o projeto como uma estrutura de decisão para solução de problemas, isto é, aspectos de “*problem-solving*” (SIMON, 1996), por meio de um processo comunicativo, estético e criativo, de definir o problema, definir objetivos e delinear alternativas de curso de ação; e de “*decision-making*”, que é uma questão de avaliação e escolhas entre alternativas.

Dentro da perspectiva sócio-técnica, Granath considera o projeto como comunicação. Segundo o autor, a reflexão sobre a situação é crucial para a comunicação com o objeto do projeto e outros atores na situação: “*Reflexão em situação de projeto pode abrir novos modos de se atingir objetivos a priori...*” (GRANATH, 1991, p. 87). A linguagem de projeto, principalmente, é feita de símbolos na forma de elementos formais, regras e a organização do espaço. Em uma linguagem natural, as palavras nomeiam coisas e outros fenômenos.

Granath (1991) afirma que a linguagem de projeto não inclui somente palavras, mas imagens e os próprios objetos de projeto, e que todos esses elementos afetam a comunicação que ocorre durante o processo de projeto. O trabalho de projeto traz atores pertencentes a diferentes conjuntos de linguagem a atuarem juntos. Os usuários de um projeto pertencem a um ou mais conjuntos de linguagem; engenheiros e arquitetos, ou seja, os projetistas, pertencem a outros. Diferenças em cultura, educação, valores, métodos, podem dificultar a comunicação entre diferentes atores num processo de projeto. Segundo Granath, uma atitude reflexiva numa situação de projeto envolvendo vários atores requer que eles sejam capazes de se comunicar⁸.

No contexto da abordagem sócio-técnica insere-se a concepção participativa (*participatory design*). A prática da concepção participativa não é recente. Foi implantada desde a década de 1970 nos países escandinavos, demandada por uma legislação referente à obrigação de envolver os usuários na concepção de suas ferramentas e seu ambiente de trabalho. Segundo Darses e Reuzeau (2007), a corrente da concepção participativa foi motivada pela necessidade de uma participação ativa dos usuários no projeto dos produtos que irão utilizar.

A abordagem da concepção participativa é sintetizada nas idéias centrais do método de *participatory design* proposto por Pelle Ehn (1992). Também conhecido como *Scandinavian Design*, segundo Salvo (2001) o método busca estabelecer locais “democráticos” de trabalho, onde os usuários são reconhecidos como *experts* em suas

⁸ A utilização da linguagem visual através de desenhos tridimensionais como meio de comunicação entre atores de projeto é discutida em PORTHUN, R., NAVEIRO, R. M., DUARTE, F., 2009, “Uma proposta de caracterização da atividade de projeto e das relações com o uso de sistemas CAD”, In: *7^o Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CBGDP*, São José dos Campos, Brasil, cujo resumo consta no Anexo II.

atividades, enquanto a expertise dos projetistas é vista como um conhecimento especializado.

Na construção de Ehn, concepção participativa é um discurso apropriadamente localizado entre duas comunidades de discursos bem diferentes: trabalhadores e gestores. A versão de Ehn sobre a concepção participativa propicia a comunicação entre duas comunidades de idéias conflitantes, tornando possível um novo tipo de relacionamento entre gerentes e trabalhadores.

Darses e Reuzeau (2007) argumentam que a implantação dessa forma de concepção nos sistemas industriais encontra ressonância nas abordagens “centradas no usuário”, originárias do setor informático. Segundo Preece et al. (2005), uma abordagem centrada no usuário significa que os usuários reais e suas metas, não somente a tecnologia, deveriam constituir a força condutora por trás do desenvolvimento de um produto.

Mas a concepção escandinava de Ehn vai além da centralidade no usuário, e o projetista começa a adotar sua própria perspectiva sobre o usuário, tentando ver através dos olhos do trabalhador e a conceber projetos que não somente atendam as suas necessidades, mas também destaquem seu lugar na organização. Ehn ressalta a comunicação entre trabalhadores, projetistas e gerentes como imperativa para o sucesso de projetos tecnológicos.

A concepção participativa oferece uma estratégia que convida os usuários a se juntarem a um processo de projeto democrático. Estabelece um novo relacionamento entre produtores e consumidores, bem como um novo relacionamento entre trabalhadores que se sentem silenciados pela introdução de novas tecnologias.

Segundo Darses e Reuzeau (2007), a concepção participativa configura-se como objeto de grande interesse à concepção em projeto, a qual inclui os usuários finais no ciclo de desenvolvimento do produto e insere no processo de projeto atores cujo ofício não é o de projetistas. Funciona como elemento facilitador da integração entre os atores do projeto.

“Os princípios e métodos da concepção participativa são particularmente úteis nas situações de concepção por projeto, onde a principal dificuldade encontrada pelos chefes de projeto é integrar os pontos de vista dos diferentes co-projetistas”. (Darses e Reuzeau 2007, p. 346)

Para esses autores, a concepção participativa propicia a obtenção de uma expressão melhorada das necessidades para auxiliar as análises funcionais e conferir mais precisão ao memorial descritivo com foco no uso que será feito do dispositivo projetado.

Preece et al. (2005) afirmam que a melhor maneira de assegurar que o desenvolvimento esteja levando em consideração as atividades dos usuários é envolver usuários reais durante o desenvolvimento do projeto. Dessa forma, os desenvolvedores do projeto podem obter um melhor entendimento das necessidades e dos objetivos dos usuários, o que leva a um produto adequado e de maior utilidade.

Darses e Reuzeau (2007) destacam a participação do usuário no processo de decisão, com real poder de decidir conjuntamente e produzir soluções alternativas, atuando efetivamente como co-projetistas, o que caracteriza propriamente a concepção participativa. Segundo esses autores, o princípio de concepção participativa pressupõe que quem deva ser escolhido a participar, em virtude do conhecimento a respeito de seu trabalho, é o usuário final, sem contudo, pretender que os operadores se transformem em projetistas.

Darses e Reuzeau apontam como obstáculo nas situações de concepção participativa o fato de os usuários não serem projetistas de ofício e a carência destes quanto à utilização de ferramentas metodológicas clássicas de projeto, como a análise funcional, maquetes eletrônicas em CAD ou a leitura de plantas. Portanto, um dos objetivos centrais apontados pelos autores é a criação e a disponibilização de ferramentas que propiciem aos grupos de co-projetistas estabelecerem as relações de trabalho entre as práticas atuais e as práticas futuras, associando a elas as tecnologias adequadas.

Darses e Reuzeau afirmam que a implementação das ações participativas recorre a três categorias de ferramentas complementares, quais sejam: ferramentas de análise dos problemas; ferramentas de simulação do dispositivo; e ferramentas de auxílio aos processos de decisão coletiva. Entre as ferramentas citadas, no processo de projeto estudado no estudo de caso desta dissertação enfatizamos as ferramentas de auxílio à simulação da situação futura, em que se agrupa a categoria das maquetes, principalmente eletrônicas, importantes para prefigurar o impacto dos futuros dispositivos sobre as práticas de trabalho.

Darses e Wolff (2006) ressaltam a importância do projeto participativo e da disseminação da abordagem centrada no usuário nos processos de projeto, como um dos meios que promovem a integração entre o projetista e o usuário, e que um melhor conhecimento das representações mentais construídas pelo projetista sobre os futuros usuários pode ajudar a promover o aperfeiçoamento dessa abordagem.

□ **A Engenharia simultânea**

Nos anos 80 assistiu-se a um esforço considerável para se buscar uma forma de organização integrada nas empresas. Esse esforço está na origem do conceito de Engenharia Simultânea (ES), como uma maneira moderna e necessária de se organizar projetos nas empresas.

Já em 1982, a *Defense Advanced Research Project Agency / USA (DARPA)* começou a incentivar o desenvolvimento simultâneo de projetos. Em 1986, também nos Estados Unidos, o *Institute for Defense Analysis (IDA)*, apontado pela literatura como um dos precursores do conceito designado pela expressão *Simultaneous Engineering*, definiu a ES como uma abordagem sistêmica que integra o desenvolvimento simultâneo de produtos e processos, buscada para mobilizar os desenvolvedores (projetistas), no início, de forma a considerar todos os elementos do ciclo de vida, da concepção até a disposição, incluindo controle da qualidade, custos, prazos, necessidades dos clientes.

Hartley (1998), que define de forma sintética a ES como um conceito que “*combina um enfoque de equipe para a gestão de projetos com um certo número de técnicas especializadas que asseguram a otimização do projeto – de um ponto de vista*

global, não somente dos funcionais.” (HATLEY, 1998, pág. 42), considera a indústria automobilística como uma das pioneiras no emprego da ES, ao relatar:

“A General Motors, a Ford e a Chrisler começaram a empregar a engenharia simultânea no início dos anos 80. No início, a ES não era utilizada plenamente, estando sua utilização limitada a algumas divisões.” (HATLEY, 1998, pág. 62)

Segundo Hartley (1998), o processo convencional de desenvolvimento de produtos, denominado “seqüencial”, resulta em custos excessivos, mesmo em organizações bem administradas. O grande inconveniente da atividade seqüencial é que a concepção escolhida passará por todas as etapas de projeto sem uma avaliação detalhada das dificuldades ou facilidades de fabricação do produto. Isso faz com que problemas de fabricação e montagem só venham a aparecer no momento de suas execuções, potencializando, portanto, mudanças tardias com altos custos para o desenvolvimento. As repetidas idas e vindas do processo seqüencial conduzem a considerável re-trabalho, o que é custoso e desperdiça tempo.

Segundo esse autor, a ES tem como princípio fundamental a confiança no trabalho em equipe, caracterizado pela formação de uma força-tarefa trabalhando em tempo integral durante todo o projeto, com a participação de um grande número de atores engajados na reflexão, com vistas a dar a melhor resposta viável em consideração ao projeto.

Esses atores vão compor equipes multidisciplinares de projeto, constituídas por especialistas de diversas áreas e formações, entre os quais se incluem o cliente e o usuário final, com visões e interesses distintos quanto ao projeto. A vantagem da participação dessas equipes é a perspectiva de antecipação e iniciativa de resolução de eventuais entraves futuros. Por outro lado, a participação de equipes multidisciplinares implica o aumento da necessidade de negociação de interesses e delimitações, em decorrência da maior interação entre os atores do projeto. Esse aspecto exerce influência direta no processo de tomada de decisão, tornando-o mais complexo. (MARTIN, 1998)

Nas diversas outras definições enunciadas por alguns autores acerca de ES, observa-se a concordância de que esse conceito representa uma nova forma de realização da atividade projetual, pois considera, entre outros elementos, a formação de uma equipe multidisciplinar para o desenvolvimento do produto; a visualização de todo o ciclo de vida do produto, e a integração e simultaneidade dos processos. Como resultado dessa filosofia, busca-se a redução dos custos e do ciclo de desenvolvimento, além de alta qualidade dos produtos gerados. (ROMANO, 2000)

A ES tem por base três premissas. A primeira é que as mudanças a serem implementadas no projeto ficam mais caras na medida em que o projeto evolui; a segunda é que as decisões técnicas iniciais do desenvolvimento do produto correspondem a aproximadamente 85% do custo do produto final (ROZENFELD et al., 2006); e a terceira é que a execução das atividades em paralelo acelera o projeto.

A utilização desse conceito tem por objetivo principal otimizar o projeto do produto e o processo de projeto, para se alcançar a melhoria da performance e da qualidade, por meio da integração das atividades de projeto e de fabricação, bem como da maximização do paralelismo nas práticas de trabalho, que se reflete na diminuição de atrasos e de custos. Em virtude da alta suscetibilidade de ocorrerem mudanças, dada a natureza do processo de desenvolvimento, procura-se fazer com que elas ocorram na fase inicial do desenvolvimento, quando o custo das alterações é menor.

A possibilidade de execução das atividades paralelamente é determinada pela forma como as atividades se relacionam, isto é, deve-se saber quais as saídas e as entradas de cada atividade, se estas têm interferência recíproca que gere uma situação de dependência mútua. Se não houver, as atividades em questão poderão ser realizadas paralelamente, ou pelo menos com um paralelismo parcial.

Hartley (1998) afirma que a ES pode ser adotada especificamente para a melhoria do projeto sob a óptica da fabricação e da montagem, o que caracteriza um Projeto Orientado à Fabricação e Montagem (DFMA). Esse propósito pode ser ilustrado por uma prática hoje utilizada na construção de plataformas *offshore*, denominada “acabamento avançado”. Consiste em entregas parciais para se iniciar o mais cedo possível a construção dos blocos que compõem a plataforma e a realização antecipada

da instalação de suportes, soldagens, pintura, e de outras atividades, que seriam dificultadas se fossem realizadas em fase mais avançada da construção.

Segundo Naveiro (2001), a possibilidade de entrega de produtos parciais oriundos do projeto, para equipes que trabalham nas fases seguintes do processo, permite realmente a antecipação de algumas realizações, propiciada pela superposição de atividades. Entretanto, o autor observa que essa sobreposição deve ser feita de forma criteriosa, em termos de sensibilidade e variabilidade das atividades inter-relacionadas, para que não se incorra em re-trabalhos devido a decisões e execuções errôneas por falta de uma avaliação mais precisa sobre a interdependência das atividades.

Um outro aspecto significativo da ES é o emprego de sistemas informatizados para atenuar os efeitos desfavoráveis do aumento das interações, e o uso de ferramentas CAD para a elaboração de simulações em paralelo. Além das simulações, esses recursos propiciam uma fluência na circulação de informações, a visualização em 3D do objeto projetado, e uma melhor coordenação e gestão das interfaces entre as intervenções dos diversos atores. (MARTIN, 1998)

Em extensão ao conceito original de ES, Fine (2000) considera a inclusão de fornecedores no processo de desenvolvimento de novos produtos e processos. Essa inclusão de fornecedores permite a criação de um ambiente de Desenvolvimento Simultâneo Tridimensional, no qual o produto, o processo e a cadeia de suprimentos são desenvolvidos ao mesmo tempo. Este processo foi denominado por Fine (2000) de Engenharia Simultânea Tridimensional (*Three-Dimensional Concurrent Engineering*).

Em síntese, a ES tem o mérito de caracterizar-se como uma evolução das abordagens técnicas de projeto, ao substituir uma abordagem puramente técnica, estabelecida pela engenharia clássica, por uma abordagem mais gestonária.

2.3.2. As abordagens das dimensões cognitivas do projeto

Uma das principais referências no domínio da pesquisa em projeto como atividade cognitiva é a abordagem de Simon (1996). O autor trata a noção de projeto considerando-o como uma atividade cognitiva, preferivelmente a atribuir-lhe um status profissional. Uma postura central de Simon com respeito a projeto é que projeto é uma

atividade de “resolução de problema”, em que se verifica a importância da construção progressiva do procedimento; e não uma atividade de criação. Para o autor, os problemas de projeto são as situações cujos problemas são mal definidos ou mal estruturados.

Segundo Simon (1972 *apud* Martin 1998), por problemas mal definidos ou mal estruturados entendem-se aqueles cujos dados não são todos estruturados ao início; o estágio inicial está por ser construído; não há procedimento pré-estabelecido; admite várias soluções possíveis; e o processo da produção do resultado não está estruturado hierarquicamente.

Simon (1972 *apud* Martin 1998) propõe o modelo *problem solving* (resolução do problema), pertinente ao processo de concepção. Na sua abordagem sobre resolução de problemas de projeto, esse autor faz a distinção entre “*problem solving*” e “*problem finding*”, ao ressaltar a importância não da solução, mas do próprio problema, e considera ser essencial identificar o problema e analisar a situação, para então diagnosticar o “verdadeiro” problema.

O modelo *problem solving* se apóia nos aspectos que caracterizam problemas mal definidos, acima enunciados, e identifica diferentes fases ao longo da resolução do problema: identificação; concepção de soluções; e seleção de ações. Um segundo modelo é apresentado, qual seja: o *problem setting* (formulação do problema), que postula que o verdadeiro problema é definir o problema.

Sobre o modelo *problem solving*, segundo o qual o problema é formulado sem ambigüidade e o processo de concepção consiste na representação mental de um único “concebedor”, recai a crítica de que essa representação não deixa espaço aos aspectos coletivos do trabalho de projeto, por negligenciar o papel da interação social de atores que podem ter objetivos e interesses conflitantes.

Em abordagens mais recentes acerca dos processos de *problem solving*, a comparação empírica da performance de *experts* versus novatos tem sido objeto de vários estudos e pesquisas no campo da cognição em projeto. Em um desses estudos, Cross (2004) enfoca a diferença de comportamento entre projetistas novatos e

projetistas experientes, e aponta a expertise como um relevante diferencial entre ambos, na abordagem para solução de problemas. Segundo o autor, o comportamento dos novatos é normalmente associado a uma abordagem “*depth-first*”, isto é, identificando sequencialmente e explorando sub-soluções; enquanto as estratégias dos *experts* são, em geral, abordagens predominantemente *top-down* e “*breadth-first*” (em amplitude). Cross (2004) conclui que os projetistas *experts* são focados na solução e não no problema e que essa característica cognitiva de projeto é proveniente da educação e da experiência em projetar.

A esse propósito, Visser (2009) afirma que um resultado clássico confirmado na área da psicologia cognitiva revela que em um mesmo domínio, as representações e as atividades dos *experts* e dos novatos são diferentes. Em síntese, projetistas *experts* focam na solução, preferivelmente a focarem no problema.

Vincenti (1990) se dispõe a estudar o conhecimento em engenharia, que é usado na produção de artefatos. Segundo a assertiva de que “*o que os engenheiros fazem depende do que eles sabem*”, o autor se propõe a organizar o conhecimento, com base em um exame da dimensão cognitiva da engenharia. A sua proposta é ensinar a pensar de acordo com o contexto. Vincenti argumenta que quando se atribui uma tarefa de projeto – normalmente mal definida e incompleta (SIMON,1996) – a um ator menos experiente de uma equipe, sua percepção do conhecimento contextual não é imediata.

Com um outro enfoque também pertinente à dimensão cognitiva do projeto, Simon (1996) se dedica, de forma pioneira, ao estudo do “artificial”. O autor assume o significado de artificial como “feito pelo homem”, o oposto de natural. As ciências do artificial descrevem objetos e fenômenos – artefatos – que resultam da intervenção humana no mundo natural.

De forma útil à complementar a compreensão do conceito de “artificial”, Naveiro e Pereira (2008), ao abordarem a educação em design, no Brasil, dispõem que as disciplinas pertinentes às ciências ensinam o que são coisas naturais e como elas funcionam; enquanto os cursos de engenharia ensinam coisas artificiais, isto é, como fabricar artefatos que têm características desejáveis e seus conceitos.

Sob a tese geral de que a psicologia é uma ciência do artificial, Simon (1996) aborda a psicologia do pensamento, e enfatiza o caráter artificial do pensamento humano – como ele se adapta através do aprendizado individual e da transmissão social de conhecimento, para os requisitos da tarefa do ambiente, e aponta a linguagem como a habilidade mais característica do ser humano no quadro do processo cognitivo delineado por sua tese. As coisas artificiais são caracterizadas em termos de funções, metas e adaptações; e são geralmente discutidas, particularmente quando estão sendo projetadas.

Segundo Simon, o mundo artificial é centrado precisamente sobre a interface entre os ambientes interno e externo, no que diz respeito à obtenção de metas por meio da adaptação de primeiro ao segundo. Dessa forma, a lógica do projeto é concernente a como as coisas deveriam ser, isto é, como deveriam ser para atingir metas e para funcionar; e não como elas são – preocupação das ciências naturais.

Para Darses e Falzon (1996), falar de projeto em psicologia cognitiva consiste na identificação de um conjunto de características formais de certas situações profissionais: das características da tarefa, que conhecem em geral muito bem, e das características do espaço-problema e das razões que por outro lado são menos bem identificadas.

Sob a óptica da psicologia cognitiva, Darses (2004) ressalta a importância de demonstrar como a “inteligência da tarefa” de concepção se realiza, isto é, como os projetistas se apropriam mentalmente do contexto situado e multifatorial da tarefa de projeto, em função de seus objetivos de ação e das estratégias de que eles dispõem, segundo sua competência e suas *expertises*, conforme o custo cognitivo da ação, na construção do processo cognitivo de resolução de problemas de concepção.

Darses (2004), em mais uma consideração sobre perspectiva cognitiva, discorre sobre as abordagens construtivistas desenvolvidas por Schön (1983, 2000) acerca das atividades de projeto, e as classifica como “*um paradigma alternativo à teoria da concepção formulada por Simon*” (DARSES, 2004, p.31). Essa autora ressalta o papel central das representações intermediárias externas dentro da solução de problemas de projeto. Sob esse aspecto, enfatiza o uso intensivo de diversos tipos de representações externas – desenhos, gráficos, documentos, maquetes – que facilitam a construção da solução de problemas.

Para Darses et al. (2007), os estudos cognitivos revelam que os projetistas trabalham simultaneamente diversos níveis de abstração, em que as soluções são mentalmente representadas; níveis esses que operam como pontos de vistas complementares sobre o objeto. Por outro lado, segundo esses autores, em termos de organização do processo de concepção, os estudos cognitivos da atividade dos projetistas questionam o fato destes profissionais, mesmo tendo formação e experiência em metodologias de concepção, seguirem os procedimentos preconizados por essas metodologias.

“Esses estudos psicológicos confirmam que a organização seqüencial da concepção se choca com o procedimento efetivo dos projetistas e com os processos cognitivos que estes mobilizam para resolver problemas de concepção.” (DARSESES et al., 2007, pág. 471)

2.3.3. As abordagens coletivas e sociais do projeto

A definição clara acerca da atividade dos projetistas em processo de projeto não é simples, conforme cita Martin (1998), ao justificar a necessidade de se abordar as dimensões coletivas e sociais presentes no processo:

“A compreensão do processo de projeto passa certamente pelas dimensões técnicas e cognitivas, mas igualmente pelo conhecimento da estrutura e do funcionamento do grupo de projetistas, da organização e dos meios disponíveis, da consideração do contexto e do ambiente”⁹. (MARTIN, 1998, pág. 126)

Para facilitar a compreensão do que cada uma dessas duas dimensões abrange, faz-se aqui a distinção entre ambas. Convencionalmente, dimensão coletiva designa o que transcorre entre os próprios projetistas; e dimensão social, as relações e interações dos projetistas com os outros atores da situação. (MARTIN,1998)

No âmbito das abordagens coletivas e sociais do projeto identificamos três importantes vertentes que, apesar de originárias de questões e propósitos distintos, apresentam idéias convergentes e complementares, atinentes a processo de projeto, conforme podemos observar com base nas respectivas sínteses enunciadas a seguir.

⁹ *La compréhension du processus de conception passe certes par les dimensions techniques et cognitives, mais également par la connaissance de la structure et du fonctionnement du groupe de concepteurs, de l'organisation et des moyens mis en place, du rapport au contexte et à l'environnement. (MARTIN, 1998, p. 126)*

Schön (1983, 2000) desenvolve uma visão geral do que denomina “ensino prático reflexivo”, por ele considerado um elemento-chave da educação profissional. O autor clama por uma nova epistemologia da prática que trate a questão do conhecimento profissional e um repensar da educação para a prática reflexiva; e aborda as idéias que são centrais à sua compreensão da prática reflexiva: conhecer-na-ação, reflexão-na-ação e reflexão sobre a reflexão-na-ação, que privilegiam a competência e o talento inerentes à prática habilidosa, ou seja, que os profissionais desenvolvem pensando o que fazem, enquanto fazem, em situações de incerteza, singularidade e conflito, que permeiam todo processo de projeto.

Bucciarelli (1984, 1988, 1996) se dedica a estudar os engenheiros no trabalho, especificamente em projetos de engenharia. Bucciarelli (1984) aborda o processo de projeto de engenharia com o propósito de revelar tanto os elementos técnicos quanto os sociais que orientariam as tomadas de decisão concernentes ao processo, e desenvolver um melhor entendimento desse processo, para determinar como os valores influem nas decisões e, conseqüentemente, afetam as formas de tecnologia que emergem.

O foco do autor é voltado para como o artefato está envolvido no projeto, segundo as visões dos participantes acerca do objeto e do processo de projeto: objeto como representação do modo como os participantes entendem o funcionamento das coisas; processo como o modo que elas são projetadas, e suas conexões com o contexto. A principal premissa dos seus estudos é que projeto é um processo social, que existe somente num sentido coletivo, onde diferentes participantes pensam sobre o trabalho no projeto de formas bastante diferentes.

Bucciarelli procura criar o conhecimento em cima do conhecimento, isto é, o que denominamos meta-conhecimento, que significa organizar o conjunto de conhecimentos e obter, com base nessa organização, uma utilização prática; enquanto Schön vai em busca da natureza do conhecimento na ação, o que consiste em uma crítica ao modelo linear. Entretanto, esse autor não se propõe a fazer um modelo. Ele apresenta e discute as idéias centrais da prática reflexiva, mas não se dispõe a analisar a sua estrutura.

□ **A Prática reflexiva**

Schön (1983, 2000) analisou o processo de projeto sob a célebre metáfora de uma conversação com a situação. Em sua análise explora de maneira reflexiva a conversação entre o projetista e os materiais que surgem da situação dada: o projetista, voltado para um objetivo, projeta idéias e saberes, mas a situação lhe “responde” com uma surpresa, apresentando resultados inesperados que o levam a reformular o problema.

A interação entre os participantes e destes com o artefato resultam em movimentos sequenciais que dão novos significados e direções ao desenvolvimento do artefato. Assim, o movimento do projetista tende a produzir conseqüências outras que aquelas que são inicialmente previstas com os resultados mais ou menos obtidos segundo as circunstâncias. Segundo Schön (1983, pp. 78, 79), quando isso ocorre, o desenhista pode considerar as mudanças não prometidas que ele produziu nas situações para formar novas avaliações e entendimentos e fazer novas mudanças. Metaforicamente, a situação responde e ele (o projetista) replica à resposta da situação.

Schön (2000) estabelece uma crítica ao modelo da racionalidade técnica, que calcado em uma visão objetivista, postula que os profissionais são aqueles que solucionam problemas instrumentais, por meio da seleção dos meios técnicos provenientes das bases do conhecimento científico, adequados aos propósitos específicos.

Schön argumenta que os estudos de projeto devem atender à reflexão-na-prática, exercida por atores bem equipados para refletir em uma situação de projeto, confiando mais na sua capacidade profissional para pensar durante e sobre as situações com as quais eles se deparam em seu cotidiano, do que na técnica racional. Em grande parte, a crítica de Schön recai sobre a primeira edição de *“The science of the artificial”*, de Herbert Simon (1969), especificamente sobre a sua teoria de projeto instrumentalista.

Schön ressalta que os problemas da prática do mundo real não chegam todos determinados e não se apresentam aos profissionais com estruturas bem delineadas. Assim sendo, a racionalidade técnica é insuficiente para lidar com as situações dinâmicas da prática de projeto, denominadas pelo autor de “zonas indeterminadas da prática”, permeadas por complexidade, incerteza, singularidade e conflito de valores.

Diante dessas situações, em que a solução técnica depende da construção anterior de um problema bem delineado, é que se utiliza o talento artístico profissional, que são tipos de competência, derivados de um exercício de inteligência, que profissionais demonstram em situações da prática que são únicas, incertas e conflituosas.

Segundo Meng (2009) um importante aspecto da caracterização de Schön a respeito da teoria de projeto proposta por Simon é a aparente oposição desta à sua teoria de reflexão-na-ação. Entretanto, Meng argumenta que as direções indicadas por Simon e Schön não são clara e diametralmente opostas. Para Meng, a substantiva contribuição da teoria de Simon é a caracterização dos estudos de projeto como ciência. O trabalho de Schön privilegia o intuitivo, enquanto o trabalho de Simon se refere ao racional.

□ **Projeto como processo social**

Bucciarelli (1984) dispõe que em processo de projeto, as diferentes interpretações que os atores elaboram com base em uma situação ou enunciado de um problema que lhes é proposto variam em função das posições sociais desses atores. Mas, apesar das diversas visões formadas por eles, é importante que trabalhem adequando suas perspectivas em prol da construção de um objeto comum. Essa dinâmica é inscrita em duas dimensões, coletiva e social, que pressupõem fundamentalmente a cooperação entre os projetistas; as interações entre os projetistas e os outros atores; e as negociações das delimitações.

O autor estabelece a noção de que diferentes participantes em processo de projeto têm diferentes percepções do projeto, do artefato que se deseja produzir. Assim, a tarefa de projeto é muito mais uma questão de agregar diferentes pessoas, com suas próprias linguagens, modelos e símbolos, para compartilhar uma perspectiva comum, para entrar em acordo a respeito das questões mais significantes, e para formar consenso sobre o que deve ser feito nas etapas seguintes do processo. Bucciarelli (1984) vê o processo de projeto de engenharia como uma negociação contínua; e infere:

“Projeto é um processo social e demanda uma consideração que busca o verdadeiro significado das delimitações técnicas, valores e

normas sobre a forma do artefato no pensamento cotidiano, crenças expressas e prática dos participantes."¹⁰ Bucciarelli (1984, pág. 1)

O autor identifica quatro aspectos básicos presentes no processo coletivo de projeto: a organização, os contextos, os condicionantes e o discurso. Ao abordar o aspecto organização dentro do processo de projeto de engenharia, Bucciarelli (1988) afirma que projetar envolve a percepção da estrutura do artefato, estrutura que se modifica continuamente ao longo da progressão do projeto. Os atributos do artefato, apreendidos pelos participantes, e seus relacionamentos com o todo, permitem a definição das fronteiras que delimitam as tarefas do projeto, bem como a identificação da organização dessas tarefas, em consonância com o universo de especialização de cada participante. Ao subdividir o projeto, é fundamental buscar-se a elaboração de uma interface clara entre diferentes grupos de trabalho, de modo a se obter uma organização que propicie o bom gerenciamento do projeto.

Os contextos são bem definidos como universos de competências, isto é, mundos de especializações técnicas, com seus próprios dialetos, sistemas de símbolos, metáforas e modelos, instrumentos e técnicas sensitivas, regulações, expressos pelo o que Bucciarelli (1988, 1996) denominou mundos objeto. Segundo este autor, mundo-objeto designa o domínio do pensamento, ação e artefato, dentro do qual os participantes em projeto de engenharia se movimentam e vivem quando trabalham sobre qualquer aspecto específico, parte instrumental, subsistema ou sub-função de um todo.

Diferentes mundos objeto, enraizados em tradições de treinamento e educação, são refletidos na organização do projeto. Cada ator tenta privilegiar as soluções segundo seus respectivos mundos objeto. Projetos de engenharia requerem a colaboração de diferentes variedades de *expertises* profissionais, todos construindo, definitivamente, o mesmo artefato. Mas o mesmo objeto é construído diferentemente dentro de diferentes mundos objeto. O objeto do projeto não é algo que tenha interpretação e significado único por todos os participantes. Cada perspectiva e interesse dos indivíduos são enraizados em suas *expertises* especiais e responsabilidades. Projeto é um processo cujo sentido é tornar coerentes essas perspectivas e interesses, estabelecendo isso no artefato.

¹⁰ *Design is, in process, a social process and it demands an account that searches for the true significance of technical constraints, values and norms on the form of the artifact in the everyday thought, expressed beliefs, and practice of participants.* Bucciarelli (1984, p. 1)

Os condicionantes do projeto consistem nas especificações e as restrições que delimitam os elementos que constituem o projeto. As restrições podem ser de vários tipos, desde restrições tecnológicas até restrições de ordem circunstancial, como custos, tempo, desempenho. As restrições são a essência de mundos objeto, e na maioria das vezes são conflitantes entre si. Isso requer dos participantes a busca por soluções de compromisso que privilegiem os requisitos do produto, valendo-se de discursos capazes de conciliar os interesses entre os diferentes universos de especialização.

Projetar requer discursos através de diferentes mundos objeto. O discurso de projeto diz respeito à linguagem desenvolvida pelos participantes para promover o entendimento entre os mundos objeto nos quais estão respectivamente inseridos, quando diferentes interesses são buscados.

Bucciarelli (2003) afirma que a linguagem de cada mundo objeto de um engenheiro é fundamentada num paradigma científico particular, que serve como base para conjecturas, análises, testes e projetos dentro desse mundo. Diferentes participantes que trabalham dentro de diferentes mundos objeto, por sua vez falam linguagens diferentes. Segundo este autor, a linguagem de projeto deve ser construída o mais “aberta¹¹” possível – incluindo desenhos, modelos, protótipos, gráficos de computador – para permitir um intercâmbio produtivo entre os participantes. No caso de projetos multidisciplinares, deve propiciar a interoperabilidade entre as disciplinas. Representações gráficas, sejam esboços ou desenhos mais formais, devem ser partes integrantes da linguagem de projeto, pois trazem noções de funcionamento de um objeto, bem como seus elementos de composição e o que pode ser negligenciado.

Também é parte integrante do projeto a denominação dos seus elementos constituintes e suas funções, porque a denominação tem por função estabelecer na mente dos participantes um significado consensual da forma e da função do objeto que estão construindo, no sentido de rotular um foco particular de interesse comum. E na interseção de mundos objeto há a necessidade de um discurso de decisão, que se sobreponha aos domínios cognitivos em que se inserem os participantes.

¹¹ O sentido denotado pelo termo “aberta” corresponde a uma das classificações aplicáveis aos objetos intermediários, apresentadas adiante, na seção “A abordagem sob a perspectiva dos objetos intermediários”.

Para Bucciarelli (1988), os discursos de projeto ilustram o caráter social do projeto de engenharia, como diferentes participantes, com diferentes responsabilidades, negociam seus diferentes interesses e entram em acordo sobre a produção de artefatos. Eles fazem isso sem, contudo, reconciliar plenamente suas diferentes visões sobre o projeto. Os participantes trabalham para harmonizar seus esforços por meio de negociações. Essa harmonia, ou falta dela, se refletirá no artefato. A qualidade do projeto final e do artefato dependerá do processo social desenvolvido pelos participantes, a competência dos participantes trabalhando dentro de mundos objeto.

Para Bucciarelli, a decomposição (redução) e a denominação das partes do projeto não são únicas. A falta de unicidade e a ambigüidade são refletidas no desafio de definir claramente as condições de interface entre subsistemas, entre diferentes tarefas do projeto. Existirá sempre incerteza inerente ao processo de organização do trabalho de projeto, em torno do artefato. Mas apesar da incerteza e da ambigüidade, acordos são feitos e detalhes do artefato são definidos. A consideração de fatores como ambigüidade, conflitos e incertezas na problemática dos processos de projeto é compartilhada por Schön (2000): “*Esse tipo de reflexão-na-ação é fundamental para o talento artístico com o qual os profissionais muitas vezes compreendem situações incertas, únicas e conflituosas.*” (pág. 38); e por Bucciarelli (1984, 1988):

*“Ambigüidade estará sempre conosco em projeto, especialmente nos estágios do projeto conceitual. Diferentes participante, cada um com seus próprios interesses dentro do projeto, trabalhando a partir de diferentes mundos objetos, verão o projeto diferentemente.”*¹²
(BUCCIARELLI, 1988, pág. 9)

A compreensão compartilhada da informação, normalmente não se verifica em equipes cujos participantes possuem diferentes formações ou são provenientes de outras organizações. Isso reflete os conceitos de “mundos objeto” e “subcultura”, tratado por Bucciarelli (1988), cujo significado do segundo consiste em um grupo com idéias próprias e específicas, diferentes da maioria. Sem o compartilhamento de histórias e significados – membros da equipe sem formações e experiências semelhantes – os significados têm que ser negociados e a informação perde o seu contexto quando são ultrapassadas as fronteiras das áreas de conhecimento. Bucciarelli (1996) ao referir-se

¹² *Ambiguity will always be with us in design, especially in the conceptual design stages. Different participants, each with their own stake in the project, working from within different object worlds, will see the design differently* (BUCCIARELLI, 1988, p. 9)

ao conceito de mundos objeto, faz uma analogia ao conceito de *boundary object* (BUCCIARELLI, 1996, pág. 207), que será abordada a seguir.

□ Os objetos de fronteira e os objetos intermediários

Segundo Fong et al. (2007), objeto de fronteira (*boundary object*) é um conceito originalmente introduzido por Susan L. Star and James R. Griesemer (1989) para se referir aos objetos que servem como uma interface entre diferentes comunidades da prática. Para esses autores, os *boundary objects* têm significados diversos em diferentes comunidades da prática, mas suas estruturas são comuns o bastante para que mais de um “mundo” os torne reconhecível por meio de tradução.

A Figura 5 é uma representação do propósito de *boundary objects*. As “pontes” de *boundary object* permitem às comunidades a comunicação, a coordenação e a colaboração, aspectos muito presentes no desenvolvimento de processos de projeto.

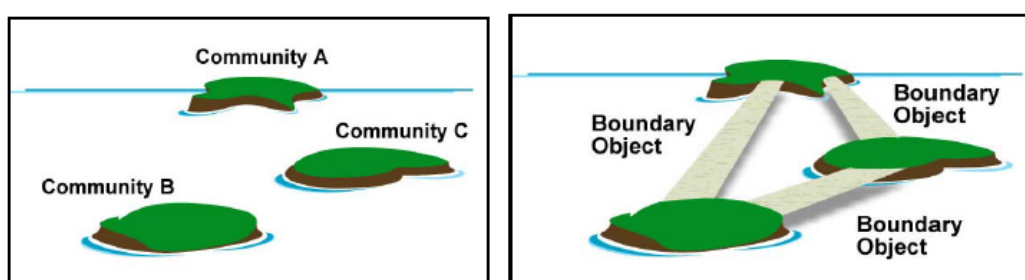


Figura 5: Três comunidades independentes entre si, à esquerda; e conectadas, à direita.
Fonte: Fong et al. (2007)

Além de permitir a comunicação, a coordenação e a colaboração, os *boundary objects* conduzem informação e contexto que podem ser usados para traduzir, transferir e transformar conhecimento entre comunidades da prática. O projeto e o uso de *boundary objects* são especialmente importantes quando se trabalha com comunidades que são geograficamente afastadas. Mas não deve substituir as interações face-a-face.

Vinck (2004) aponta como principais origens do conceito de objetos intermediários os estudos das práticas científicas conduzidos por Bruno Latour (1977); e o conceito de objetos de fronteira (*boundary objects*). No entanto, para esse autor, apesar de algumas convergências entre os conceitos de objetos de fronteira e de objetos intermediários, existem divergências entre ambos: não possuem a mesma origem, o mesmo conteúdo conceitual inicial nem o mesmo curso acadêmico.

Segundo Vinck (s/d), a noção de objetos de fronteira é moldada dentro do quadro de um estudo etnográfico dos mecanismos de coordenação do trabalho científico em um museu de história natural. Enquanto o conceito de objetos intermediários se inscreve dentro de uma tradição de pesquisa em sociologia das ciências.

Vinck (s/d) define os objetos intermediários como meio de representação das intenções dos atores em processos sociais, isto é, tradutores das idéias em materialização. Para o autor, em processo de projeto os objetos intermediários representam uma entrada para descrever e analisar a atividade de projeto, por meio de desenhos industriais, croquis, maquetes, protótipos que circulam entre os membros do projeto; e são também reveladores das relações entre os atores e entre as atividades por eles realizadas. Vinck define ainda os objetos intermediários como elemento de materialização de práticas, hábitos, convenções, saber-fazer dos atores; e vetores facilitadores da mediação.

A fundamentação teórica do método dos objetos intermediários consiste na consideração de que a partir dos objetos manipulados durante a atividade de concepção é possível analisar o processo de projeto e desenvolvimento do produto. Os objetos intermediários podem ser tudo o que permita o desenvolvimento de um entendimento comum da situação de projeto, e agilize a cooperação entre os participantes. O ponto central do método dos objetos intermediários é a consideração de que os participantes em processo de projeto desenvolvem suas atividades por meio da manipulação de objetos, físicos ou virtuais, produzidos e utilizados ao longo do processo.

Para Vinck e Laureillard (1995) a consideração dos objetos intermediários dentro de um processo de projeto permite evidenciar a organização do processo, a repartição das tarefas, sua seqüência e as regulações. Analisando-se de modo refinado cada um desses objetos intermediários, pode ser estabelecido um diagnóstico quanto ao caráter mais ou menos seqüencial, concorrente ou integrado do processo de projeto e quanto aos papéis mais ou menos representativos, ativos e prescritivos dos objetos.

Vinck e Jeantet (1995) estabelecem uma classificação dos objetos intermediários no contexto do processo sócio-técnico do projeto de produtos, segundo a capacidade de

coordenação dos atores – Objeto de Comissionamento ou Objeto de Mediação; e de acordo com a capacidade de serem modificados – Objeto Fechado ou Objeto Aberto.

Segundo os autores, os objetos de Comissionamento são considerados intermediários tanto entre as pessoas quanto entre as fases de um projeto. Eles se caracterizam por terem curta duração e serem fadados a desaparecer. Esses objetos podem ser vistos como a materialização de um comando específico prévio da interação humana. Nessa situação, o objeto é neutro. Ele é simplesmente um meio que possibilita ir de uma idéia à sua realização. Em suma, o “Objeto de Comissionamento” representa fielmente a interação entre atores e objetos.

Segundo o conceito de “Objetos de Mediação”, os objetos não são meros comissionadores; transformam a intenção que existe por trás do seu projeto; são como um modelo, com base no qual a idéia original pode ser modificada. Os desenhos não são a representação da idéia mental ou das especificações, mas a tradução em realização. Os resultados da mediação são também novos pontos de partida. Uma vez formados, criam novas restrições, limitam as possibilidades de ação, abrem ou excluem algumas possibilidades futuras. Não são somente objetos de comissionamento, mas mediadores.

Nas situações em que o usuário do objeto pensa e age de acordo com as intenções do projetista – sem interpretar nem transformar as suas intenções – supõe-se então que os objetos intermediários impõem ao usuário um modo de interpretar ou agir com base nesse objeto, diz-se que o objeto é visto como “Objeto Fechado”. Pode ser caracterizado como um documento técnico, que denota uma prescrição, e não pode ser compreendido de forma clara por uma multiplicidade de atores de projeto.

O conceito de “Objetos Abertos” dispõe que os usuários não são completamente presos ao objeto. Possibilitam ao seu utilizador uma certa margem de manobra, e permite que integrantes de uma equipe multidisciplinar trabalhem no aprimoramento de uma idéia. Existe sempre alguma medida de liberdade em termos de uso. A partir de um desenho técnico é possível fazer vários itens, os quais são todos diferentes, mas todos de acordo com o desenho. Da mesma forma, vários desenhos são possíveis a partir de uma dada lista de especificações.

Vinck e Jeantet (1995) propõem um diagrama, apresentado na Figura 6 – A e B simbolizam idéias, textos, desenhos, etc.; e \bigcirc representa o objeto intermediário –, que ajuda a visualizar os vários pontos de vista teóricos sobre os objetos e mostrar que os objetos intermediários tornam possível caracterizar o trabalho realizado pelos diversos atores e os tipos de processo de projeto, e comparar diferentes situações e processos de projeto.

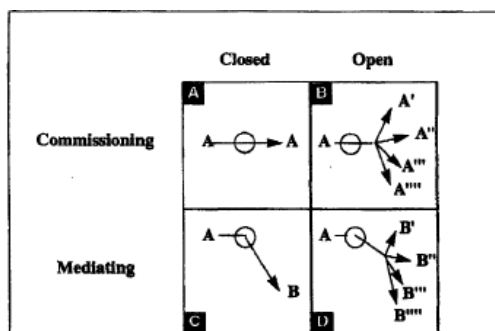


Figura 6: Diagrama para visualização teórica dos objetos
 Fonte: Vinck e Jeantet (1995)

As análises dos processos de projeto com base em objetos intermediários trazem à luz os processos cognitivos envolvidos e os significados coletivo e sócio-técnico empregados para se chegar a uma solução. A perspectiva de análise do processo de projeto com base nos objetos intermediários é válida porque os artefatos exercem um papel de mediação entre os participantes do projeto, e entre os participantes e os objetos por eles manipulados, que por sua vez, são reflexo de suas ações; são os elementos que formam a história do processo.

Vinck e Bovy (2003), ao abordarem a complexidade social e o papel dos objetos, afirmam que os objetos são mediadores das ações humanas e dos projetos, e que agem como um tradutor entre mundos sociais particularmente heterogêneos e servem para cristalizar as relações sociais. Os objetos determinam interações e conduzem a resultados esperados com maior precisão. Segundo esses autores, o objeto se torna um ponto focal e um mediador de trabalho para quem entra em contato com ele.

Blanco (2003) mostra que os objetos intermediários formam traços da emergência do produto e da construção progressiva do problema e da solução. O autor aborda o papel revelador e mediador dos desenhos brutos (*rough drafts*), que constituem um outro tipo de objetos intermediários feitos pelos projetistas, que são instrumentos na

definição de novas características do objeto, e que revelam e influenciam o processo de projeto sócio-cognitivo. Mostra também como os atores os utilizam como apoios convencionais que permitem construir um referencial comum sobre os quais se apóiam as ações. Enquanto revelador, fornecem uma consideração do processo e seus períodos de intensidade variável e rupturas. Como mediador, dão uma amostra das atividades.

Outro aspecto apontado por Blanco (2003) é que os objetos intermediários são usados para rastrear a atividade e a temporalidade do processo. Dentro dessa dinâmica temporal, certos objetos correspondem a momentos de ruptura ou de transição entre fases distintas da atividade, porque quando os objetos são mudados, o dinamismo do grupo é interrompido e inicia-se uma nova fase.

Vinck e Laureillard (1995) abordam a coordenação por meio dos objetos dentro do processo de projeto. Os autores centram suas abordagens na natureza e no papel dos objetos intermediários, constituídos principalmente de esquemas e desenhos industriais, supostos de serem os vetores das comunicações entre os participantes e os diversos ofícios. Esses objetos têm por vocação melhorar as trocas, permitir a expressão dos diferentes pontos de vista. Uma vez que o projeto é partilhado entre diferentes projetistas, a circulação desses objetos facilitam a construção da ação coletiva.

Para Vinck e Laureillard (2003) as produções gráficas e textuais são tipos interessantes de objetos intermediários. Destacam o papel das representações gráficas na cooperação inter-profissional que se desenvolve em torno dos objetos gráficos. Os objetos gráficos refletem as intenções, métodos e restrições de quem os projetou. Sob outra perspectiva, as produções gráficas são intrinsecamente manuais e cognitivas: o projetista pensa, escolhe e, às vezes, explica o que está fazendo, enquanto está fazendo.

3. Estudo de caso: o processo de projeto do *lower hull* da plataforma P-55

Neste capítulo é apresentado o estudo de caso realizado para esta pesquisa. A abordagem divide-se em quatro partes: na primeira são tratados os aspectos metodológicos que balizaram o trabalho de campo. Em particular, são enfatizados os objetos intermediários que serviram de apoio para a compreensão do processo de projeto. Na segunda é feita a descrição do processo de projeto, partindo-se de uma visão global, passando pelos aspectos intrínsecos à fase de detalhamento, e convergindo para os detalhes inerentes à disciplina de “Tubulação”. Na terceira são abordados aspectos que permitem elucidar como a dimensão do uso se insere no processo. Na quarta são apresentados os resultados obtidos na pesquisa.

3.1. A Estratégia de pesquisa

A estratégia de pesquisa empregada neste trabalho consistiu em um estudo de caso único, do tipo exploratório, no qual se recorreu ao trabalho de campo como forma de coleta de dados.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa em que se utilizou a técnica etnográfica da observação participante como principal fonte de evidências. A coleta de dados foi complementada por outros tipos de fonte – documentos, registros em arquivos, entrevistas e artefatos físicos. Essas fontes foram reunidas em três grupos principais: documentos; entrevistas; e observação, conforme proposto por Yin (2005, pág. 109).

Quanto ao escopo, a escolha do método de estudo de caso se justifica por tratar-se de uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo em seu ambiente natural, em que os limites entre o fenômeno e o contexto não são claros e se usam diferentes tipos de dados (YIN, 2005, pág. 32). Em termos do alinhamento ao problema de pesquisa que se pretende responder, o estudo de caso ora realizado é classificado com descritivo, porque procurou-se ilustrar a complexidade da situação e os aspectos nela envolvidos, bem como apresentar informações sobre um fenômeno pouco estudado – um processo de projeto. (GODOY, 2006, pág. 124)

Na pesquisa buscou-se descrever, interpretar e explicar o que aconteceu em situações cotidianas da prática, com base em uma análise processual e contextual dos processos e das interações sociais que se desenvolvem, por meio da formulação de questões do tipo “como”, “o que” e “por que” sobre um fenômeno contemporâneo fora do controle experimental. (MERRIAN, 1998; YIN, 2005; GODOY, 2006)

Para Godoy (2006), o conteúdo das observações envolve geralmente uma parte descritiva do que ocorre no campo e uma parte reflexiva, que inclui comentários pessoais do pesquisador, com especial atenção para as estruturas sociais e o comportamento dos indivíduos como membros do grupo (FETTERMAN, 1998). Esses registros foram feitos por meio de anotações escritas, documentadas em “caderno de campo” e complementados por fotos e gravações de áudio. A técnica da observação foi normalmente combinada com a entrevista etnográfica, que segundo Flick (2004) é elemento essencial da observação participante.

A etnografia, originária das experiências antropológicas de Malinowski realizadas entre 1914 e 1918, na Nova Guiné, é caracterizada como mais do que um método; como uma postura do pesquisador perante o objeto e o contexto de pesquisa. O trabalho etnográfico tem por objetivo maior a reconstrução da tessitura do social, indo além do caso individual. Propõe considerar as particularidades dos fenômenos e ao mesmo tempo contextualizá-los, interpretando-os como expressão de outros aspectos ou situações sociais.

“À medida que o pesquisador investe na contextualização, ele estabelece uma espécie de diálogo com subjetividade dos pesquisados, construindo uma leitura da vida social em que não só os aspectos objetivos, mas também os valores, as emoções e as crenças são descritos, narrados e levados em conta no processo de compreensão do fenômeno estudado”.
(ANDION e SERVA, 2006, pág 155)

Ao abordarem a realização do trabalho de campo, Andion e Serva (2006) ressaltam que a etnografia consiste em uma proposta por parte do observador que não se limita a ver, mas a olhar o objeto e o contexto da pesquisa. Isso significa captar o ponto de vista dos membros do grupo estudado, buscando significações das variações e dos sentidos atribuídos pelos atores. Essa é, de fato, a intenção deste trabalho de pesquisa.

Andion e Serva (2006) enfatizam também a importância da elaboração do texto, que classificam como um momento fundamental da pesquisa. Segundo esses autores, “o texto etnográfico deve conter não só a descrição real do que é percebido pelo pesquisador, como também a representação desse real, ressaltando sua subjetividade.” (pág. 163) E complementam que a inserção de trechos das falas dos observados, obtidas durante o trabalho de campo, é um recurso amplamente utilizado pela antropologia e vem sendo empregado em textos produzidos mediante o emprego da etnografia. Esse recurso foi intensa e apropriadamente utilizado nesta dissertação.

3.2. Elementos fundamentais do trabalho de campo

Nesta seção são apresentados: o objeto do processo de projeto estudado na pesquisa de campo – o módulo denominado *lower hull*, da plataforma de petróleo *offshore* semi-submersível P-55; a empresa que desenvolveu o projeto de Detalhamento do *lower hull*, na qual foi realizado o trabalho de campo; e a sistemática de coleta de dados empregada na pesquisa.

3.2.1. O *lower hull*

O *lower hull* é o módulo que constitui a parte inferior da plataforma, cujas principais finalidades são a sustentação dos módulos superiores – *topside*¹³ –; o suporte das linhas de riser¹⁴; e a flutuabilidade da unidade.

A estrutura principal do *lower hull* é composta por quatro colunas, interligadas por meio de módulos horizontais de seção retangular, que perfazem uma configuração quadrada com 94,32 m de lado, denominados *pontoons*. As colunas situam-se em cada vértice do quadrado, denominados “nós”. Ressalta-se que no *lower hull* encontram-se instalados equipamentos e sistemas cujo funcionamento requer a presença de operadores. A fotografia e vista esquemática, ilustradas na Figura 7, permitem uma melhor compreensão do que é o *lower hull*.

¹³ O *topside* é o módulo da plataforma que abrange os sub-módulos *maindeck*, *twindeck* e *cellardeck*, onde situa-se toda a planta de processo, as acomodações.

¹⁴ Riser é um trecho de tubulação submarina constituído por um duto vertical tubular, de natureza rígida ou flexível, que interliga o poço petrolífero à plataforma ou embarcação que explora o produto do poço.

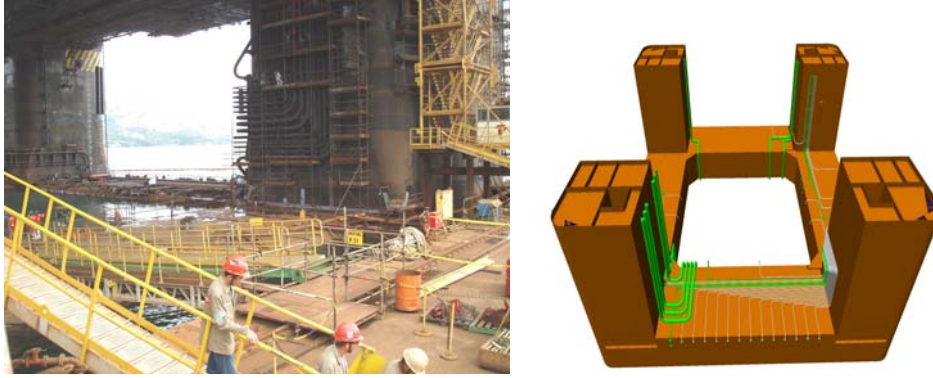


Figura 7: Fotografia de parte externa do lower hull da P-51 (pontoon e colunas); e Maquete eletrônica 3D do lower hull da P-55

Os compartimentos dos *pontoons* compreendem os tanques de Lastro; os tanques de Diesel; os tanques de Água doce; e os túneis de acesso entre cada *Pump Room* (sala de bomba). Cada “Nó” consiste de uma *Pump Room*, *Ballast Tank* (Tanques de lastro) e *Access Trunk* (Acessos verticais para as partes superiores). No *lower hull* estão abrangidos os seguintes sistemas: de água doce; óleo diesel; lastro; esgoto; drenagem das colunas; ventilação e ar condicionado; e ar comprimido.

No topo de cada uma das colunas existe uma *Local Ballast Control Room*, que são salas a partir das quais são controlados remotamente os sistemas instalados nas respectivas salas de bomba. No documento de projeto denominado *Marine System* é preconizado que o controle dos referidos sistemas sejam feitos também manualmente e localmente. No que se refere ao sistema de Lastro essa condição é mandatória. Na Figura 8 está ilustrada parte de uma *Pump Room* e a entrada do túnel de acesso do *pontoon*.



Figura 8: Fotografia de parte da pump room e entrada do túnel de acesso do pontoon da plataforma P-51

3.2.2. A empresa PROJEMAR S.A.

Segundo informações que constam no site da PROJEMAR S.A. (www.projemar.com), trata-se da principal empresa de projetos de engenharia navais e *offshore* no Brasil. Criada como uma empresa afiliada do estaleiro EMAQ para desenvolver os projetos do próprio estaleiro, possui experiência acumulada por meio da participação em trabalhos realizados para clientes nacionais e internacionais, desde 1969. Em 1973, devido ao crescimento da indústria naval no Brasil, a PROJEMAR iniciou o desenvolvimento de projetos e atividades de consultoria a outros estaleiros e armadores.

A PROJEMAR introduziu os sistemas CAD¹⁵ na construção naval brasileira, especificamente no estaleiro EMAQ. Devido ao seu alto desenvolvimento no campo do CAD/CAM, o estaleiro EMAQ e a PROJEMAR foram premiados em 1980 com o prêmio “LICEU DE TECNOLOGIA”, o mais importante prêmio na área tecnologia, à época.

Devido à junção dos estaleiros EMAQ e VEROLME, em 1991, a PROJEMAR se tornou responsável pelos projetos de ambos os estaleiros. Em 1994, com a fusão dos estaleiros EMAQ, VEROLME e ISHIBRAS, a PROJEMAR passou a desenvolver projetos para os três mais importantes e produtivos estaleiros do Brasil. Nas suas realizações incluem-se mais de 850 projetos de navios; de conversões *Floating Production, Storage and Offloading* (FPSO); e de plataformas de petróleo semi-submersíveis. Entre os projetos *offshore* se destacam:

- FPSO e FPU: P-31, P-34, P-38, P-37, P-43, P-48, P-50, P-53; e
- SEMI-SUB: P-19, P-40, Atlantic Star, Atlantic Zephyr, SEDCO 135D.

A PROJEMAR é certificada ISO 9001 de Sistema de Gestão da Qualidade desde 2001 e também possui, desde 2004, a certificação OSHAS 18001 de Sistema de Gestão de Saúde e Segurança. Estes dois sistemas compõem o Sistema Integrado de Gestão (SIG) da empresa.

¹⁵ O termo CAD vem do inglês Computer-Aided Design (Desenho Auxiliado pro Computador). É o nome genérico dados a sistemas computacionais que são utilizados nas áreas do conhecimento em engenharia, arquitetura, design. Em geral, um sistema CAD consiste basicamente de um conjunto de ferramentas para construção de entidades geométricas ou mesmo tridimensionais, juntamente com ferramentas para modificar essas entidades gráficas.

3.2.3. A sistemática de coleta de dados

A sistemática de coleta de dados empregada na pesquisa teve como base a abordagem utilizada por Wulff et al. (1999a). Os dados foram coletados a partir de documentos do projeto; entrevistas; e observações por meio de acompanhamento das atividades dos projetistas. A sistemática para coleta de dados dividiu-se em três etapas, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1: Síntese da sistemática para coleta de dados

ETAPAS	PRINCIPAIS ATIVIDADES	OBJETIVO	PERÍODO	OBSERVAÇÕES
1	Análise de documentos de projeto	Conhecer o escopo do projeto e o plano de execução da fase de Detalhamento	abril a maio 2008	Foco nos documentos de diretriz
2	Entrevistas com a Alta Administração da empresa de projeto e do Armador	Compreender o contexto e o processo de projeto em curso	junho 2008	Entrevistados: Diretor de Engenharia e Diretor de Projetos; e Gerente do projeto (Armador)
	Entrevistas com o pessoal envolvido com a disciplina de “Tubulação”	Entender o projeto na disciplina de “Tubulação”	julho 2008	Entrevistados: Gerente; Supervisor; Líder “Tubulação”; Projetistas
	Entrevistas com todo o pessoal participante do projeto e tripulantes de outras plataformas	Identificar os problemas práticos críticos para os operadores e como se insere a consideração ao uso	agosto a outubro 2008	Entrevistados: CoEmb P-51; CoEmb P-55; GPlat P-55; Operador P-40 Representantes CENPES; Representantes Engenharia (GRUFIS); Líderes de Disciplina; Supervisor; Projetistas
3	Acompanhamento das atividades de projetistas	Confrontação de informações; Obtenção de evidências	novembro 2008 a dezembro 2009	Verbalizações: de projetistas, Supervisor e Líder da “Tubulação”, de representantes da Engenharia (GRUFIS); Participação em sessão de <i>design review</i>

Fonte: próprio autor

□ Etapa 1: Análise de documentos do projeto

Nessa etapa foi realizado um levantamento dos documentos do projeto. Esse levantamento foi feito com base no documento denominado “*Basic Design Document List*”. Essa lista contém um total de 308 documentos, divididos por disciplina. Entre os documentos listados, 34 são pertinentes à disciplina de “Tubulação”.

Os documentos, que consistem em desenhos; especificações técnicas; listas de material e de instrumentos; requisições de material; folhas de dados; e relatórios, são classificados em três grupos, segundo a responsabilidade pela definição e refinamento dos dados, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2: Classificação de documentos fornecidos pela PETROBRAS

Grupo	Descrição
<p>“A”</p>	<p>Plena responsabilidade da PETROBRAS</p> <p><i>CONTRATADO não deve executar análise e/ou verificação da pertinência técnica e/ou consistência dos dados/documentos do Grupo A do Projeto Básico fornecido pela PETROBRAS.</i></p> <p><i>Qualquer desvio na documentação do Grupo A, requerido no detalhamento de engenharia deve ser previamente submetida e aprovada pela PETROBRAS.</i></p> <p><i>A PETROBRAS é responsável por todas as Especificações Técnicas (I-ET's).</i></p> <p>O CONTRATADO deve efetuar pedidos de compra usando documentos originais da PETROBRAS.</p>
<p>“B”</p>	<p>Dados principais sob responsabilidade técnica da PETROBRAS, no entanto esses documentos requererem a revisão dos dados completa e/ou definida pelo Cliente.</p> <p>Em caso de modificações dos dados principais estabelecidos pela PETROBRAS dentro desses documentos serem considerados necessários pelo CLIENTE durante o projeto de detalhamento de engenharia, as modificações propostas devem ser formalmente submetidas à aprovação da PETROBRAS</p> <p>O CONTRATADO pode iniciar o processo de compra usando esses documentos sempre que considerado necessário para itens com longos prazos de entrega.</p>
<p>“C”</p>	<p>São de plena responsabilidade técnica do CONTRATADO.</p> <p>O CONTRATADO deve ser responsável por toda a engenharia envolvida</p> <p>Todos os itens com a indicação “ON HOLD” nos documentos devem ser definidos pelo CONTRATADO.</p>

Fonte: Documento *Basic Design Document List*, fornecido ao EAS/PROJEMAR pela PETROBRAS (CENPES)

Verificou-se que não seria possível consultar a todos, devido à quantidade excessiva. Foi feita então uma seleção, tendo sido escolhidos os seguintes documentos, por serem os principais documentos de partida do projeto: *General Technical Description (GTD)*; *General Engineering Design Work Plan (GEDWP)*; *Marine System*; *Piping Practice*; e *ET-200*, sendo os dois últimos específicos da “Tubulação”.

A GTD refere-se a uma série de Especificações Técnicas que devem ser atendidas pelas disciplinas do projeto e sumariza os documentos do Projeto Básico (PB). Fornece

uma breve descrição do escopo de trabalho do Contratado (Estaleiro); e apresenta os requisitos mínimos para a construção.

No GEDWP está definido o plano para execução do Projeto de Detalhamento de engenharia para o *lower hull* da plataforma estudada. O pessoal da empresa projetista deve desenvolver o Projeto de acordo com os procedimentos identificados nesse Plano.

O GEDWP é composto por um conjunto de planos específicos, quais sejam: Plano de Coordenação; Plano de Planejamento e Controle; Plano de Engenharia; Plano de *Procurement*; Plano de Construção; Plano de Saúde Segurança e Ambiental; e Plano de Qualidade.

A *Marine System* contém as assunções básicas para o projeto e a construção dos sistemas marítimos da P-55. O propósito da *Marine System* é complementar as informações mostradas nos desenhos do P&ID¹⁶ (*Piping and Instrument Diagram*) e fichas de dados incluídas no Projeto.

O *Piping Practice* é um documento que tem por propósito instruir o projeto das linhas de tubulação com vistas à prática da montagem. Seu escopo abrange recomendações gerais de instalação e especificações técnicas concernentes a dimensões, materiais, tipos de peças – de penetração e suporte –, válvulas (extensões).

A ET-200 é um documento de uso estrito da disciplina de “Tubulação”, denominado propriamente “Especificação de Engenharia ET-200.03 Materiais de Tubulação para Instalações de produção e facilidades de Processo”, no qual constam, entre outros dados e informações, todas as especificações referentes a válvulas e dados e especificações referentes a pressão, material, tipo de fluido de cada tubulação.

Esses documentos foram lidos, e deles extraídas as partes que descrevem a organização formal do projeto; seus objetivos; o escopo do trabalho; as

¹⁶ *Piping and Instrument Diagram* (P&ID) são Diagramas de Tubulação e Instrumentação, isto é, fluxogramas diagramáticos, sem detalhes, que orientam a instalação das redes. Os P&ID trazem a indicação de origem e destino de cada linha, sem os respectivos comprimentos. Contêm informações de engenharia, para serem seguidas pela equipe de detalhamento de tubulação, tais como diâmetro, material da tubulação, válvulas, bombas, dados de processo (pressão, temperatura, vazão).

responsabilidades no que concerne aos requisitos gerais; os principais sub-processos pertinentes à fase de Detalhamento; e os tópicos que fazem referências à consideração do uso. Ressalta-se que quanto a esse aspecto, somente a *Marine System*; a GTD; e o *Piping Practice* preconizam a consideração ao usuário final, mesmo assim de forma genérica.

Os referidos documentos representam uma pequena fração do total da documentação de projeto, mas foram suficientes e fundamentais para que se pudesse compreender e descrever o processo de projeto estudado, e nortear as entrevistas.

□ **Etapa 2: Entrevistas**

Nessa etapa foram realizados três tipos de entrevista. Sempre que oportuno, e com o consentimento do entrevistado, as entrevistas foram registradas por meio de gravação de áudio, e posteriormente feitas as transcrições das partes de interesse.

Nas entrevistas do primeiro tipo, o propósito era obter uma visão geral do contexto em que se inseria o projeto e do processo de projeto como um todo. Procurou-se definir qual a unidade/objeto de análise e estabelecer as fronteiras de interesse para a pesquisa: onde observar; quando observar; quem observar; o que observar; e como observar.

No segundo tipo, buscou-se uma visão mais detalhada da disciplina de “Tubulação”, em termos de sua organização, sua dinâmica e como se desenvolviam as atividades dos projetistas nessa disciplina. Buscou-se entender como as soluções de projeto eram construídas, isto é, como as decisões eram tomadas; quais os objetos manipulados pelos projetistas de “Tubulação”; quais são e como são tratados os aspectos técnicos da disciplina; qual o nível de conhecimento dos projetistas sobre a documentação do projeto, especificamente no que diz respeito aos aspectos pertinentes ao uso e à ergonomia; e qual o espaço de manobra dos projetistas de Detalhamento.

No terceiro tipo, as entrevistas foram voltadas para a identificação dos problemas críticos verificados na prática, em plataformas já em operação, e como esses problemas eram tratados no projeto em estudo.

As entrevistas do primeiro e do segundo tipo foram normalmente curtas e rápidas, conduzidas no ambiente natural de trabalho e num tom informal. Contudo, as do terceiro tipo, cujo objetivo principal era compreender o significado que os entrevistados atribuem às situações críticas de operação e como se insere a consideração do uso optou-se, por tratar-se de assunto complexo e pouco explorado, por entrevistas mais formais – semi-estruturadas. Nessas entrevistas o pesquisador conduziu a conversa com base em questões pré-definidas, mas com flexibilidade para se aprofundar mais em tópicos específicos, conforme o andamento do diálogo.

Essas entrevistas foram orientadas por um “guia de tópicos”, isto é, por temas, que forneceu a linha mestra para a elaboração de um roteiro com as perguntas respectivas a cada tema. Ao longo deste capítulo constam, na forma de citação, trechos das assertivas e respostas dos entrevistados. No Anexo III é apresentado o roteiro que serviu de diretriz para as entrevistas semi-estruturadas. O roteiro foi organizado em quatro temas:

Tema 1: Elementos utilizados para pensar no uso nas tomadas de decisão.

Tema 2: Momentos em que se insere a consideração do uso.

Tema 3: O contexto atual e os impactos sobre a consideração do uso.

Tema 4: Consideração a problemas reais referentes ao uso.

As entrevistas foram conduzidas tanto com o pessoal interno da empresa que desenvolveu o projeto de Detalhamento: Diretor de Engenharia; Gerentes; Coordenador; Líderes de disciplinas; Supervisor; Projetistas, quanto com outros atores do projeto: representantes do Estaleiro – Gerente do projeto; e do Armador – Gerente do projeto; Representantes da área de Exploração e Produção (E&P) do Armador¹⁷ – Gerente (GPlat) e Coordenador de Embarcação (CoEmb) da plataforma em estudo; integrantes do Grupo de Fiscalização¹⁸ (GRUFIS); e representantes do CENPES que trabalharam no PB da referida plataforma.

¹⁷ Ressalta-se que o GPlat e o CoEmb, por serem pertencentes à área de Exploração e Produção (E&P) do Armador, constituem-se como legítimos representantes do usuário final.

¹⁸ O GRUFIS é um grupo contratado pela área de E&P para fiscalizar o andamento do projeto, composto por profissionais da “Engenharia” da PETROBRAS, especialistas em cada uma das disciplinas do projeto, e também por uma dupla encarregada da fiscalização do Modelo 3D, denominados Fiscais de Modelo. Ressalta-se que o E&P atua junto com o GRUFIS no acompanhamento do projeto, por meio de um grupo de representantes designados para essa função.

Foram também entrevistadas pessoas que não participam do projeto, mas que detinham conhecimento e informações úteis à compreensão do processo e dos aspectos operacionais. Por trabalharem em plataformas em operação, foram entrevistados o CoEmb e o Técnico de Operação Sênior, ambos da plataforma P-51; e o Operador de Lastro da plataforma P-40¹⁹. Foram também entrevistados participantes de um trabalho realizado para integração da ergonomia ao projeto de plataformas *offshore*, no qual foram levantadas as situações críticas para os operadores da P-43.

A plataforma P-51 foi escolhida por se caracterizar como situação de referência, em virtude de sua estreita similaridade com a P-55 (objeto do projeto em estudo nesta pesquisa) e pela facilidade de acesso aos integrantes da sua tripulação.

A escolha da P-40 teve como critérios o fato de ter sido projetada pela PROJEMAR, e também a facilidade de acesso a um de seus tripulantes – Operador de Lastro – que opera um dos sistemas (Lastro) em que foram identificadas criticidades de operação e de manutenção.

A P-43 foi escolhida pela facilidade de acesso aos participantes do trabalho acima referido e por ter sido também projetada pela PROJEMAR. Na Tabela 1 consta a caracterização do pessoal entrevistado.

Tabela 1: Caracterização do pessoal entrevistado

FUNÇÃO	PROJETISTA (PROJEMAR)	ESTALEIRO (EAS)	ARMADOR (PETROBRAS)
Projetista de Detalhamento	7	-	-
Gerente/Coordenador	1	1	1
Supervisor	1	1	-
Líder de disciplina	4	-	-
Gerente do PDS	1	-	-
Diretor de Engenharia	1	1	-
Gerente do Projeto	-	-	1
Coordenador do Projeto			1
Fiscais (GRUFIS)	-	-	3

¹⁹ O CoEmb e Técnico de Operação Sênior, da P-51 e o Operador de Lastro da P-40 são também da área de E&P do Armador.

FUNÇÃO	PROJETISTA (PROJEMAR)	ESTALEIRO (EAS)	ARMADOR (PETROBRAS)
Projetista do PB (CENPES)	-	-	2
GPalt P-55 (E&P)	-	-	1
CoEmb P-55 (E&P)	-	-	1
CoEmb P-51 (E&P)	-	-	1
Tec. Op. Sênior P-51 (E&P)	-	-	1
Op. de Lastro P-40 (E&P)	-	-	1
Participantes do trabalho referente à P-43 *	*	*	*
Total	15	3	13

*Esses entrevistados não pertencem a nenhuma das instituições envolvidas no projeto.
Fonte: próprio autor.

Assim como os documentos do projeto, as entrevistas foram fundamentais para se entender o contexto em que se desenvolveu o processo de projeto, os métodos de gestão, os procedimentos e os requisitos, os principais aspectos da disciplina de “Tubulação” e, principalmente qual a percepção dos atores do projeto sobre o uso e os fatores humanos.

Etapa 3: Acompanhamento da atividade dos projetistas

Na terceira etapa procurou-se compreender como e sob quais perspectivas alguns dos principais atores do projeto consideram, na prática, as necessidades dos usuários finais (operadores) durante o processo de projeto, isto é, como a dimensão do uso se insere no processo de projeto. Essa abordagem convergiu para a verificação da consideração a problemas reais referentes ao uso, segundo uma estratégia que consistiu em três linhas de ação:

1 - Identificação das situações críticas apontadas em plataformas em operação, e a confrontação, junto aos projetistas, de como esses problemas são tratados no projeto da P-55.

2 - Verificação de como os documentos emitidos pelo projeto de Detalhamento da P-55 são comentados pelo pessoal de Fiscalização (GRUFIS) e pelos futuros usuários (E&P), em referência ao uso.

3 - Observação da consideração ao usuário final, nas sessões de *design review* e nos estudos de HAZOP.

Na prática, a coleta de dados consistiu em visitas à equipe do projeto de Detalhamento, durante aproximadamente um ano e oito meses. As visitas tinham frequência variável – de uma a três visitas semanais –, em função do interesse do pesquisador sobre as atividades e eventos realizados.

Após esse período, em março de 2010 o pesquisador retornou ao “campo” para fazer novas entrevistas e acompanhar eventos relevantes para a consecução deste trabalho, como as sessões de *design review*.

Além das visitas ao projeto, foi realizada uma visita à plataforma semi-submersível P-51. A visita ocorreu enquanto a P-51 encontrava-se em fase final de prontificação, no estaleiro Brasfels, em Angra do Reis, ocasião em que foi feita uma das entrevistas ao CoEmb daquela plataforma. Na oportunidade foi permitido o acesso aos *pontoons* e às colunas, quando então feitos registros fotográficos e observados, *in loco*, os respectivos ambientes e as disposições dos equipamentos e sistemas lá instalados, bem como as condições de realização das atividades operacionais naqueles locais.

Ressalta-se que houve uma tentativa de acompanhamento do projeto de Detalhamento do *topside*, nas instalações da empresa QUIP. O propósito era conhecer a estrutura organizacional do projeto; entender a sistemática de desenvolvimento e de gerenciamento do projeto; e obter informações que evidenciassem “como” e “em que” momento se insere a consideração ao usuário final no projeto; e comparar com o processo seguido pela PROJEMAR. Entretanto, por razões estratégicas da empresa, o acompanhamento não foi autorizado.

3.3. O Contexto e a organização do projeto

Nesta seção são abordados os principais aspectos referentes ao contexto em que se desenvolveu o processo de projeto estudado, isto é, as condições vigentes à época do início do empreendimento; e também as suas principais características, com o propósito de proporcionar uma compreensão da sua organização e da sua dinâmica.

3.3.1. O Contexto

O projeto estudado tem por objetivo a construção de uma plataforma *offshore* semi-submersível, cuja maquete eletrônica encontra-se ilustrada na Figura 9. A unidade

ficará localizada no Campo de Roncador, na Bacia de Campos, no estado do Rio de Janeiro, Brasil, com expectativa de produção de 180.000 barris de petróleo por dia.

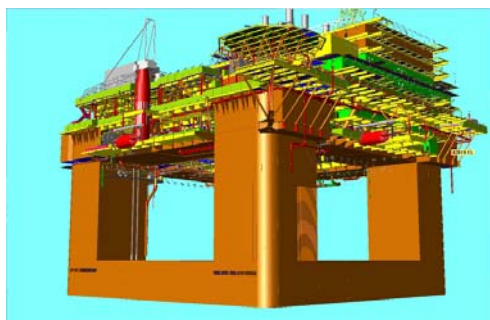


Figura 9: Maquete eletrônica 3D da P-55

Originalmente, o Projeto Básico da plataforma foi todo desenvolvido pelo Centro de Pesquisas da PETROBRAS (CENPES). Mas, em decorrência do cancelamento de um processo de licitação para fases de Detalhamento e de Execução, em que se obteve um valor superior às expectativas, a PETROBRAS resolveu rever a forma como o empreendimento seria realizado. Essa decisão foi reforçada pelos novos desafios vislumbrados – como a exploração do pré-sal – que apontam para a necessidade de empreendimentos pautados na otimização de custos.

O projeto em estudo configurou-se então como um ponto de inflexão na gestão de projetos da Empresa, em face da emergência desse cenário restritivo. O PB do *lower hull* teve suas características originais preservadas e continuou a cargo do CENPES. Mas o PB do *topside* foi submetido a uma “reengenharia”. Para desenvolver o PB do *topside* foi então escolhida a empresa holandesa GUSTO, reconhecida no ramo *offshore* devido à sua experiência e tradição em desenvolver projetos “enxutos”, com foco no baixo custo e no curto prazo de desenvolvimento.

Com a escolha da GUSTO buscavam-se alternativas de redução compatíveis com cenário em tela. Isso significava privilegiar, entre outros aspectos, a minimização de custo de investimento, com a diminuição de redundâncias e de automações – redução em torno de 40% no número de válvulas –; a eliminação das oficinas de manutenção; e a conseqüente redução do Pessoal Embarcado (*People on Board* – POB) – de 200 pessoas (plataformas P-51 e P-52) para 100 pessoas (plataforma P-55). O decréscimo do POB permite o redimensionamento das áreas de acomodação e de lazer e a redução de peso – 30% a menos, comparado com as plataformas P-51 e P-52.

Entretanto, a decisão por contratar a GUSTO representou uma mudança radical não somente em termos de projeto, mas que se configura também no modo de operação da plataforma. Esse novo conceito operacional, em que se verifica uma menor priorização da operação, por parte da Engenharia, se reflete no arranjo e na configuração das unidades de produção.

Ao contrário do que vinha sendo observado em projetos anteriores, isto é, o operador atuando remotamente por meio de dispositivos de monitoração e controle, traz no seu bojo uma atuação mais intensa do operador – válvulas operadas local e manualmente – que será visto mais na área (campo) do que na sala de controle.

Por outro lado, essa reformulação se justifica como uma tentativa de resgatar a experiência operacional de campo, que consiste fortemente no *feeling* e na expertise do operador. Esse recurso permite a percepção, em estágio precoce, de eventuais sintomas e efeitos indicativos de problemas – ruídos, vazamentos atípicos, odores que a eletrônica pode não detectar em fase incipiente – e com isso, antecipar soluções antes que as causas se convertam em problemas críticos ao sistema como um todo.

Segundo relato de um dos integrantes da área de E&P, a perspectiva é que as próximas plataformas sejam um misto do conceito GUSTO – aproveitando-se o que este tem de bom – com a re-incorporação de alguns requisitos fundamentais, pertinentes ao conceito de plataformas anteriores.

O contexto em que se insere o projeto, caracterizado por forte inflexibilidade quanto a alterações nas especificações originais, assim como quanto aos aspectos operacional e de fiscalização permite considerá-lo um projeto atípico.

“É um projeto atípico em termos de contrato e de fiscalização. O E&P fica ‘calado’ (...) O poder do E&P é muito pequeno nesse projeto” (Representante do GRUFIS).

A inflexibilidade ora ressaltada é expressa por meio de determinações emanadas da alta gerência quanto à estreita observância ao que estabelece o contrato. O que vem do Projeto Básico não pode ser mudado. Sob o aspecto de operação, verifica-se uma redução drástica do conforto operacional e a conseqüente intensificação das atividades

dos operadores, devido à diminuição das automações e o conseqüente aumento do número de válvulas acionadas manualmente. No que tange à fiscalização, a recomendação é para que o E&P tenha uma postura passiva diante das fases de Projeto Básico, Projeto de Detalhamento e Execução.

No que diz respeito à inflexibilidade quanto a modificações no projeto – o que restringe a efetividade de representantes do usuário final no Detalhamento – o integrante do GRUFIS relatou a seguinte situação, ilustrada por um diálogo fictício entre o Armador e o Projetista, por ele narrado:

“A questão de mudança no projeto..., é inaceitável mudanças no projeto. No Detalhamento não se fazem mudanças. Só se tiver uma coisa muito grave, mas isso é difícil. Um erro assim que vai impactar na segurança, a plataforma vai afundar. Mas bobagem..., coisa para melhoria..., não se aceita melhoria, entendeu? A melhoria não precisa: ‘Eu quero aquilo ali (Armador). - Não quer melhor...? (Projetista) – Não (Armador). - Mas eu te dou. (Projetista) - Não, mas eu não quero algo a mais. (Armador)’ Isso é inaceitável dentro da nossa concepção. (...) O usuário até teve voz ativa, mas isso aí ... a empresa é muito cartesiana, vem de cima para baixo. Da diretoria, da presidência, e uma vez sendo de cima para baixo... Toda a parte que está acima dos fiscais, decidem, quero fazer um projeto assim, estou apostando nisso, e vocês vão ter que enfrentar esse desafio.” (Integrante do GRUFIS)

Para a Alta Administração da PETROBRAS, a P-55 deverá ser uma nova referência em termos de conceito para os projetos de futuras plataformas. A esse propósito, o Coordenador de Engenharia do projeto, pela PETROBRAS emitiu o seguinte parecer:

“O que eu acho que se tem que depreender disso tudo é que esse projeto é um projeto misto, no sentido de que o Projeto Básico do casco é feito pelo CENPES, mas o do topside é feito na Holanda, pela GUSTO. É uma experiência que nós estamos passando, para verificar os caminhos a seguir futuramente em novas plataformas. A idéia foi pegar uma empresa de engenharia de fora, que tivesse experiência nesse mercado, e essa empresa (GUSTO) tem; é uma empresa holandesa que tem várias plataformas operando, inclusive aqui na Bacia de Campos, arrendada para a PETROBRAS, etc; então tem muita experiência nesse campo.” (Coordenador de Engenharia, pelo Armador, do projeto da P-55)

3.3.2. A organização do projeto da P-55

A PETROBRAS, condicionada pelo contexto vigente ao início do empreendimento, e sob as justificativas de presumida redução da complexidade de gerenciamento e coordenação do projeto; e de redução do risco de deixar a cargo de um único consórcio ou empresa a realização de uma obra da magnitude de uma plataforma, delegou os desenvolvimentos de cada um dos módulos – *lower hull* e *topside* – a grupos de empresas distintos. Configurou-se a organização do projeto ilustrada no Quadro 3.

Quadro 3: Síntese da organização do projeto

MÓDULOS	ETAPAS		
	PROJETO BÁSICO	PROJETO DE DETALHAMENTO	CONSTRUÇÃO e MONTAGEM
LOWER HULL	CENPES	EAS/PROJEMAR	ESTALEIRO ATLANTICO SUL - PE
TOPSIDE	GUSTO	QUIP	ESTALEIRO RIO GRANDE – RS

Fonte: próprio autor.

Para o Projeto de Detalhamento e para a Construção e Montagem do *lower hull* foi contratado o Estaleiro Atlântico Sul (EAS), que por sua vez sub-contratou a empresa PROJEMAR S.A. para desenvolver o Projeto de Detalhamento. A construção e montagem desse módulo ficou a cargo do próprio EAS.

O *topside* teve o PB desenvolvido pela empresa holandesa GUSTO, e para o respectivo Projeto de Detalhamento, a Construção e Montagem, e a integração de todos os módulos e sub-módulos foi contratado um consórcio de empresas denominado QUIP. A fase de Execução foi delegada ao estaleiro Rio Grande.

Com o propósito de agilizar as interações entre os principais atores envolvidos no projeto e, por conseguinte, a fiscalização e as tomadas de decisão, a PETROBRAS reuniu as empresas participantes do projeto do *lower hull* em um mesmo prédio, localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro, onde as atividades de engenharia e de gerenciamento do escopo de trabalho da PROJEMAR foram realizadas.

Dessa forma, no 5º andar foi instalada a PROJEMAR; e no 6º andar, a equipe do EAS, responsável pela supervisão do projeto, e duas equipes da própria PETROBRAS: o GRUFIS e os representantes do E&P. A construção e a montagem do *lower hull* será

realizada nas instalações industriais do EAS, localizadas em Suape, no estado de Pernambuco. No caso do *topside*, o consórcio QUIP ficou instalado em um prédio no centro da cidade do Rio de Janeiro; e a Execução foi realizada na cidade de Rio Grande, no Rio Grande do Sul.

Além dos atores ora citados, são também atores do projeto a Sociedade Classificadora (Bureau Veritas – BV); e os diversos fornecedores. Os atores envolvidos no projeto se comunicam por meio de agentes de integração, quais sejam: GRUFIS, por parte da PETROBRAS; Grupo Técnico, representante do EAS, que atua como gerenciador dos problemas e integrador entre a PETROBRAS e a PROJEMAR; e Gerente e Coordenador, por parte da PROJEMAR.

O distanciamento físico entre a equipe de detalhamento e o pessoal da construção e montagem já se constituiu em um fator de potenciais descompassos e entraves, mesmo sendo previsto em documentos contratuais o suporte prestado ao EAS no local da construção, como uma das responsabilidades da PROJEMAR.

Por solicitação do EAS, a PROJEMAR enviou às instalações do estaleiro, em Pernambuco, o Supervisor da disciplina de “Tubulação” e o Líder da disciplina de “*Outfitting*”, para prestarem esclarecimentos ao pessoal da fabricação, quanto aos desenhos enviados para a montagem, por serem as áreas que primeiro serão montadas, sendo que a tubulação é a que requer mais “cuidados” quanto à montagem.

Ao retornar da visita, o Supervisor relatou que o gerente do projeto, no estaleiro, emitiu o seguinte parecer acerca dos desenhos enviados pela PROJEMAR: “*nunca havia trabalhado com desenhos nos moldes dos desenhos recebidos*”. Mas foi convencido pelo Supervisor de que os referidos desenhos são adequados e suficientes à fabricação da tubulação.

O comentário é procedente do fato de a maioria do pessoal do estaleiro ser oriunda da construção de navios, quando o arranjo de tubulação era feito à mão e mais elaborado em termos de representações gráficas e adequação das informações. Hoje, o arranjo é

substituído pelo *Piping Plan*²⁰, que acompanhado dos isométricos²¹, *spools*²², e desenhos de suporte e penetração, são as referências para a montagem. Devido a “limitações” do software *Plant Design System (PDS)*²³, esses documentos contêm informações que chegam a confundir o pessoal da montagem, a exemplo das referentes a *spool* de ajuste.

Segundo o Supervisor, o problema é agravado pela pouca qualificação técnica dos profissionais que trabalham na construção e montagem. Por isso, após a visita, elaborou um conjunto de orientações – objeto intermediário entregue ao Gerente do projeto pelo Estaleiro – para instruir o processo de montagem. No Anexo IV consta uma cópia desse documento.

3.4. As principais etapas do projeto

O processo de projeto estudado nesta dissertação teve origem em uma demanda para um empreendimento da área de E&P da PETROBRAS, e se desenvolveu, no âmbito dessa empresa, segundo uma sistemática de gerenciamento de projetos própria do E&P, conforme ilustrado na Figura 10.

²⁰ *Piping Plans* são desenhos feitos em escala, que mostram em projeção horizontal a disposição geral das diversas construções e equipamentos de uma área abrangida por uma rede de tubulações.

²¹ Os isométricos são desenhos feitos em perspectiva isométrica, sem escala. Nos desenhos isométricos figuram todas as peças componentes da tubulação, e são mostradas as localizações de todas as emendas dos tubos e dos acessórios de tubulação. É por meio dos desenhos isométricos que se faz o levantamento dos materiais necessários para a construção das tubulações.

²² *Spools* são segmentos de tubo utilizados para complementar uma seção de um tubo que se estenderá entre dois pontos fixos, como por exemplo duas anteparas, que normalmente são um pouco menores que a extensão a ser coberta.

²³ O *Plant Design System (PDS)* configura-se como um “ambiente de engenharia inteligente”, que possui um banco de dados integrado a uma ferramenta de visualização 3D, e contém vários aplicativos, tanto de modelagem quanto gerenciais. O PDS, além de permitir a modelagem 3D (maquete eletrônica) de todos os sistemas pertinentes a cada disciplina, no caso da disciplina de “Tubulação”, dispõe de uma funcionalidade que possibilita a extração, a partir do Modelo, de desenhos – isométricos e *spools* –, a serem enviados para o campo, contendo todas as informações – lista de material, dimensões, detalhes de peças, etc. – necessárias à fabricação e à montagem das linhas de tubulação projetadas

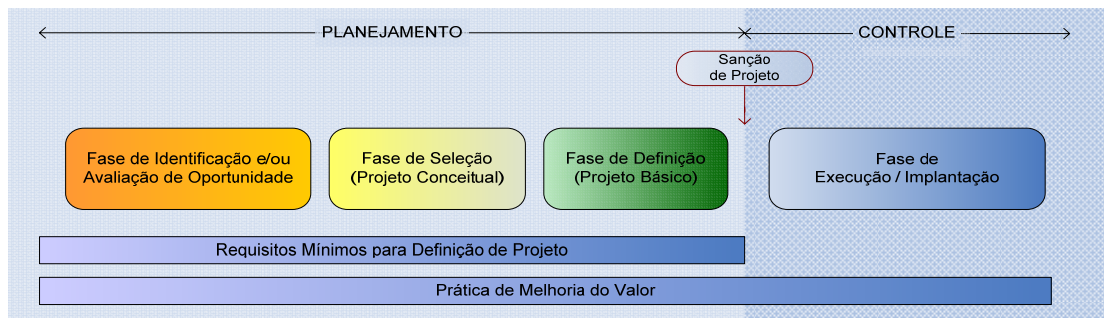


Figura 10: Adaptado pelo autor, com base na Estrutura da Sistemática de Gerenciamento dos Projetos de Desenvolvimento da Produção do E&P
 Fonte: intranet da PETROBRAS (<http://portalep.petrobras.com.br/PortalEPCORP/>),
 acessada em 11/09/09

O processo teve início na fase de Identificação e/ou Avaliação de Oportunidade. Após um Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) para o empreendimento, partiu-se para a fase de Seleção, na qual foi delineado um Projeto Conceitual (PC). Com base no PC, as alternativas para produção foram analisadas pela Alta Administração, segundo critérios técnicos e econômicos e, uma vez definida e aprovada pela Diretoria a alternativa vencedora, o processo evoluiu para a fase de Definição, que consiste no PB.

Na Figura 11 são demonstradas as fases de Seleção e de Definição do projeto, com as atribuições de cada área da PETROBRAS e os documentos por elas gerados.

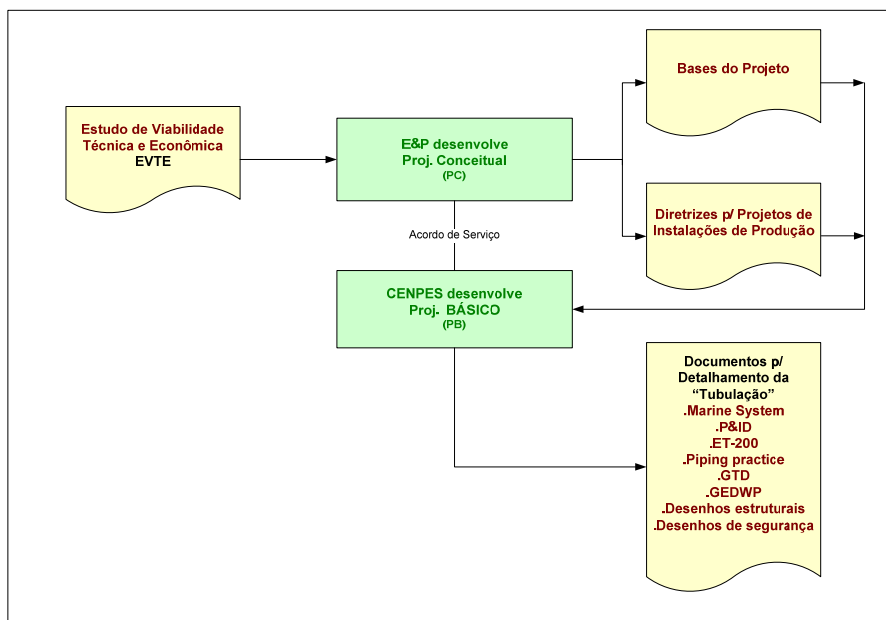


Figura 11: Fluxograma das fases de Seleção e de Definição do projeto
 Fonte: próprio autor

Após a Fase de Definição, tem início a fase de Execução/Implementação, na qual se inserem o Projeto de Detalhamento, e também a Construção e Montagem. A fase de

Execução estende-se até o primeiro ano de Operação. Entretanto, no escopo desta dissertação o foco do estudo incide somente sobre o processo respectivo à fase de Detalhamento.

Na Figura 12 é representada a sistemática do processo de projeto da plataforma P-55, com destaque para o Projeto de Detalhamento do *lower hull* e a explicitação dos atores envolvidos nesta fase.

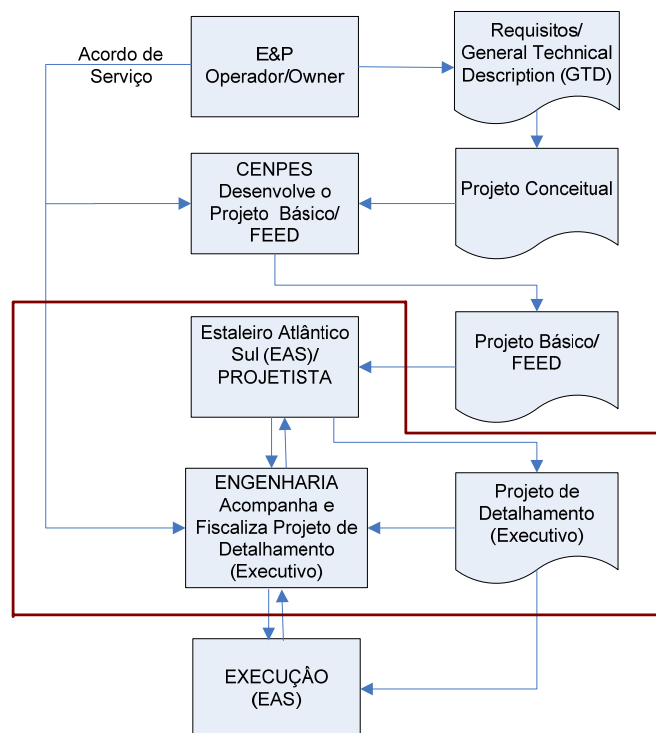


Figura 12: Fluxo da sistemática do processo de projeto da plataforma P-55, com destaque para o Projeto de Detalhamento do *lower hull*
 Fonte: próprio autor, com base em informações da PETROBRAS

3.5. O projeto de Detalhamento do *lower hull*

O contrato firmado entre a PETROBRAS, representada pela Petrobras Netherland B. V. (PNBV) e o Estaleiro Atlântico Sul (EAS) prevê que o *lower hull* da plataforma P-55 seja projetado e construído para uma vida útil de 25 anos. A construção do *lower hull* inclui o projeto, a compra de material, a fabricação, a construção e o comissionamento.

As atividades do Projeto de Detalhamento tiveram início em fevereiro de 2008, com duração inicialmente prevista de 13 meses, devendo, portanto, encerrarem-se em março de 2009. Contudo, intercorrências de naturezas diversas fizeram com que o

encerramento fosse prorrogado para outubro de 2009, o que também não se confirmou. Até o término desta dissertação o Projeto de Detalhamento encontrava-se em curso.

3.5.1. O escopo do projeto de Detalhamento do lower hull

O escopo do Projeto de Detalhamento, no que cabe à empresa PROJEMAR S.A., abrange as estruturas do *lower hull*; os sistemas e o *outfitting*; os sistemas de utilidades; os sistemas de segurança, de incêndio, de VAC (ventilação e ar condicionado) e bombas *lift*; e as tubulações rígidas dos *risers*, situadas nos *pontoons* e nas colunas. Na execução do escopo do trabalho, estão incluídas como responsabilidades da PROJEMAR as atividades listadas no Quadro 4:

Quadro 4: Responsabilidades da empresa projetista

- Gerenciamento do projeto e coordenação do trabalho de engenharia e projeto	- Projeto de VAC
- Incorporação do Projeto Básico fornecido pelo PNBV, verificado.	- Preparação de Requisições de Material
- Projeto de Processo e de Tubulação	- Preparação das requisições de material e avaliação técnica de propostas relacionadas a compra de material (suporte ao <i>procurement</i>)
- Projeto de Engenharia Mecânica	- Planejamento, mudança e controle de custos para o escopo de trabalho da PROJEMAR
- Projeto de Engenharia elétrica e de comunicações	- Participação em estudos de HAZOP ²⁴
- Projeto de Instrumentação e Automação	- Suporte de engenharia no local da construção (opcional, dependendo de solicitação do EAS)
- Projeto Estrutural de engenharia	- Monitoramento do projeto, controle e relato do progresso do projeto
- Projeto de <i>Outfitting</i>	- Assegurar o projeto da estrutura e facilidades dos requisitos de construtibilidade do EAS
- Projeto Naval	- Análise de desenhos dos fabricantes
- Projeto de segurança	- Receber e analisar a documentação

Fonte: Documento do Projeto Básico “Lower Hull General Technical Description”

²⁴ HAZOP (Hazard and Operability Studies - Estudos de Perigo e Operabilidade) é a técnica que visa identificar os problemas de operabilidade de uma instalação de processo. Em essência, o estudo toma uma descrição total do processo e questiona sistematicamente cada parte dele para descobrir como eventuais desvios das intenções de projeto ou de operação poderiam ocorrer. Trata aspectos pertinentes à segurança da unidade, sendo feitas considerações acerca de eventuais acidentes e incidentes e seus respectivos impactos e análise de riscos.

As atividades realizadas na fase Detalhamento são divididas em duas fases:

- Fase 1: Revisão e verificação da documentação que integra o PB fornecido pelo PNBV, para o projeto do *lower hull*; e
- Fase 2: Execução do detalhamento do projeto de engenharia do *lower hull*.

Na Fase 1, a PROJEMAR recebe, via EAS, o PB, elaborado pelo CENPES, juntamente com a documentação contratual – e a distribui cada uma das disciplinas. As respectivas equipes apreciam a documentação recebida e procedem à análise operacional do PB. Nessa fase são então manipulados os documentos de partida, listados no documento *Basic Design Document List*.

É previsto em contrato que os questionamentos pertinentes a dúvidas e inconsistências observadas nos documentos tipo “A” sejam formalizados por meio da emissão, pelo projeto, de documentos denominados *Technical Query Forms* (TQF). As TQF contêm questionamentos à PETROBRAS, a respeito de discrepâncias observadas nos documentos recebidos, e que somente mediante resposta formal às TQF pode-se implementar qualquer modificação nesses documentos.

Apesar de ser formalmente estabelecido o prazo máximo de 10 dias para resposta às TQF, na prática o que ocorre são atrasos por parte da PETROBRAS em respondê-las. A justificativa para esses atrasos é que as TQF são encaminhadas à Fiscalização, que não participou do PB. Assim sendo, via de regra, a Fiscalização reporta-se ao CENPES, que desenvolveu o PB, para obter subsídio às respostas que deve formular. Esse recurso é evidenciado no *workflow* apresentado no Anexo V.

Outrossim, as solicitações de alteração são analisadas e tratadas com mais rigor, antes de serem respondidas, em virtude da recomendação da Alta Administração da PETROBRAS no sentido de que não se modifique nada em relação ao projeto original.

Por outro lado, a rigidez no cronograma de trabalho do projeto impõe pressão ao projetista, que nem sempre dispõe de todos os recursos (ferramentais e informações) em tempo hábil. Assim, enquanto aguarda as respostas às TQF, o projetista, premido pelos fatores de tempo e custo, se vê condicionado a adotar soluções de continuidade do

projeto que eventualmente implicam re-trabalho, por não se adequarem às decisões da PETROBRAS, que são enviadas tardiamente.

A Fase 2 é iniciada com a atividade denominada “Arranjo Combinado”. Essa atividade é realizada com base na documentação fornecida pelo PB – principalmente desenhos diagramáticos. Da elaboração do “Arranjo Combinado”, que é feita com base na experiência dos projetistas adquirida de projetos anteriores, participam de forma integrada representantes de todas as disciplinas, principalmente Líderes e Supervisores.

O propósito é possibilitar a formação de uma idéia do layout da diagramação para que sejam verificadas eventuais interferências entre as representações – de equipamentos, linhas, estruturas – lançadas por cada uma das disciplinas. Segundo o Líder da disciplina de “Tubulação”, no “Arranjo Combinado” já se insere a consideração ao usuário final.

“A visão é essa: fazer um arranjo onde você facilite o acesso a válvulas, desde o início, quando se faz o arranjo combinado geral, já se tenta colocar os equipamentos dispostos de uma maneira em que o compartimento fique acessível, numa posição boa.(...)” (Líder “Tubulação”)

A partir do “Arranjo Combinado” ocorre o que se denomina primeiro *take-off*, quando tem início então o detalhamento do projeto. O detalhamento consiste inicialmente com o lançamento dos caminhamentos reais das redes no Modelo 3D, mesmo sem as dimensões exatas, mas obedecendo a requisitos técnicos das disciplinas, como por exemplo a análise de flexibilidade, no caso da “Tubulação”. Assim, os documentos vão sendo elaborados com “holds”, isto é, com algumas pendências para as quais se aguardam definições quanto dimensionais e outros requisitos.

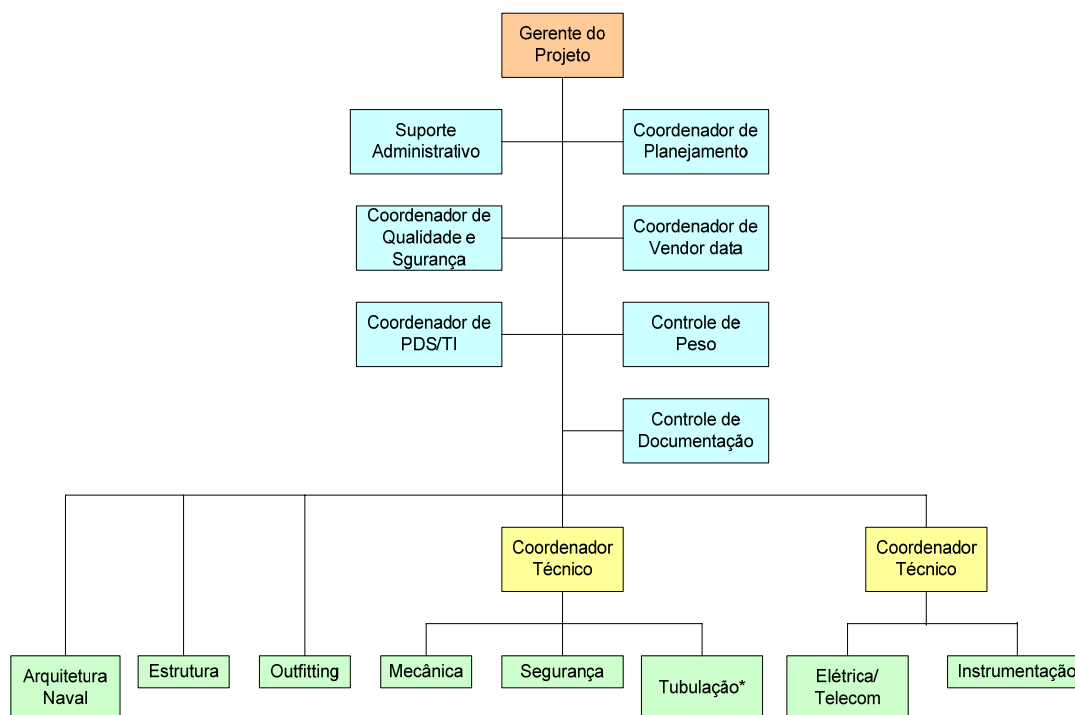
Com base no primeiro *take-off* é possível obter uma estimativa dos comprimentos de tubulações, do número de curvas, do quantitativo das válvulas, dos elementos de suporte das linhas. São estimados de 60% a 70% dos materiais, com tipos e especificações.

Com base nessas estimativas é feita a previsão de material e emitidas as respectivas Requisições de Material (RM). Procedem-se também à verificação de eventuais inconsistências no Banco de Dados (BD) do PDS, bem como a customização do BD em função dos documentos contratuais pertinentes.

Aproximadamente três meses após o primeiro *take-off* ocorre o segundo. Nessa etapa, com o detalhamento mais evoluído, é feita uma revisão das estimativas anteriores, efetuando-se os devidos ajustes de medidas e quantidades, e tem início então a etapa de cotação dos equipamentos e materiais a serem comprados. Após o retorno das cotações enviadas pelos potenciais fornecedores, inicia-se o processo de compras (*Procurement*). Na medida em que chegam os desenhos de fabricante com os dimensionais dos equipamentos e materiais, o Modelo é justado, ajustam-se os isométricos, os suportes, e são retirados os “*holds*” dos desenhos.

3.5.2. A organização do projeto de Detalhamento do lower hull

O Contrato firmado entre o EAS e a PNBV prevê que o projeto seja dividido pelo menos nas seguintes disciplinas: Estrutura; Processo; Mecânica; Tubulação; Elétrica; Instrumentação e Automação; HSE (*Health, Safety and Environmental*); Naval; *Hull Systems*; Layout (mecânica e tubulação); Arquitetura; e *Heating, Ventilation and Air Conditioning* (HVAC). A organização formal adotada no projeto é mostrada no organograma apresentado na Figura 13.



* A disciplina de “Tubulação” tem implícita a disciplina de “Processo”

Figura 13: Organograma do projeto na PROJEMAR

Fonte: adaptado do documento GEDWP

Conforme assinalado no organograma, no projeto da P-55 a disciplina de “Processo” é parte integrante da disciplina de “Tubulação”. Portanto, cabe enunciar suas atribuições, para que se tenha uma melhor compreensão de todo o processo estudado. A primeira atividade da disciplina de “Processo” é a checagem dos *Piping and Instrument Diagram* (P&ID) fornecidos pelo CENPES.

Caso seja verificada alguma inconsistência, são emitidas as respectivas TQF, com questionamentos e eventuais sugestões de modificação. A disciplina de “Processo” tem também como atribuições: a masterização²⁵ dos P&ID, que uma vez concluída, os P&ID são disponibilizados para o início do detalhamento; a checagem dos documentos tipo “B” e “C”; a realização dos cálculos de perda de carga, balanço hidráulico, dimensionamento especificações operacionais de equipamentos, e análise de flexibilidade e *stress* das linhas; e o subsídio ao EAS na aquisição de equipamentos.

²⁵ Masterização é o processo em que se atribui a um desenho 2D, informações e atributos que permitem transformá-lo em 3D, passando então a ser designado P&ID “inteligente”. Consiste na inserção dos diagramas do “Arranjo Combinado” no “Master Plan P&ID”. Em síntese, é um detalhamento do P&ID fornecido pelo CENPES, em termos de execução de cálculos; tratamento do material da tubulação; perda de carga, etc., ao nível em que o PDS possa buscar dados para o projeto.

3.5.3. A dinâmica do projeto de Detalhamento do lower hull

O processo de projeto da PROJEMAR para o desenvolvimento do Projeto de Detalhamento da P-55 não tem seus procedimentos estabelecidos em um documento formal, apesar de essa empresa ter uma Norma de Qualidade, que compõe o SIG.

“As atividades se desenvolvem segundo uma dinâmica norteada pelos documentos de diretriz fornecidos pela PETROBRAS (PNBV) juntamente com o Projeto Básico, e conformado à sistemática de projetos anteriormente realizados pela PROJEMAR” (Supervisor)

No que diz respeito ao gerenciamento do projeto no âmbito da PROJEMAR, o Supervisor relatou em entrevista que *“não há um processo formalizado, não tem uma prática pré-definida.”* Complementou que ao longo de sua vida profissional nunca trabalhou com uma sistemática formal. Portanto, não poderia avaliar se seria melhor ou pior. Em termos do que se tem no projeto da P-55, o Gerente é o responsável por todo o projeto, e atua como interface entre a PROJEMAR e os clientes.

Entre os documentos do SIG constam instruções e procedimentos a serem observados na condução de projetos, como o “Procedimento de Interface Técnicas”, cujo objetivo é estabelecer a sistemática para interface técnica entre as diversas disciplinas do projeto. Nesse documento são estabelecidos os tipos documentos elaborados por cada disciplina e as disciplinas que devem participar ou tomar ciência dos referidos documentos.

A esse propósito, o Líder da disciplina de *“Outfitting”* informou que por força da “prática de projeto” esta disciplina atua de forma integrada a todas as demais disciplinas. Complementou que cada disciplina possui uma lista de documentos a serem emitidos, conforme consta no documento “Procedimento de Interface Técnica”. Portanto, quando vai trabalhar em um determinado compartimento, busca na lista os documentos relativos àquele compartimento, tais como o Arranjo de Tubulação (*Piping Plan*), no caso da disciplina de “Tubulação”.

“O processo de projeto exige uma interação entre as disciplinas, que é o documento de interface, que mostra os documentos de cada disciplina, que antes de serem emitidos,

tem que haver uma reunião entre as disciplinas.” (Líder da disciplina de *Outfitting*)

O Líder da disciplina de “*Outfitting*” exemplificou a interface dessa disciplina com a disciplina de “Tubulação”, conforme descrito a seguir: O “*Outfitting*” parte do Arranjo de Tubulação de um compartimento para prover os acessos.

Assim, a “Tubulação” define previamente a posição dos equipamentos; as conexões, no Arranjo de Tubulação. O “*Outfitting*” então, com base nessas informações e nas instruções contidas na Especificação Técnica (ET) pertinente, qual seja: *Mechanical Handling Arrangement* – no qual consta a lista de equipamentos e as respectivas previsões de talhas; carros; olhais; etc. – provê, sempre que necessário, os acessos (escadas, portas de visita); as fundações de equipamento; e as facilidades (os guinchos, monovias, talhas). Complementou que existe um documento denominado “Solicitação de Alteração”, que a disciplina solicitante utiliza quando há a necessidade de criação de um dispositivo por parte da disciplina de “*Outfitting*” ou de “Estrutura”.

Em consulta ao repositório do projeto onde constam as “Solicitações de Alteração” (SA) foi verificado que existiam seis solicitações emitidas pela disciplina de “Tubulação”, todas elas encaminhadas à disciplina de “Estrutura”. Contudo, nenhuma das SA referiam-se ao provimento de acessos aos dispositivos das linhas de tubulação. As SA versavam sobre a inclusão de pocetos nos túneis dos pontoons e no espaço da escada caracol; de *bilge well* (poceto) no fundo das *pump rooms*; e inclusão de “*double plates*” (fundo duplo) nos interiores dos tanques de lastro, óleo diesel e água doce, conforme podemos observar com base nas respectivas SA.

Por outro lado, pode-se presumir o atendimento a contento da disciplina de “*Outfitting*” aos requisitos de acesso e facilidades da “Tubulação”, no que se refere às *pump rooms*²⁶ por meio da aprovação dos desenhos de *Mechanical Handling* pertinentes a esses compartimentos, conforme ADP-P55-EWE-00906, emitida sem comentários (*No comments*). O conteúdo da ADP ora referida, apresentado no Anexo VI, evidencia que as devidas providências pertinentes ao provimento de acessos e facilidades para

²⁶ *Pump rooms*, termo cuja tradução aplicável a projetos de engenharia naval é “sala de bombas”, são compartimentos onde encontram-se instalados os principais equipamentos, periféricos e dispositivos de acionamento – bombas, filtros, válvulas, etc. – dos sistemas de tubulação.

operação e manutenção, no que concerne às *pump room*, formam plenamente atendidas no projeto.

Na prática, o desenvolvimento do projeto obedece a uma seqüência, estabelecida pela equipe do “Planejamento e Controle” que, com base no escopo do projeto bem como nas peculiaridades de cada disciplina, elabora uma lista de documentos a serem emitidos, denominada “Lista Master”, com as respectivas previsões de prazo, de acordo com a sistemática de montagem do estaleiro. Ressalta-se que a Lista Master é submetida à aprovação da PETROBRAS.

A dinâmica do processo de projeto é formalizada por meio dos documentos GTD e GEDWP, fornecidos pelo PNBV à PROJEMAR via EAS, no início do projeto. Ambos regem os procedimentos a serem seguidos para que a equipe de Detalhamento chegue à produção dos documentos – Modelo, desenhos, listas de material, e outros – previstos em contrato, necessários para a fase de Execução.

Na GTD constam os procedimentos que estabelecem a dinâmica de execução do projeto, no âmbito do relacionamento da PROJEMAR com o EAS e com o PNBV. Entre esses procedimentos figuram alguns que têm influência direta no projeto de Detalhamento.

No Plano de Coordenação são estabelecidas as formas de comunicação e de correspondência, e são formalizados os requisitos para o controle e o registro do trâmite de todos os documentos do projeto. No Anexo VII é apresentado o fluxograma do trâmite de documentos.

No Plano de Planejamento e Controle constam a periodicidade e a forma de monitoração do progresso do projeto, para medição da evolução física e financeira, com base nos documentos emitidos. Esse controle exerce pressão de tempo sobre o projeto.

No Plano de Engenharia constam, entre outras especificações: os principais entregáveis; os *Piping and Instrument Diagrams* (P&ID); os estudos de HAZOP; e o procedimento de “Verificação e Aprovação de Desenhos e Documentos”. Todos os

documentos do projeto devem ser checados, revisados e aprovados segundo o referido procedimento.

No Plano de *Procurement* constam as responsabilidades da PROJEMAR no que concerne às atividades de aquisição de equipamentos e materiais, para todo o projeto, e as respectivas tarefas envolvidas, como: preparação dos documentos de requisição técnica; recomendações técnicas para o EAS; recebimento, revisão e comentários; recebimento, manuseio e revisão dos Dados do Fabricante.

Além dos procedimentos acima enunciados, o processo de projeto é permeado por atividades e sub-processos subjacentes, não menos importantes, peculiares de cada uma das disciplinas, alguns executados regularmente de modo informal, em decorrência de necessidades que surgem espontaneamente no cotidiano do projeto, e que balizam a dinâmica do processo e influenciam diretamente a atividade dos projetistas.

Entre os referidos sub-processos destacamos, pela potencial interferência na consideração ao usuário final, o de *Procurement* (aquisição de equipamentos e materiais), devido à influência dos equipamentos na operacionalidade dos sistemas; as sessões de *Design Review*, esta como importante instância em que se verifica a consideração do uso; e os estudos de HAZOP.

Processo de Aquisição de equipamentos e materiais (*Procurement*)

Conforme consta no Plano de *Procurement*, o EAS, assessorado pela PROJEMAR, é encarregado da aquisição de equipamentos e materiais. Os equipamentos principais a serem comprados vêm indicados nos desenhos fornecidos pelo Projeto Básico, e o material é indicado pelo Detalhamento.

O processo tem início então pelos equipamentos principais. As compras são balizadas pelos aspectos de prazo de entrega e de custo, e a opção de compra é condicionada ao atendimento das especificações do equipamento, que deve ser adquirido em fabricante cadastrado na “*Vendor List*” da PETROBRAS, preferencialmente com histórico de fornecimento para outras obras da empresa.

Com base nesses aspectos, ocorrem situações em que se opta por um fabricante cujo modelo de equipamento a fornecer não atende plenamente às especificações técnicas. Em determinados casos, o fabricante se propõe a modificar seu produto para atender às especificações. Entretanto, algumas vezes, o próprio projetista tem que conceber uma solução que compatibilize as necessidades operacionais do sistema projetado com as limitações do equipamento (fora das especificações iniciais), o que se configura como atividade adicional não prevista.

O projetista atua também como um facilitador entre as disciplinas, um integrador que observa incompatibilidades; verificar junto ao fornecedor qual o tipo adequado; submete as inconsistências à PETROBRAS; informa o tipo de equipamento; passa as dimensões do equipamento para as disciplinas envolvidas, para que atualizem seus desenhos; analisa as lógicas, o material e o grau de proteção do material.

“Pode haver uma falha de projeto, mas é bem verificado nessa fase de análise, para atender às exigências da ET-200 e da documentação pertinente – Marine System, etc.” (Projetista Encarregado da análise de especificação de equipamentos).

No Anexo VIII consta um fluxograma que sintetiza o processo de aquisição de equipamentos e materiais (*Procurement*), com a respectiva descrição.

As sessões de *design review*

Conforme previsto em documento contratual, a qualidade do Modelo deve ser checada em três importantes *gates*, durante a atividade de modelação. Na prática as sessões de *design review* são normalmente realizadas em um ponto do processo em que foi desenvolvido algum aspecto do produto ou do processo de projeto que deva ser avaliado, com base em decisões técnicas, antes do projeto prosseguir.

As sessões de *design review* se desenvolvem com a apresentação da maquete eletrônica do Modelo 3D aos representantes das diversas disciplinas. Quando estes observam inconsistências ou interferências em uma determinada área, solicitam a interrupção da apresentação para que o problema seja discutido e se chegue a uma solução de consenso. A área problemática é então fotografada, e recomendada a devida providência, cuja implementação passa a ser obrigatória.

Tanto as situações críticas quanto as respectivas decisões para solucioná-las são registradas em documento específico, caracterizado como uma ata. Com base na ata da sessão de *design review* são gerados Relatórios de Verificação de Interferências no Modelo 3D, nos quais consta o Mapa de Verificação de Consistência, que contém as interferências observadas entre as disciplinas. Esses relatórios tramitam entre os participantes por meio de ofício, com o propósito de instar os responsáveis a implementar as respectivas soluções para os problemas apontados.

□ Os estudos de HAZOP

No escopo do processo de projeto estudado está prevista a realização de estudos de HAZOP, que é a técnica que visa a identificar os problemas de operabilidade de uma instalação de processo, revisando metodicamente o projeto da unidade. Com base no HAZOP podem ser recomendadas mudanças no projeto, estabelecimentos ou mudança nos procedimentos de operação, de teste e de manutenção.

3.5.4. Principais características do projeto de Detalhamento do lower hull

Nesta seção são apresentadas as principais características do projeto de Detalhamento do *lower hull*, que exercem influência sobre os projetistas, e têm reflexos sobre o uso. Em todas as entrevistas em que foram abordados os delimitadores do projeto, as restrições de tempo e custo foram sempre apontadas como fatores determinantes da qualidade do projeto. Esses fatores, inerentes a todo projeto, impõem aos projetistas condicionantes que restringem suas margens de manobra e competem com a consideração do uso. Tal constatação, que se configura também na disciplina de “Tubulação”, é corroborada pela assertiva do Líder dessa disciplina:

“O tempo exigido para a prontificação de uma plataforma diminuiu significativamente. Hoje, a PETROBRAS quer que uma plataforma fique pronta em 22 meses. Antes chegava-se a 36 meses.” (Líder da disciplina de “Tubulação”)

□ O Conceito de Modelo

É previsto que o Contratado (EAS) e os Sub-contratados (PROJEMAR) desenvolvam o projeto atendendo às demandas do *TECHNICAL REQUIREMENTS FOR DESIGN PROJECT AUTOMATION*. Essa previsão determina que o projeto de Detalhamento seja desenvolvido com base no conceito de “Modelo”, cujo produto final

é a representação completa do objeto projetado, por meio de maquete eletrônica tridimensional (3D), do qual são extraídos os documentos a serem entregues para a fase de Execução.

Um dos principais propósitos da utilização desse conceito é a possibilidade de antecipar, com base na visualização da maquete 3D, a solução de eventuais problemas como interferências e inconsistências, incluindo os que têm efeito sobre o uso, que se apresentariam somente no campo, isto é, na fase de construção e montagem.

□ A divisão por blocos

A atividade de modelação é realizada de acordo com a divisão por blocos e respectivos sub-blocos, segundo a qual o *lower hull* é dividido, conforme ilustrado na Figura 14, e não por fluido, como ocorreu em projetos anteriores. A justificativa é que com essa prática o projetista encarregado da modelação de um determinado bloco fica atento a todo o bloco que está modelando.

Essa prática lhe permite, no que concerne ao uso, verificar antecipadamente as eventuais interferências entre as linhas e dispositivos, e escolher caminhos e posições que atenuem ou evitem o problema. Além disso, possibilita economizar recursos construtivos, tais como estruturas de suporte²⁷ de tubulação para linhas de fluidos diferentes, mas que passam numa mesma área (bloco) e que, portanto, se forem colocadas, tanto quanto possível, próximas umas às outras, pode-se aproveitar a mesma estrutura.

²⁷ Os suportes de tubulação são os dispositivos destinados a suportar os pesos e os demais esforços exercidos pelos tubos ou sobre os tubos, transmitindo esses esforços diretamente a equipamentos e a outros tubos próximos. O estudo, projeto e construção do conjunto de suportes são etapas das mais importantes do projeto global e da construção de um sistema de tubulações, porque além dos suportes representarem muitas vezes um custo elevado, quando mal estruturados, mal projetados ou mal construídos, podem comprometer seriamente o funcionamento e a segurança da instalação.

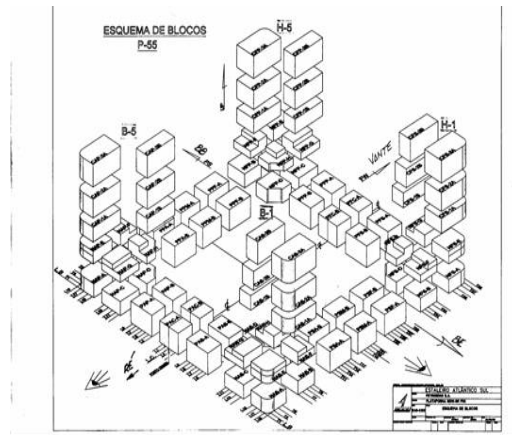
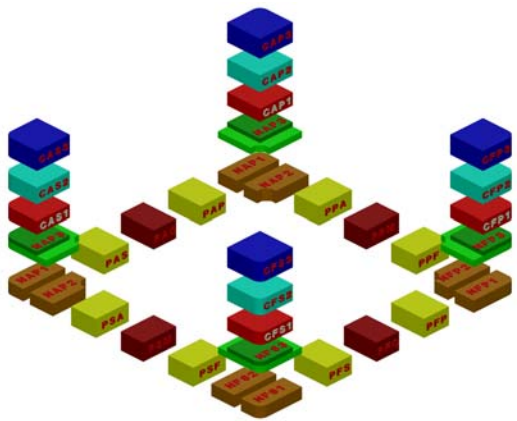


Figura 14: Esquemas de divisão do *lower hull* por blocos e sub-blocos

□ A sistemática de “Acabamento Avançado”

Uma das características do projeto é o emprego pela produção, no estaleiro, da sistemática denominada “Acabamento Avançado”. Essa sistemática, originária da construção naval e adotada também para a construção *offshore*, consiste, em linhas gerais, na antecipação de algumas etapas do processo de fabricação e montagem, realizadas em paralelo com o Projeto de Detalhamento, onde ocorre a superposição de fases de desenvolvimento do projeto.

O propósito principal dessa sistemática é reduzir o tempo de construção e evitar que a realização de algumas tarefas inerentes à montagem ocorra em condições críticas ao operário (trabalho sobre a cabeça, soldagem, calor, acesso prejudicado, falta de iluminação, etc.). Dessa forma, atividades como fixação de suportes para calhas, instalação de bases para equipamentos, tratamento das chapas dos blocos, pintura, e outras, são realizadas antes que o bloco seja fechado.

Existe também o aspecto econômico como motivo para adoção dessa sistemática, porque eventos construtivos são vinculados a aporte financeiro por parte do Armador (PETROBRAS). Por outro lado, o não atendimento dos prazos pactuados junto ao Armador significa impacto financeiro ao estaleiro.

Entretanto, dessa sistemática decorrem conseqüências adversas, em virtude de o projetista ter que antecipar informações imprecisas e/ou incompletas do Detalhamento para a Execução, o que acarreta “nós” no projeto. Isso impõe ao projetista uma situação estressante de trabalho, que contribui para que incorra em erros cujos efeitos são

eventualmente propagados até a fase de Execução – fonte permanente de interferências e re-trabalhos – constituindo-se em um dos maiores fatores críticos de sucesso do projeto, e refletindo-se no aumento de custo e de prazo no projeto.

“A plataforma começa a ser construída em cima de um projeto que não foi acabado. Dessa prática decorrem clashes, cujas soluções têm que ser concebidas na própria obra, pensando-se no exequível, e não no ótimo.” (Líder da “Tubulação”)

Esse problema é agravado por um outro fator relatado pelo Líder da “Tubulação”, que é a pouca experiência profissional do pessoal de campo do EAS – operários e mestres – incumbido da construção e montagem, que por essa razão têm menos condições de perceber os eventuais falhas de projeto que chegam à essa fase.

Utilização de desenhos de fabricante

Uma outra característica do projeto é a necessidade de o projetista conceber o Modelo com base em desenhos de fabricante, não raro em estágio do projeto em que não se tem definido qual será o fornecedor, muito menos as especificações precisas do equipamento, em termos de dimensional. Dessa condição decorrem diversos problemas, alguns com impacto sobre o uso.

O projetista, por não ter conhecimento da dimensão exata de um equipamento ou dispositivo, em virtude destes não terem sido definidos, normalmente opta por superestimar a dimensão desses componentes e os locais onde serão instalados, para precaver-se quanto a uma eventual falta de espaço para alocá-los no Modelo.

Essa estimativa “a maior” pode implicar tanto representações avantajadas no Modelo, o que eventualmente se configura em interferências (*clashes*) com outras representações, bem como caminhos de linhas mais longos, o que se refletirá em deslocamentos desnecessários por parte do operador do sistema. Quando o projetista recebe a definição dos dimensionais, o Modelo deve ser atualizado para se adequar à realidade, o que significa re-trabalho. Há situações em que as devidas atualizações não são procedidas, devido a fatores como falta de comunicação; falha no controle de versões, e então as discrepâncias se propagam para a fase seguinte do projeto.

□ Equipamentos fornecidos em *skids*

Um outro aspecto a ser notado no projeto estudado é o fornecimento de equipamentos em *skids*²⁸. Nessa sistemática, quem projeta o arranjo é o fornecedor (fabricante). Portanto, se por um lado essa prática permite que diversos *skids* sejam produzidos simultaneamente, devido às encomendas serem distribuídas a diversos fornecedores; por outro, limitam as possibilidades de arranjo do projeto, uma vez que os equipamentos neles instalados são agrupados de modo preestabelecido, conforme ilustrado na Figura 15 e, por conseguinte, não permitem o aproveitamento otimizado do espaço físico.



Figura 15: Exemplos de *Skid*: Sistema de Controle Remoto – REMOCON²⁹ e Sistema de Bombas, respectivamente, obtidos em visita à P-51

A sistemática de fornecimento de equipamentos em *skid* suscita a necessidade de o projetista ter que recorrer a desenhos de fabricante para fazer a modelação. Essa necessidade se configurou no projeto da P-55, na modelação da “*Local Balast Control Room*” respectiva à Coluna da *Pump Room* FWD-STB (Vante – Boreste), realizada pelo Projetista P.

O Modelo foi desenvolvido a partir do P&ID respectivo à área a ser modelada. No P&ID, mesmo com o carimbo “APPROVED FOR CONTRUCTION³⁰” no desenho,

²⁸ Skid é um conceito de montagem que consiste em reunir em uma única estrutura os principais equipamentos de uma instalação, que atuarão de modo integrado para cumprir uma determinada função. Esse conceito diferencia-se do conceito de “modelo”, adotado em projetos anteriores, principalmente pelo fato do “modelo” abranger um número maior de equipamentos e instalações periféricas e, portanto, ter autonomia plena de funcionamento. Por outro lado, os skids são mais leves e de montagem mais rápida.

²⁹ O REMOCON é responsável pelo acionamento remoto de válvulas, bombas, sistema de lastro, etc. São quatro Sistemas, cada um instalado em uma coluna do Lower Hull.

isto é, aprovado em versão definitiva, os *skids* são representados por uma “caixa”, sem a indicação dos componentes e respectivas conexões existentes em seu interior, como ocorreu com a Unidade Hidráulica UH-5335001, que consta no P&ID do REMOCON HYDRAULIC SYSTEM FWD-STB, apresentado no Anexo IX.

Mesmo de posse do desenho do fabricante, emitido pela FRAMES – apresentado também no Anexo IX – o projetista não tinha a indicação de como seriam as conexões da referida unidade com as linhas que a ela se conectam, isto é, se o *skid* já seria fornecido com válvulas e outros dispositivos nos pontos de conexão ou se estes deveriam ser modeladas pelo projeto de Detalhamento e adquiridas pelo EAS.

Assim sendo, o Projetista P recorreu ao Projetista G, responsável pela verificação de desenhos do fabricante, que lhe forneceu o respectivo desenho. O desenho contém o esquema interno da Unidade Hidráulica UH-5335001, fornecido pelo CENPES, também apresentado no Anexo IX, e assim pode verificar que nele constava a indicação de que as referidas válvulas faziam parte do *skid*. Portanto, não precisavam constar no Modelo.

Por outro lado, o fato de o *skid* ser fornecido com as referidas válvulas determina, em parte, o caminho das linhas ligadas a ele, porque deverão ser posicionadas de modo que possibilite as devidas conexões. Dessa forma, mesmo que seja intenção do projetista privilegiar o uso, essa consideração fica limitada ao aspecto construtivo pré-determinado.

O ambiente de trabalho

Em termos do ambiente de trabalho, verifica-se que, no que diz respeito ao mobiliário e ao layout, as instalações não são adequadas ao desenvolvimento da atividade de projeto. A disposição dos postos de trabalho na configuração de baias, se por um lado facilita a interlocução entre os participantes, situação em que se manifesta a dimensão coletiva do projeto, por outro não é propícia à dimensão individual, quando deve prevalecer a privacidade adequada aos que não estejam envolvidos nessas reuniões. E as condições ambientes influenciam a qualidade do trabalho, que se reflete

³⁰ APPROVED FOR CONSTRUCTION significa que o documento está em versão final, pronto para ser utilizado pelo pessoal da Execução. De outra forma, um documento com a indicação FOR CONSTRUCTION significa que pode ser enviado à Execução como uma base para que algumas etapas da construção sejam antecipadas, mas é passível de modificações.

no objeto projetado. A Figura 16 mostra as instalações do ambiente de trabalho da disciplina de “Tubulação”, e as manifestações das dimensões individual e coletiva do processo de projeto.

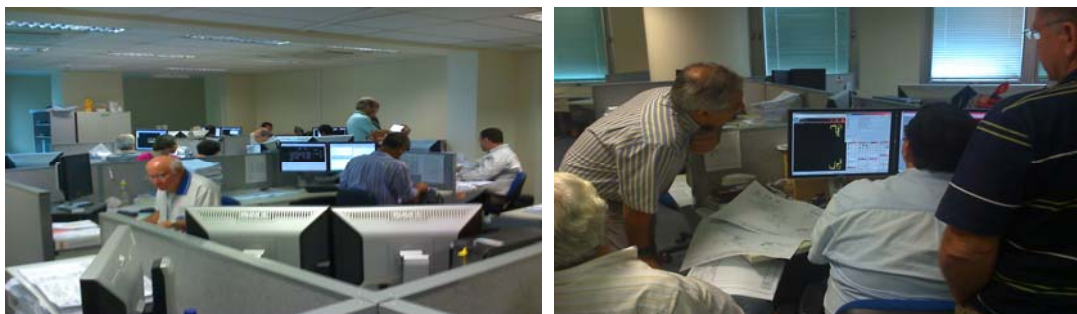


Figura 16: Instalações em que são desenvolvidas as atividades do Projeto de Detalhamento: as dimensões individual (à esquerda) e coletiva (à direita)

Delimitações provenientes do Projeto Básico

O que se observou é que parte dos problemas que impactam o projeto, especificamente na fase de Detalhamento, tem origem na fase anterior, isto é, no Projeto Básico. Em entrevista, o Líder da disciplina de “Tubulação” citou que:

“o pessoal do PB – cliente – não tem experiência em detalhamento. Quem olha para o PB não pensa na manutenção nem na operacionalidade. Não existe um plano de operacionalidade pensado no PB ou no FEED³¹.” (Líder da disciplina de “Tubulação”)

O Líder complementou que os projetistas de detalhamento se ressentem das restrições impostas pelo Projeto Básico desenvolvido pelo CENPES que, por ser muito detalhado, lhes deixa pouco espaço de manobra para trabalhar e empregar padrões e *know-how* adquiridos em projetos anteriores.

A desatualização de documentos e sistemas

Ao proceder à análise dos documentos enviados pela PETROBRAS, conforme previsto no Contrato, a equipe do projeto de Detalhamento observou diversas inconsistências, como desatualização do *Piping Practice* em termos de especificações que não mais existem no mercado, que segundo o Contrato, devem ser questionadas por meio de TQF. Entretanto, conforme relatado anteriormente, existe uma demora

³¹ *Front-End Engineering Design* (FEED) consiste em um projeto com nível desenvolvimento entre o Projeto Básico e o Projeto de detalhamento.

excessiva nas respostas às TQF, o que implica em paralisação de algumas etapas do projeto, em aguardo às respectivas respostas. Isso faz com que haja atrasos no projeto, ou o prosseguimento com pendências, o que, conseqüentemente, recai em re-trabalho para corrigir efeitos de decisões tomadas em desacordo com a decisão da PETROBRAS, disseminada tardiamente.

Em termos de PDS, outros entraves técnicos foram observados. Um deles é a limitação do software, que impede a representação adequada no Modelo, de dispositivos de instrumentação. Foi observado que alguns instrumentos como manômetros, por exemplo, encontram-se representados em posição inadequada à leitura. Essa observação chama a atenção para o fato de que algumas definições em termos de posicionamento de dispositivos de acionamento ficarão a cargo do pessoal da construção e montagem, o que gera as modificações em relação ao projeto original, denominadas “*as-built*”³². Portanto, a qualidade do produto final recebe forte influência do pessoal da construção e montagem, que definirá no campo alguns aspectos operacionais.

Um outro aspecto técnico que impacta o projeto é a desatualização do P&ID, enviado pelo CENPES, em face ao banco de dados do PDS, conforme relatado pelo Gerente do PDS:

“O ideal seria um P&ID mais completo, mais “pesquisado”, integrado ao banco de dados do PDS e compatibilizado com os documentos de diretriz da disciplina – ET-200, Marine System, GTD. Isso conferiria mais velocidade às atividades de detalhamento e menor margem de erro, pois não haveria necessidade de o projetista fazer a atualização dos dados manualmente.” (Gerente do PDS)

□ A falta de *feedback* e algumas limitações dos atores

Somam-se aos aspectos técnicos acima enunciados, as dificuldades de se integrar o projeto à lógica da execução, isto é, a construção e a montagem, devido ao fato do EAS ser um estaleiro recente, que está sendo montado em paralelo à fase de Projeto de Detalhamento, e cujo pessoal tem pouco *know-how* em construção de plataformas.

³² *As-built* é a denominação dada à revisão final dos documentos de projeto, incorporando todas as modificações feitas no canteiro de obras, para espelharem fielmente o que foi efetivamente construído.

O Diretor de Engenharia da PROJEMAR enfatizou dois outros aspectos críticos, quais sejam: a falta de *feedback* ao projeto, dos problemas identificados em projetos anteriores; e a deficiência por parte do pessoal de operação – E&P – na familiaridade com a “leitura” dos desenhos do projeto, com vistas a antecipar eventuais problemas com base nas representações provenientes da concepção. Segundo o Diretor de Engenharia da PROJEMAR:

“a equipe do projeto de detalhamento não recebe do cliente, especificamente do pessoal de operação, informações acerca de problemas verificados em projetos anteriores. Deveria vir uma análise crítica emitida pela operação (cliente)”. (Diretor de Engenharia)

O Projetista N corroborou a assertiva do Diretor de Engenharia, ao mencionar que um aspecto crítico a ser notado no processo é que a equipe da PROJEMAR não recebe *feedback* formal sobre problemas decorrentes de falhas ocorridas no projeto. Eventualmente toma conhecimento, de modo informal, quando algum problema grave ocorre.

Foi relatado também, pelo CoEmb da P-51, que deveria ser prevista uma participação mais intensa por parte de representantes diretos do E&P na fase do Projeto de Detalhamento, bem como uma maior sensibilização do pessoal da engenharia – projetistas – que, segundo ele, têm pouca sensibilidade e conhecimento operacional. Outro aspecto ressaltado é que a “construção” deve estar comprometida e disposta a fazer os “ajustes” necessários solicitados pelo E&P, na fase de montagem. Apontou como uma das falhas no processo a falta de comunicação entre as disciplinas envolvidas na montagem, que impede que solicitações feitas sejam implementadas.

3.6. O projeto na disciplina de “Tubulação”

Nesta seção são descritas as principais características da disciplina de “Tubulação” no projeto em análise, tais como: organização; escopo; objetos manipulados; condicionantes técnicos; e aspectos críticos.

3.6.1. Organização da disciplina de “Tubulação”

A equipe da disciplina de “Tubulação” manteve-se ao longo do projeto com um efetivo composto em média por 13 projetistas – homens e mulheres –, com oscilações de quantitativo em função das fases do projeto, tendo chegado a um total de 21. A equipe é constituída por profissionais que desempenham as seguintes funções específicas e respectivos quantitativos: Líder da disciplina (1), Supervisor (1), Modelação (6), Suportação³³ (2), Equipamentos (1), e Análise técnica de especificação de equipamentos (2). São organizados segundo o organograma da disciplina, apresentado na Figura 17, onde são genericamente denominados “projetista”.

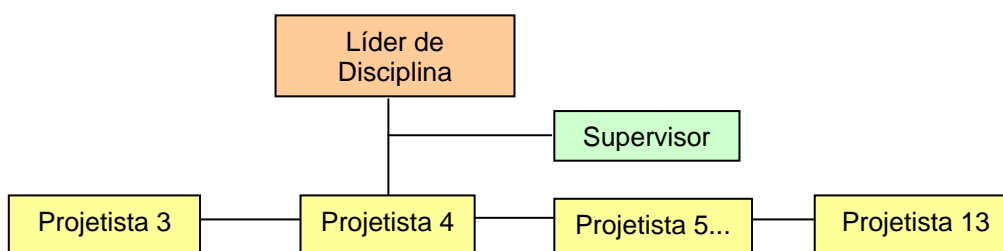


Figura 17: Organograma da disciplina Tubulação

Fonte: próprio autor, com base em informações do Gerente do projeto

A equipe da disciplina de “Tubulação” é formada por profissionais com elevada experiência profissional, a maioria com mais de 20 anos de trabalho em projetos navais e *offshore*. Grande parte dessa experiência é advinda de tempos em que os escritórios de projeto eram localizados próximo às oficinas de fabricação e montagem, o que lhes proporcionou uma visão operacional e de construção privilegiada, promovida pela freqüente interação com o pessoal de campo. Além da formação de projetista, todos têm habilitação no uso de sistemas CAD 3D.

Na Tabela 2 está explicitada a experiência profissional de cada um dos integrantes da equipe. Esse aspecto é relevante para a abordagem da consideração que os projetistas têm sobre o usuário final e sobre as tomadas de decisão no projeto. Na coluna “Função”, as letras colocadas após cada denominação representam respectivamente a inicial do nome de cada projetista.

³³ Suportação é o termo utilizado no projeto para designar as atividades que compreendem o cálculo de dimensionamento; as representações, no Modelo 3D; e as Requisições de Material das peças de suporte da tubulação.

Tabela 2: Experiência profissional dos integrantes da disciplina de “Tubulação”

Função	Idade (anos)	Experiência (anos)	Origem da experiência	Gênero (M / F)
Líder (CC)	53	34	Projeto/Estaleiro	M
Supervisor (PM)	61	40	Projeto/Estaleiro	M
Modelação (P)	54	36	Projeto/Estaleiro	M
Suportação (K)	44	23	Projeto/Estaleiro	M
Equipamentos (B)	31	08	Projeto/Estaleiro	M
Análise técnica (T)	30	55	Projeto/Estaleiro	M
Modelação (CA)	66	45	Projeto/Estaleiro	M
Suportação (R)	66	42	Projeto/Estaleiro	M
Análise técnica (G)	59	39	Projeto/Estaleiro/Embarque	M
Modelação (C)	57	25	Projeto/Estaleiro/Embarque	F
Modelação (A)	55	37	Projeto/Estaleiro	M
Modelação (S)	51	32	Projeto/Estaleiro	M
Modelação (N)	51	27	Projeto/Estaleiro	M

Fonte: próprio autor, com base em informações fornecidas pelos projetistas.

Na disciplina de “Tubulação” destaca-se a função exercida pelo Supervisor, em virtude do papel fundamental que desempenha na coordenação do projeto. Atua como decisor em primeira instância, quando a tomada de decisão transcende a esfera do projetista; faz a interface entre o Líder da disciplina e os projetistas; confere todos os documentos emitidos pelo projeto, antes de serem encaminhados ao Líder; elabora procedimentos e sub-processos de orientação aos demais integrantes da disciplina.

3.6.2. Escopo de trabalho da disciplina de “Tubulação”

Em termos contratuais, no que diz respeito ao projeto de Detalhamento de engenharia referente à disciplina de “Tubulação”, além da complementação e da atualização dos documentos produzidos na fase do Projeto Básico, cabe à PROJEMAR a realização das seguintes atividades:

- Revisão e processamento dos P&ID dos sistemas do *lower hull*, classificados como grupo B e C na *Basic Design Document List*;
- Desenvolvimento dos sistemas de tubulação com respeito a linhas de tubo, elevações, localização de instrumentos, conexão de equipamentos, localização de pontos de suspiro, pontos de drenagem, blindagem de isolamento;
- Desenvolvimento do projeto de linhas de tubulação, redes e conexões menores que 2”;

- Preparação do planejamento para *tie-in points* (pontos de ligação) para todos os *hook-up* de seções de tubulação que farão interface com o *topside*;
- Preparação e manutenção de uma lista de linhas detalhada, contendo dados pertinentes tais como *tag*, tamanho, classe, serviço, dados de teste hidrostático, pintura e requisitos de isolamento;
- Preparação e acompanhamento dos desenhos de testes hidrostáticos mostrando divisões ou junções de sistemas de tubulação;
- Preparação dos cálculos necessários de projeto para verificar a configuração da tubulação;
- Execução da análise de flexibilidade da tubulação, incluindo critério de lastro, se solicitado pela Sociedade Classificadora;
- Elaboração / atualização da requisição de material para todos os materiais, equipamentos e acessórios;
- Revisão e aprovação das propostas técnicas dos fabricantes;
- Revisão e aprovação dos desenhos dos fabricantes;
- Preparação e acompanhamento dos seguintes documentos:
 - Desenhos de isométricos (somente para tubos com tamanho nominal $\geq 2''$).
 - Desenhos de suporte, incluindo típicos e especiais, e lista de material.
 - Roteamento das linhas de tubulação (para tubos de diâmetro $\leq 2''$).
 - *Piping Plans*.

3.6.3. As principais atividades da disciplina de “Tubulação”

De acordo com as entrevistas realizadas, as principais atividades do projeto de Detalhamento, na disciplina de “Tubulação” são:

1 – **Análise dos documentos do Projeto Básico:** A equipe da disciplina de “Tubulação”, em conjunto com a disciplina de “Processo”, procede à apreciação dos documentos provenientes do Projeto Básico, com ênfase na análise dos P&ID. Dessa análise são emitidas TQF com questionamentos à PETROBRAS, a respeito de eventuais dúvidas e inconsistências observadas nos documentos pertinentes à disciplina.

2 – **Elaboração dos plano-chave:** A equipe de “Tubulação” participa da elaboração dos planos-chave – Arranjo Combinado; *Piping Practice* (revisão); *Piping Support Standard*; etc. – realizada em conjunto com as demais disciplinas. Nessa etapa são lançadas as linhas de tubulação, na forma diagramática, considerando os arranjos

feitos pelas disciplinas de “Estrutura” e “Outfitting”, que segundo o planejamento do projeto, precedem a disciplina de “Tubulação”.

3 – **Masterização dos P&ID:** Nessa atividade a disciplina de “Processo” atribui aos componentes da linha (tubulação) as suas respectivas especificações técnicas, com base no que prevê o documento normativo do processo – ET-200 –, emitido pela PETROBRAS. O P&ID “masterizado”, então denominado P&ID “inteligente”, vai alimentar o Modelo, com todas as informações do projeto.

4 – **Modelação:** Uma vez elaborado o P&ID “inteligente”, tem início a “modelação”, que é feita com base no “Arranjo Combinado”. Para se proceder à “modelação” da “Tubulação” são necessários os seguintes recursos: BD do PDS; “Estrutura” modelada; “Outfitting” modelado; “Elétrica” modelada. Na fase de modelação trabalha-se com estimativas dos equipamentos e seus respectivos dimensionais, em estágio inicial.

5 – **Design Review/HAZOP:** Durante a fase de “modelação” é previsto que sejam realizadas sessões de *design review* e de HAZOP. Os respectivos propósitos são a identificação e eliminação de interferências (*clashes*) entre as representações lançadas no Modelo pelas diversas disciplinas do projeto; e problemas de operabilidade.

6 – **Verificação da integridade do Modelo:** Durante a modelação também é feita a verificação da integridade do Modelo e emitidos os respectivos relatórios, que para efeito da emissão de documentos devem estar com o status “sem restrições”.

7 – **Checagem do fechamento das linhas:** É feita uma checagem, com base no P&ID, para verificar o “fechamento” das linhas, isto é, se as linhas estão completas ou falta a complementação de algum trecho. Essa checagem é realizada pelo Líder da disciplina de “Tubulação” ou pelo Supervisor. Após a checagem, é feita a atualização das Requisições de Material (RM).

8 – **Verificação da acessibilidade dos acionadores de válvulas:** Com base nos *pipng plans* e no Modelo, o Líder da disciplina realiza a verificação das válvulas que tenham necessidade de extensão do comando – seja por prescrição de norma ou em decorrência de seus atuadores se encontrarem em local de difícil acesso –, e determina que sejam providenciados os devidos dispositivos de extensão.

9 – **Extração e emissão de documentos:** A partir Modelo 3D são extraídos os isométricos das linhas de tubulação, com respectivos *spools*; e o *pipng plan*. Esses

documentos são então lançados no *Project Wise*³⁴, de onde são emitidos para serem entregues ao pessoal de campo, que os utilizarão para executar a construção e a montagem das tubulações. São também extraídas as listas de controle – de isométrico, de suportes e de peças de penetração – que auxiliam no gerenciamento do desenvolvimento do projeto. Antes de serem enviados, os documentos são submetidos a uma verificação técnica, pelo Supervisor da disciplina de “Tubulação”, e pela disciplina de “Qualidade”, que verifica se atendem aos requisitos de padronização, em termos de formato.

No fluxograma da Figura 18 é apresentada uma síntese do processo de projeto, com ênfase nas principais atividades executadas no detalhamento da “Tubulação”.

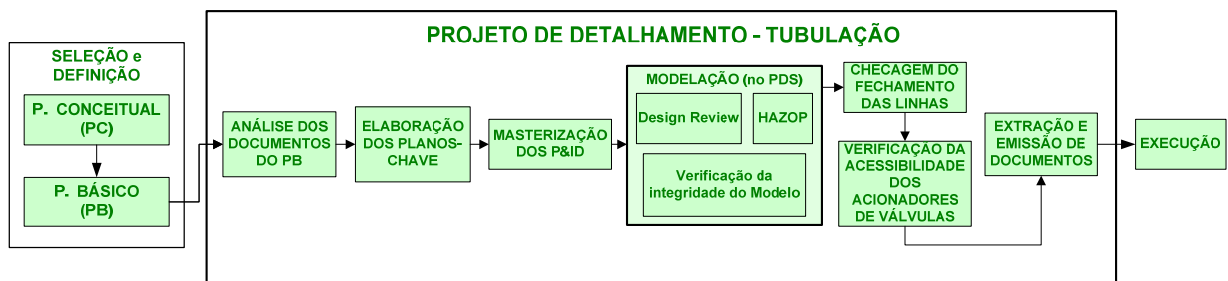


Figura 18: Síntese do processo de projeto, com ênfase na disciplina de “Tubulação”
Fonte: próprio autor

3.6.4. Objetos manipulados na disciplina de “Tubulação”

As atividades realizadas na disciplina de “Tubulação” são permeadas por intensa manipulação de diversos objetos: documentos escritos, desenhos, normas, regras, modelos 3D, tanto recebidos da PETROBRAS quanto produzidos pelos projetistas.

Os tipos de objeto manipulados variam em função das fases do projeto. São manipulados tanto objetos que permitem o desenvolvimento do projeto quanto objetos que constituem os produtos gerados durante a realização de cada uma das fases.

Na fase inicial do processo, verifica-se a intensiva utilização de objetos prescritivos – documentos de diretriz e de coordenação do projeto, fornecidos pela PETROBRAS, de uso comum por todas as disciplinas – Contrato; GTD; GEDWP;

³⁴ *Project Wise* é um ambiente virtual que consiste em um repositório de todos os produtos gerados pelo projeto. Deve estar sempre atualizado, pois a emissão de desenhos é feita a partir desse repositório.

Marine System; General Arrangement Plan, bem como de documentos técnicos pertinentes à área de conhecimento do domínio específico de tubulação: Diagramas (P&ID) de todos os fluidos; ET-200; *Piping Practice*; desenhos estruturais; desenhos de segurança. Também são manipulados normas e regulamentos governamentais, como as do Ministério do Trabalho, de Sociedades Classificadoras, da Diretoria de Portos e Costas – *Safety of Life at Sea* (SOLAS). Com base nos objetos manipulados nessa fase os participantes tomam ciência de suas atribuições; do escopo do projeto; das características do objeto a ser projetado; e das regras sobre a sua construção e utilização.

Os documentos manipulados nesta fase caracterizam-se como objetos intermediários fechados, porque deixam pouca margem de manobra aos projetistas, em face da pouca possibilidade de serem modificados.

Na fase intermediária, observa-se ainda a manipulação de objetos prescritivos, mas já com a predominância de objetos mais abertos, como as primeiras representações gráficas feitas no “Arranjo Combinado”; os desenhos e esboços informais feitos pelos projetistas em seus estudos; os diagramas (P&ID) modelados/masterizados pela disciplina de “Processo”; alguns desenhos do fabricante; e o Modelo 3D, ao qual, mesmo em fase de desenvolvimento, se recorre reiteradas vezes para estudo de soluções, tomadas de decisão, sessões de *design review*.

No que concerne às representações gráficas caracterizadas pelas produções informais dos projetistas, a pertinência em classificá-las como objetos intermediários é contextualizada pela “história”, que consta no Anexo X. Na referida “história”, o Líder da disciplina, ao dar ciência a um representante do EAS sobre um problema decorrente da utilização de luva dupla em tubos galvanizados, fez um esboço à mão para agilizar o entendimento por parte do representante do estaleiro, sobre o problema de utilização da luva dupla nas conexões de tubos galvanizados. O referido recurso permitiu a comunicação e a elucidação da idéia, de forma ágil e eficaz. O esboço citado, apresentado também no Anexo X, agilizou a compreensão da explicação. A propósito das produções informais dos projetistas – esboços, croquis – o projetista de peças de suporte citou que “*projetista sem desenho é mudo*”.

Na fase final, nota-se a predominância dos objetos formais, como o próprio Modelo 3D, já praticamente concluído, e os documentos dele extraídos, gerados a partir do PDS – desenhos isométricos e *spools*; *Piping Plan*; desenhos de peças de penetração; desenhos de peças de suporte; requisição de material (RM), que são os produtos finais entregues para a Execução. No Anexo XI constam, a título de ilustração, um desenho de isométrico, com o respectivo *spool*.

No fluxograma da Figura 19 são apresentados os principais objetos manipulados na fase de Detalhamento, na disciplina de “Tubulação”.

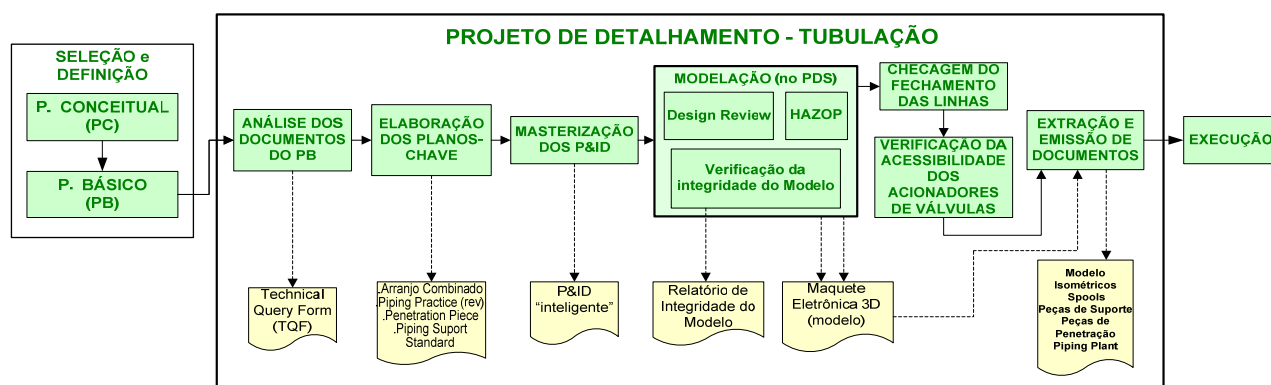


Figura 19: Principais objetos manipulados na disciplina de “Tubulação”

Fonte: próprio autor

□ A extensão dos atuadores de válvulas e os objetos intermediários

A propósito dos objetos manipulados, ilustra-se com a história da extensão dos atuadores de válvula, descrita a seguir, a contribuição dos objetos intermediários para a solução de um problema de projeto referente à consideração do uso.

No dia 29 de setembro de 2009, em virtude o Modelo 3D já estar num estágio de desenvolvimento em que praticamente todas as válvulas encontravam-se em suas posições definitivas, o Líder da disciplina de “Tubulação” procedia então à verificação da necessidade colocação de extensão nos atuadores das válvulas acionadas manualmente, que se encontrassem em local de difícil acesso e que, por razões técnicas, devessem permanecer nas posições em que estavam.

O Líder da disciplina de “Tubulação” observou que as válvulas da linha de dreno da Caixa de Mar, representadas na Figura 20, precisavam receber um dispositivo de extensão, para permitir sejam acionadas a partir do estrado (piso), sem a necessidade de

o operador descer até o fundo da Sala de Bombas (*Pump Room*), apesar de existir uma escada que permite esse acesso. Essa necessidade é decorrente de norma de segurança que prevê o acionamento remoto e rápido dessas válvulas, por estarem instaladas em local que pode ser rapidamente alagado em caso de avaria.

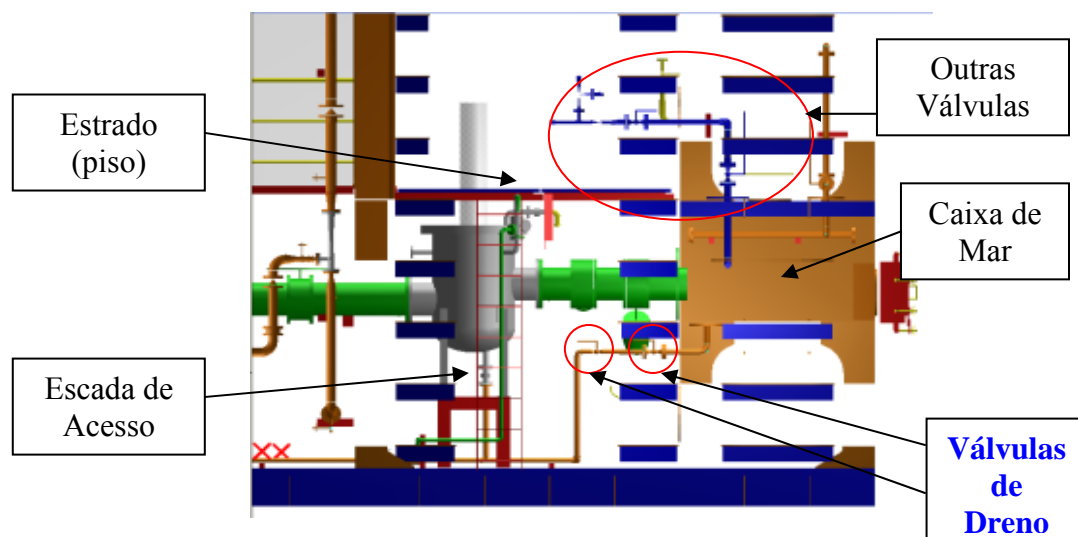


Figura 20: Parte do Modelo 3D em que se encontram representadas as válvulas de dreno da Caixa de Mar de uma das salas de bombas

No dia seguinte (30/9), às 08:20 h, o Líder da disciplina de “Tubulação” solicitou que o Projetista K fizesse o desenho das extensões do comando das válvulas. Por orientação do Líder, o projetista K, para desenvolver o dispositivo solicitado, recorreu ao Gerente do PDS, que lhe forneceu o desenho I-DE-3010.66-1350-200-KES-530, que consta no Anexo XII, pertinente a um projeto anterior – o da Plataforma P-53 – também desenvolvido pela PROJEMAR. No desenho estava representada uma solução semelhante à que deveria ser implementada.

Às 09:11 o Projetista K iniciou o estudo do referido desenho para compreender como adaptar a solução que nele constava, ao seu problema. Para isso, solicitou ao Projetista T mais dois desenhos, estes do projeto da P-55 – *External Lower Hull Valves Penetration and Fittings* e *P&ID Draught, Trim & Heel Indication System* – apresentados também no Anexo XII; e um manual da Hishibras, no qual constam informações técnicas para o desenvolvimento de extensões de comando de válvula. Às 09:20 o Projetista T forneceu o manual solicitado.

O projetista K referenciou-se também no *Piping Practice*, documento em que consta um detalhe típico de altura de acionamento de volante de válvula em relação à

altura do operador. No detalhe, ilustrado no desenho 3 do Anexo XII, observa-se a orientação de colocar-se uma extensão em uma válvula, para que seja propiciado o acesso ao respectivo volante, em situações em que este fique posicionado abaixo de um estrado.

No dia 13 de outubro de 2009, o Projetista K concluiu a elaboração da solução, representada no desenho I-DE-3010.70-5100-200-EWE-050, cuja cópia se encontra na no Anexo XII. Esse desenho integra o conjunto de documentos emitidos pelo Projeto.

3.6.5. Características e condicionantes técnicos de um projeto de tubulação

A principal referência de projeto de tubulações adotada pelos projetistas entrevistados é o livro “Tubulações industriais: materiais, projeto, montagem”, da autoria de Pedro C. da Silva Telles. Neste livro, os projetistas chamam a atenção para os seguintes aspectos:

1 – O Caráter genérico das regras e recomendações: Existem várias regras e recomendações, de uso corrente, para o arranjo e detalhamento de tubulações, em termos de traçado e disposição dos equipamentos. Mas em grande parte são **muito genéricas** e todas podem admitir exceções, desde que devidamente justificáveis, a critério do projetista e em face das circunstâncias locais.

2 – A Complexidade envolvida no arranjo: O estudo da disposição geral (arranjo) é obrigatoriamente um trabalho de equipe, de diversas especialidades, de grande experiência, e coordenado pelo especialista de tubulações. Desse estudo dependerão primordialmente, entre outros fatores, a eficiência da instalação, suas condições de segurança e sua maior ou menor facilidade de operação e de manutenção.

Exceto em caso de instalações muito simples, raramente se chega a um arranjo satisfatório na primeira tentativa: em geral é necessário o estudo de várias alternativas, até ser escolhida a melhor, depois de um cuidadoso julgamento, comparando-se os aspectos de custo, de eficiência da instalação, de facilidades operacionais, de segurança. Portanto, a configuração definitiva, em detalhe, da disposição de construções, equipamentos, etc., somente se tem, normalmente, na fase final do projeto completo.

3 – Os pontos básicos: No arranjo e detalhamento de tubulações devem ser sempre levados em conta como pontos básicos a **acessibilidade**, a **construção**, a

operação e a manutenção. Para isso, o **projetista deve procurar se colocar no papel do montador e de quem irá operar e fazer a manutenção**, para verificar se o que está sendo projetado permite que todas essas atividades sejam realizadas com o máximo de facilidade, segurança e economia. Como **regra geral**, para todos os equipamentos em que haja a **necessidade de presença contínua ou eventual do operador, deve ser deixado totalmente livre o espaço necessário para o acesso e trabalho do operador.**

Todas as válvulas, instrumentos e equipamentos que exijam operação e/ou manutenção, devem ser colocados na menor cota de elevação possível, e ter acesso fácil, do solo, ou algum piso, estrutura, plataforma, escada, etc. para **facilidade de operação e manutenção.** Para as válvulas fora do alcance do operador, há os recursos de haste de extensão. **As válvulas com haste de extensão são sempre de operação mais difícil, não sendo recomendado para os casos de operação freqüente.**

Os tubos de ligação a qualquer equipamento que possa necessitar ser desmontado ou removido periodicamente devem ser **dispostos de forma a deixar livres os espaços necessários para a desmontagem e remoção, e sempre também o espaço acima do equipamento para permitir a manobra dos aparelhos de elevação de pesos.** Esses espaços são previstos nos desenhos de fabricante (FRAMES), conforme ilustrado no Anexo IX.

4 – A participação decisiva do montador: Não são raros os casos de projetos em que o **montador** se vê **obrigado** a introduzir **modificações**, porque determinados detalhes são muito difíceis, até impossíveis de construir como estão no projeto, ou mesmo instalações cuja montagem, operação e manutenção são difíceis, perigosas ou caras, devido a erros de projeto.

5 – A Interdisciplinaridade: Existe uma série de pontos de mútua interdependência entre o projeto de tubulações e os outros projetos de engenharia (disciplinas) que fazem parte do projeto geral de uma mesma instalação. Portanto, existem informações que devem ser recebidas pela disciplina de tubulações, provenientes de diversas outras disciplinas; e informações que a disciplina de tubulações deve fornecer às outras disciplinas.

3.6.6. Principais aspectos críticos inerentes à disciplina de “Tubulação”

Em uma plataforma de petróleo, os sistemas constituídos por tubulações representam aproximadamente de 60% a 70% dos sistemas instalados a bordo. São os conjuntos fundamentais para a consecução da atividade fim da plataforma, ao mesmo tempo em que se caracterizam como os sistemas mais críticos no que concerne a operação e manutenção, em virtude tanto dos efeitos decorrentes das manobras realizadas em seus dispositivos, quanto de eventuais dificuldades de acesso e manuseio.

Devido aos fatores ora apresentados, é consenso entre os integrantes da equipe da disciplina de “Tubulação” que essa é a disciplina mais crítica também em termos de projetar. Essa idéia é fruto da necessidade do projetista ter que conciliar tanto as características construtivas quanto os aspectos de ordem operacional e de manutenção, num momento em que não dispõe de informações precisas sobre os dimensionais de equipamentos – válvulas, bombas, filtros –, entre outras.

Essa necessidade de conciliação demanda do projetista a consideração criteriosa de uma multiplicidade de fatores técnicos – regras de posicionamento e acesso a dispositivos e componentes; e materiais que devem ser empregados em determinadas redes em função do fluido – que exercerão influência direta no funcionamento e no desempenho dos sistemas e interferirão nas condições de trabalho dos operadores.

“O Projeto Básico é desenvolvido balizado por regras e princípios técnicos. O Projeto de Detalhamento também segue regulamentos; faz o arranjo de acordo com diagramas (P&ID), mas considerando as facilidades de acesso e manuseio. É necessária a aplicação de conhecimento técnico e de regras práticas de tubulação. Áreas congestionadas restringem o espaço de manobra.” (Líder da “Tubulação”)

A propósito da problemática acima enunciada, o Líder da disciplina de “Tubulação” relata que os congestionamentos cada vez maiores dos ambientes, isto é, maior quantidade de equipamentos e acessórios a serem instalados em locais com pouco espaço, como as *pump rooms*, somados às limitações impostas por princípios técnicos e requisitos de segurança – áreas destinadas a acesso e rotas de fuga; restrições quanto a operações de soldagem e furação, devido a riscos de explosão por contato com

inflamáveis – representam fortes limitantes às opções dos projetistas por conceberem projetos de tubulação com melhor operacionalidade do ponto de vista do usuário final.

“O espaço físico das plataformas diminuiu e a quantidade de equipamentos a serem instalados aumentou; aumentaram as exigências com segurança – muito observadas atualmente –, o que fez com que os espaços ficassem mais restritos.” (Líder da “Tubulação”)

O CoEmb da plataforma P-51 corroborou essa percepção do Líder da disciplina de “Tubulação” ao relatar que as salas de bombas daquela plataforma são congestionadas e, portanto, certas válvulas ficaram mal localizadas.

O Líder da disciplina de “Tubulação” apontou também o custo como outro limitante do projeto. Sob essa perspectiva, argumenta que não raro os requisitos de segurança constituem fatores restritivos em termos de um arranjo que privilegie facilidades de acesso, de operação e de manutenção. Segundo ele, em algumas situações um traçado de tubulação mais favorável ao operador implica a passagem da linha por áreas em que são exigidos materiais e dispositivos mais caros:

“Outro fator que impacta a otimização do arranjo com vistas ao ‘conforto’ da operação é o custo. Por exemplo: usar válvulas tipo ‘fire safe’, muito caras, para que a tubulação possa passar em uma área que tenha requisitos de material com proteção contra incêndio ou comprometer o arranjo para não ter que empregá-las?”. (Líder da disciplina de “Tubulação”)

Ainda no que diz respeito ao traçado das linhas, a obrigatoriedade de se cumprir os requisitos de ordem técnica da disciplina de “Tubulação”, tais como cálculos de flexibilidade e resistência mecânica, impõem ao projetista limitação em termos de caminhos por onde passar a tubulação. Esse fator reduz seu espaço de manobra quanto à concepção de um projeto que privilegie o uso.

Um outro problema identificado é o fato de algumas definições de projeto, que têm influência sobre uma determinada disciplina, ficarem a cargo de outra disciplina. Esse é o caso da definição do tipo de válvula a ser lançado no Modelo – se padrão, com acionadores manuais ou com atuadores pneumáticos – que envolveu as disciplina de

“Tubulação” e de “Instrumentação”. Problemas dessa natureza são causados pelo fato da definição da válvula ser atribuição da “Instrumentação”, cujo *timing* é diferente do da “Tubulação”. Assim, questões que para a “Tubulação” devem ser definidas em um determinado momento do projeto, não o são, e comprometem o andamento do projeto.

Em virtude da “Instrumentação” não ter definido o tipo de acionador de uma das válvulas do sistema de Lastro – manual ou pneumático – o projetista, para dar prosseguimento à modelação, lançou no Modelo os atuadores como manuais. Posteriormente, foi definido que os atuadores seriam pneumáticos, cujas dimensões são maiores que dos atuadores manuais. Essa modificação resultou em interferência (*clashes*) do atuador com o estrado (pisos), conforme ilustrado na Figura 21, e conseqüente re-trabalho para atualizar o Modelo, o que não ocorreria se o atuador fosse manual.



Figura 21: Ilustração, extraída do Modelo, da interferência entre o atuador e o estrado

Esse tipo de problema é agravado pela falta de comunicação e interação entre os integrantes das diversas disciplinas, reconhecida pelos próprios projetistas, conforme ressaltou o Projetista P. Segundo ele, mesmo existindo as facilidades para identificação antecipada de interferências interdisciplinares, propiciadas pela visualização do Modelo, os representantes das disciplinas envolvidas não se comunicam adequadamente. Portanto, em face de terem prioridades diferentes e com *timings* defasados, problemas como este não são tratados no devido tempo.

3.7. Como a dimensão do uso se insere no processo de projeto

É senso comum entre os projetistas do projeto acompanhado no estudo de caso que todo projeto de artefato tem por finalidade o uso do objeto projetado. Segundo eles, a consideração ao usuário é inerente à atividade de concepção, como se essa consideração fosse sempre traduzida em boas condições de operação. Contudo, raramente os projetos têm esse resultado.

No entanto, em decorrência da consideração que os projetistas têm sobre o uso não ser o único fator de relevância no projeto, isto é, compete com outros aspectos, raramente pode ser contemplada de forma plena. Em situação de projeto, diversos fatores – de ordem técnica, administrativa, financeira, organizacional – concorrem entre si, restringindo o espaço de manobra dos projetistas, e fazem incidir sobre esses profissionais a responsabilidade de saber conjugá-los de maneira a se obter soluções que atendam, da forma mais abrangente, à globalidade dos requisitos do objeto projetado.

Ainda que seja de sua atribuição a determinação do traçado de uma linha de tubulação, por exemplo, raramente o projetista tem espaço de manobra para projetar ou contornar todas as *constraints* que, não somente orientam o processo de projeto, mas também restringem as condições de uso do objeto projetado.

Em determinadas situações, a consideração do uso é difícil. Um aspecto considerado ruim sob a perspectiva operacional, é decorrente da necessidade de se priorizar uma eficiência maior do sistema, do ponto de vista do seu desempenho. É fundamental evitar a perda de carga de um fluido numa determinada linha, mesmo que para isso seja necessário comprometer a facilidade de acesso a um dispositivo de manobra, como a colocação de uma válvula em um local mais “congestionado” de uma praça de máquinas ou em um nível de elevação que implique dificuldade de acesso, por exemplo.

Em síntese, a prática de projetos de tubulação tem como premissa que entre privilegiar o desempenho do sistema ou prover uma condição de operação mais favorável ao operador, prevalece a priorização ao desempenho. As facilidades para os operadores seriam pensadas posteriormente por outras disciplinas, relacionadas a movimentação de carga e acesso, que projetariam dispositivos compensatórios.

□ **A percepção do projetista sobre quem é o usuário**

Não raro, em diversas situações em que o pesquisador empregou o termo “usuário” para se referir aos operadores da plataforma, os projetistas, inadvertidamente, assumiam, a priori, que usuários eram os incumbidos da construção e montagem.

Esse fato levou à identificação de duas categorias de usuários, assim classificados nesta dissertação: “usuário intermediário”, constituído pelo pessoal de campo do próprio EAS, encarregado da construção e montagem, na fase de Execução; e o “usuário final”, que são os operadores da plataforma, seja das equipes de operação, seja das equipes de manutenção.

Apesar de o foco desta dissertação estar voltado para o que ora definimos como usuário final, a equipe do Detalhamento dedica uma forte ênfase ao usuário intermediário. Essa consideração se deve ao fato do projetista e o usuário intermediário estarem mais próximos na seqüência de etapas do processo de projeto, e de existir uma maior interação entre ambos do que entre o projetista e o representante do operador. Diferentemente do que deveria ocorrer na prática, o operador tem pouca participação ou não participa de forma direta da fase de Detalhamento.

Um exemplo típico da consideração ao usuário intermediário um e-mail no qual consta um questionamento feito pelo Supervisor e a respectiva resposta, quanto às dimensões do tanque de galvanização. No referido e-mail, o Supervisor antecipa-se a um problema que previa acontecer na fase de montagem, que restringe o comprimento das peças de tubo a serem galvanizados, em função da extensão do tanque. Em face dessa restrição, os projetistas não poderiam especificar seções de tubo com comprimento superior ao do tanque. Essa medida facilita também a movimentação dos tubos em função da redução dos seus respectivos pesos.

Uma outra perspectiva do projetista sobre o usuário intermediário se revela na preocupação da equipe de projeto com os aspectos construtivos. A manifestação dessa preocupação é patente em muitas situações. Em uma delas, o Supervisor se mostrou preocupado com alguns aspectos referentes aos tubos, com base nos desenhos feitos pelos projetistas: *“Tem uns tubos que estão com ligações e formas estranhas, que dificultam muito a fabricação.”* E comentou com a equipe de projeto:

“Poxa pessoal, parece que estamos sendo vencidos pelo PDS. Porque é impossível, com a experiência que nós temos aqui, desde os tempos de estaleiro, deixar que se tenha uma peça de fabricação com 7 m, mais 2 m para cá, em cima de uma bancada de montagem.” (Supervisor)

O comentário do Supervisor é procedente por não se ter informação sobre como as dobras nas tubulações são feitas no estaleiro (existem máquinas que fazem o dobramento dos tubos a partir de um desenho). Então, parte-se da pior hipótese, que é o próprio montador fazer as dobras.

3.7.1. Elementos utilizados para pensar no uso nas tomadas de decisão

Nesta seção são abordados os principais elementos identificados, com base na literatura e no estudo empírico, como relevantes para a tomada de decisão em projeto no que concernem à consideração do uso; e qual a percepção dos projetistas acerca desses elementos.

□ Conhecimento sobre necessidades operacionais do usuário final

Na lógica projetual, os projetistas consideram o uso nas tomadas de decisão, mas não têm em mente, bem definidas, as necessidades operacionais do usuário final. Embora levem em consideração que a concepção de um artefato deve favorecer o uso – o que corrobora a importância de serem identificadas as necessidades dos usuários – verificou-se que as decisões tomadas durante o processo não foram guiadas primariamente por uma reflexão mais detalhada sobre o trabalho.

O Projetista P, responsável pela modelação de uma das *pump room*, informou que os projetistas não têm conhecimento da frequência de uma determinada operação, e muito menos da manutenção. Sabe, contudo, que uma área deve ser deixada livre para a operação. Para isso, com base nos desenhos dos fabricantes, contendo os dimensionais, deixa área livre no PDS para colocação de equipamento e respectivo acesso para operação e manutenção.

“O projetista sabe o que tem que ser feito. Pesquisa a altura, peso da tampa, área dedicada à manutenção. Faz o arranjo de layout (3D) em função das características de cada equipamento.” (Projetista P)

□ **Requisitos de desempenho e necessidades operacionais**

O Supervisor relatou que nas tomadas de decisão prevalecem os aspectos técnico-constructivos, em detrimento da consideração ao usuário final, que fica relegada a um plano de provimento de dispositivos de acionamento e de acesso, que possibilitem a operação e a manutenção.

“Não se muda um sistema em função da operação. Por exemplo, o encaminhamento de uma linha não será alterado para facilitar um acesso. Nem sempre é possível tirar válvulas de dificuldade de acesso. O que se deve fazer é prover meios para operar e fazer a manutenção.” (Supervisor)

A representante do CENPES que participou do Projeto Básico do *lower hull* da P-55 afirmou que todo projeto de tubulação é iniciado levando-se em consideração primeiramente as tubulações de maior diâmetro, que teoricamente são mais importantes. As de menor calibre vão sendo posteriormente arranjadas, conforme a disponibilidade de espaço, normalmente lançadas em planos inferiores aos das tubulações maiores.

Esse critério técnico promove a ocorrência de situações em que o acesso aos dispositivos de manobra instalados nas linhas de menor diâmetro fica dificultado. Pode então ocorrer que os operadores tenham dificuldade de operar os respectivos dispositivos, o que não terá sido por falha do projetista. Mas esse requisito técnico é prevalente sobre a consideração das necessidades operacionais do usuário final.

O Projetista P, responsável por parte da modelação, relatou que ao definir o caminho de uma tubulação, o posicionamento de um dispositivo de manobra (válvula, por exemplo), sua decisão é pautada na conjugação de um conjunto de fatores, entre eles a sua própria experiência, aliada à experiência de outros atores, levando em consideração também os aspectos técnicos determinantes.

Exemplificou: a altura em que fica uma bomba, que é determinada por requisitos técnicos, vai determinar a altura da linha de sucção. A partir desse condicionante, outras decisões serão tomadas. Complementou que, por outro lado, ao projetista é facultado posicionar um determinado dispositivo, em função do espaço disponível, e até mesmo

da disponibilidade de informação, da facilidade de montagem ou da solicitação do pessoal de campo. Quanto a esse aspecto, citou que:

“se um bloco estiver sendo montado, para agilizar a construção, antecipa-se a colocação, neste bloco, de uma válvula que poderia ficar no bloco seguinte, por onde passa a mesma tubulação.” (Projetista P)

O Projetista A, responsável pela modelação de uma das colunas do *lower hull*, relatou que no Projeto de Detalhamento, em função da sistemática de subdivisão por blocos (área), o projetista fica atento à área que está modelando, devendo para tal observar suas particularidades em termos de restrições, espaço, e assim procurar conceber um projeto que facilite a operação e a manutenção do sistema. Segundo ele, o projetista deve saber qual a utilização de um sistema que esteja instalado em uma área; deve ter conhecimento para que tipo de operação serve uma determinada válvula. O Projetista A verbalizou o seguinte:

“Primeiro, se você tem um equipamento, e você sabe que ali ele vai monitorar uma área, o que ele tem que operar, olhar, fechar para fazer uma manutenção. Eu não vou colocar essa válvula em um outro andar, tá entendendo? E se tiver só um cara trabalhando? Então leva-se em consideração para que serve a válvula. Aí às vezes precisa de uma localização. Às vezes vem do Básico: eu quero uma central, tal, aí o projetista tem que criar um espaço para aquilo. Tem que dar um jeito de colocar todas as válvulas ali. Tem situações que tem que fazer um estrado. O arranjo é feito, e depois providenciada uma facilidade.” (Projetista A)

Experiência prática e bom senso

O Projetista A ratificou que ao desenvolver seu projeto (Modelo), leva em consideração o usuário final com base em seu **bom senso** e em sua **experiência prática**, para que não incorra em projetos que acarretem dificuldades operacionais.

“Ah, sim, aí tem os conceitos. Se é uma válvula que vai ser operada manualmente, vai ter que dar acesso ao cara, isso aí são condições de ..., não precisa nem estar no PB, no P&ID. Ele diz o seguinte: olha, a linha está aqui, tem que puxar um ramal com uma válvula tal, mas isso são observações. Quando não vem especificado do Básico? Aí é o teu bom senso, é o teu bom senso e às vezes isso é alcançado até na inspeção do cliente.” (Projetista A)

O Projetista N, responsável por parte da modelação, relatou que considera o uso, mas com base em sua vivência profissional:

“por experiência adquirida em projetos de navio, quando trabalhei em estaleiro, ao projetar levo em consideração as necessidades dos operadores, mas sem um conhecimento explícito de quais são e como são as atividades por eles realizadas em operação. Os projetistas da nova geração não têm essa visão.” (Projetista N)

O Projetista N afirmou que desenvolve o projeto pensando sempre na melhor condição de operação, e que essa melhor condição é baseada na sua **experiência prática**. E afirmou que *“em certas situações, em função de restrições decorrentes do cumprimento de cronograma, pode não prevalecer a melhor solução.”*

A Projetista C, responsável pela modelação de uma das praças de bomba, relatou que, em função de ter presenciado diversos problemas operacionais em sua vivência a bordo, procura desenvolver seu projeto privilegiando o operador, não somente em atividade de operação, mas de manutenção. Criticou a perspectiva “imediatista” dos projetistas que não se colocam no lugar do operador, ao verbalizar: *“o projetista só pensa no hoje. Tem que entregar, tem que entregar...”*, referindo-se ao condicionante de tempo que restringe a concepção de projetos que contemplem o uso.

Segundo o Projetista CA, ao fazer o detalhamento se baseia na sua experiência, constituída, entre outros fatores, por *feedback* fornecido pelo pessoal de campo (construção e montagem) e pelo pessoal do grupo que fiscaliza o projeto.

As decisões pautadas na vivência profissional do projetista eventualmente são questionadas. Em auditoria realizada por um grupo contratado pelo EAS para auditar as disciplinas de “Tubulação” e de “Estrutura” foram levantados problemas referentes a soluções concebidas pelos projetistas com base em suas experiências, consideradas pelo Supervisor do projeto como plenamente aceitáveis, na prática; mas classificados pelos auditores como não conformidades.

□ Requisitos e especificações de ergonomia e fatores humanos

Todos os entrevistados relataram que não conhecem documentos de projeto que preconizem explicitamente a observância de aspectos ergonômicos e de fatores humanos. Complementaram que não existe um responsável pela incorporação de requisitos e especificações ergonômicas e de fatores humanos em projeto.

O Gerente do projeto, ao ser perguntado sobre a existência de alguma documentação prescritiva quanto ao que deve ser observado pelo projetista em termos de ergonomia e fatores humanos, de forma a contemplar as atividades realizadas pelo usuário final, relatou que:

“não há nada nesse sentido. O que prevalece é a experiência do projetista, que para exercer sua atividade de projetar deve ter conhecimentos prévios e fundamentos que lhe permitam se antecipar a problemas que poderiam impactar tanto a operação quanto a manutenção.” (Gerente do projeto)

O Líder da disciplina de “Tubulação” relatou que alguns aspectos referentes ao uso são considerados a partir de documentos prescritivos como o “*Mechanical Handling*”, referente ao manuseio e movimentação de equipamentos, no qual constam áreas a serem deixadas livres. E também dos desenhos de fabricante, cujas especificações e dimensionais de operação e manutenção, como a desmontagem, são exigidos pela empresa encarregada do desenvolvimento do projeto de detalhamento. Complementou que:

“O fabricante coloca no equipamento dele os aspectos favoráveis à montagem do equipamento. Ele mostra área de manutenção e de operação a ser deixada livre para as respectivas operações. Isso já é pré-determinado para quando fizer o arranjo o projetista já permitir o acesso do operador tanto à operação quanto à manutenção.” (Líder da disciplina de “Tubulação”)

O Líder da disciplina de “Processo” informou que em termos de documentação contratual utilizada pelos projetistas que mencione aspectos que o levem a pensar no uso ou preconizem a consideração ao usuário final, pelo projetista, poucas são as que tratam esse aspecto de forma intensiva, quantitativa e específica, existindo somente alguns trechos que constam no *Piping Practice*, na *Marine System* e na GTD, e “*mesmo*

*assim, de forma superficial, qualitativa e imprecisa”, como a transcrita a seguir: “All valves shall be installed within dry areas, duly lightened and **easily accessible**, in way of pump rooms, pontoon tunnels, columns trunks, in order to allow for easy inspection.”* (MARINE SYSTEM, pág. 50)

O Líder da disciplina de “Processo” complementou que além dessas poucas referências, a consideração aos aspectos ergonômicos e de fatores humanos nas atividades de operação e manutenção limita-se aos dimensionais que constam nos desenhos de fabricante, como peso dos componentes de equipamentos. No desenho do fabricante – do *Hydraulic Power Unit* – que consta no Anexo IX, são mostradas as informações contidas nesse tipo de documento. No *Mechanical Handling Arrangement*, elaborado pela disciplina de “*Outfitting*”, são representados os espaços a serem deixados livres para desmontagem - retirada de peças, motor, rotor – e os dispositivos que deverão ser disponibilizados para essa finalidade, conforme ilustrado no Anexo XIII.

O Líder da disciplina de “*Outfitting*” relatou que o uso é considerado com base na observância de documentos contratuais e regulamentos, como o “*Safety Philosophy*”. Mas que os fatores “bom-senso” e “experiência” são preponderantes na contemplação do uso.

O Supervisor ratificou que prevalece o know-how do projetista, e complementou que os documentos de orientação são os P&ID, a GTD, a *Marine System*, a ET-200, e os arranjos gerais. Que o detalhamento, incluindo o posicionamento de válvulas e etc., ficam a cargo do projetista, que leva em consideração as prescrições da Sociedade Classificadora, quanto às questões de localização de válvulas de costado, válvulas de tanque.

□ Determinações de representantes do E&P e da Fiscalização

O Líder da disciplina de “Tubulação” informou que ocorrem situações no projeto em que os operadores ou seus representantes, diretos ou indiretos, participam ou interferem nas tomadas de decisão, como na compra de um item técnico, como um determinado equipamento, em que o pessoal de E&P, que efetivamente operará a plataforma, é chamado a participar.

Foi exemplificada pelo pesquisador, uma situação real em que para acessar o *plenum* de um turbogerador, em uma determinada plataforma basta abrir uma porta, enquanto em outra há um problema crítico de dificuldade de acesso. Questionou-se então ao Líder, a quem cabe tratar o problema. Ele respondeu:

“Isso não é um item de Requisição de Material, e não de Procurement. É um item técnico, que é uma questão de aprovação da PETROBRAS. Se ela aprovar isso, tudo bem. Se não... Isso varia de acordo com o fiscal. O que se chama de dificuldade às vezes não é. Às vezes se perde por um lado, mas se ganha pelo outro. Às vezes um aspecto ruim é compensado por uma eficiência maior. É uma discussão que deve levar em conta outros fatores. A manutenção vai ser feita, mesmo sendo dificultada. É um item técnico de manutenção, de aprovação do equipamento pela PETROBRAS, na qual ela envolve até o pessoal do E&P, da Produção, que efetivamente vai trabalhar na plataforma, e que tem um poder de veto muito grande.”
(Líder da disciplina de “Tubulação”)

O Projetista A, informou outra instância em que decisões são tomadas no processo de projeto, ao relatar:

“É o caso de um GRUFIS da PETROBRAS. Às vezes, eles podem até chegar e dizer que está tudo de acordo..., mas não gostei. Tem também o pessoal da tripulação, que chega por último, e eles fazem comentário: tudo bem, mas não quero a operação dessa válvula aqui em cima não. (Projetista A)

3.7.2. Momentos em que se insere a consideração do uso

Nesta seção procurou-se identificar em que fases ou momentos do processo de projeto se insere a consideração do uso nas tomadas de decisão. Foi verificado que não há um momento único em que são tomadas todas as decisões. Elas ocorrem em diversas fases ao longo do projeto. Desde o processo de aquisição dos primeiros equipamentos e materiais até a fase de Execução.

O Líder da disciplina de “Tubulação” relatou que antes da fase de Detalhamento, alguns aspectos referentes ao uso são previamente observados pelo Projeto Básico, que estabelece alguns pré-requisitos de manuseio e operação. Contudo, segundo ele, é no Detalhamento que se decide a colocação das válvulas.

O Projetista A relatou que a consideração do operador tem origem no Projeto Básico, sendo expressa no P&ID.

“Quem vai levar mais consideração ao operador é o pessoal do básico, é o cara que vai dar o chute inicial do projeto. Quando chega para o detalhamento, eu vou seguir o que o básico fez” ... eu não preciso ter esse conhecimento, já tem alguém que é pago para isso ... Quem tem mais que ter cuidado com o operador é o pessoal do P&ID (disciplina de ‘Processo’). É o pessoal também do FEED, que faz o básico, e já obrigam a gente a usar aquilo (...) Essa parte do operador, quem toma muito mais cuidado é o Básico.” (Projetista A)

Contudo, um dos integrantes do GRUFIS, responsável pela fiscalização dos desenhos de “Tubulação”, ao ser indagado a respeito de em que momento são tomadas decisões que levam em conta as atividades de operação e manutenção, relatou que na fase do Projeto Básico, desenvolvido pelo CENPES, os aspectos operacionais e de manutenção **não** são devidamente levados em conta.

“em decorrência do caráter urgente com que as etapas do projeto são desenvolvidas, os aspectos pertinentes a essas atividades são relegados às etapas de montagem da obra, quando se pode então observar na realidade as falhas de projeto que impactarão a operação e a manutenção.” (Integrante do GRUFIS)

Os representantes do CENPES que participaram do Projeto Básico da P-55 fazem eco ao representante do GRUFIS, no que diz respeito ao momento do projeto em são tomadas decisões referentes ao uso, ao citar que:

“na fase do Projeto Básico não existe um grupo focado à ergonomia nem à engenharia de produção. Os prazos reduzidos para o desenvolvimento do Projeto Básico limitam a consideração a esses aspectos.” (Representante do CENPES)

O Representante do GRUFIS ressaltou que os Gerentes de plataforma (GPlat), Coordenadores e demais representantes do E&P que acompanham o projeto desde a fase do Projeto Básico, são convocados a participar de sessões de *design review* realizadas na fase de Detalhamento, com autonomia para recomendar modificações no projeto, que venham a facilitar as atividades de operação e manutenção. Contudo, verificou-se que

essa consideração nem sempre é refletida na prática. Nas sessões de *design review* realizadas para o Projeto de Detalhamento do *lower hull* da P-55 o pessoal de E&P não esteve presente.

O Líder da disciplina de “Tubulação” informou que o momento em que são tomadas decisões pertinentes ao uso é quando se faz o arranjo, na fase de Detalhamento:

“A visão é essa: fazer um arranjo onde você facilite o acesso a válvulas. Desde o início, quando se faz o Arranjo Combinado geral, já se tenta colocar os equipamentos dispostos de uma maneira em que o compartimento fique acessível, numa posição boa. Aí, quando se vai fazer o detalhamento, se vai arrumando com essa visão, e a tubulação também se vai colocando visando o acesso e a operação. Às vezes tem que colocar dispositivos em local de difícil acesso. Então tem que prover o acesso, o que é feito por meio de solicitação ao ‘Outfitting’, como escadas, estrado, até porque a PETROBRAS exige isso. Se não fizer... às vezes você coloca a válvula em duplo fundo, aí tem fazer uma extensão de volante, etc.” (Líder da disciplina de “Tubulação”)

Quanto à colocação de dispositivos como extensões de volante de válvula, por exemplo, o Projetista P relatou que são colocados em fase posterior, após a maioria das válvulas terem sido inseridas no Modelo. Às vezes, até mesmo na fase de montagem, exceto as extensões que são “exigência de regra”. Citou que:

“Muitas vezes, somente com a obra pronta é que se verificam algumas necessidades que não foram contempladas na fase de projeto, e esse aspecto é atendido de forma muito mais efetiva quando a equipe de projeto está próxima fisicamente da equipe de construção e montagem. Nessas situações, chegam a ocorrer conflitos, negociações, defesas de interesses, não particulares, mas, sim, em prol do produto projetado.” (Projetista P)

O Supervisor complementou que somente na fase de Execução é que são observadas inconsistências quanto ao uso e então são tomadas decisões deliberadas a critério do pessoal da construção e montagem.

Segundo o Líder da disciplina de “Tubulação”, a PETROBRAS, representada pelo GRUFIS, que por sua vez se reporta ao E&P, observa a consideração ao uso na medida

em que vai recebendo os desenhos emitidos nas diversas fases do projeto, quais sejam: Básico e Detalhamento.

“Ela vai recebendo os desenhos ao longo do projeto. No início ele recebe o Projeto Básico, dá uma meia aprovada, depois recebe os planos-chave, que são o pré-detalhamento do layout para ela aprovar, depois, o detalhamento propriamente dito, onde você vai definir onde vai ficar cada coisa, vai recebendo e aprovando, de acordo com as fases do projeto. Vai comentando e aprovando. Qualquer alteração necessária ela comenta qual é a observação. Às vezes procede, outras vezes não. A PETROBRAS pode exigir três coisas básicas: a principal, tecnicamente certa. Se não, comenta; o que efetivamente comprou, que o cliente orçou; quando ela quer modificar algo, e paga por isso.” (Líder da disciplina de “Tubulação”)

O Projetista N, responsável pela modelação de um dos blocos, informou que:

“devido à experiência dos projetistas, alguns aspectos operacionais e de manutenção são contemplados na fase de Detalhamento do projeto. Mas não há um documento que contenha um procedimento formal que forneça ao projetista recomendações ou especificações quanto a esses aspectos.” (Projetista N)

Para o Supervisor existe um momento ou instância do Projeto de Detalhamento em que ocorre a confrontação entre os projetistas (das diversas disciplinas) e o usuário e são tomadas decisões quanto ao uso: são as sessões de *design review*. O Supervisor ressaltou que essas sessões, realizadas em conjunto com a PETROBRAS, são de alta relevância para a verificação de interferências e inconsistências do projeto.

“Por exemplo: Olhando-se o modelo, viu-se que as conexões do filtro do sistema de lastro ficariam acima do estrado. Solicitou-se então ao fabricante que mudasse a posição das válvulas para o corpo do filtro. O fabricante efetuou a solicitação feita. (...) Sabemos o que tem que ser feito. Se falhar, existem outros ‘filtros’ para eliminar as inconsistências. Existe um controle de qualidade do projeto, que são as sessões de design review. Para cada sessão é emitido um relatório, e com base no relatório são tomadas as devidas providências.” (Supervisor)

3.7.3. O contexto atual e os impactos sobre a consideração do uso

Nesta seção procurou-se identificar eventuais fatores que concorrem para a melhora ou para a piora das plataformas, decorrentes de modificações do contexto atual em que se desenvolvem os processos de projeto.

O Projetista A relatou que se perdeu a agilidade nas soluções de projeto, e o retorno fornecido pelo pessoal de campo, que ocorria quase que durante o desenvolvimento do projeto. Essa perda afeta a qualidade da obra, pois é mais difícil alterar o projeto quando se constata alguma inconsistência tardiamente.

O Projetista P informou que quando trabalhava em estaleiro, a visualização de problemas decorrentes de projetos inadequados, no que diz respeito ao uso, era facilitada pela freqüente ida ao campo, na própria obra, o que permitia o contato com o pessoal da produção e agilizava a tomada de decisão.

Por outro lado, o Projetista A ressaltou a evolução dos sistemas CAD – softwares de modelagem como os que integram o ambiente PDS – como um ponto positivo para a melhora da qualidade dos projetos. Segundo ele, *“as sessões de design review, com a apresentação da maquete eletrônica 3D, permitem antecipar problemas que seriam verificados somente com a ida ao campo, procedimento hoje pouco freqüente.”* Tais problemas se configuram na interferência de dispositivos; dificuldade de acesso; e movimentação de carga e montagem.

O CoEmb da P-51 relatou que parte dos problemas operacionais advém da *“baixa qualidade da mão-de-obra na etapa de montagem. Perdeu-se qualidade na indústria naval.”* Essa problemática é intensificada pela constatação, por parte do Projetista P, de que *“o pessoal do Projeto Básico, assim como a equipe do EAS, não têm experiência nem interação direta com a produção, o que seria o ideal.”*

A Projetista C ressaltou a importância em se ter projetistas com vivência no campo e a bordo. Ressaltou que todos os projetistas deveriam embarcar, para adquirir a noção das atividades a bordo, pois para o pessoal de bordo, a culpa por problemas de dificuldade de operação é sempre do projetista. Relatou que o contato freqüente entre o pessoal de projeto e o pessoal de produção é determinante para a boa qualidade do

projeto, propiciada pela interação entre ambos, onde as trocas de experiências e as sugestões de modificações contribuem sobremaneira para a melhoria do projeto.

O Projetista G acrescentou que por ter trabalhado tanto embarcado quanto em projeto “*tem visão operacional, onde a realidade é outra. A experiência a bordo propicia que o projetista se coloque na posição do operador.*”

Nas entrevistas não foram obtidas respostas que enfatizassem de forma clara a participação do usuário final no processo de projeto; ou a automação operacional, como fatores de contribuição para a melhora na operacionalidade das plataformas.

3.7.4. Consideração a problemas reais referentes ao uso

Os problemas reais referentes ao uso foram tratados segundo três abordagens:

1 – Conforme mencionado, situações críticas de operação identificados em projetos anteriores, através de entrevista com projetistas e usuários, foram confrontadas com os projetistas da P-55.

2 – No projeto da P-55, procurou-se identificar comentários feitos pelos futuros usuários e pelos fiscais da PETROBRAS, referentes ao uso.

3 – Foram analisadas as sessões de *design review* que envolveram a disciplina de “Tubulação”, situações nas quais o projeto seria confrontado com o usuário; e os estudos de HAZOP.

□ Como as situações críticas operacionais identificadas em projetos anteriores são consideradas pelos projetistas da P-55

Com o propósito de verificar como os projetistas do Projeto de Detalhamento da P-55 trataram no referido projeto as criticidades de operação e de manutenção identificados em outras plataformas, procurou-se fazer a confrontação junto a esses projetistas, dos problemas identificados em algumas plataformas já em operação. A confrontação foi implementada com base em aspectos operacionais críticos existentes nas plataformas P-51 e P-40 – ambas semi-submersíveis, como a P-55 –; e na P-43, esta do tipo FPSO. Conforme já mencionado, tanto a P-40 quanto a P-43 tiveram seus respectivos projetos desenvolvidos pela PROJEMAR.

Para a análise, foram escolhidos os sistemas nos quais as incidências de situações críticas foram recorrentes em mais de uma plataforma. Assim, foram selecionados os sistemas de Lastro; de *Bilge*; e de Diesel. Os problemas apontados nas três plataformas – P-40; P-43; e P-51 – foram confrontados junto aos projetistas da disciplina de “Tubulação” da P-55, por meio da apresentação de relatórios; fotografias; e caracterizações, respectivos aos problemas identificados, seguida de questionamentos formulados pelo pesquisador, para que verbalizassem com base nesses registros.

▪ **Aspectos operacionais críticos apontados na P-40: problemas de acesso a válvulas e a dispositivos de acionamento do Sistema de Lastro**

Os problemas da P-40, utilizados como referências para este estudo, constam no documento denominado “Relatório da Inspeção no Sistema de Lastro”, enviado por e-mail pelo Técnico de Estabilidade Jr. (Operador de Lastro/Embarcação) daquela plataforma. Parte desse Relatório se encontra no Anexo XIV.

Para o propósito da confrontação junto aos projetistas da P-55 foram selecionados os problemas referentes a dificuldade de acesso/acionamento a dispositivos do Sistema de Lastro – destacados em laranja pelo pesquisador, no referido Anexo –, tanto em operação quanto em manutenção, assim caracterizados, pelo Operador de Lastro:

Problema 1: Necessidade de instalação de degraus para acesso aos pinos graxeiros dos acionamentos e engrenagens do eixo cardan de acionamento das válvulas de emergência.

Caracterização: Não foram instalados degraus para acesso aos pinos graxeiros. A solução encontrada foi a instalação de “*tubings*” de inox com os pinos graxeiros instalados em um nível de fácil acesso (próximo ao piso da sala) para facilitar a execução dos trabalhos de lubrificação, conforme Figura 22.

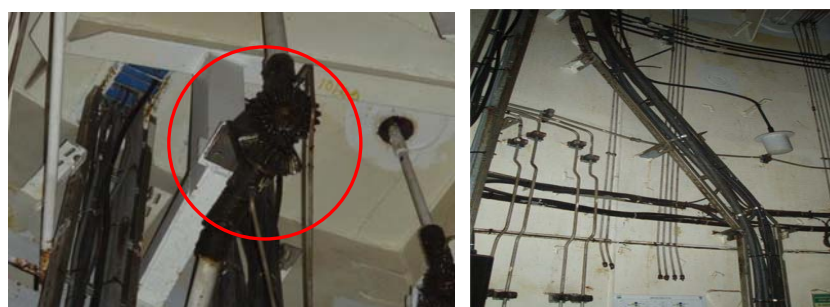


Figura 22: Eixos de acionamento (esquerda) e rede de “*tubings*” (direita)

Problema 2: Faltava escada de acesso para o piso da sala de bombas

Caracterização: Foi instalada escada para acesso ao piso inferior, facilitando a descida de pessoas para executar serviços de verificação de tubulações e válvulas, quanto a vazamentos e estado de preservação, conforme Figura 23.



Figura 23: Escada de acesso

Problema 3: Acesso inadequado para as válvulas ST-01 e ST-02

Caracterização: Volante de acionamento da válvula elevado, a aproximadamente 3 m de altura do piso, conforme Figura 24. É necessário subir no guarda corpo para acionamento. Corre-se risco de acidente (queda).



Figura 24: Válvula elevada

Problema 4: Volantes de acionamento à distância, localizados no nível do elevador, estão mal localizados – abaixo do piso – dificultando o acionamento na hora da emergência, podendo causar uma condição insegura.

Caracterização: Para acionar as válvulas de emergência é necessário remover o piso gradeado que está sobre os volantes, conforme Figura 25. Numa situação de emergência, ocorrerá demora em acionar as válvulas e controlar a faina, assim como, corre-se o risco de acidentes.

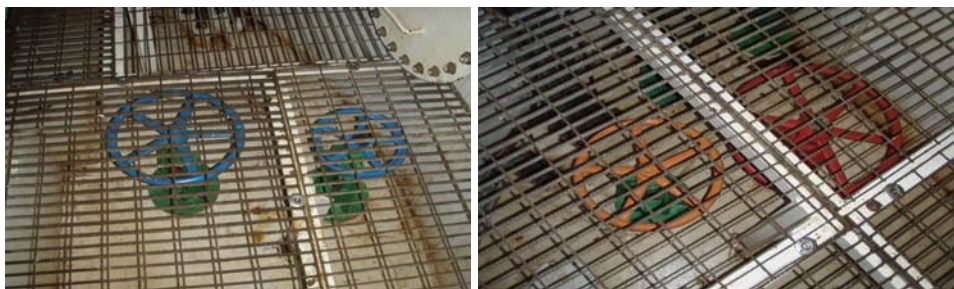


Figura 25: Válvulas abaixo do estrado

Problema 5: Várias válvulas instaladas em posição de difícil acesso, conforme Figura 26.

Caracterização: Mesmo em se tratando de válvulas que não sejam de acionamento manual, requerem manutenção periódica.

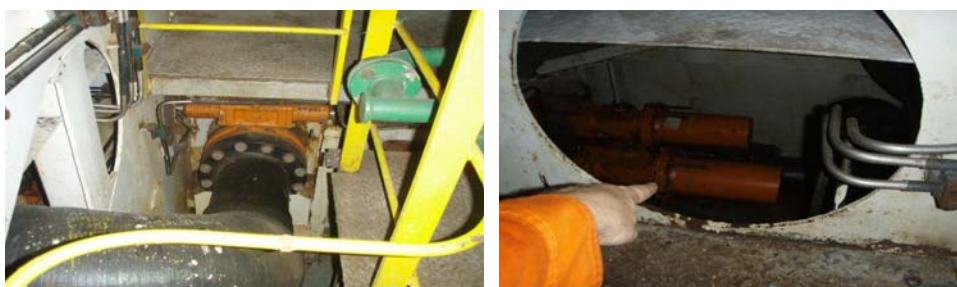


Figura 26: Válvulas com acesso dificultado

Verbalizações: Ao Operador de Lastro foi feito o seguinte questionamento: Em sua opinião, essas pendências poderiam ter sido antecipadas e solucionadas na fase de projeto ou são originárias da montagem? Em resposta citou: *“Penso que tais pendências poderiam ter sido verificadas e solucionadas na fase de projeto.”*

O Supervisor da “Tubulação”, apesar de não poder afirmar devido à falta de informações precisas, considerou como possíveis origens desses problemas: a limitação de espaço; a possível inexperiência de projetistas; e falha na inspeção. Complementou que após ser feito o “Arranjo do Comando de Válvulas à Distância”, este deve ser submetido à fiscalização da PETROBRAS.

“às vezes você tem que colocar uma válvula lá em baixo, mas o piso está aqui, e faz uma extensão de volante ou usa um dispositivo; projetista sem muita experiência, que coloca a válvula em um lugar inadequado e, por questões de tempo, não se tem como voltar atrás. Em alguns casos, o projeto, conscientemente deixa para uma etapa posterior a colocação

de dispositivos de acesso e acionamento, e na etapa prevista ocorre uma falha do projeto ou da inspeção.” (Supervisor)

O projetista A também alegou não poder precisar qual a origem dos problemas. Mas afirmou que *“por obrigação, problemas desse tipo não poderiam existir”*. Segundo ele *“às vezes passa, porque são muitas situações a serem verificadas.”* Em complemento fez algumas considerações: segundo ele, no que se refere ao problema “1”, uma das possíveis causas seria a falta de inspeção, por parte da fiscalização, na etapa de montagem; ou “falha” da disciplina de *“Outfitting”*. Quanto ao problema “2”, uma das origens seria o desconhecimento, por parte dos projetistas, quanto ao caráter – emergencial – de utilização das válvulas. No que tange aos problemas “3”, “4” e “5”, ponderou que *“talvez seja necessário que estejam ali, por razões técnicas.”*

Quanto à possibilidade dos problemas terem sido antecipados, o Supervisor considerou que em muitos casos, a fiscalização observa esse tipo de problema, mas alguns passam. *“Mas, de modo geral, todos os comandos de válvula que ficam em local inacessível, nós provemos os acessos necessários. Isso é regra geral. Mas, se em 2000 válvulas, algumas falharem, isso faz parte.”* O Supervisor sintetizou que *“os problemas poderiam ter sido antecipados se tivesse tido uma checagem em 3D.”*

O Projetista A, embora desconheça a causa real de cada um dos problemas considerados, informou que para antecipar-se à ocorrência desses problemas são utilizados alguns recursos, como *“a elaboração de uma boa lista de planos, com a devida precedência entre as disciplinas, isto é, primeiro a ‘Estrutura’, depois a ‘Tubulação’, em seguida a ‘Elétrica’ depois o ‘Outfitting’”*. Complementou que essa seqüência é permeada por intensas negociações interdisciplinares, até que se chegue a um consenso. Outra forma de antecipar os problemas é a integração adequada entre as disciplinas de “Tubulação” e de *“Outfitting”*.

O Supervisor apontou como causa da ocorrência na P-40 o fato de que no projeto da P-40 não existia o recurso de *design review*.

“A PROJEMAR estava começando a desenvolver o PDS, estava começando a formar os primeiros projetistas em PDS e se começava a trabalhar com a ET-200, banco de dados. Então, na P-40, foi o mais artesanal possível. O projetista tinha

que ver os problemas em 2D e ter uma visualização mental do que estava acontecendo.” (Supervisor)

Complementou que na P-40 foi feito um mutirão para concluir o projeto: *“pessoas que nunca tinham visto a obra foram chamadas para trabalhar no fechamento.”* O Supervisor informou que problemas acontecidos na P-40 não deverão ocorrer agora (na P-55), porque hoje se contam com outros recursos, como *design review* e a checagem de *clashes*. Então, segundo ele, a possibilidade de acontecerem fica reduzida.

O Projetista A corroborou a consideração do Supervisor quanto à contribuição do *design review* para evitar a ocorrência de tais problemas, ao informar que à época *“não estava no auge do PDS (...) o design review seria a ‘antiga’ inspeção de campo.”*

▪ Aspectos operacionais críticos apontados na P-43: problemas de dificuldade para manutenção nos sistemas de Diesel e de Bilge

Os problemas da P-43 foram identificados com base nas situações críticas para os operadores de campo, apresentadas no documento intitulado *“Relatório Consolidado do Mapeamento de Situações de Penosidade (Críticas quanto à carga de trabalho) para as Equipes de Operação da P-43”*, emitido em fevereiro de 2008, pertinente ao projeto *“A Integração da Ergonomia no Projeto de Plataformas Offshore”*, conduzido pelo PEP/COPPE/UFRJ. Para fins de confrontação junto aos projetistas da P-55, foram selecionadas duas das atividades críticas identificadas no setor de *“Facilidades”* – conforme consta no referido Relatório e ilustrado no Anexo XV – assim caracterizadas:

- Limpeza dos filtros da bomba de transferência de diesel (acesso e espaço)

Conforme descrito no Relatório Consolidado do Mapeamento de Situações de Penosidade (Críticas quanto à carga de trabalho) para as Equipes de Operação da P-43, o filtro da bomba de transferência de diesel fica dentro da sala da centrífuga de diesel (ao lado da sala de utilidades). A limpeza deste filtro é uma atividade realizada abaixo do piso. O operador precisa retirar a placa do piso elevado e descer até o piso inferior para conseguir acessar o filtro (Figura 27). Não há degrau para esta descida. O operador permanece agachado para a retirada do filtro.

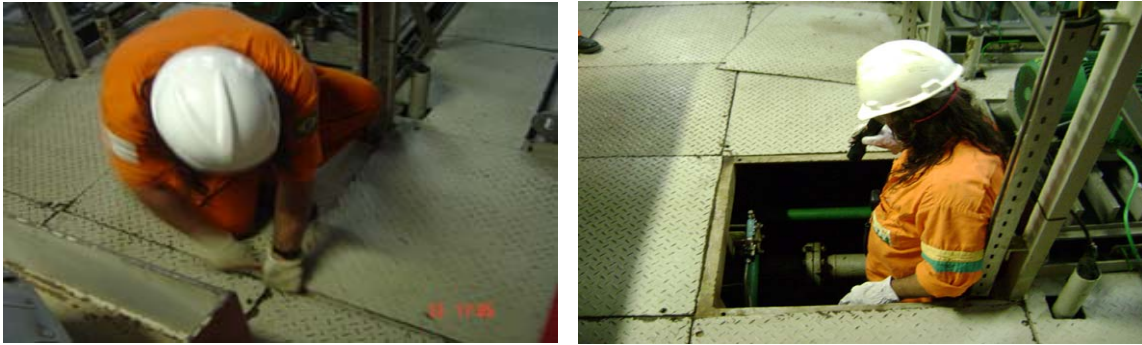


Figura 27: Operador retirando a placa do piso e descendo para fazer a limpeza do filtro
Fonte: Relatório Consolidado do Mapeamento de Situações de Penosidade (Críticas quanto à carga de trabalho) para as Equipes de Operação da P-43

- Limpeza dos filtros das bombas nos pocetos – no sistema de *Bilge* – (posturas inadequadas e esforços)

Segundo consta no Relatório Consolidado do Mapeamento de Situações de Penosidade (Críticas quanto à carga de trabalho) para as Equipes de Operação da P-43, esta atividade é considerada crítica devido às posturas que o operador assume, além do esforço para a retirada dos filtros. O operador retira a placa do piso elevado e desce para acessar o filtro. O local é abafado, sem iluminação e sem rotas definidas. O operador para caminhar passa por cima das tubulações.

Ainda conforme o citado Relatório, existem duas bombas para todos os 7 pocetos (bombas 603A e B). Estas bombas são responsáveis pela retirada do óleo e água dos pocetos. Existem filtros nas duas bombas e nas linhas dos pocetos. A limpeza destes filtros ocorre em função da inspeção visual dos pocetos pelo operador, e quando é observada uma queda na pressão de descarga das bombas. A Figura 28 apresenta a descida de um operador num poceto para a limpeza de filtro de bomba. A equipe de manutenção também faz esta manutenção, porém de forma preventiva.



Figura 28: Pocetos

Fonte: Relatório Consolidado do Mapeamento de Situações de Penosidade (Críticas quanto à carga de trabalho) para as Equipes de Operação da P-43

Quanto à origem desses problemas, o Supervisor ponderou que não há como se evitar esse tipo de problema:

“... as bombas estão baixas, o filtro fica localizado no flange da bomba, normalmente, então a posição que tem é aquela. Se colocar acima do estrado, vai ficar ocupando uma área acima. Tem que acompanhar a linha de aspiração da bomba. E a linha de aspiração fica por baixo do piso. O que eu faria aqui, se fosse eu aqui, no caso: olha, não coloca a placa aqui não. Eu deixaria aberto e colocaria uma escada. Aliás, isso é muito utilizado na ISHIBRAS. Ela não cobre, somente deixa passarelas de acesso, o que permite uma visão ampla, se tem vazamento...” (Supervisor)

No que diz respeito às bombas do poceto, sustentou que o filtro tem que estar em cima do poceto, o mais reto possível e ser acessível.

“Ser acessível é em função também da aspiração da bomba. Se você colocar esse filtro muito acima, vai criar uma situação que não vai conseguir aspirar. Então, normalmente, a gente coloca essa tubulação no nível de aspiração da bomba, mas não costuma fechar. Costuma deixar o espaço vazio para a pessoa ter acesso. É uma questão técnica.” (Supervisor)

No que se refere à possibilidade de terem sido antecipados, o Supervisor considerou que em termos de antecipação, a forma mais eficaz seria o *design review*. E ressaltou a intensiva utilização desse recurso no projeto da P-43.

“Seria um problema do ‘Outfitting’, que teria fazer isso através de design review, que nessa obra foram feitos milhões de design review. Então até o próprio pessoal da “Segurança” da PETROBRAS poderia ter alertado durante o design review. Ah, eu quero ver a linha de poceto (...)poderiam ter rebaixado o estrado, e colocar uma escadinha vertical.” (Supervisor)

O Supervisor sugeriu que o Relatório Consolidado do Mapeamento de Situações de Penosidade (Críticas quanto à carga de trabalho) para as Equipes de Operação da P-43 fosse entregue à PETROBRAS. E acrescentou que deveria ter sido feito um *check list* específico e, com base nele, “registrar o que houve de errado numa obra, para não acontecer na obra seguinte. Mas, de qualquer forma, são coisas que deveriam ter sido observadas em *design review*.”

Segundo o Supervisor, tais problemas aconteceram na P-43 porque houve uma falha tanto da empresa projetista quanto do pessoal que faz a parte de inspeção.

O Supervisor e o Projetista A afirmaram não poder garantir que os referidos problemas não ocorrerão na P-55. Entretanto, acreditam que a possibilidade de tais problemas ocorrerem agora (P-55) é reduzida devido aos recursos de checagem de *clashes*.

▪ **Aspectos operacionais críticos apontados na P-51: problemas de acesso a válvulas e equipamentos, nos sistemas de Diesel, de *Bilge* e de Lastro**

Os problemas da P-51 foram apontados pelo CoEmb e pelo Técnico de Operações Sênior. Em uma primeira entrevista, o CoEmb listou, ainda que de forma genérica, uma série de problemas operacionais críticos existentes à bordo da respectiva plataforma: válvula de acionamento manual colocada a 4 m de altura; falta de espaço para retirada de filtro de bomba; no sistema de *Bilge*: volantes de válvulas de acionamento manual, que para serem acionadas tem que ser retirada a grade; nos sistemas de Diesel e de Água potável: válvulas posicionadas a mais de 3 m de altura, sem dispositivo de acesso; no sistema de Lastro: válvulas cujo acesso é impedido por tubulações em excesso e curso de abertura e fechamento de válvula obstruído por estrutura. Numa segunda abordagem, os problemas acima enunciados foram reiterados pelo próprio CoEmb, também de forma genérica, através de e-mail, cuja cópia encontra-se no Anexo XVI.

Mediante solicitação do pesquisador para que fossem fornecidas informações detalhadas acerca dos problemas observados nos sistemas do *lower hull* da P-51, o CoEmb alegou que o atendimento a tal solicitação seria trabalhoso e traria poucos ganhos. Ponderou que fotos seriam mais representativas e dispôs-se solicitar que fossem feitas fotografias de alguns dos problemas existentes. Foram então obtidas 25 fotos, com os respectivos comentários/identificações feitos pelo Técnico de Operações Sênior da P-51, segundo sua consideração sobre os problemas em questão. Destas, foram selecionadas para a pesquisa as que melhor evidenciam os tipos de problema de acesso relatados pelo CoEmb.

Problema 1: Dificuldade de acesso a válvula do sistema de Diesel.

Caracterização: Válvula do sistema de Diesel com necessidade de acesso (Figura 29), para o rodízio de consumo dos tanques, já que varia-se o consumo entre os três tanques do *pontoon*.



Figura 29: Válvula do sistema de Diesel

Verbalizações: No que se refere à válvula do sistema de Diesel em posição elevada, o Líder da disciplina de “Tubulação” reconheceu a necessidade de uma escada de acesso, mas considerou que “*o problema é de fácil solução. Basta colocar uma escada.*”

Segundo o Supervisor:

“isso não poderia estar acontecendo de jeito nenhum (...) será que foi a parte de “Naval” ou a parte de “Processo?” É uma válvula de costado. Então, essa posição tem que atender à Regra: válvula o mais próximo possível de costado. Contudo, nesse caso, essa válvula aqui vá ficar sempre aberta. Somente será mexida se tiver que fazer uma manutenção, ou seja, não é uma operação constante. É uma operação que talvez em toda a vida útil da plataforma vai ser feita somente uma vez. Poderia sim, ser criado um acesso ou colocado um patamarzinho, mas não é um caso crítico.” (Supervisor)

Problema 2: Dificuldade de acesso ao filtro do poceto.

Caracterização: Filtro do poceto com difícil acesso, conforme Figura 30.

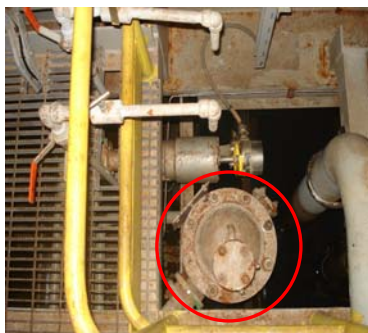


Figura 30: Caixa de lama do poceto

Verbalizações: Em relação ao filtro (da caixa de lama) do poceto da sala de bombas, o Líder da disciplina de “Tubulação” disse não ver o acesso dificultado.

O Supervisor argumentou que a tubulação tem que ficar reta, em cima do poceto.

“Então, para mim, a posição está normal. A tubulação está rente á estrutura, não tem condição de se levantar mais. O que pode ser feito é aumentar a área de circulação no entorno do poceto, para o operador poder circular melhor. O que faltou foi uma área para o cara poder trabalhar, sem ter que se debruçar no guarda-corpo. Tecnicamente, a caixa de lama tem que ficar onde está. Seria atribuição do ‘Outfitting’ prover uma área para o cara poder trabalhar. Esse aqui é um caso de ‘Outfitting’. Não é “Tubulação.” (Supervisor)

Problema 3: Dificuldade de acesso a válvula do sistema de *Bilge*.

Caracterização: Válvula do sistema de *Bilge* localizada abaixo das grades de piso das salas de bombas, conforme Figura 31, com difícil acesso e com facilidade de estar embaixo de água, em caso de alagamento.



Figura 31: Sistema de *Bilge*

Verbalizações: Quanto ao sistema de *Bilge* estar abaixo do estrado, na sala de bombas, o Líder da disciplina de “Tubulação” argumentou que “*basta levantar parte do estrado, já recortado, e acessar a válvula.*”

Segundo o Supervisor:

“se a válvula estiver próxima (...) nós temos um padrão. É o seguinte: Até 150 mm abaixo do estrado, não precisa botar extensão, mas tem que deixar a maior parte da grade removível, para a pessoa ter acesso à válvula. Aqui, eu não tenho nem condição de fazer uma análise... O atuador é pneumático e não precisa ter um acesso constante. Só em manutenção. E nesse caso, basta levantar o estrado, já recortado, para fazer a manutenção. Ou talvez deixar a área toda aberta. Tem que olhar o layout para ver se deixa a área toda aberta ou o estrado recortado. É uma questão de bom senso.

O projetista A acrescentou que tecnicamente o sistema de *Bilge* teria que ficar mesmo abaixo do piso, e salientou que na própria fotografia pode ser visto um recorte no estrado, que permite o acesso ao referido sistema.

Problema 4: Dificuldade de acesso a válvulas do sistema de Lastro.

Caracterização: Válvula de bloqueio do sistema de Lastro a montante da caixa de mar, com difícil acesso, conforme a Figura 32 (esquerda); e válvula do sistema de Lastro, com acesso obstruído por calha elétrica conforme a Figura 32 (direita).



Figura 32: Válvulas do sistema de Lastro

Verbalizações: Quanto ao difícil acesso às válvulas da rede de Lastro, o Líder da disciplina de “Tubulação” ponderou que as obstruções são causadas por uma calha elétrica de um sistema secundário, isto é, com poucos fios e de pequena dimensão – que

normalmente não são visualizadas no projeto – e que, segundo ele, talvez pudessem ser realocadas, por determinação da Fiscalização.

O Supervisor afirmou que na primeira fotografia, trata-se de uma válvula de costado e, portanto, tem que ser colocada “*as close as*³⁵” do costado, por cumprimento de regra. Complementou que válvulas desse tipo ficam normalmente abertas (a operação não é freqüente), e é uma válvula hidráulica, “*então não vejo nenhum problema em estar aqui.*”

Segundo o Supervisor, a válvula da segunda fotografia realmente está escondida. Quanto à calha, afirmou que quando se faz o arranjo, não se dispõe do arranjo das calhas, que é feito por último. “*E, quando colocaram, ninguém viu o que estava acontecendo.*” Olhando com mais detalhe, concluiu que “*é a calha da rede hidráulica para acionamento hidráulico das válvulas, e que deve ser realocada.*”

O projetista A considerou que uma das possíveis origens desses problemas seria a instalação da calha elétrica após o projeto, na fase de Execução, sem a devida fiscalização. Outra causa por ele considerada seria a desatualização de planos no PDS (Modelo), e a falta de integração entre gerências, o que não propicia a antecipação do problema.

Conforme o Supervisor, para que problemas desse tipo sejam evitados, a inspeção deve acompanhar a instalação das calhas, a bordo.

Para o projetista A, uma das alternativas para evitar que problemas desse tipo aconteçam é a ocorrência de reuniões periódicas entre gerências; e a realização freqüente, com periodicidade preestabelecida, de sessões de *design review*. Em primeira instância entre as disciplinas do projeto, e depois com a participação de representantes da Fiscalização. Outra medida por ele sugerida seria um olhar mais atento por parte da Fiscalização, na etapa de montagem.

³⁵ A tradução, para o português, da expressão “*as close as*”, utilizada pelo Supervisor, é: o mais próximo possível.

Segundo o Supervisor, não se tem como garantir que problemas dessa natureza não ocorrerão na P-55. *“Essas calhas secundárias tem que ter. O que deve ser feito é o acompanhamento, a bordo, da montagem das mesmas.”*

O projetista A também afirmou que não tem como garantir que problemas desse tipo ocorram no projeto da P-55. Mas reiterou que o *design review* é um recurso que previne erros dessa natureza, caso sejam provenientes da fase de Detalhamento.

Problema 5: Obstrução de passagem

Caracterização: Atuador de válvula do sistema de Lastro, instalado em rota de acesso a outros equipamentos, conforme Figura 33.



Figura 33: Válvula do sistema de Lastro

Verbalizações: Em relação ao atuador da válvula na rota de acesso, o Líder da disciplina de “Tubulação” argumentou que *“mesmo que o problema seja oriundo da fase de Detalhamento, na montagem o atuador deveria ter sido rotacionado”*.

O Supervisor argumentou:

“quando a gente recebe as dimensões dos atuadores, o projeto já está feito. Na P-55, os atuadores foram mudados de quatro a cinco vezes, se não me falha a memória. Então, você já está com a tubulação montada, só esperando a válvula. Então, fica no espaço que sobrou. Na P-55 aconteceu muito isso, tubulação toda montada, VAC todo montado, aí chega na hora, modifica o sistema hidráulico (...) vê se dá para girar um pouquinho para ver se consegue caber. Sem condição de dar solução, devido ao atraso no recebimento das informações. Nesse caso aqui, podia rodar (o atuador). Eu considero problema de montagem. Mesmo que o projeto estivesse assim, o cara na hora de montar deveria ver. Nem tudo que está

montado, no projeto está dessa forma. Pode ser tanto um erro de projeto quanto de montagem. Mas o pior foi deixar um problema tão grosseiro. É o tipo de coisa para ser visto a bordo, pela inspeção.” (Supervisor)

O projetista A considerou a hipótese do problema ter sido ocasionado na montagem. Segundo ele, nessa situação “*caberia à fiscalização verificar o problema e solicitar a solução.*”

Os entrevistados foram unânimes em afirmar que não têm como assegurar que problemas desse tipo não ocorrerão na P-55. Por fim o Líder da “Tubulação” verbalizou:

“Esses problemas são facilmente contornados. O único mais grosseiro é o atuador na passagem, que mesmo assim, dá para passar. Depois de pronto é fácil criticar. Quem criticou é ‘engenheiro de obras prontas’. Mas não se sabe os motivos que levaram o projetista a agir assim.” (Líder da “Tubulação”)

Com base no Relatório da Inspeção no Sistema de Lastro da P-40 e no Relatório Consolidado do Mapeamento de Situações de Penosidade (Críticas quanto à carga de trabalho) para as Equipes de Operação da P-43, pode-se observar que grande parte dos problemas neles listados são de natureza similar aos apontados pelo CoEmb P-51, isto é, acesso a válvulas e a dispositivos de acionamento.

□ A modelação da *pump room* de Vante/Boreste e os objetos intermediários

Os problemas evidenciados na P-40; P-43; e P-51 foram também confrontados junto ao Projetista N, para que verbalizasse sobre a sua consideração a eles, quando modelou a *pump room* de Vante/Boreste.

O Projetista N afirmou não ter ocorrido nenhum problema desses tipos em seu projeto. A título de exemplo, recorreu ao Modelo 3D para mostrar, conforme ilustra a Figura 34, a posição de uma das válvulas problemáticas apontadas na P-51 – válvula de bloqueio do sistema de Lastro, a montante da caixa de mar (Figura 32 – direita). Com base no Modelo, pode-se observar que a referida válvula está facilmente acessível.

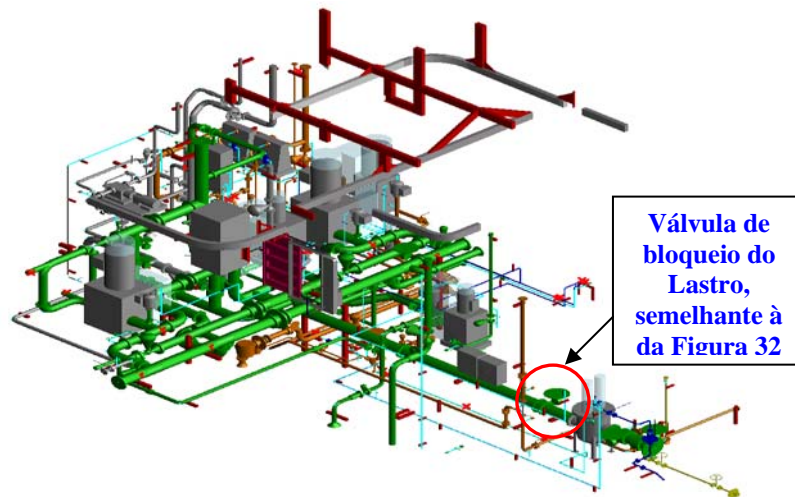


Figura 34: Sistemas da *pump room* do bloco NFS2 (Vante/BE), extraída do Modelo

O Projetista N complementou que em algumas situações, durante a modelação, não dispunha de informações precisas sobre dimensionais de equipamentos, em decorrência de não estar definido qual o tipo a ser efetivamente utilizado no projeto. Assim, visando evitar atrasos na modelação utilizava informações de equipamentos semelhantes ao especificado – que constam em catálogos de fabricante. Ao mesmo tempo, para precaver-se quanto à alocação insuficiente de espaço para um determinado equipamento ou dispositivo de acionamento, superestimava as dimensões e os espaços a serem deixados livres.

Em seguida, para ressaltar a sua consideração aos aspectos referentes ao uso, relatou o procedimento que utilizou para desenvolver o projeto de detalhamento da tubulação referente ao “nó” de vante e à respectiva coluna, situados a boreste da plataforma. Nesse “nó” está localizada uma das salas de bomba (*pump room*), cujo modelo é identificado no projeto pela designação NFS2. Nessa sala de bomba estão instalados os sistemas de Lastro; de *Bilge* (esgoto - poceto); de Diesel; e de Água potável, e os respectivos equipamentos e dispositivos de manobra. A situação da sala de bombas dentro do “nó” – pouco espaço – é ilustrada na Figura 35.

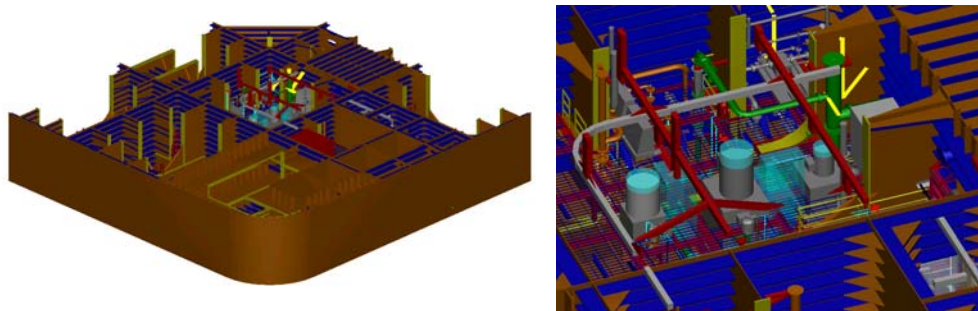


Figura 35: Situação da sala de bombas dentro no “nó”

O Projetista N informou que para desenvolver o detalhamento das linhas de tubulação dos sistemas abrangidos nas citadas estruturas – nó e coluna – referenciou-se em diversos documentos de entrada pertinentes ao projeto.

O primeiro documento foi o *General Arrangement Plan*, fornecido pelo CENPES. Nesse documento, que consiste no arranjo geral dos *pontoons*, figuram: indicações de todos os equipamentos instalados em cada uma das *pump room*; escadas; elevadores; túneis de acesso; tanques. Com base nesse desenho obteve informações acerca dos equipamentos e linhas de tubulação a serem modelados.

Uma vez ciente dos equipamentos e linhas a modelar, o Projetista N referenciou-se nos P&ID respectivos aos sistemas a serem modelados: sistema de Lastro; sistema de Água doce; sistema de *Bilge* e sistema de Diesel.

O Projetista referenciou-se também: na ET-200; no modelo de Estrutura – modelado no PDS, onde constam, além da estrutura propriamente dita, as áreas “classificadas”, como rotas de fuga –; nos desenhos de fabricante; no desenho de *Mechanical Handling* das *pump room*, apresentado no Anexo XIII – com a indicação dos acessos e as áreas a serem deixadas livres para manutenção –; e no Arranjo Combinado, onde figuram os equipamentos já modelados, mesmo preliminarmente.

Com base nos P&ID, o Projetista identificou as linhas de fluido, seus equipamentos e respectivas válvulas. No modelo de Estrutura e no Arranjo Combinado estavam indicados as áreas e os caminhos disponíveis para o Projetista lançar as linhas

de tubulação, de modo que não houvesse interferência com partes estruturais e de outras disciplinas.

A partir desses documentos o Projetista N iniciou a modelação. Observando os P&ID e o desenho de “Estrutura” verificava se a posição das linhas e dos equipamentos era compatível com o modelo estrutural e os alocava na posição em que estavam indicados no “Arranjo da Tubulação”, observando o critério de melhor encaminhamento, segundo os aspectos de altura, acesso, manuseio, áreas classificadas.

O Projetista relatou que ele mesmo verificava se existia algum equipamento e dispositivo de manobra em local de difícil acesso, de acordo com sua experiência adquirida em projetos anteriores – que segundo ele tem por base a literatura técnica e normas sobre projetos de tubulação, que preconizam a acessibilidade e estabelecem medidas de altura para colocação de atuadores de válvulas.

Ao lançar as válvulas e seus respectivos atuadores no Modelo, o Projetista N preocupou-se em posicioná-los em locais e alturas em que fosse facilitado o acesso. Afirmou ter tomado como base os níveis de parada do elevador, que segundo ele, nesses níveis sempre existe uma “escoa” ou “passarela” que permite ao operador deslocar-se até os atuadores. Nas linhas que passam abaixo do estrado, disse ter observado a altura dos dispositivos em relação ao fundo da sala de bombas, para facilitar a acessibilidade.

“Aproveito os acessos estruturais. Em cada elevação tem umas escoas. Tem as paradas do elevador também; as elevações em que ele pára, aí eu já procurei colocar tudo ali.” Todas elas (válvulas) eu coloquei perto de uma escoa. Na elevação de uma escoa. O cara vai ali, opera a válvula (...) todas elas estão assim, ‘pro cara acessar’. (...)” (Projetista N)

O Projetista N informou que depois de modelar cada válvula e alocar seus atuadores, media, por meio de um recurso do PDS – *measure distance* –, as alturas dos atuadores em relação ao piso de acesso, para verificar se estavam facilmente acessíveis.

“Tem muita válvula, mas tem acesso a todas elas (...) onde não deu, foi feito acesso pelo ‘Outfitting’ ou pela escada ‘caracol’. De uma elevação para a outra tem a escada ‘caracol’”. (Projetista N)

A esse propósito, o Projetista N informou que o “*Outfitting*” proveu todos os recursos para acesso, como escadas e passarelas, conforme identificado no Modelo, ilustrado nas Figuras 36 e 37.

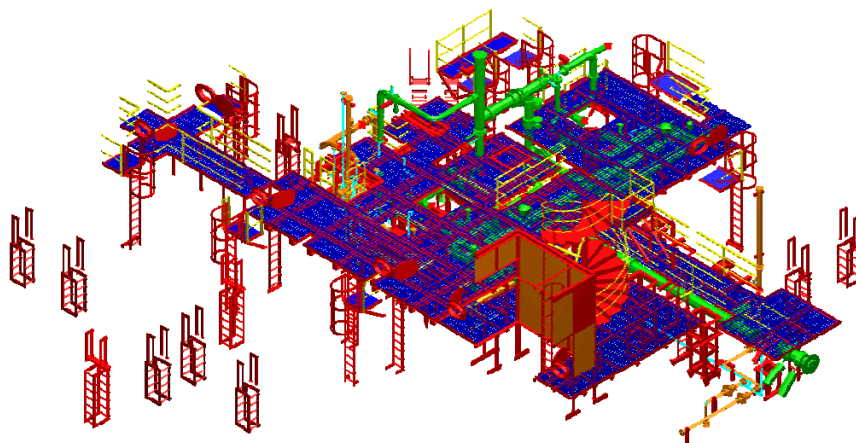


Figura 36: Vista dos recursos providos pelo *Outfitting*, na *pump room* – sistemas de Lastro, de Esgoto e Químico

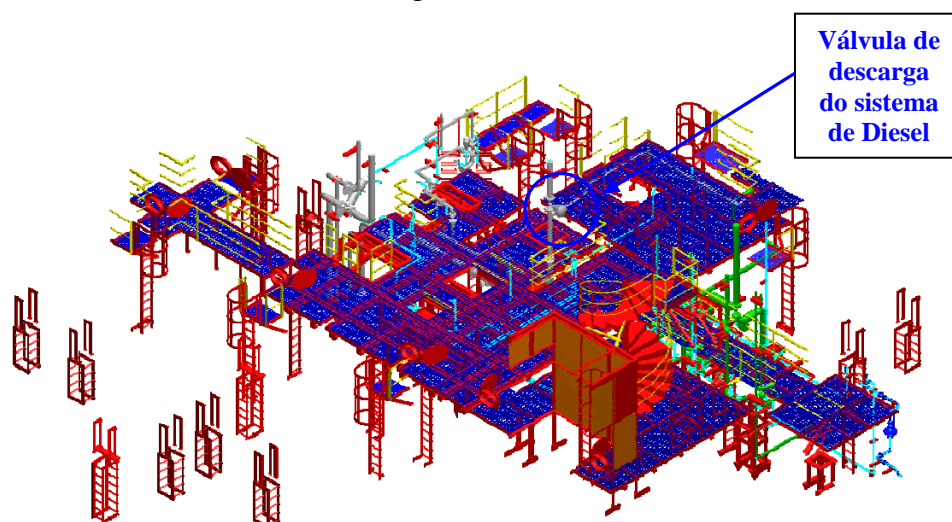


Figura 37: Vista dos recursos providos pelo *Outfitting*, na *pump room* – sistemas de Diesel, de Água Doce e demais sistemas

□ O problema da válvula de descarga do sistema de Diesel

Com base na Figura 37, o pesquisador identificou que a válvula de descarga do sistema de Diesel aparentava estar a uma altura de difícil alcance e sem nenhum dispositivo de acesso provido pelo “*Outfitting*”. Por meio do recurso *measure distance*, verificou estar localizada a uma altura de 2.328 mm, conforme ilustrado em detalhe na Figura 38 – superior ao máximo de 2,10 m recomendado pela literatura técnica (TELLES, 2008, pág. 131).

Embora essa válvula tenha atuador pneumático, ela deve ser acessada para manutenção. Então o pesquisador questionou ao projetista como o problema seria solucionado. O projetista informou, sem muita preocupação, que isso seria visto mais adiante, talvez em *design review*, e provavelmente o “*Outfitting*” providenciaria um acesso.

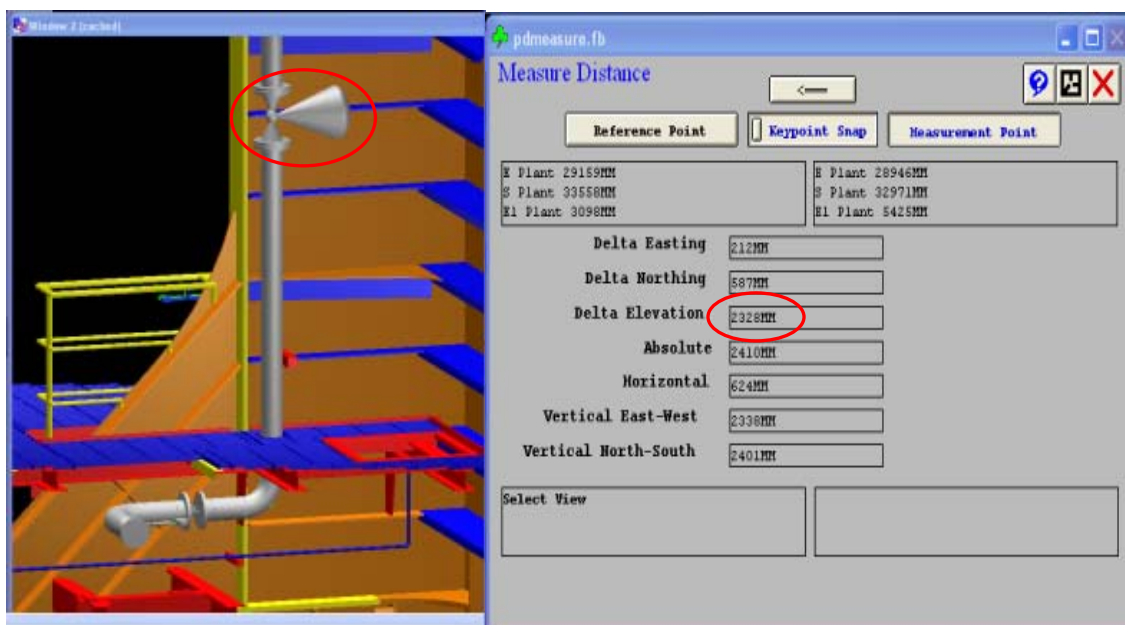


Figura 38: Válvula de descarga do sistema de Diesel e respectiva medida de elevação (*delta elevation*), obtida pelo recurso *measure distance*, do PDS

Os projetistas da P-55 afirmaram não vislumbrar no projeto de Detalhamento por eles desenvolvido a ocorrência de situações de operação e de manutenção da mesma natureza que as apontadas como críticas nos relatórios respectivos à P-40 e à P-43; e pelo CoEmb e pelo Técnico de Operações Sênior, ambos da P-51.

Por outro lado, não descartaram que tais situações poderão se configurar futuramente, seja ainda na fase de Detalhamento, devido a representações de outras disciplinas; seja na fase de Execução, quando decisões forem tomadas a critério do montador, e instalações secundárias, que não são normalmente representadas no Modelo, forem implementadas. Argumentaram que problemas dessa natureza devem ser verificados e tratados nas sessões de *design review*.

□ **Identificação de como os documentos do projeto são comentados pelos futuros usuários e pela Fiscalização, em referência ao uso**

O acompanhamento do projeto é feito pelo GRUFIS, que fiscaliza o seu desenvolvimento com base nos documentos emitidos pelos projetistas de Detalhamento, e emitem comentários a respeito desses documentos, por meio de um modelo padronizado, denominado “Análise de Documento de Projeto” (ADP).

Além do GRUFIS, representantes do E&P, como os Gerentes da Plataforma (GPlat), acompanham o andamento do projeto, sem, contudo, interagir diretamente com os projetistas. O E&P reporta-se somente ao GRUFIS, também por meio de ADP. O esquema apresentado na Figura 39 ilustra o fluxo da sistemática de fiscalização do projeto de Detalhamento do *lower hull*.

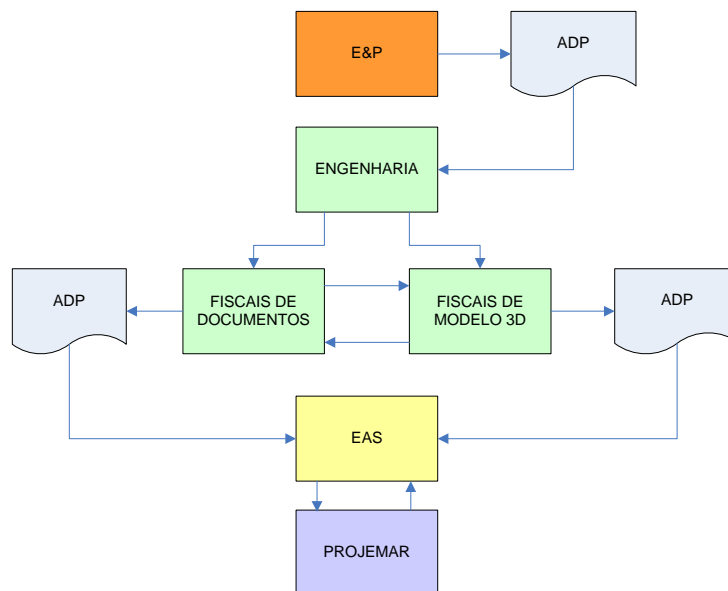


Figura 39: Fluxo da sistemática de fiscalização do projeto

Fonte: próprio autor

A interação entre os principais atores – E&P (Cliente); Engenharia (Corpo Técnico - GRUFIS); e EAS (Estaleiro)/PROJEMAR (Projetista) se faz segundo o esquema ilustrado na Figura 40.

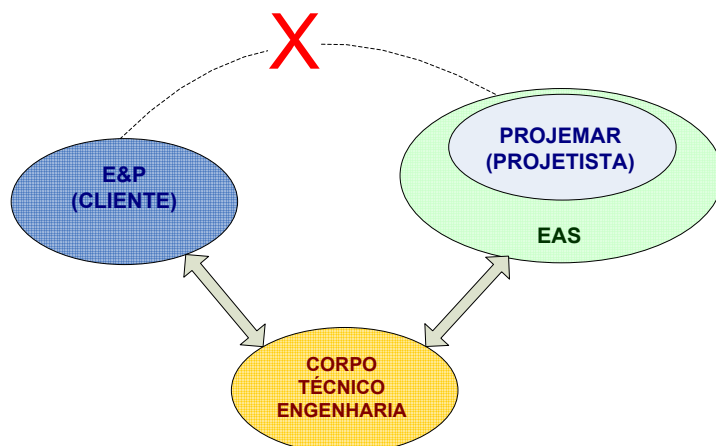


Figura 40: Dinâmica da interação entre os principais atores
 Fonte: próprio autor, com base em informações da PETROBRAS

A respeito da dinâmica de interação configurada no processo de projeto estudado, um dos representantes da Engenharia enfatizou a necessidade de maior aproximação entre o Corpo Técnico e a Projetista, para que sejam intensificadas e agilizadas as atividades inerentes ao acompanhamento e à fiscalização do projeto, incumbência do Corpo Técnico. A esse propósito citou:

“A fiscalização deve estar ao lado do projetista, para que as eventuais necessidades de modificação no projeto sejam rapidamente observadas, comunicadas e implementadas, sem que se tenha que esperar o envio e o retorno de um documento para essa finalidade. (...) Eu não admito que um documento de projeto tenha mais duas revisões”. (Representante da Engenharia - PETROBRAS)

No acompanhamento de empreendimentos do E&P participam, no âmbito da PETROBRAS, representantes das diversas disciplinas envolvidas no projeto, distribuídos nas seguintes funções: Consolidador, Comentarador, Observador, Coordenador e Gerente. A participação de cada um deles é negociada com o E&P, ao início do projeto. No projeto do *lower hull* da P-55 a participação ocorreu segundo o *workflow* apresentado no Quadro 5.

Quadro 5: *Workflow* de atribuições de função no projeto do *lower hull* da P-55

P55 – HULL						
Workflow	Disciplina	Consolidador	Comentador	Observador	Coordenador	Gerente
WFDH01	ARCHITETURE	ENAT; CWH9	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH02	ARRANGEMENT	EEGP; ERVG	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH03	ELECTRICAL	EGEF	CQJ0; JI85	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH04	GENERAL	ELYC; CL27	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH05	HSE	EH7T	NREK	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH06	HVAC	EICJ	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH07	INSTRUMENTATION AND INDUSTRIAL AUTOMATION	CTTD / CX74	WM8R	CQW9	ELYC	ELYA; CL27
WFDH08	MECHANICAL	ELAL; ELYP; ELZG	QM66; URCL	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH09	NAVAL SYSTEMS	CX05	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH10	PIPING	EEGP; ERVG	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH011	STRUCTURE	EGLZ; ELQD	ENRW	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH012	TELE- COMMUNICATION	Y3S7 / ZLHM	X290	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH013	3DMODEL	ENI4	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH014	PROCESS	ENS3; UPUB	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH015	DATABOOK	EGFZ			ELYC	ELYA; CL27
WFDH016	QUALITY	CYFF	-	-	ELYC	ELYA; CL27
WFDH017	COMMISSIONING	EGFZ	-	-	ELYC	ELYA; CL27

Fonte: Adaptado do original, acessado na intranet da PETROBRAS, em 11/9/09

Com base no referido *workflow*, pode-se observar que para algumas disciplinas não foram designados Comentador e/ou Observador. Esse é o caso, por exemplo, da disciplina de *Piping* (Tubulação). Entretanto, embora a nomenclatura adotada denote naturalmente a atribuição da emissão de comentários ao Comentador, na prática a responsabilidade pelos comentários é atribuída ao Consolidador. O Comentador – normalmente integrante experiente da Engenharia ou até do E&P – atua somente como um auxiliar.

A Coordenação do empreendimento solicita que os Comentadores indiquem previamente os tipos de documentos desejam receber para comentário. Os demais documentos são então recebidos somente para informação. Entretanto, o sistema utilizado pela PETROBRAS para o trâmite de documentos – Sistema Integrado de Gerenciamento de Empreendimentos (WEB SIGEM) – faculta aos representantes das disciplinas modificar as suas ações sobre os documentos, de modo que um tipo de

documento que tenha sido originalmente escolhido “somente para informação”, possa passar a ser comentado. Um dos fiscais relatou que “*o volume de documentos é muito grande. Escolhe-se para comentários os documentos principais*”.

Segundo o representante do GRUFIS, responsável pela fiscalização dos documentos emitidos pela disciplina de “Tubulação”, os documentos respectivos a essa disciplina, selecionados para comentários no projeto da P-55 – conforme normalmente tem sido em outros projetos – são:

- Plantas de arranjos;
- Plantas de tubulação;
- Memórias de cálculo de flexibilidade ou outras memórias tais como: Cálculo de flange rotativo API; Cargas em bocais de equipamentos; Cálculo de espessuras de parede de tubos, etc.;
- Folha de dados de válvulas instrumentadas, SDV'S, BDV'S, XV'S, PCV'S, etc.; e
- Folha de dados de equipamentos de caldeiraria, vasos separadores, etc.

Desses documentos, somente as plantas de arranjos e as plantas de tubulação permitem – para quem sabe “ler” desenhos – observar aspectos atinentes ao uso.

▪ **A sistemática do trâmite de documentos**

A sistemática do trâmite de documentos no processo de fiscalização, em alto nível, é a seguinte: cada documento emitido pelo projeto de Detalhamento é disponibilizado pelo Centro de Documentação (CEDOC) da PROJEMAR em uma área virtual, acessível pelo EAS, que recebe uma notificação automática a cada vez que um documento é colocado na referida área. O EAS, por sua vez, “carrega” o(s) documento(s) no WEB SIGEM, que automaticamente envia uma notificação aos fiscais, via e-mail. No caso do Modelo 3D, este é periodicamente atualizado no WEB SIGEM, ou por solicitação dos fiscais.

No Anexo VII constam os fluxos – previstos no documento de projeto *General Engineering Design Work Plan* –, nos quais é detalhado o trâmite dos documentos do projeto – emitidos e recebidos. No referido Anexo constam também os *workflows* – de Comentários e de Informação – de Documentos do Projeto de Detalhamento, no âmbito da PNBV. Ambos complementam o processo acima descrito.

A decisão quanto ao teor dos comentários é pertinente à “Engenharia”, que eventualmente se reporta ao CENPES – conforme indicado no *workflow* supra referido – e ao E&P, para se respaldar quanto a determinados assuntos, porque alguns comentários referem-se a questões provenientes do Projeto Básico, desenvolvido pelo CENPES, do qual a Engenharia não participou.

▪ **Análise dos comentários com base no conteúdo das ADP**

Segundo o representante do GRUFIS, em projetos anteriores, como o da plataforma P-51, todos os integrantes do E&P participaram ativamente do processo de acompanhamento e emissão de comentários acerca dos documentos emitidos pelo Detalhamento. No projeto da P-55, devido ao seu caráter atípico em termos da rigorosa restrição a modificações da concepção original, a organização do E&P conta com poucos representantes engajados nessa atividade. Além do GPlat, somente mais três representantes do E&P – os responsáveis pela “Instrumentação”; pelo “Processo”; e pela “Facilidades” – participam diretamente do acompanhamento do projeto. Um quarto representante – o responsável pelo assunto “Válvulas” – fica em *stand by*. Essas informações foram prestadas em 30 de setembro de 2009.

Em entrevista, um outro integrante do GRUFIS relatou, com base em consulta feita no dia 30 de março de 2010 à página do E&P da PETROBRAS, que estão designados nove membros do E&P para a plataforma: os três GPlat e mais seis Coordenadores. Ressaltou que esses integrantes são de alto escalão na tripulação, e não do nível operacional propriamente dito, no sentido prático. Complementou que essas designações vêm sendo feitas paulatinamente, há aproximadamente um ano. Informou ainda que a participação desse efetivo no acompanhamento do projeto é muito superficial, por determinação da própria gerência do E&P. Uma das justificativas para a inserção tardia do pessoal do E&P no projeto, citada por um dos representantes da Fiscalização é: “o E&P tem uma tendência a querer corrigir o projeto”.

Para saber como os problemas pertinentes ao uso foram efetivamente comentados, procurou-se acessar as ADP respectivas a documentos emitidos pelo projeto de Detalhamento, que tivessem mais correlação com o uso. Primeiramente foi feito um levantamento de quantas ADP foram emitidas para o projeto do *lower hull*. Verificou-se um total de 997 ADP. Destas, 66 foram da disciplina de “Tubulação”.

Buscou-se então as ADP referentes a documentos das *pump room* e dos *pontoons*, em virtude dos sistemas instalados nesses compartimentos implicarem maior atuação dos usuários finais, e de alguns desses sistemas – Diesel, Lastro e *Bilge* – terem sido apontados como os mais problemáticos em termos de operação e manutenção pelos operadores da P-40 e da P-51, bem como no Relatório Consolidado do Mapeamento de Situações de Penosidade, da P-43. Ressalta-se que os documentos aos quais as ADP se referem são em sua maioria dos tipos: *piping plan* e *mechanical handling*.

Os do primeiro tipo, conforme já mencionado, consistem em desenhos feitos em escala, que mostram em projeção horizontal a disposição geral das diversas construções e equipamentos de uma área abrangida por uma rede de tubulações. Portanto, propicia uma visão do arranjo das linhas e equipamentos de tubulação. Os do segundo tipo permitem a visualização dos espaços e dispositivos destinados a manutenção e movimentação de carga (equipamentos). Assim sendo, os documentos de ambos os tipos configuram-se em importantes objetos intermediários no que concerne à verificação da consideração do uso.

No Anexo VI consta um quadro com as identificações das ADP acessadas, os títulos dos documentos a que se referem e os respectivos comentários. Com base nos comentários que constam nas ADP, pode-se observar que quando estes são emitidos, são muito sucintos e não expressam uma efetiva consideração ao uso, no que se refere aos aspectos de acessibilidade e operacionalidade. Essa observação foi confrontada junto a um integrante do GRUFIS; ao Coordenador do projeto (integrante da Engenharia da PETROBRAS); e ao Gerente do projeto (pelo EAS). Todos atribuíram a escassez de comentários à determinação emanada da Alta Administração da PETROBRAS, de não se proceder a nenhuma modificação no projeto, na fase de Detalhamento, em relação às especificações originais, provenientes do Projeto Básico.

Em resposta a uma questão formulada em entrevista a um dos integrantes da Fiscalização quanto ao teor dos comentários no que se refere à consideração a aspectos ergonômicos, relatado que “*só é comentado o que é visto; e nem tudo é visto... a ergonomia nem sempre é vista*”. Esse Fiscal informou também que “*a função do fiscal é ver os atendimentos legais. Quem tem responsabilidade é o projetista (...) o tempo certo*”.

(para observar o aspecto ergonômico) é quando o cara ‘pendura’ a válvula no Modelo”.

□ **As sessões de design review e os estudos de HAZOP**

Nesta seção é abordada a contribuição das sessões de *design review* e dos estudos de HAZOP para a consideração do uso, no projeto estudado.

▪ **As sessões de *design review***

Até a data em que o projeto foi acompanhado, foram realizadas três sessões de *design review*. A primeira ocorreu em 17 de outubro de 2008, e teve a participação de integrantes da PETROBRAS, representados pelo pessoal do GRUFIS – excetuando-se o fiscal de “Tubulação”; de representantes do EAS (Gerente de Engenharia e seu Assessor); e de representantes da PROJEMAR, (Gerente do Projeto, Gerente do PDS, e Líderes das disciplinas de “*Outfitting*” e “Estrutura”). Nesta primeira sessão, de pouca abrangência, foram abordados principalmente aspectos pertinentes à Estrutura, conforme consta na folha de rosto da Ata da referida sessão.

A segunda, de abrangência mais ampla que a primeira, foi realizada nos dias 14 a 17 de abril de 2009, e contou com também com a participação de representantes das empresas acima citadas, além de representantes de quase todas as disciplinas envolvidas no projeto de Detalhamento. Dessa sessão resultou a emissão de um Relatório de Verificação de Interferência Estrutura x Tubulação x Elétrica x *Outfitting*, acompanhado do respectivo Mapa de Verificação de Consistência.

A terceira sessão de *design review* foi realizada, após mais de dois meses de adiamentos, nos dias 18, 19 e 22 de março de 2010, e teve como objeto de análise o nó de vante/bombordo da P-55. No dia 18 foi analisada a disciplina de “Estrutura” e “*Outfitting*”; no dia 19, as de “Tubulação” e de “VAC” (Ventilação e Ar Condicionado); e no dia 22, a de “Elétrica”.

O ponto a ser ressaltado é que em nenhuma das três sessões de *design review* estiveram presentes representantes diretos do E&P.

Com base nas atas e relatórios emitidos após as duas primeiras sessões de *design review* do projeto da P-55, pode-se observar que dos problemas afetos à disciplina de “Tubulação”, nenhum se caracterizava propriamente por dificuldade de acesso a dispositivos de acionamento ou equipamentos dos sistemas de tubulação, que comprometessem as atividades de operação e de manutenção. Na Figura 41 é apresentada uma fotografia de uma área considerada “problemática”, pertinente à disciplina de “Tubulação”, obtida na segunda sessão de *design review*.

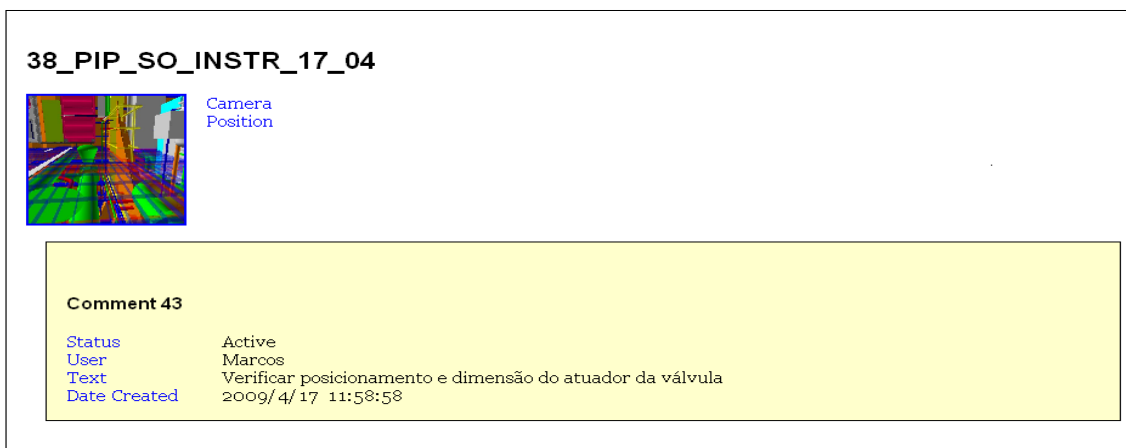


Figura 41: Inconsistência observada no Modelo, que envolve as disciplinas de “Tubulação” (PIP), “*Outfitting*” (SO) e Instrumentação (INSTR)

O exemplo ora ilustrado, além de evidenciar a interoperabilidade proporcionada pelo recurso do *design review*, porque aponta uma interferência que envolve as disciplinas de “Tubulação” (PIP), “*Outfitting*” (SO) e “Instrumentação” (INSTR), mostra o único problema verificado até então, envolvendo um dispositivo de operação – atuador de válvula – que, entretanto, não constitui problema referente ao uso.

Segundo o Supervisor, o citado problema é fruto da falta de definição quanto às dimensões de dispositivos de acionamento (atuador de válvula) – fato comum na fase em que se encontrava o projeto –, situação em que o projetista, para precaver-se quanto a problemas de alocação de espaço, opta por superdimensionar a representação dos referidos dispositivos. Segundo ele, logo se disponham das dimensões reais, o Modelo devidamente é atualizado.

Após a realização da segunda sessão de *design review* foram realizadas reuniões – que contaram com a presença do pesquisador – para verificação da eliminação de pendências apontadas naquela sessão. Na Figura 42 está ilustrada uma das reuniões.



Figura 42: Reunião para verificação de pendências apontadas em *design review*

A terceira sessão foi conduzida com base em um *check list* elaborado pela Fiscalização. Por tratar-se de um *check list* padrão, alguns dos seus itens foram considerados não aplicáveis ao projeto do *lower hull* da P-55.

Apesar do foco das observações incidir sobre a disciplina de “Tubulação”, a disciplina de “VAC” foi também objeto de análise, porque os dutos de insuflamento e exaustão foram tratados como “piping”. Ressalta-se que o pesquisador participou desses eventos, quando então foram feitas as respectivas gravações de áudio, na íntegra, e entrevistas. No evento respectivo “Tubulação” e “VAC” estiveram presentes: pela PETROBRAS – o Coordenador do projeto, o Fiscal de “Modelo”, o Fiscal de “Tubulação”, o Fiscal de “Estrutura”, o Fiscal de “VAC”, o Fiscal de “Segurança”, o Fiscal de “Arranjo”, o Fiscal de “Instrumentação”; pelo EAS – o Assessor do Gerente; pela PROJEMAR – o Gerente do projeto, o Gerente do PDS, o Líder da “Tubulação”, o Líder do “Processo”.

A ausência de representantes diretos do E&P foi lamentada por representantes do GRUFIS. Em entrevista, o Coordenador do projeto (membro da Engenharia da PETROBRAS) ao ser indagado sobre a ausência de representantes diretos do da área de E&P nas sessões de *design review*, mencionou: “apesar de não estar presente, o E&P está junto com a gente no projeto”. Essa assertiva indica que o E&P avaliza o trabalho da Fiscalização quanto aos interesses do usuário final. O Líder da “Tubulação” emitiu um comentário acerca das sessões de *design review*, que retrata a postura do pessoal do E&P frente ao Projeto de Detalhamento do *lower hull* da P-55.

“as sessões de design review interessam muito mais ao pessoal da Engenharia do que ao pessoal do E&P. Somente em uma

etapa mais para o final do projeto, quando a Engenharia vai passando as informações do projeto para o E&P, é que este então começa a sugerir as modificações que julga necessárias para operação.” (Líder da “Tubulação)

Investigação do acesso à válvula *damper* do sistema de “VAC”

O evento envolvendo as disciplinas de “Tubulação” e “VAC” iniciou com o Fiscal de “Estrutura” questionando se foram previstos espaços livres para acesso, de modo geral. Mesmo o Líder da disciplina respondendo afirmativamente, o Fiscal de “VAC” solicitou que fossem vistos os acessos. A verificação dos acessos levou o Fiscal de “VAC” a questionar a acessibilidade a uma válvula *damper* do referido sistema, cujo atuador passava próximo a uma anteparo, conforme apresentado no Modelo ora exibido, ilustrado na Figura 43.

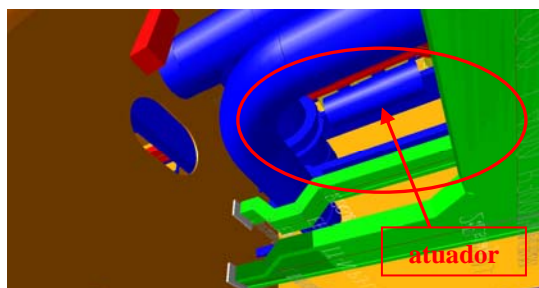


Figura 43: Parte do Modelo, onde se encontra a válvula *damper*

O Líder da “Tubulação” justificou tal situação alegando que havia espaço para acesso à referida válvula, e que representou no Modelo o atuador “*com dimensão máxima (mais desfavorável), para evitar que passe alguma coisa rente.*” O Líder, referindo-se à dificuldade gerada pela falta de espaço para se conciliar em um projeto conforto com boas condições de operacionalidade, complementou com a seguinte citação: “*pelo Modelo já é ruim, imagina no local (...) tem que colocar cinco elefantes dentro de um Fiat... e uma mosca não voa*”.

Em seguida, o Fiscal de “VAC” questionou a altura das válvulas: “*como se chega lá em cima?*” O Líder respondeu: “*áí tem que ver depois... escada quebra-peito... O importante é que tem como eles (operadores) irem lá. Não tem nada na frente. Às vezes, colocar escada facilita um acesso, mas atrapalha o espaço ou o acesso a outra coisa*”. **O Fiscal de “Tubulação” complementou: “o design review tem que ter sempre alguém do E&P”. No que foi corroborado pelo Líder: “nas outras plataformas, sempre teve alguém do E&P (no design review)”**. Por fim, o Fiscal de “VAC” sugeriu

que fosse verificado, junto ao fabricante do atuador da válvula, como é a rotina de operação desse dispositivo.

Verificação do posicionamento das válvulas PSV

No prosseguimento da sessão, foi procedida a verificação do acesso às três válvulas do tipo PSV (Válvula de Alívio de Pressão) existentes nas instalações analisadas. O Fiscal de “Tubulação”, referenciando-se no Modelo, solicitou inicialmente a apresentação das válvulas PSV 533658 A e PSV 533664 A. No que concerne à primeira afirmou: *“a PSV está em ótima posição”*. No que tange à segunda, relatou: *“está abaixo do estrado removível e tem escada próxima para acesso. Ok”*. O Fiscal de “Estrutura” solicitou que o Fiscal do “Modelo” medisse, por meio de recurso do PDS, a altura da válvula em relação ao piso. Foi medido 1,80 m. Com base nessa informação, o Líder da “Tubulação” sugeriu que a manutenção fosse feita pelo estrado. O Fiscal de “Tubulação” complementou: *“fazem manutenção pelo estrado (...) a válvula tem que ficar onde está. 1,80 m está bom (...) É a história do bom e do ótimo”*. A terceira válvula está localizada ao lado da segunda (Figura 44). Portanto, está bem posicionada.

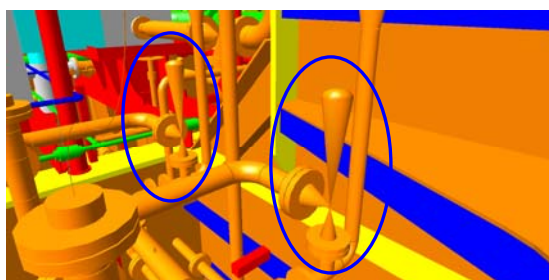


Figura 44: Válvulas PSV

Na seqüência da Lista de Verificação, foi verificado – conforme previsto em um dos itens – se não havia nenhuma válvula com volante para baixo. O Líder da “Tubulação” afirmou: *“Não tem. O que tem é atuador. Nos deram atuadores tão grandes ...”*

▪ Os estudos de HAZOP

Nas fases de Projeto Básico e de Projeto de Detalhamento foram realizados estudos de HAZOP, tanto para o *lower hull* quanto para o *topside*. O pertinente ao projeto de detalhamento do *lower hull* ocorreu nos dias 13, 14 e 15 de outubro de 2008, e compreendeu os seguintes sistemas: Manutenção da estabilidade; Suprimento de

diesel; Suprimento de água; Suprimento de energia hidráulica; Suprimento de ar comprimido; Suprimento de água de incêndio; e Ventilação e exaustão de ambientes.

A sessão de HAZOP referente ao *lower hull* foi conduzida por representante da Sociedade Classificadora e contou com a participação de representantes de todas as disciplinas envolvidas, tendo-se constituído assim uma equipe multidisciplinar de especialistas, com conhecimentos e experiências na sua área de atuação, para avaliar as causas e os efeitos de possíveis desvios operacionais. A PROJEMAR esteve representada pelo Líder da disciplina de “Processo”. Um ponto a ser ressaltado é a participação de representantes diretos do E&P, porque envolveu aspectos de operabilidade pertinentes à segurança da plataforma, que é o fator de maior relevância para todos os envolvidos com a instalação.

Para execução do HAZOP foram utilizados os P&ID's dos sistemas analisados; e informações sobre o processo; e os respectivos procedimentos de operação e de manutenção. A sessão foi conduzida com base em planilhas específicas, contendo as causas; as conseqüências; o modo de detecção/salv guarda; e as respectivas recomendações/observações, segundo uma dinâmica em que os participantes foram “provocados” a trazer suas experiências às discussões promovidas. Após o estudo foi gerado um documento denominado Relatório de Observações, contendo informações acerca das providências referentes às recomendações. O autor desta dissertação teve acesso a ambos os documentos.

Entre os diversos aspectos tratados, observou-se a abordagem referente ao Sistema 2: Suprimento de diesel, cujo responsável é a disciplina de “Processo”. Com base nessa abordagem foi gerada uma recomendação/observação que previa a substituição de válvulas manuais por válvulas com acionamento remoto. Buscou-se então no documento de *Follow-up* o desdobramento do assunto. No Anexo XVII constam a página da planilha em que o item é abordado e a página do Relatório de Observações com o respectivo *follow-up*.

Essa observação chamou a atenção pela pertinência ao foco desta dissertação, suscitando a propriedade em se considerar os estudos de HAZOP como uma instância em se poderia tratar assuntos referentes ao uso, porque por estar presente, o pessoal do

E&P aproveitaria a oportunidade para sugerir eventuais modificações sob o aspecto operacional, que poderiam ser usadas também para melhorar projetos futuros.

Em entrevista, o Líder do “Processo” reconheceu os estudos de HAZOP como um fórum propício ao tratamento da consideração ao uso, e citou que “*com base nas decisões tomadas os P&ID podem ser revistos e o projeto modificado*”. Descreveu situações em que são propostas colocações de proteção em volantes de válvulas para evitar que sejam acionadas acidentalmente; e até mesmo o reposicionamento de linhas e dispositivos de acionamento, para proporcionar maior facilidade de acesso em situações emergenciais.

3.8 Consolidação dos resultados

Para a contextualização dos resultados aqui apresentados, faz-se oportuno remontar à questão de pesquisa – Como a dimensão do uso se insere no processo? – e aos objetivos – principal e específicos – que nortearam este trabalho.

Os resultados estão apresentados de forma a consolidar as principais constatações obtidas ao longo do trabalho de campo, e organizados segundo uma seqüência que corrobora a resposta à questão formulada.

3.8.1. As principais características do processo e seus impactos no uso

Os resultados referentes a essa questão dizem respeito aos principais aspectos que caracterizam como se desenvolveu o processo de projeto estudado, e aos seus impactos sobre a consideração do uso.

É consenso entre os atores envolvidos no processo, que o projeto da plataforma P-55 caracteriza-se como um projeto atípico, em função do contexto restritivo em que se desenvolveu. As delimitações resultantes dessa atipicidade se refletiram em todos os estágios do processo: desde a sua origem, passando pela forma de organização, estendendo-se ao modo de relacionamento entre os participantes.

Essas delimitações trouxeram impactos ainda mais críticos sobre aspectos comumente observados em projetos dessa natureza – intensas negociações e manipulações de objetos; e delimitações de tempo, de custo e de espaço –, que

concorreram para reduzir sobremaneira o espaço de manobra dos projetistas, o que comprometeu a devida consideração a aspectos mais favoráveis ao usuário final.

▪ **A intensa manipulação de objetos e o papel dos objetos intermediários**

O projeto de Detalhamento da plataforma P-55 foi permeado por intensa manipulação de diversos tipos de objetos. A esse propósito destacam-se as representações gráficas, que se configuraram como importantes elementos de comunicação e de coordenação entre os atores do processo, de modo marcante o Modelo, configurado na maquete eletrônica 3D.

Recurso frequentemente utilizado nas tomadas de decisão, o Modelo desempenhou papel central como facilitador da solução de problemas de projeto nas diferentes etapas do processo, tendo promovido a integração dos mundos dos projetistas com os dos demais atores. Entre os diversos benefícios advindos de sua utilização, destacam-se:

- Criou um ambiente de e para negociação e tomada de decisão, que permitiu aos participantes um conhecimento compartilhado que lhes habilitou a perceber o que é relevante e como apresentar a informação de forma útil.

- Estendeu a capacidade de representações do projeto por meio da visualização de conteúdos gráficos em três dimensões.

- Possibilitou que cada participante ficasse ciente das modificações feitas no Modelo, de acordo com suas áreas de interesse, e interagisse com outros participantes em situações de interferência.

- Auxiliou na integração das equipes de desenvolvimento de projeto, para que mantivessem um entendimento compartilhado acerca de um problema.

- Permitiu aos projetistas criar especificações completas e consistentes, que correspondessem às suas idéias sobre o artefato e sobre o projeto.

- Como o elemento fundamental das sessões de *design review*, possibilitou a todos os atores uma visão global antecipada do produto projetado.

Os objetos intermediários permitiram também a análise do processo de projeto. Com base nas ADP e nas TQF, por exemplo, foi possível verificar como os documentos de projeto foram comentados, e a rastreabilidade de algumas das decisões tomadas.

A propósito dos objetos intermediários, no projeto é registrado um conjunto de traços materiais, de forma a se manter a sua memória. A sistemática de comunicação e de documentação permitiu criar uma memória do projeto, que explicita todo o seu *rationale*, e se caracteriza como efetivo meio de gestão do conhecimento, para registro e consolidação das melhores práticas. As decisões são comunicadas e registradas em documentos que ficam armazenados em sistemas e repositórios do projeto – Project Wise; PDS (CAD); WEB SIGEM.

▪ **Intensivo em negociações**

Outro aspecto marcante observado no processo analisado foram as negociações ocorridas em diversos níveis do projeto, tanto nível coletivo, isto é, entre os próprios projetistas; como no nível social, ou seja, entre os atores envolvidos.

No nível coletivo destacam-se as negociações que envolveram problemas interdisciplinares. Essas ocorreram de forma marcante por ocasião da elaboração dos planos-chave, quando então se verificaram intensas negociações interdisciplinares promovidas pela observância da precedência entre disciplinas – primeiro a “Estrutura”, depois a “Tubulação”, em seguida a “Elétrica” depois o “*Outfitting*” – devido às defesas de interesses, não particulares, mas, sim, em prol do produto projetado, até que se chegasse a um consenso. Outra instância em que se verificaram negociações no âmbito coletivo foram nas sessões de *design review*.

Na dimensão social as negociações se constituíram principalmente pela necessidade dos participantes do projeto de Detalhamento em questionarem prescrições inconsistentes constantes em documentação do Projeto Básico – de modo especial em documentos classificados como tipo “A” – que por força de contrato foram feitos por meio de TQF.

Muitas das inconsistências observadas são frutos da inflexibilidade quanto a mudanças nas especificações, associada ao fato de terem sido adotadas no projeto da P-55 práticas projetuais cujo objetivo era acelerar os processos decisórios. Uma dessas práticas consiste em transpor para novos projetos, decisões tomadas em projetos anteriores, sem, contudo, serem implementadas as devidas adaptações e julgamento

crítico. Essa conduta – implantada desde o Projeto Básico – ao contrário do que se esperava, gerou atrasos no projeto.

Em face da demora por parte da Fiscalização em responder às TQF – o que era uma constante –, os projetistas desenvolviam o projeto com pendências, na tentativa de atenuar os impactos sobre os prazos. Essa prática acarretou re-trabalho para corrigir efeitos de decisões tomadas em desacordo com decisões da PETROBRAS – disseminadas tardiamente –, e assim tentar garantir operacionalidade e a manutenibilidade do produto.

Como exemplo citam-se: a desatualização do *Piping Practice*, já comentada; e um questionamento feito pelo Líder da “Tubulação” quanto à colocação do duto de descarga de uma bomba para o interior de um compartimento em que existe outra bomba (reserva). O Líder relatou que aguardava a resposta à respectiva TQF emitida havia mais de seis meses. Outras situações em que se caracterizaram intensivas negociações entre atores foram as em que ocorreram solicitações aos fornecedores (*vendors*) para adequação das especificações de seus equipamentos às necessidades do projeto.

3.8.2. Como a dimensão do uso se inseriu no processo de projeto

Os resultados pertinentes a essa questão estão apresentados segundo os quatro temas propostos para verificar como a dimensão do uso se inseriu no processo de projeto.

▪ Elementos utilizados para pensar no uso nas tomadas de decisão

Todos os entrevistados afirmaram considerar o uso com base em sua experiência profissional e no bom senso. Por outro lado, argumentaram que em situação de projeto a observação aos aspectos técnico-construtivos se sobrepõe à consideração aos aspectos operacionais concernentes aos usuários finais.

No que diz respeito ao conhecimento sobre a existência de documentos do projeto referentes a ergonomia e fatores humanos, os entrevistados foram unânimes em afirmar que não existem documentos específicos que versem sobre esses aspectos.

Complementaram que os poucos documentos de projeto que mencionam aspectos relativos à consideração ao usuário final abordam o assunto de forma genérica.

Com base no que foi observado nos documentos de diretriz do projeto da plataforma P-55 verificaram-se, de fato, poucas evidências sobre a consideração explícita ao uso. Ao contrário, as recomendações e premissas sobre esse aspecto são muito genéricas no que se refere às facilidades de operação e manutenção. Talvez por isso, não têm um status forte frente aos demais fatores que com elas concorrem e, portanto, sua implementação não é propiciada.

Apesar de os projetistas ressaltarem a importância em se conhecer a utilidade de um determinado sistema e como se realizam as respectivas atividades de operação e de manutenção do objeto projetado, reconheceram que para se conceber soluções focadas no uso, esse tipo de conhecimento é pouco comum aos projetistas, isto é, têm pouca experiência prática operacional; e as informações a esse respeito não são devidamente formalizadas. Dois projetistas, com vivência operacional, enfatizaram a importância da experiência adquirida com o serviço a bordo, como fator que propicia o desenvolvimento de projetos que privilegiem o operador (usuário final).

Em decorrência da falta de conhecimento pleno no nível operacional, se baseiam em suas próprias experiências e estimativas acerca do comportamento provável dos usuários, para conceber soluções de projeto. Essa representação particular, que não é suficiente para que contemplem adequadamente o usuário final, tem efeitos na qualidade do objeto projetado, em termos de usabilidade.

▪ **Momentos em que se insere a consideração do uso**

Foi observado que não há um momento único em que se insere a consideração ao uso. As decisões quanto a esse aspecto ocorrem ao longo de todo o processo de projeto. Além disso, as informações referentes ao momento do processo de projeto em que se insere a consideração ao uso são divergentes.

O fluxograma do processo de “*Procurement*” apresentado no Anexo VIII indica que a equipe de Detalhamento participa do referido processo desde a elaboração dos documentos para compras, o que é feito com base nas Especificações Técnicas (ET)

emitidas pelo Projeto Básico (PB)/FEED. Entretanto, foi relatado que os equipamentos principais a serem comprados vêm indicados nos documentos – Tipo “A” – fornecidos pelo Projeto Básico, cujas especificações e requisitos são estabelecidos sem a participação de uma equipe técnica, e eventualmente aproveitados de projetos anteriores, sem as devidas críticas. Portanto, mesmo as propostas técnicas sendo analisadas pelo Detalhamento, falhas provenientes do PB são propagadas.

O Supervisor e os projetistas entrevistados relataram que alguns aspectos referentes ao uso são previamente contemplados na fase do Projeto Básico; Diferentemente, o Líder da “Tubulação” considerou que ocorre na fase do Detalhamento, quando se faz o Arranjo. Por outro lado, integrante do GRUFIS e representante do CENPES afirmam que esses aspectos, devido à escassez de tempo, não são devidamente considerados no Projeto Básico.

As opiniões dos entrevistados convergiram para eleger as sessões de *design review* como a instância em que a consideração ao uso é tratada com maior propriedade no processo de projeto, preferivelmente à observância a prescrições escritas em documentos.

▪ O contexto atual e os impactos sobre a consideração do uso

Não foi possível delinear um panorama que apontasse uma tendência única – evolução ou involução – dos projetos de plataforma. Existem indícios favoráveis, pertinentes a rapidez e custo, mas em detrimento de aspectos de conforto e automação, que afetam o diretamente o usuário.

O distanciamento entre o pessoal de projeto e o pessoal de campo, verificado não somente no projeto da P-55, quanto na maioria dos projetos atuais, foi apontado tanto por projetistas quanto por pessoal do GRUFIS como um dos principais fatores de perda da qualidade e agilidade dos projetos. Esse aspecto é agravado pelo fato de os projetistas não receberem informações provenientes do setor operacional, a respeito de problemas verificados em plataformas anteriores, decorrentes de falhas de projeto, o que os leva a repetir soluções errôneas em projetos futuros.

A carência que o pessoal de operação apresenta quanto à “leitura” e interpretação de desenhos técnicos e plantas invalida um recurso importante que seria a antecipação de eventuais problemas de operação, na fase de projeto, por meio a apreciação e visualização, através dos desenhos, de inconsistências operacionais, antes da fase de Execução, portanto, com boa possibilidade de modificação.

Por outro lado, atribui-se a melhoria da qualidade dos projetos à evolução dos sistemas CAD, que possibilitam hoje a realização de sessões de *design review* utilizando-se maquete eletrônica 3D. Esse recurso, cuja falta foi apontada como causa de problemas ocorridos em projetos anteriores, quando sua utilização era ainda incipiente, permite, ainda que de forma incompleta, interações entre os representantes dos usuários e os projetistas, que concorrem para a melhoria da qualidade do projeto.

Foi reiterado que a falta de comunicação configura-se como um dos fatores apontados como deficitários no processo de projeto, o que compromete a qualidade do objeto projetado. A esse propósito, um dos principais fatores observados durante o estudo de caso diz respeito à falta de visibilidade do processo de projeto como um todo, isto é, uma visão por parte dos projetistas limitada às suas atividades cotidianas, e uma fragmentação entre as principais fases do processo de projeto – Projeto Básico; Projeto de Detalhamento; e Execução – constatada junto aos projetistas, líderes de disciplina, Supervisor e Gerente do Projeto de Detalhamento.

Verificou-se que os efeitos dessa parcialidade de visão acerca do processo de projeto se refletem tanto na falta de integração entre os próprios projetistas e entre estes e os demais atores do processo quanto na consideração limitada que os projetistas têm sobre o usuário dos dispositivos e sobre o uso dos sistemas projetados. A visão mais aprofundada por parte dos entrevistados enquanto atores da concepção era restrita às suas próprias atribuições e atividades cotidianas dentro do escopo do projeto, verificando-se uma consideração ligeiramente ampliada acerca do “usuário intermediário” – construção e montagem –, pelo fato desses atores serem os seus “clientes” imediatos no processo. Mesmo assim, limitada pela distância física entre Detalhamento (Rio de Janeiro) e Execução (Pernambuco).

▪ **Consideração a problemas reais referentes ao uso**

Pode-se constatar que os problemas caracterizados nas plataformas P-40; P-43; e P-51 são recorrentes nas três plataformas, apesar do fato dessas terem sido projetadas e construídas em períodos diferentes, com uma defasagem de até quase 10 anos entre alguns dos respectivos lançamentos; em estaleiros/países diversos; e diferirem em tipo, conforme demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6: Perfil de projeto e construção das plataformas P-40; P-43; P-51; P-55

Plataforma	Tipo	Projeto		Estaleiro	Ano	País
		Básico	Detalhamento			
P-40	Semi-sub	Maritima	PROJEMAR/ IESA	Jurong	2000	Singapura
P-43	FPSO	Haliburton	PROJEMAR	Mauá- Jurong	2004	Brasil
P-51	Semi-sub	CENPES	TECHNIP	Brasfels	2008	Brasil
P-55	Semi-sub	CENPES*	PROJEMAR*	EAS	2013	Brasil

* *Lower hull*

Fonte: próprio autor, com base em informações dos respectivos projetos.

Com base nas verbalizações referentes aos diversos problemas caracterizados nas três plataformas consideradas, verifica-se uma tendência por parte dos projetistas em atribuir as causas desses problemas a fatores alheios ao projetista. Quando muito, consideram falha do “*Outfitting*”. Via de regra, segundo eles, seriam originários de erros na montagem; desatenção na fiscalização; restrições de naturezas diversas (espaço, tempo, custo); subutilização do *design review*. Este último perde sustentação porque foi relatado em entrevista ter sido amplamente utilizado na P-43, e os problemas ocorreram.

Por outro lado, representantes do pessoal de operação, como Operador de Lastro da P-40, consideram que os problemas poderiam ter sido verificados e solucionados na fase de projeto. Outra consideração emanada do setor operacional, especificamente do CoEmb da P-51, é o não atendimento, na fase de Execução, às solicitações de ajustes

feitas pelo E&P. No projeto da P-55 tal atendimento seria inviabilizado, pela determinação da Alta Administração da PETROBRAS de não mudar o projeto.

As justificativas ora apresentadas, apesar de não permitirem definir uma causa específica para os problemas observados, constituem um indício de que são motivados pela carência da inserção efetiva e tempestiva da experiência operacional no processo de projeto. Esse indício tem por base a consideração de os problemas serem impactantes às atividades dos operadores que, se participassem adequadamente do processo, reivindicariam a implementação de recursos que privilegiassem o usuário final.

Os comentários

Quanto aos comentários, pode-se observar que quando foram emitidos, eram muito sucintos e não expressavam uma efetiva consideração ao uso, no que se refere aos aspectos de acessibilidade e operacionalidade. Segundo os entrevistados, essa constatação é fruto da rigorosa restrição emanada da Alta Administração do próprio E&P quanto a modificações da concepção original. Outro fator apontado pela Fiscalização quanto ao conteúdo dos comentários ser sucinto e não versar diretamente sobre aspectos de usabilidade é a grande quantidade de documentos a serem comentados em tempo relativamente curto, associada à orientação de se deterem aos aspectos legais, deixando a cargo dos projetistas os aspectos atinentes ao uso.

O Design Review

As sessões de *design review* foram consideradas por todos os entrevistados como de alta relevância para a melhoria da qualidade do projeto no que diz respeito ao uso. Constituíram um recurso significativo para o desenvolvimento do projeto e para a qualidade do objeto projetado, ao propiciar a interoperabilidade e a integração entre as diversas disciplinas do projeto; e ainda que de forma incompleta, a confrontação entre o projetista e o usuário, permitindo a prefiguração do impacto dos futuros dispositivos sobre as práticas de trabalho. Essa é a instância em que os projetistas foram questionados quanto as suas decisões e instados a apresentar as respectivas explicações. Nesse âmbito é que foram identificadas as interferências interdisciplinares e problemas técnicos, como posicionamentos inadequados de dispositivos de controle e falta de acessos.

Contudo, lamentaram a baixa frequência de realização e a não participação, pelo menos de forma direta, de representantes efetivos dos usuários (E&P). Sob essa perspectiva, o representante do GRUFIS e o CoEmb da P-51 afirmaram que os representantes do usuário participaram das sessões de *design review* desde o Projeto Básico. Contudo, a representante do CENPES afirma que por razões de tempo, os aspectos ergonômicos/operacionais não são contemplados no Projeto Básico. Somente na fase de Execução. Já os integrantes do Projeto de Detalhamento asseguram que não houve a participação dos usuários nas sessões de *design review* de Detalhamento, o que é corroborado com base nas respectivas atas.

Na sessão de *design review* assistida pelo pesquisador – a terceira – foi observado que não houve uma preparação adequada a ponto de permitir o melhor aproveitamento do evento. Não foi feito um levantamento prévio das pendências verificadas em sessões anteriores nem de pontos críticos a serem verificados. A Lista de Verificações (*check list*) utilizada pela Fiscalização não foi elaborada especificamente para aquela sessão, e entregue aos presentes durante o andamento da sessão.

O HAZOP

Verificou-se que apesar de o foco do HAZOP ser voltado intensivamente para as situações de segurança e perda de continuidade operacional da instalação, esse tipo de evento deve ser aproveitado como mais um fórum propício para que a operabilidade seja apropriadamente contemplada, com atenção ao usuário. Essa consideração se respalda na perspectiva de que ao se promover o entendimento do funcionamento de uma unidade, com a participação de peritos experientes em suas áreas de atuação trabalhando juntos, podem ser verificadas situações em que problemas podem ocorrer devido ao acesso dificultado a um dispositivo de acionamento de um sistema. Isso suscitaria a proposição de uma solução que passe por mudanças no projeto.

4. Diagnóstico e proposições de melhoria no processo de projeto com foco no uso

Neste capítulo é apresentado um diagnóstico do processo de projeto estudado, com a descrição dos principais aspectos críticos observados. Para cada problema enunciado são apresentadas as respectivas proposições de correção, no sentido de contribuir para a melhoria do processo e, conseqüentemente, da qualidade do produto, sob a perspectiva do uso.

□ Diagnóstico do processo de projeto

A análise procedida sobre o processo de projeto estudado permitiu que fossem evidenciados os principais problemas que impactam direta ou indiretamente, a consideração do uso. Para uma melhor identificação de cada um dos problemas, estes foram diagnosticados pontualmente, mas seus efeitos têm forte interdependência no processo de projeto estudado.

1) Falta de integração entre os atores do projeto

Como mostrou o estudo de caso, o processo de projeto apresenta uma fragmentação verificada entre as fases respectivas aos projetos, onde se observa, no detalhamento do *lower hull*, uma estanqueidade entre as disciplinas, resultante da falta de comunicação e de interação, o que é objeto de crítica dos próprios projetistas. Esses fatores concorrem fortemente para uma consideração incompleta da dimensão do uso no projeto.

Reiteradas vezes durante o estudo de caso os próprios projetistas relataram em entrevistas que a falta de comunicação é um dos problemas críticos do processo. Esse problema tem reflexos não somente na integração entre projetistas, mas também entre eles e os demais atores do projeto.

Percebeu-se, por exemplo, um hiato de comunicação entre os projetistas responsáveis pelo desenvolvimento do projeto das peças de suporte e de equipamentos da tubulação, e os projetistas que desenvolvem o Modelo. Em algumas situações do projeto, a falta de comunicação entre disciplinas foi fator de atraso no andamento do projeto. Em outras, a falta de comunicação verificada entre atores que atuam nas

diferentes fases do processo – Básico, Detalhamento e Execução – comprometeu a qualidade do projeto e, provavelmente do produto final, uma vez que informações relevantes para orientar e facilitar o detalhamento, a construção e a montagem foram veiculadas tardiamente, quando o foram.

Um dos problemas de comunicação se configurou na falta de agilidade em respostas às TQF. A demora por parte da PETROBRAS em responder aos questionamentos do projeto de Detalhamento – cujo único meio formal são as TQF – se configura como fator de re-trabalho e, conseqüente atrasos no projeto. As duas principais causas da falta de agilidade são: inflexibilidade quanto a mudanças no Projeto Básico; e eventual necessidade da Fiscalização em recorrer ao CENPES para obter subsídios que respaldem as respostas.

Por outro lado, muitos atores relataram que após a fase de Detalhamento, diversas alterações são feitas, tanto na fase de Execução quanto na fase de Manutenção – depois da obra pronta – por solicitação do pessoal de E&P, em decorrência de necessidades de modificação não terem sido comunicadas ou atendidas em fases anteriores, quando eram menos onerosas. Portanto, é imprescindível para o sucesso do projeto uma coordenação no sentido de uma concepção participativa, em que o usuário seja integrado em todas as fases do projeto, o que reduz o re-trabalho, melhora a qualidade da obra e reduz o tempo de execução. Devem-se procurar alternativas para que o uso seja tratado de forma mais explícita e objetiva no processo de projeto, e com um sentido de cooperação.

2) Compras de equipamentos, sem a equipe técnica estar definida

A aquisição dos principais equipamentos do projeto ocorre numa fase do processo em que a equipe técnica que prestará assessoria a essa atividade ainda não está completamente definida. Até mesmo o pessoal de E&P que poderia emitir opinião abalizada não está plenamente integrada ao processo. Portanto, aspectos referentes ao uso não são devidamente considerados.

Considerando-se que o projeto e a construção de uma plataforma é um empreendimento é originário do E&P, a proposta é que este setor antecipe a definição de um grupo de operadores experientes a ser inserido no processo em fase que possa opinar oportunamente sobre a especificação de equipamentos, e que interaja junto aos

fornecedores e à equipe de detalhamento, em favor da melhor consideração aos aspectos operacionais.

3) Inserção tardia do usuário no processo

Foi verificado que a inserção de representantes diretos do usuário quando ocorreu, o foi de forma indireta e tardiamente, quando eventuais mudanças por eles sugeridas eram de difícil e onerosa implementação. Essa condição, que é reflexo da atipicidade do processo estudado – em termos de inflexibilidade quanto a modificações na concepção original – tem impactos sobre a consideração ao uso. Como consequência dessa inserção tardia, agravada pela carência no uso dos objetos intermediários e deficiência na integração entre os atores, não se consegue antecipar configurações do uso, antes da construção.

A proposição para atenuar os problemas decorrentes da inserção tardia do usuário no processo de projeto é a conscientização dos benefícios advindos da prática da Concepção Participativa, que preconiza a inclusão dos usuários finais no ciclo de desenvolvimento do produto, funcionando como elemento facilitador da integração entre os atores do projeto.

4) Difícil rastreabilidade das decisões tomadas no projeto

Verificou-se que são raros os relatos de decisões tomadas no projeto, com base em experiências e feedback de projetos anteriores. Além disso, é difícil um projetista lembrar porque tomou uma determinada decisão. Ao se tentar recuperar as origens dos problemas verificados nos projetos considerados nesta dissertação – P-40, P-43 e P51 – tomou-se conhecimento da existência de um relatório de Lições Aprendidas pertinente à P-51, mas esse relatório não é de conhecimento do pessoal de Detalhamento da P-55.

A proposta para facilitar a rastreabilidade das decisões tomadas em projeto e os seus resultados é a preconização da disseminação das lições aprendidas a projetos futuros; e a manutenção de repositórios de documentos de projeto que permitam a recuperação de decisões tomadas.

5) Postergação das decisões

Em face da dificuldade de fazerem convergir todas as especificações do projeto, que muitas vezes são conflitantes entre si, foi observado que os atores têm por prática tratá-las de forma superficial enquanto não são obrigados a tomar decisões de consenso. Essa constatação encontra sustentação nos diversos adiamentos das sessões de *design review*.

Uma alternativa para forçar a tomada de decisões em momento oportuno, isto é, em que não provocarão interferências e re-trabalho, é a realização periódica de sessões de *design review*, no âmbito do Detalhamento, instância em que é mais propícia a programação desses eventos, em virtude da facilidade de coordenação entre as disciplinas.

6) As sessões de *design review* são pouco freqüentes e subutilizadas

Apesar de reconhecida a importância das sessões de *design review*, verificou-se que no projeto de detalhamento do *lower hull* da P-55 esse recurso foi pouco utilizado como instância de aperfeiçoamento do projeto e de inserção da dimensão do uso. E quando foram realizadas, não contaram com a participação do pessoal de E&P, que poderia contribuir com sugestões de modificação no projeto, com foco no uso.

Prováveis causas, relatadas em entrevistas, seriam, entre outras, a prevalência dos fatores de prazo e de custo, em detrimento da qualidade do artefato; a pouca familiaridade por parte dos representantes do usuário final na “leitura” do projeto, a partir das representações do Modelo.

Propõe-se, portanto, a valorização das sessões de *design review* junto aos atores do projeto, como um reconhecido meio para integrar os participantes, reduzir inconsistências e, por conseguinte, aumentar a qualidade do produto, enquanto instância de antecipação de eventuais problemas atinentes ao uso. Essa valorização poderia ser obtida por meio da atribuição de maior rigor na sua periodicidade de realização, com exigência formal da participação efetiva do usuário ou seu representante, e realizada segundo um roteiro preestabelecido.

7) Os objetos intermediários são subutilizados

Os objetos intermediários são utilizados de forma incompleta. A parcialidade de visão por parte dos atores acerca do processo dificulta que estes tenham um olhar voltado para como o processo está ocorrendo e identifique como melhor utilizar os objetos intermediários.

Percebeu-se a necessidade de objetos intermediários adequados para fazer a interface entre os atores envolvidos, com uma gestão do uso desses objetos e, assim, trazê-los, com seus respectivos mundos-objeto, a participarem de forma mais integrada no projeto e, conseqüentemente, aprimorar o processo e o produto final. Foi também identificada a falta de utilização de objetos intermediários que permitissem maior agilidade e precisão no rastreamento das representações de interesse.

Concomitante à valorização das sessões de *design review* como interface eficaz de comunicação e integração em prol do uso, verificou-se a importância e a necessidade de criação de outros objetos intermediários ou o aprimoramento de alguns já existentes, como o Modelo 3D, em termos de representações e informações neles contidas. Sugere-se a criação de planilhas ou *check list* a serem utilizados pelos representantes do usuário, ao participarem de sessões de *design review* e de estudos de HAZOP.

A esse propósito, no *design review* poderiam ser utilizadas planilhas que permitissem a quantificação e a localização de válvulas e equipamentos dos sistemas de interesse, com o propósito de agilizar a busca e a verificação desses dispositivos; e de acordo com uma Lista de Verificação específica para o objeto de análise.

8) Os estudos de HAZOP são subutilizados

Os estudos de HAZOP não são utilizados contemplando a operacionalidade, mas focando estritamente nos aspectos de segurança da plataforma. Entretanto, o HAZOP seria mais um recurso importante para a contemplação do uso, porque nessa instância são abordadas situações concretas de operabilidade, nas quais podem ser evidenciadas criticidades em termos de operação e de manutenção, decorrentes de inconsistências de projeto. Essas inconsistências poderiam ser sanadas nesses estudos, que ocorrem em estágio do projeto cuja reparação é menos onerosa e a participação de representantes dos operadores é significativa.

Para que o foco no uso seja contemplado com mais propriedade, uma outra proposição é que o projetista esteja mais comprometido em conhecer a utilidade de cada um dos sistemas que projetam; e saber como mais detalhes com se realizam as atividades de operação e de manutenção desses sistemas. Conhecer a operação é imprescindível. Quanto mais o projetista conhece o sistema e qual a sua utilização, melhor é a qualidade do objeto projetado, no que concerne ao uso, porque saberá como se realizam as respectivas operações e poderá conceber o projeto de modo favorecer o usuário. Uma das formas seria a participação dos projetistas nas sessões de HAZOP.

9) O espaço de manobra e a criatividade dos projetistas são restringidos por fatores econômicos, técnicos, de prazo e de organização do projeto.

Nem sempre cabe ao projetista de Detalhamento “desenhar” as condições referentes ao uso. Muitos dos delimitadores vêm desde a fase do Projeto Básico, não raro concebido com base em projetos anteriores, sem as devidas modificações que se fazem necessárias em função de particularidades do novo projeto.

Os projetistas de Detalhamento se ressentiram da falta de um Projeto Básico menos rígido. Eles defendem a idéia de que, a fim de permitir a concepção de modo a propiciar a integração entre diferentes pontos de vista, e sem restringir a sua criatividade e espaço de manobra, os documentos que integram o Projeto Básico deveriam ser o mais “aberto” possível. Segundo eles, o desenho não poderia ser mais do que uma descrição geral do objeto em concepção.

Entretanto, os desenhos técnicos manipulados no projeto, como os P&ID fornecidos pelo CENPES são, por natureza, o que pode-se classificar com base na abordagem sobre objetos intermediários, como objetos intermediários “fechados”. E modificações em documentos provenientes do Projeto Básico, sejam descritivos ou desenhos, são de difícil convencimento aos autores quanto a modificações, porque na maioria são classificados como tipo “A”. Somam-se a esse fato, os condicionantes de custo e de tempo que limitam fortemente as perspectivas criativas do projetista, impactando também a concepção de soluções mais favoráveis ao uso.

No que diz respeito aos fatores de ordem organizacional, a sistemática de “Acabamento Avançado”, por exemplo, é um dos que impacta a atividade de projeto,

porque exige do projetista a antecipação soluções em uma fase que não dispõe de todas as informações necessárias para concebê-las, o que normalmente acarreta re-trabalho.

10) Síntese do diagnóstico

Como o processo de projeto compreende desde o Projeto Preliminar até a fase de Execução, é necessário que haja uma reestruturação em todo o processo, para que desde o seu início, haja uma integração entre todas as fases. Especialmente entre Detalhamento e Execução, de modo que se priorize a continuidade das atividades de concepção, levando-se em consideração a contribuição significativa da Execução.

A construção do objeto projetado é fortemente marcada pelo desenvolvimento de aspectos não detalhados, onde ocorrem a reconcepção, a adaptação de idéias preconcebidas, e a alteração de soluções de projeto, que irão influenciar sobremaneira a qualidade do produto final.

Do ponto de vista organizacional, como considerar as três realidades: uso, desenho (projeto) e construção, que se constituem em mundos, com suas respectivas especializações, representações e interesses? É necessário integrar, ao longo da concepção, não somente os diferentes mundos, mas também as disciplinas neles inseridas – cujas lógicas podem ser contraditórias – de maneira a formarem um sistema que não privilegie a lógica de um ator em detrimento da de outro, mas propicie a eles uma visão ampliada do processo de projeto como um todo. Isso seria propiciado por meio de uma nova organização social do projeto.

Considerando a argumentação supra, conclui-se que a melhoria do processo de projeto, especificamente com foco na consideração ao uso, está diretamente relacionada com a otimização de alguns aspectos que permeiam o seu desenvolvimento, com ênfase ao aspecto sócio-técnico compreendido no âmbito desses fatores. Esses aspectos referem-se à integração entre os atores, ao fluxo de informações (comunicação), à coordenação e à cooperação, que se refletem na real dinâmica que se estabelece entre eles e são propiciados pelos objetos intermediários. A relação existente entre esses aspectos consiste no pressuposto de que uma troca coordenada de informação entre os atores, estabelece a integração entre eles e propicia a cooperação entre os participantes, no sentido de privilegiar o uso do objeto projetado.

5. Conclusões e Considerações finais

Nesta dissertação foi estudado o projeto de detalhamento de engenharia de um dos módulos – *lower hull* – de uma plataforma de petróleo semi-submersível, com ênfase na disciplina de “Tubulação”.

A pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo de caso, cujo objetivo era é investigar como são consideradas as necessidades dos usuários finais em um processo de projeto de engenharia de grande porte.

Para a consecução do objetivo foram investigados, entre outros aspectos, as principais características e delimitações do processo, com ênfase em como a ergonomia é considerada; na organização e na dinâmica do projeto; nas limitações que impactam os projetistas; e nos objetos por eles manipulados.

A título de diagnóstico, foram identificados pontos passíveis de melhoria no processo de projeto; e fornecidas sugestões para melhoria do processo, no sentido de contribuir para a concepção de projetos que beneficiem o usuário final.

5.1. Conclusões

Com base no que foi visto durante o acompanhamento do processo de projeto, pode-se verificar que para se conceber um projeto que viabilize a operação do sistema projetado, com eficiência no desempenho, conjugada com baixo custo e boas condições de operacionalidade, o projetista deve observar uma série de regras e recomendações técnicas.

Mas apesar de todas as *guidelines* referentes a facilidades para montagem, operação e manutenção das instalações, problemas quanto ao uso existem. A princípio, conclui-se que isso se deve ao fato dessas recomendações, além de serem muito genéricas, portanto de difícil operacionalização por parte dos projetistas, privilegiarem os aspectos técnico-construtivos em detrimento do “conforto” do uso.

A consideração a esses condicionantes muitas vezes restringe a escolha por um projeto mais favorável ao operador, e serve como critério de decisão que venha

justificar o modo como projetam e explicar as escolhas por eles feitas, eventualmente em detrimento de boas condições operacionais.

O compromisso com os requisitos técnicos da disciplina de “Tubulação”, postos em primeiro plano, associado à premência dos prazos e às restrições de custo, faz com que os aspectos inerentes ao uso, ainda que considerados pelos projetistas e demais atores, sejam relegados às fases finais do projeto, em caráter intempestivo, e não de uma forma mais pensada e articulada com as outras soluções de projeto.

Foi observado que os problemas de projeto são decorrentes da convergência de fatores de ordem interna, externa e do gerenciamento do processo de projeto. Os de ordem interna dizem respeito ao fato de muitas vezes os projetistas não conhecerem plataforma em operação – nunca terem estado a bordo de plataformas – e também não conhecerem os manuais produzidos pela Ergonomia. Os de ordem externa se traduzem nas restrições de custo, prazo e conflitos interdisciplinares que impactam a consideração às necessidades do usuário. Quanto aos problemas gerenciais, verificou-se a necessidade de um melhor gerenciamento de interfaces. O gerenciamento do processo de projeto teve interferência na solução de problemas de projeto, por não ter favorecido a confrontação entre os saberes dos usuários e dos projetistas.

Com base nas considerações ora enunciadas, corroboradas pelos aspectos observados ao longo do estudo de caso, vislumbra-se que uma das causas dos problemas operacionais das plataformas em geral – verificados reiteradamente nas plataformas abrangidas neste estudo – é a chegada tardia, e de forma indireta, do conhecimento advindo da experiência operacional. O aporte da contribuição dos operadores, quando ocorre, se faz por meio da representação por terceiros. Portanto, uma das perspectivas de melhoria em projetos futuros seria a inserção de representantes diretos do E&P no processo de projeto, desde a fase de Projeto Básico.

Essa postergação evidencia que a consideração maior do uso, quando efetivada, acontece no final projeto, quando pouco se pode fazer. Esse quadro é agravado pelo fato de que nas etapas finais do detalhamento grande parte da equipe foi desmobilizada e realocada em outros projetos ou até mesmo alguns participantes não pertencerem mais à empresa que desenvolveu o projeto. Assim sendo, é difícil resgatar justificativas para

decisões tomadas à época pelos projetistas e ratificar as respectivas ponderações mediante eventuais novas sugestões de solução que surjam. Essa descontinuidade concorre ainda mais para a fragmentação do processo como um todo e para a falta de coerência e compatibilidade do projeto com a consideração ao uso.

O uso tem que ser considerado em todas as fases do processo. Se o for somente no Detalhamento, é tarde. Muitos aspectos devem ser pensados no Projeto Básico, quando decisões que impactam o uso são tomadas, como a compra dos principais equipamentos.

As observações feitas a partir da pesquisa de campo realizada para esta dissertação permitiram constatar, na prática, que o processo de projeto se desenvolve num âmbito social e coletivo, onde o relacionamento entre os participantes é mediado fundamentalmente por meio dos objetos por eles manipulados, tanto os de partida quanto os produzidos durante o processo. Esses objetos, situados no centro das relações entre os atores do projeto, são reflexos de suas ações e contêm o registro de grande parte das atividades do processo. Por isso, viabilizaram uma análise mais completa e refinada do projeto, ao traduzirem e evidenciarem aspectos sutis, mas importantes, do desenvolvimento do processo, que seriam de difícil percepção se a análise fosse assente somente em aspectos como a estrutura organizacional e as ferramentas utilizadas.

Um fator que deve ser fortemente observado para a consideração efetiva do uso é a temporalidade. Aspectos pertinentes à Engenharia Simultânea – retrabalho e comunicação; Projeto Básico, Projeto de Detalhamento e o sub-processo de Compras; Projeto de Detalhamento, Execução e inspeção de campo – devem ser ajustados para que a integração entre todas as fases do processo de projeto ocorram de forma a privilegiar a consideração do uso.

A principal limitação do presente estudo é o fato de o seu objeto ter sido o projeto do *lower hull*, que apesar de ter instalado um grande número de equipamentos e dispositivos de manobra, por essência não comporta uma atividade operacional tão intensa quanto o *topside*, onde fica instalada a planta de processo. Essa limitação é agravada pelo caráter atípico do projeto estudado.

A propósito da atipicidade, o caso estudado marca uma mudança de paradigma na concepção, mas isso não quer dizer que num balanço entre o que é típico e o que é atípico não existam aspectos generalizáveis em termos de conhecimentos sobre o que concerne à consideração do uso, como os problemas recorrentes relativos à utilização de equipamentos, mencionados ao longo do texto.

Outro limitante foi impossibilidade de ter-se realizado uma pesquisa da mesma natureza em outra empresa projetista, o que possibilitaria mais consistência aos resultados obtidos. A complexidade e a variabilidade inerentes a empreendimentos da natureza de um projeto, bem como a sua característica intrínseca de unicidade, atestada em sua própria definição (PMBOK, 2004), não permitem que se estenda de forma generalizada a todos os projetos as observações obtidas no estudo ora concluído.

Contudo, mesmo que as características do processo estudado, os problemas encontrados, e as proposições do pesquisador não sejam adequadas e plenamente associáveis a outros projetos, a paridade entre os procedimentos empregados em projetos navais, de forma mais estrita entre projetos *offshore*, possibilita, por analogia, que esse estudo sirva como referência a outros estudos que tenham propósito semelhante.

Assim sendo, mesmo com as limitações apresentadas, pode-se considerar que os esclarecimentos obtidos com o presente trabalho de pesquisa permitiram a compreensão do processo de projeto estudado, principalmente da atividade dos projetistas, para esclarecer, entre outros aspectos, a dinâmica do processo e a perspectiva dos projetistas sobre o usuário final.

Durante este trabalho foi verificado que a sistemática empregada nas atividades de construção e montagem, que são realizadas nas oficinas dos estaleiros e também a bordo (durante a obra), não é de conhecimento pleno dos projetistas da fase de Detalhamento, devido à falta de integração entre todas as fases do processo. Esse desconhecimento acarreta métodos de projetar em que não são considerados aspectos que implicam dificuldades futuras aos montadores e construtores, tais como a necessidade de colocação de um módulo muito grande construído em oficina, no interior de um compartimento da plataforma que já tenha instalados equipamentos e estruturas de

outras disciplinas. Esse tipo de problema poderia ser atenuado ou eliminado se o projetista tivesse informações acerca da sistemática utilizada na construção e na montagem.

Portanto, no que diz respeito ao encaminhamento para pesquisa futuras, em decorrência da constatação da visibilidade parcial dos atores de projeto, especificamente de que o projetista desconhece aspectos relevantes do processo de construção e montagem, seria interessante a investigação do processo, com foco na integração entre os participantes da fase de Execução e os projetistas de Detalhamento.

A pertinência da proposta de um trabalho que compreenda as atividades de construção e montagem é corroborada com base em Cordeiro (2003), que dispõe que a fase de Execução de uma obra não consiste somente no que foi estabelecido na dita etapa de projeto. Diferentemente, a construção é marcada intensamente pela continuidade das atividades de concepção, seja desenvolvendo aspectos ainda não detalhados, seja re-concebendo e adaptando idéias prévias. Logo, a fase de Execução é chave para a qualidade do objeto construído e deve ser integrada, de fato, ao processo de projeto. Portanto, propõe-se que a abrangência do estudo ora concluído seja estendida às atividades de construção e montagem, ou que seja procedido um estudo com características semelhantes às do presente trabalho, com o seu escopo estendido à fase de Execução.

É interessante atentar também para um aspecto que, apesar de não ter sido devidamente abordado neste trabalho, foi observado no estudo do processo: a questão da interface entre um processo de projeto e os respectivos fornecedores. Essa questão se contextualizou no projeto estudado, principalmente no estágio de desenvolvimento do Modelo. O projetista, ao desenvolver a modelação, refere-se em diversos documentos, entre eles os desenhos de fabricante, onde constam as informações detalhadas de especificações – dimensionais; dados de desempenho; ligações; acoplamentos de interface; etc. – dos equipamentos e dispositivos a serem fornecidos.

Assim sendo, para que o projetista possa dirimir dúvidas e representar corretamente no Modelo tais equipamentos, é imprescindível que recorra aos desenhos de fabricante, cujas especificações devem estar compatíveis com o equipamento a ser

efetivamente fornecido. Essa prática evita representações errôneas e interferências – como atuadores de válvula atravessando o estrado – que não se verificariam se os projetistas dispusessem de informações precisas sobre o equipamento.

Para tal, os fabricantes de equipamentos deverão estar em sincronismo com as necessidades de informação do processo de projeto, e a integração entre estes e os demais participantes envolvidos com o Detalhamento – projetistas; encarregados da análise e da compra, entre outros – deve ser bem gerenciada, para que fatores como desvios de especificações de projeto e de prazo para definição das especificações não se configurem em impacto ao projeto.

Considera-se válido, portanto, que em estudos futuros seja aprofundada a consideração às interfaces do Detalhamento com os fornecedores. Essa questão aparenta exercer influência significativa na atividade dos projetistas, e conseqüentemente na qualidade do projeto, caracterizando-se como mais uma *constraint* a ser gerenciada na problemática da concepção.

5.2. Considerações finais

Enfatiza-se a dificuldade na obtenção de determinadas informações, registros e evidências, em face do compromisso de confidencialidade, previsto em documento contratual, que a empresa na qual foi realizado o estudo de caso mantém com as demais empresas participantes do processo, e da sua própria política de privacidade.

A esses aspectos, somam-se as dificuldades inerentes aos procedimentos de campo pertinentes a um estudo de caso. Uma delas é ter-se que trabalhar em conformidade com o horário e a predisposição do entrevistado, cujas atividades e problemas cotidianos de projeto ocupam seu tempo e reduzem a disponibilidade para atender às entrevistas e demais solicitações, principalmente levando-se em conta que o tempo é um dos principais fatores restritivos. Outra dificuldade decorreu da natureza da entrevista, que por ser muito aberta, possibilitou que entrevistado não cooperasse integralmente em responder às questões.

A esse propósito, em muitas situações foi difícil fazer com que os entrevistados compreendessem o foco de alguns questionamentos sobre a consideração do uso, o que

eventualmente se refletia em verbalizações que expressavam opiniões discrepantes do sentido implícito nas perguntas formuladas.

Além disso, a observação participante pressupõe um pesado investimento de esforço no campo. Não raro, o tempo do observador participante não é suficiente para fazer anotações e perguntas sobre eventos de perspectivas diversas, que ocorrem simultaneamente, além de ser difícil estar no lugar certo, na hora certa.

Existiram também as limitações do pesquisador que, ao receber as informações que lhe são fornecidas, nem sempre pode compreendê-las corretamente num primeiro momento, devido ao fato do pesquisador não pertence ao ambiente estudado e, por isso, nem sempre tem o pleno domínio da linguagem empregada pelos participantes e das peculiaridades de suas atividades. Portanto, em determinadas ocasiões a compreensão dos relatos não foi exatamente coincidente com o informado, o que demandou um esforço de entendimento para que a validade das informações obtidas não fosse comprometida.

O fato da empresa em que foi realizado o estudo de caso não possuir um procedimento formal do processo de projeto dificultou, em parte, a compreensão da dinâmica do processo nas primeiras visitas. A dinâmica ficou explícita somente a partir de esclarecimentos graduais que se obteve, por meio da seqüência de entrevistas, nas quais os participantes forneceram a descrição de suas respectivas atividades, mesmo assim, após se dissipar o receio inicial em prestarem informações.

Por outro lado, o fato de o pesquisador ter seu pai como funcionário antigo da empresa propiciou uma incomum acessibilidade aos demais funcionários, que por sua vez se sentiram mais confiantes em se envolver no estudo. Colocaram-se à disposição do pesquisador até mesmo em momentos conturbados do cotidiano do projeto, o que proporcionou facilidades raras em trabalhos em que se emprega a observação participante. Além disso, a construção social desenvolvida entre o pesquisador e os observados, alicerçada na contrapartida oferecida – valorização do trabalho dos projetistas; e diagnóstico do processo – despertou entusiasmo por parte daqueles profissionais em colaborar com a pesquisa.

6. Referências

AMORIM, F. A. S., 2002, “Projeto Preliminar: Uma Revisão Crítica”, *XIX Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore*, SOBENA, Rio de Janeiro.

ANDION, C., SERVA, M. 2006, “A etnografia e os estudos organizacionais”, In: GODOI, C. K., BANDEIRA-DE-MELLO, R., DA SILVA, A. B., *Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais. Paradigmas, Estratégias e Métodos*, cap. 5, pp. 147-179, São Paulo, Brasil: Saraiva.

ANDRADE, R., 2005, Notas de aula do curso EEI054 *Gerência de Projetos e Engenharia Simultânea*, Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro.

BÉGUIN, P., 2007, “O ergonômista, ator da concepção”. In Pierre Falzon, *Ergonomia*, cap. 22, pp. 317 – 330, São Paulo, Brasil: Editora Blücher.

BOUTINET, J., 2002, *Antropologia do Projeto*, Tradução: Patrícia C. Ramos, 5^a ed., Porto Alegre, Artmed.

BUCCIARELLI, L. L., 1984, “Reflective practice in engineering design”, *Design Studies*, v. 5, n. 3, pp. 185-190.

BUCCIARELLI, L. L., 1988, “An ethnographic perspective on engineering design”, *Design Studies*, v. 9, 3, pp. 159 – 168.

BUCCIARELLI, L. L., 1996, *Designing engineers Inside technology*”, 1^a ed. Cambridge, Mass, MIT Press.

BUCCIARELLI, L. L., 2003, “Engineering Philosophy”, Delft University Press. Netherlands.

CORDEIRO, C., 2003, *Entre o projeto e o uso: A Colaboração da Ergonomia na Etapa de Execução da Obra*, Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CROSS, N., 2007, “Forty years of design research”. *Design Studies*, v. 28, pp. 1 – 4.

CROSS, N., 2004, “Expertise in design: an overview”, *Design Studies*, v. 25, pp. 427 – 441.

CUEVA, M., CUEVA, D., NISHIMOTO, K., 2004, “Metodologia de Gerenciamento do Projeto MonoBR”, *XX Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore*, SOBENA, Rio de Janeiro, Brasil.

CULLEN, L., 2007, “Human factors integration - Bridging the gap between system designers and end-users: A case study”, *Safety Science*, v. 45, 5, pp. 621-629.

DARSES, F., REUZEAU, F., 2007, “Participação dos usuários na concepção dos sistemas e dispositivos de trabalho”. In Pierre Falzon, *Ergonomia*, cap. 24, pp. 343 – 356, São Paulo, Brasil: Editora Blücher.

DARSES, F., DÉTIENNE, F., VISSER, W., 2007, “As atividades de concepção e sua assistência”, In: Pierre Falzon, *Ergonomia*, cap.33, pp. 469 – 484, São Paulo, Brasil: Editora Blücher.

DARSES, F., WOLFF, M., 2006, “How do designers represent to themselves the users’ needs?”, *Applied Ergonomics*, v. 37, pp.757-764.

DARSES, F., 2004, *Processus psychologiques de résolution collective des problèmes de conception: contribution de la psychologie ergonomique*. En vue d’obtenir une Habilitation à Diriger des Recherches. Présenté le 16 décembre 2004 à l’Université Paris V – René Descartes

DARSES, F., FALZON, P. (1996) La conception collective: une approche de l’ergonomie cognitive. In G. de Terssac et E. Friedberg (Eds). *Coopération et Conception* (pp. 123 – 135). Toulouse : Octarès.

DUARTE, F., CONCEIÇÃO, C., CORDEIRO, C. e LIMA, F., 2008, “A integração das necessidades de usuários e projetistas como fonte de inovação para o projeto”, *Laboreal*, v. 4, n. 2, pp. 62-73.

EHN, P., 1992, “Scandinavian design: on participation and skill”, In: ADLER, P. S., WINOGRAD, T. A. (eds), *Usability: Turning Technologies into Tools*, pp. 96 – 132 New York, NY, USA, Oxford University Press.

ESTORILIO, C. C. A., 2003, *O trabalho dos engenheiros em situação de projeto de produto: Uma análise do processo baseada na ergonomia*, Tese de D.Sc., USP, São Paulo, SP, Brasil.

FETTERMAN, D. M., 1989, *Ethnography step by step*. Newbury Park, CA: Sage.

FINE, C. H., 2000, *Clockspeed-based strategies for Supply Chain design*. Production and Operation Management. Vol. 9, n. 3, pp. 213 – 221.

FLICK, U., 2004, “Dados verbais”, In: *Uma introdução á pesquisa qualitativa*, 2ª ed., parte 3, pp. 89 – 143, Porto Alegre, Brasil: Bookman.

FONG, A. VALVERDI, R., SRINIVASAN, J., 2007, *Using a Boundary Object Framework to Analyze Interorganizational Collaboration*. Disponível em: [http://web.mit.edu/rvalerdi/www/Boundary Objects - Systems Research Forum Fong Valerdi Srinivasan_.pdf](http://web.mit.edu/rvalerdi/www/Boundary%20Objects%20-%20Systems%20Research%20Forum%20Fong%20Valerdi%20Srinivasan_.pdf). Acesso em: 16 fev. 2009, 08:20 h.

GAROTTI, L. V., 2006, *O Trabalho em produção contínua: Uma abordagem ergonômica na indústria do petróleo*. Dissertação de M.Sc., Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP, Brasil.

GENERAL Engineering Design Work Plan: P-55. Rio de Janeiro: Petrobras, 2008.

GODOY, A. S., 2006, “Estudo de caso qualitativo”. In: GODOI, C. K., BANDEIRA-DE-MELLO, R., DA SILVA, A. B., (orgs.), *Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais. Paradigmas, estratégias e métodos*, 1ª ed., cap. 4, pp. 115 – 146, São Paulo, Brasil, Saraiva.

GRANATH, J.A., 1991, *Architecture, Technology and Human Factors: Design in a Socio-Technical Context*. PhD Thesis - School of Architecture, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.

GUÉRIN, F., LAVILLE, A., DANIELLOU, F., DURAFFOURG, J. & KERGUÉLEN, A., 2001, *Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia*, Tradução: Giliane M. J. Ingratta, Marcos Maffei, 1ª ed. São Paulo, Brasil, Edgard Blücher.

HARTLEY, J. R., 1998, *Engenharia Simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos*, 1ª ed., Porto Alegre, Brasil, Bookman.

IDA, 1988, *The role of concurrent engineering in weapons system acquisition*, In: Winner, R. I., et. al., Institute for Defense Analysis Report R-338.

LEPLAT, J., 1991, “Activités collectives e nouvelles technologies”, *Revue Internationale de Psychologie Sociale*.

MARINE System: P-55. Rio de Janeiro: Petrobras, 2008.

MARTIN, C., 1998, *La conception architecturale entre volonté politique de l'intervention technique*, Thèse de doctorat d'ergonomie, Université Victor Segalen Bordeaux 2.

MENG, J. C. S., 2009, “Donald Schön, Herbert Simon and The Science of the Artificial”, *Design Studies*, v. 30, pp. 60 - 68.

MERRIAM, S. B., 1988, *Case study research in education. A qualitative approach*, San Francisco, CA, US, Jossey-Bass.

MIDLER, C., 1993, *L'auto qui n'existait pas: management des projets et transformation de l'entreprise*. Paris: InterEditions.

NAVEIRO, R., BORGES M., 1997, “Projetação e formas de representação do projeto”, *Artigo Graf & Tec*, vol. 02, n. 01, pp. 39 – 56.

NAVEIRO R. M., 2001, “Conceitos e Metodologias de Projeto”, In: NAVEIRO, R. M., OLIVEIRA, V. F. (org.), *O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial*, 1ª ed., pp. 25 – 64, Juiz de Fora, Brasil, Editora da Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais.

NAVEIRO, R. M. e PEREIRA, R. C. S., 2008, “Viewpoint Design Education in Brazil”, *Design Studies*, v. 29, pp. 304 – 312.

PAGENHART, A., Buset, H., Throdsen, T. I., 1998, “Experience Transfer from Operational Environments to Installation Design: Why, How and What?”. *International*

Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, Society of Petroleum Engineers – SPE 48828, Caracas, Venezuela, 7-10 June.

PAHL, G., BEITZ, W., 2007. *Engineering design. A systematic approach* - Springer-Verlag, London.

PORTHUN, R., NAVEIRO, R. M., DUARTE, F., 2009, “Uma proposta de caracterização da atividade de projeto e das relações com o uso de sistemas CAD”, In: *7^ª Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CBGDP*, pp. XX, São José dos Campos, Brasil.

PREECE J., ROGERS, Y., SHARP, H., 2005, *Design de Interação: Além da interação homem-computador*, tradução: Viviane Possamai. Porto Alegre, Brasil: Bookman.

PMBOK, 2004, *Project Management Body of Knowledge*, tradução livre, v. 3.0., PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI: A guide to the project management body of knowledge, Maryland

ROMANO, L. N., 2000, *Princípios para a Implementação da Engenharia Simultânea*, monografia apresentada na disciplina Tópicos Especiais em Projetos de Sistemas Mecânicos, UFSC, Florianópolis-SC.

ROZENFELD, H., FORCELLINI, F. A., AMARAL, D., TOLEDO, J., SILVA, S., ALLIPRADINI, D., H., SCALICE, R., K., 2006, *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo*, 1^a ed., Editora Saraiva.

SALVO, M. J., 2001, “Ethics of Engagement: User-Centred Design and Rhetorical Methodology”, *Technical Communication Quarterly*, v. 10, pp. 273 – 290.

SANGLARD, J. H., 1994, “Sobre a natureza da atividade de projeto”, In: *XV Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval*, SOBENA, Rio de Janeiro, pp. 357 – 369.

SCHÖN, D. A., 2000, *Educando o Profissional Reflexivo: Um Novo Design para o Ensino e a Aprendizagem*. Tradução: Roberto C. Costa. Porto Alegre: Artmed.

SCHÖN, D. A., 1983, *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York, USA, Basic Books.

SIMON, H. A., 1996, *The sciences of the artificial*. 3rd ed. Cambridge, Mass, MIT Press.

SKEPPER, N., STRAKER, L., POLLOCK, C., 2000, “A case study of the use of ergonomics information in a heavy engineering design process”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26, pp. 425 – 435.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R., 2002, *Administração da Produção*, Tradução Maria C. Oliveira e Fábio Alher, 2^a ed. São Paulo, Atlas.

TELLES, P. C. DA SILVA, 2008, *Tubulações industriais: materiais, projeto, montagem*, 10^a ed, Rio de Janeiro, LTC.

VINCENTI, W. G., 1990, *What engineers know and how they know it*. Johns Hopkins University Press.

VINCK, D., 2003, *Everyday engineering – An ethnography of design and innovation*. Cambridge, Mass, MIT Press.

VINCK, D., s/d, *Objet-frontiere versus Objet intermediaire – Vers une théorie unifiée passant par la notion d'équipement*. Laboratoire PACTE Politique – Organisations (CNRS / Université de Grenoble)

VINCK, D., JEANTET, A., 1995, “Mediating and commissioning objects in the sociotechnical process of product design: a conceptual approach”, In: MACLEAN, D., SAVIOTTI, P., VINCK, D., *Management and new technology: design, networks and strategies*, Proceeding from Cost A3 workshop in Grenoble, june 16-17.

VINCK, D., LAUREILLARD, P., 1995, “Représenter, coordonner, attribuer”, Journées CSI, 11-13 décembre.

VISSER, W., 2009, “Design: one, but in different forms”, *Design Studies*, v. 30, n. 3, May, pp. 187 - 223.

WULFF, I. A., 1997, “Designing Industrial Workplaces. Indirect Forms of User Involvement in Engineering Design”, *International Conference on Technology and democracy – Comparative Perspectives*, Centre for Technology and Culture (TMV), University of Oslo, Norway.

WULFF, I. A., WESTGAARD, R. H., RASMUSSEN, B., 1999, “Ergonomic criteria in large-scale engineering design – I Management by documentation only? Formal organization vs. designer’s perception”, *Applied Ergonomics*, 30, pp. 191 – 205.

WULFF, I. A., WESTGAARD, R. H., RASMUSSEN, B., 1999, “Ergonomic criteria in large-scale engineering design – II Evaluating and applying requirements in the real world of design”, *Applied Ergonomics*, 30, pp. 207 – 221.

WULFF, I. A., RASMUSSEN, B., WESTGAARD, R. H., 2000, “Documentation in large-scale engineering design: information processing and defensive mechanisms to generate information overload”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, pp. 295 – 310.

YIN, Robert K. 2005, *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Tradução: *Case study research: design and methods*. Por Daniel Grassi. 3^a ed. Porto Alegre: Bookman.

7. ANEXOS

ANEXO I

DETALHAMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Para a realização da pesquisa bibliográfica foi construída uma metodologia, cuja estrutura encontra-se sintetizada na Figura 1.

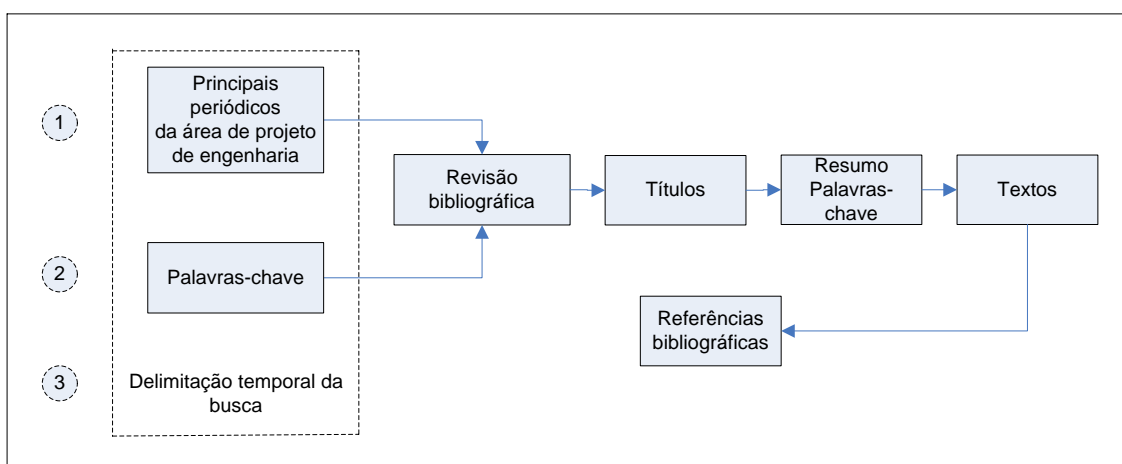


Figura 45: Síntese da metodologia empregada na pesquisa bibliográfica

Ressalta-se que na busca por artigos, cada uma das palavras-chave foi inserida também entre aspas, o que restringe a busca por resultados em que ambas se apresentem juntas, enquanto que sem as aspas podem ser obtidos resultados em que as duas palavras apareçam separadas.

Outro procedimento empregado foi a redução da gama dos resultados obtidos – que se muito ampla dificultaria o tratamento crítico – por meio da restrição das buscas ao atributo “*title*”, dos mecanismos de “*search*”, para evitar incluir na busca artigos que contenham palavras-chave em seus *abstracts*.

Com base na aplicação dos critérios de busca, partiu-se para a busca dos artigos. Essa busca consistiu, em primeira instância, na avaliação dos seus títulos. Os artigos cujos títulos foram considerados significativos para a pesquisa tiveram seu resumo e palavras-chave avaliados. Em segunda instância, os artigos considerados relevantes, com base na leitura dos seus resumos e palavras-chave, tiveram seu texto lido

integralmente e o conteúdo analisado. Ressalta-se que atenção também foi dedicada às referências bibliográficas citadas nesses artigos. Dessa consideração decorreu a identificação de novos títulos aparentemente pertinentes à pesquisa.

A aplicação dos procedimentos de busca deu origem a um primeiro acervo de artigos que, submetidos a novos ciclos de análise, originaram a seleção de novos documentos. Ao resultado desse processo iterativo foram adicionadas outras referências bibliográficas como livros, teses e dissertações, que permitiram formar o arcabouço teórico que sustenta o desenvolvimento desta dissertação.

Como primeiro passo para a identificação dos periódicos, no Portal de Periódicos CAPES foi inserida a palavra-chave *design*. Analisando-se a lista de resultados (103), selecionou-se, *a priori*, o periódico intitulado “*Design Studies: International Journal for Research in Engineering, Architecture, Products and Systems*”, devido à significativa incidência nesse periódico, de publicações dos autores clássicos. Posteriormente, a busca realizada na base *Science Direct* permitiu a verificação de que o periódico *Design Studies* é o único *journal* da área de *design*.

Da busca procedida no periódico *Design Studies* – restrita ao período de 2004 a 2009 – resultaram 237 artigos, segundo o critério da leitura dos títulos. Desses, 17 foram selecionados, com base na leitura dos resumos e das palavras-chave. Foi procedida então a leitura, na íntegra, dos textos desses 17 artigos, tendo sido selecionados cinco, por conterem uma abordagem considerada significativa para o assunto estudado nesta dissertação. O resultado desse processo de busca e seleção, com uma breve justificativa quanto à pertinência, é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Resultado do processo de busca e seleção em *Design Studies*

Volume/ Issue/ Ano	Título do Artigo	Justificativa quanto à pertinência
30/1/2009	<i>Exploring problem decomposition in conceptual design among novice designers</i>	não pertinente
30/1/2009	<i>Donald Schön, Herbert Simon and The Sciences of the Artificial</i>	Discute aspectos centrais das abordagens de dois dos principais autores do tema estudado

Volume/ Issue/ Ano	Título do Artigo	Justificativa quanto à pertinência
30/3/2009	<i>Design: one, but in different forms</i>	Aborda a centralidade do usuário em processo de projeto
29/2/2008	<i>The ideation gap: hybrid tools, design flow and practice</i>	não pertinente
29/2/2008	<i>Using visual representation of concepts to explore users and designers' concepts of everyday products</i>	não pertinente
29/3/2008	<i>Viewpoint Design education in Brazil</i>	Aborda a educação em projeto (projeto) no Brasil
29/5/2008	<i>Design as communication: exploring the validity and utility of relating intention to interpretation</i>	não pertinente
28/1/2007	<i>Editorial Forty years of design research</i>	Apresenta um abrangente histórico da atividade de projeto
28/1/2007	<i>The enactment of design through language</i>	não pertinente
28/3/2007	<i>Learning to talk to users in participatory design situations</i>	não pertinente
28/3/2007	<i>Editorial Special issue on participatory design</i>	não pertinente
27/1/2006	<i>Describing multiple aspects of use situation: applications of Design Information Framework (DIF) to scenario development</i>	não pertinente
27/3/2006	<i>Designing as a conversation with digital materials</i>	não pertinente
27/5/2006	<i>Solution driven versus problem driven design: strategies and outcomes</i>	não pertinente
27/5/2006	<i>How designers perceive sketches</i>	não pertinente
26/3/2005	<i>View points in co-design Viewpoints in co-design: a field study in concurrent engineering</i>	não pertinente
25/5/2004	<i>Expertise in design: an overview</i>	Trata aspectos de diferenciação entre projetistas experientes e novatos

A busca por periódicos na Base ISI foi procedida pela inserção, no campo *subject*, das palavras-chave previamente definidas. Nessa busca foram considerados também como critério de seleção a disponibilidade do texto integral (*full text*) e o número de citações. Segundo os critérios empregados, os artigos aproveitados da base ISI para compor o referencial teórico desta dissertação foram somente os selecionados

previamente na busca efetuada por meio do Portal CAPES. Na base ISI foi aplicado um recurso de refinamento de busca (*subject area*), que restringe os resultados a artigos da área de engenharia.

Na base *Science Direct* a busca foi implementada a partir do recurso de busca avançada (*advanced search*), inserindo-se as palavras-chave no campo *Terms*, em *title*; assinalando “*journals*”, em *include*; “*all sources*”, em *source*; “*engineering*”, em *subject*; e “*2004 to present*”, em *date*.

Na Tabela 1 é apresentado o resumo da pesquisa bibliográfica realizada nas bases ISI e *Science Direct*.

Tabela 1: Resumo da pesquisa bibliográfica nas bases ISI e *Science Direct*

Palavra-chave empregada	Resultados obtidos da busca em “ <i>title</i> ”		
	Base Science Direct	Base ISI	
		Sem refinamento	Refinamento em <i>subject area: engineering</i>
Design Process	351	3.133	2.127
“ Design Process ”	63	254	162
Design Activity	23	763	61
“ Design Activity ”	11	07	07
Activity Project	03	146	59
“ Activity Project ”	00	4	*
Engineering Design	153	941	553
“ Engineering Design ”	62	290	192
Engineering Project	17	182	120
“ Engineering Project ”	07	39	31
Project Management	57	1.083	546
“ Project Management ”	17	496	259

* sem opção de refinamento por *engineering*.

Em um processo complementar de busca direcionada a artigos avulsos indicados pelo Orientador, considerados relevantes para a pesquisa, bem como artigos citados em referências selecionadas do periódico *Design Studies*, foram acessados artigos dos seguintes periódicos da base *Science Direct*: *Applied Ergonomics: Human Factor in Technology and Society* (acessado também por meio do Portal CAPES, inserindo-se a

palavra *ergonomics*); *International Journal of Industrial Ergonomics (IJIE)*; e *Safety Science*.

Aplicando-se os critérios de busca e seleção pré-definidos para esta pesquisa, nenhum outro artigo foi selecionado desses periódicos, senão os artigos especificamente indicados.

Além dos artigos da base *Science Direct*, artigos publicados em eventos promovidos pela *Society of Petroleum Engineer – SPE* (<http://www.spe.org>) e pela Sociedade Brasileira de Engenharia Naval – SOBENA (<http://www.sobena.org.br>), indicados ao longo do processo de orientação ou citados em outras referências compulsadas, suscitaram o acesso a outros artigos pertinentes a essas Sociedades, segundo os critérios de busca e seleção estabelecidos. Observa-se que a busca por artigos publicados em congressos e conferências da SOBENA se faz pela pesquisa ao título desejado, por meio de digitação de palavra-chave e posterior solicitação do artigo.

Desse processo complementar foram selecionados três artigos da *Applied Ergonomics*; um da *Safety Science*; dois do *International Journal of Industrial Ergonomics*; um da SPE; e três da SOBENA, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Resumo dos artigos compulsados em *Science Direct*; SPE; e SOBENA

PERIÓDICOS / INSTITUIÇÕES					CONDUTA
SCIENCE DIRECT			SPE	SOBENA	
APPLIED ERGONOMICS	SAFETY SCIENCE	IJIE			
12	13	06	48	06	ACESSADOS
03	01	02	01	03	SELECIONADOS

No Quadro 2 são apresentados os títulos dos artigos selecionados em *Science Direct*; **SPE**; e **SOBENA**, com a respectiva justificativa para a consideração no referencial teórico dessa dissertação.

Quadro 2: Artigos selecionados em *Science Direct*, SPE; e SOBENA

Periódico/ Instituição	Título do Artigo	Justificativa quanto à pertinência
APPLIED ERGONOMICS (Science Direct)	<i>How do designers represent to themselves the users' needs?</i>	Abordagem sobre a consideração das necessidades do usuário; e autora (Darses) muito utilizada no referencial teórico
	<i>Exploring problem decomposition in conceptual design among novice designers Ergonomic criteria in large-scale engineering design – I Management by documentation only? Formal organization vs. designer's perception</i>	Aborda o método utilizado no estudo de caso da dissertação e o conflito das informações com a capacidade de processamento dos engenheiros em projeto
	<i>Ergonomic criteria in large-scale engineering design – II Evaluating and applying requirements in the real world of design</i>	Aborda o afastamento entre projetista e usuário; e a carência de experiência operacional dos projetistas
SAFETY SCIENCE (Science Direct)	<i>Human factors integration – Bridging the gap between system designers and end-users: a case study</i>	Aborda a importância da consideração do usuário final em projetos
IJIE (Science Direct)	<i>Documentation in large-scale engineering design: information processing and defensive mechanisms to generate information overload</i>	Aborda o processamento de informação em projeto; e mesmos autores dos artigos selecionados da <i>Applied Ergonomics</i>
	<i>A case study of the use of ergonomics information in a heavy engineering design process</i>	Aborda a carência de conhecimento dos projetistas em processo de projeto e as sessões de HAZOP
SPE	<i>Experience Transfer from Operational Environments to Installation Design: Why, How and What?</i>	Aborda aspectos da transferência de experiência
	<i>Design for a Healthy Working Environment Engineering Practices and Tools used in the Norwegian Petroleum Industry</i>	Aborda a importância em observar as condições de operabilidade e manutenção em projeto
SOBENA	Projeto Preliminar: Uma Revisão Crítica. XIX Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore	Enuncia etapas de um processo de projeto
	Metodologia de Gerenciamento do Projeto MonoBR. XX Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore	Aborda a carência de metodologias em projetos
	Sobre a natureza da atividade de projeto. XV Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval	Apresenta definições sobre processo de projeto

ANEXO II

RESUMO DO ARTIGO PUBLICADO NOS ANAIS DO 7^o CBGDP

CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, CBGDP 2009
3 - 5 AGOSTO 2009, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP, BRASIL

UMA PROPOSTA DE CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE PROJETO E DAS RELAÇÕES COM O USO DE SISTEMA CAD

Ricardo Manfredi Naveiro (COPPE /UFRJ) - maveiro@poli.ufrj.br
Francisco José de Castro Moura Duarte (COPPE /UFRJ) - fjcmduarte@gmail.com
Renato Porthun (COPPE /UFRJ) – porthunrenato@hotmail.com

RESUMO

Este artigo tem por objetivo caracterizar a atividade de projeto por meio da apresentação dos seus principais conceitos e abordagens e, com base nessa caracterização, procurar estabelecer uma relação dessa atividade com a utilização de sistemas CAD. Para a consecução do objetivo, discorre sobre a natureza da atividade de projeto, e enfatiza as perspectivas coletiva e individual da atividade. Em seguida, apresenta os elementos essenciais inerentes ao processo de projeto e as principais dimensões sob as quais autores clássicos pertinentes ao tema abordam o referido processo. Apresenta também uma breve explanação sobre CAD, com o propósito de embasar a correlação da atividade de projetar com o uso desses sistemas. Por fim, de modo a corroborar a proposição das relações da atividade de projeto com o uso de sistemas CAD, apresenta relatos de situações práticas reais observadas a partir de um estudo de caso de um processo de projeto em que se utilizam esses sistemas.

Palavras-chave: processo de projeto, uso de sistemas CAD, natureza da atividade de projeto.

ANEXO III

ROTEIRO DAS ENTREVISTAS

TEMA	PROPÓSITO	ENTREVISTADOS	PERGUNTAS
1	<p>Identificar os elementos que fazem referência ao uso, no que concerne a facilidade de acesso, posicionamento de dispositivos de manobra, e qual a percepção dos projetistas acerca desses elementos.</p>	<p>Diretor de Engenharia da PROJEMAR Equipe de projeto (Gerente, Líderes de disciplina, Supervisor, Projetistas); GRUFIS; CENPES</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Os projetistas recebem informações expressas e precisas acerca de problemas reais verificados em projetos anteriores, hoje em operação, isto é, sabem se um determinado sistema apresenta problema crítico e recorrente de operação ou de manutenção, como a dificuldade de limpeza de um filtro ou a operação de uma válvula, por exemplo? 2) Como o projetista vê e projeta as soluções para as situações operacionais críticas apontadas pelo usuário, tais como posicionamento de válvulas; meios de acesso a válvulas? 3) Os projetistas têm em mente as necessidades do usuário? 4) Que elementos os projetistas utilizam para pensar no uso (documentos de referência, “o que” pensam, “como” pensam)? Por que colocar uma válvula numa determinada posição? 5) Os projetistas têm informação expressa e formalizada de quais e como são realizadas as atividades dos operadores dos sistemas projetados e qual é a frequência de operação e de manutenção dos respectivos dispositivos e equipamentos? 6) Como conjugam os requisitos de desempenho funcional do sistema, com as necessidades de operação e manutenção? 7) Como é a consideração ao usuário nas tomadas de decisão? É prioritária ou prevalecem os aspectos técnico-construtivos? 8) Existe material a ser consultado, que comprove a consideração ao uso? Por exemplo, existem recomendações ergonômicas ou de posicionamento e acesso a dispositivos? 10) Os projetistas têm conhecimento de requisitos e especificações de ergonomia e fatores humanos? 11) Como ocorrem as influências da Fiscalização e do E&P?

TEMA	PROPÓSITO	ENTREVISTADOS	PERGUNTAS
2	Identificar a fase de projeto ou do momento em que se insere a consideração ao uso.	Equipe de projeto (Gerente, Líderes, Supervisor, Projetistas); Participante do Projeto Básico, GRUFIS, CoEmb, GPlat	<ol style="list-style-type: none"> 1) Em que momento do processo de projeto se insere a consideração ao uso? 2) Os operadores ou seus representantes, diretos ou indiretos, participam ou interferem em algum momento do processo de projeto? 3) Existe um momento ou instância do Projeto de Detalhamento em que ocorre a confrontação entre os projetistas (das diversas disciplinas) e o usuário? Qual é e nesse(s) momento(s) é verificada a adequação do objeto projetado ao uso?
3	Verificar os fatores de contribuição para a melhora e piora das plataformas, decorrentes de modificações no processo de projeto.	Projetistas, GRUFIS, Pessoal do E&P (CoEmb, GPlat)	<ol style="list-style-type: none"> 1) O que melhorou nas plataformas? Por que melhorou? Foi a participação do usuário, a automação, o modo como é projetada? 2) A evolução dos sistemas CAD contribuiu para a melhoria da qualidade dos projetos, no que diz respeito ao uso?
4	Rastrear das situações operacionais críticas, junto ao usuário, subentendido como o próprio operador ou representante deste, e confrontar junto ao projetista, para verificar como as situações críticas de operação identificadas em projetos anteriores são consideradas pelos projetistas da P-55.	Pessoal do E&P (CoEmb; GPlat); e Diretor de Engenharia da PROJEMAR	<ol style="list-style-type: none"> 1) Quais os problemas operacionais existentes a bordo? 2) O que originou esses problemas? 3) Por que aconteceram em projetos de plataformas anteriores? 4) Se aconteceram em plataformas anteriores, por que não vão ocorrer na P-55? 5) O pessoal operativo, do E&P, consegue antecipar, na fase de projeto, problemas operacionais futuros?
	Identificar como os documentos do projeto são comentados pelos futuros usuários e pela Fiscalização, em referência ao uso.	GRUFIS; Coodenador (PETROBRAS); Gerente (EAS); e Projetistas	<ol style="list-style-type: none"> 1) Como é feito o acompanhamento do projeto? 2) Quais são os documentos comentados? 3) Como são feitos os comentários? 4) Qual o conteúdo dos comentários?
	Verificar a contribuição do <i>design review</i> e do HAZOP para melhoria da qualidade do projeto, no que diz respeito ao uso.	Equipe de projeto (Gerente, Líderes, Supervisor, Projetistas); e Representante do GRUFIS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Quantas sessões de <i>design review</i> foram realizadas durante a fase do Projeto de Detalhamento? 2) Quantas tiveram a participação de representante da disciplina de "Tubulação"? 3) Quem participou das sessões? O E&P participou? 4) O que é modificado em função do que se observa e se discute nas sessões? Quais são os documentos gerados com base nas sessões? 5) O HAZOP é uma instância que propicia a consideração do uso?

Tema 1: Elementos utilizados para pensar no uso nas tomadas de decisão

Tema 2: Momentos em que se insere a consideração do uso

Tema 3: O contexto atual e os impactos sobre a consideração do uso

Tema 4: Consideração a problemas reais referentes ao uso

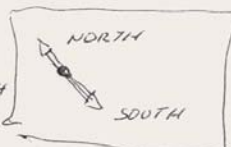
ANEXO IV

ORIENTAÇÕES – OBJETO INTERMEDIÁRIO - PARA O PROCESSO DE MONTAGEM, NO ESTALEIRO

CONSIDERAÇÕES GERAIS


1 - ORIENTAÇÕES NOS DESENHOS DE ISOMÉTRICOS. ①

1.1 - SKETCH



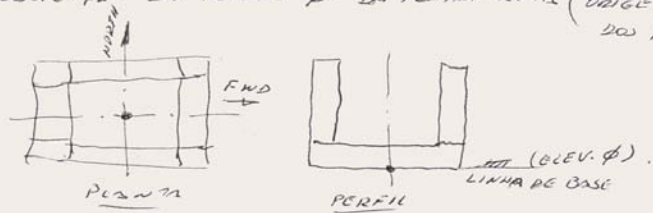
NORTH = BOMBORDO
SOUTH = BORESTE

1.2 - COORDENADAS.



~~KE~~ EAST (JUNTO) / WEST (RÉ)
N NORTH (BOMBORDO) / SOUTH (BORESTE).
EL ELEVATION (ELEVAÇÃO EM RELAÇÃO A LINHA DE BASE)

1.3 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO "Ø" DA PLATAFORMA (ORIGEM DAS COORDENADAS DOS ISOMÉTRICOS).



PLANTA

PERFIL

(ELEV. Ø)
LINHA DE BASE

2. DESENHOS DE FABRICAÇÃO:

- SPDOES (~~EM~~ EMITIDOS JUNTO AOS DESENHOS DE ISOMÉTRICOS).
- PENETRAÇÕES
- SUPORTES

2.1. DESENHOS DE SPOOLS

2

2.1.1 - OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:

- a) LUVAS INDICADAS NOS DESENHOS DE SPOOLS GALVANIZADOS,
- LUVAS PARA SPOOLS DA SPEC BIS → FABRICAR AS LUVAS DE ACORDO COM O DESENHO "PIPING PRACTICES" REV. B (EM ELABORAÇÃO).
 - OUTRAS LUVAS → PODERÃO SER FABRICADAS DE ACORDO COM O DESENHO "PIPING PRACTICES" REV. A.

2.1.2 - FLANGES DOS SPOOLS DA SPEC BIS.

- DEVERÃO SER SOLDADOS AO TUBO POR MEIO DE GABRITO, PARA ~~POSSIBILITAR~~ POSSIBILITAR A CENTRALIZAÇÃO DO FLANGE COM O TUBO MARLOY, DEVIDO A FOLGA EXCESSIVA ENTRE O DIÂMETRO EXTERNO DO TUBO E O LORO CENTRAL DO FLANGE.
- OBS: ESTE CUIDADO ESPECIAL DEVE SER OBRIGATORIO QUANDO O FLANGE DO SPOOL FOR CONECTADO A UMA VÁLVULA WAFER OU LUG. NESSE CASO É IMPORTANTE OBSERVAR O DESENHO DE SIMÉTRICO E VERIFICAR ONDE O FLANGE DO SPOOL ESTÁ CONECTADO.
- EM COMPLEMENTO AO INDICADO NA OBSERVAÇÃO ACIMA, QUANDO HOUVER VÁLVULA WAFER OU LUG FOR CONECTADA AO FLANGE DA SPEC BIS (MARLOY), TORNA-SE NECESSÁRIO USAR ESPACADOR ENTRE A PAREDE DO TUBO, OU ~~INSERIR~~ INSERIR FLANGE (QUANDO POSSÍVEL).

2.1.2 - SPOOL DE AJUSTE.

~~EXISTEM DOIS TIPOS DE SPOOLS DE AJUSTE~~

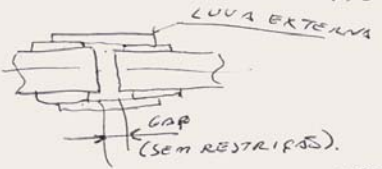
a) IDENTIFICAÇAS DE SPOOL DE AJUSTE.

OS SPOOL DE AJUSTE SÃO IDENTIFICADOS ~~EM~~ TANTO NO ISOMÉTRICO COMO NO DESENHO DE SPOOL PELO SÍMBOLO DA SOLDA (FFW). NESSE CASO O SPOOL DEVERÁ SER PROVIDO DE SOLDA PONTEADA (TACK WELD) ONDE INDICADO NO DESENHO DE SPOOL, SENDO QUE A ~~PEÇA~~ ^{SOLDA} DEFINITIVA DEVERÁ SER GRÉVADA JORNENTE APÓS A MONTAGEM DA LINHA DE TUBULAÇÃO NA REFERIDA ÁREA.

b) DEVIDO A LIMITAÇÕES DO SOFTWARE PDS, EM ALGUNS CASOS EXISTEM SPOOL DE AJUSTE FORMANDO UMA ÚNICA PEÇA. ESSAS PEÇAS DEVERÃO SER AJUSTADAS NA LINHA

c) AS LUVAS DOS SPOOLS DE AJUSTE ^{DOS LINHAS DE DEBIDO (DA),} ^{SUPLINHA (SPJ)} EXTERNAS ^{PODERÃO SER USADAS}

PARA AJUSTE SEM NECESSIDADE DE SOBREMEDIDA NO TUBO PARA AJUSTE. NESSE CASO ~~O AJUSTE SERÁ FEITO DEVE A~~ FOLGA ENTRE AS PEÇAS DE SPOOL SERÁ DESCONSIDERADA.



OBSS:
1 - ~~EM~~ MAIORES DETALHES, REFERIR-SE A REV.B DO DESENHO "PIPING PRACTICES". QUANTO A APLICAÇÃO DA LUVA EXTERNA PARA AJUSTE DE TUBOS,

2 - OS TUBOS DE AJUSTE ~~DEVERÃO SER GALVANIZADOS~~ ^{SÓ DEVERÃO SER GALVANIZADOS} APÓS O AJUSTE FINAL ~~EM~~ ^{EM} LÍQUIDA DO MESMO NA LINHA DE TUBULAÇÃO.

4

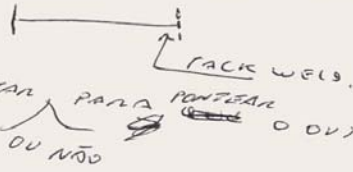
c) TUBOS DE HOOK-UP

• OS TUBOS DE HOOK UP, SÃO TUBOS DE AJUSTE QUE SERÃO APLICADOS APÓS A UNIDADE DE BLOCOS, E SÃO IDENTIFICADOS ~~COM HOOK UP~~ NA LISTA DE ISOMÉTRICOS NA COLUNA REMARKS.

~~FOI ADOTADO QUE NO TIPO DE HOOK UP SOMENTE 1 FLANGE SERÁ PONTADO NO TUBO DE HOOK UP~~
PELO PROTEC

• FOI ADOTADO QUE ~~NO~~ SOMENTE 1 FLANGE SERÁ PONTADO PARA AJUSTE, QUANDO ~~FOR~~ O SPOOL FOR UMA PEÇA RETA. CABE ~~A~~ ~~PROTEC~~ DO ESTALEIRO VERIFICAR SE EXISTE A NECESSIDADE DE PONTAR O 2º FLANGE

FICA A CARGO DO ESTALEIRO OPTAR PARA PONTAR O OUTRO FLANGE DO SPOOL.



5) SPOOLS DAS LINHAS QUE AINDA NÃO FORAM LIBERADAS COM O "STATUS" "FOR CONSTRUCTION".

- É IMPORTANTE OBSERVAR QUE ALGUNS ISOMÉTRICOS NÃO FORAM EMITIDOS NO STATUS FOR CONSTRUCTION, DEVIDO A FALTA DE ALGUMA TIPO DE ~~INDICADOR~~ PENDÊNCIA COM REQUERIMENTO DE FABRICANTE. DESTA FORMA CABERÁ AO ESTALEIRO DECIDIR A FABRICAÇÃO OU NÃO DOS SPOOLS DAS REFERIDAS LINHAS, OU AGUARDAR A REVISÃO DO ISOMÉTRICO PARA O STATUS FOR CONSTRUCTION.

2.2 DESENHOS DE PENETRAÇÃO

(5)

~~2.2 PENETRAÇÃO~~

TODAS AS INFORMAÇÕES RELATIVAS A FABRICAÇÃO (*)
LOCALIZAÇÃO E FURAS DO ~~ESTRUTURA NA PLATAFORMA~~ (*)
PARA A MONTAGEM DAS PENETRAÇÕES ^{DOS LINHAS DE TUBULAÇÃO E VAC} ESTAS INDICADAS
NOS DESENHOS "PENETRATION PIECES":

NOTAS:

- A- (*) → EXCETO PARA AS PENETRAÇÕES DAS REDES
DA SPEC B15 (MARILBY), AS QUAL DEVERÃO
SER FABRICADAS E INSTALADAS, OBSERVANDO-SE
AS INFORMAÇÕES DO DESENHO "PIPING PRACTICES" REV. B
B - TODAS AS PENETRAÇÕES DAS LINHAS DN $\leq 1\frac{1}{2}$ " ESTÃO SENDO
FABRICADAS E LOCALIZADAS NOS DESENHOS DE PENETRAÇÕES

2.3 DESENHOS DE SUPORTES

TODAS AS INFORMAÇÕES RELATIVAS ^{PARA A FABRICAÇÃO}
DOS SUPORTES ^{DE TUBULAÇÃO E VAC} ESTAS CONTIDAS NOS DESENHOS
DE SUPORTES. PARA A MONTAGEM DOS MESMOS
FAVOR REFERIR-SE AOS DESENHOS DE "PIPING PLAN"
E ISOMÉTRICOS.

OBS: OS SUPORTES PARA AS LINHAS DE TUBULAÇÃO
DN $\leq 1\frac{1}{2}$ " SERÃO DEFINIDOS PELO ESTALEIRO.

3. DESENHOS DE MONTAGEM

- PIPING PLAN
- ISOMÉTRICOS
- SUPORTES (*)
- PENETRAÇÕES (*)

3.1 - PIPING PLAN

DESENHO ONDE ESTÃO REPRESENTADAS ~~AS~~ ^{E IDENTIFICADAS} TODAS AS REDES DE TUBULAÇÃO DE UMA DETERMINADA REGIÃO (BLOCO) COM AS SUAS ~~RESPECTIVAS~~ ^{COTAS DESTINADAS À MONTAGEM} LOCALIDADES ~~DE~~ ^{EM RELAÇÃO À ESTRUTURA} SUPORTES E PENETRAÇÕES DAS LINHAS.

3.2 - ISOMÉTRICOS

DESENHOS EXTRAÍDOS DIRETAMENTE DO PDI, INDICANDO O POSICIONAMENTO DE SUPORTES E PENETRAÇÕES NAS LINHAS. TODAS AS ORIENTAÇÕES INDICADAS NOS ISOMÉTRICOS REFEREM-SE AO PONTO "0" (ORIGEM) DA PLATAFORMA (VER ITEM 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS).

OBS:

(*) OS DESENHOS DE SUPORTES E PENETRAÇÕES ~~PODEM~~ ^{PODEM} SER USADOS COMO ~~RECURSOS~~ "AJUDAS" NA MONTAGEM DA TUBULAÇÃO.

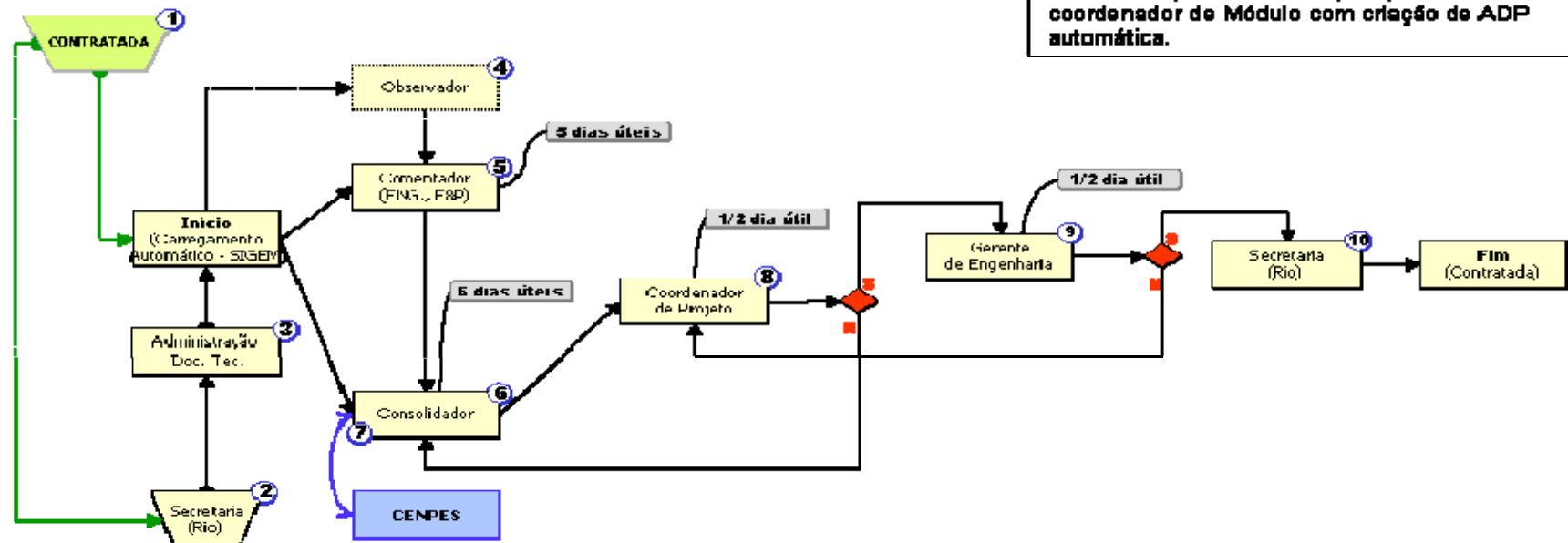
ANEXO V

WORKFLOW DE COMENTÁRIOS E INFORMAÇÃO SOBRE DOSCUMENTOS DO PROJETO DE DETALHAMENTO

Workflow de Comentários

Documentos do Projeto de Detalhamento

Documentos de Fornecedor



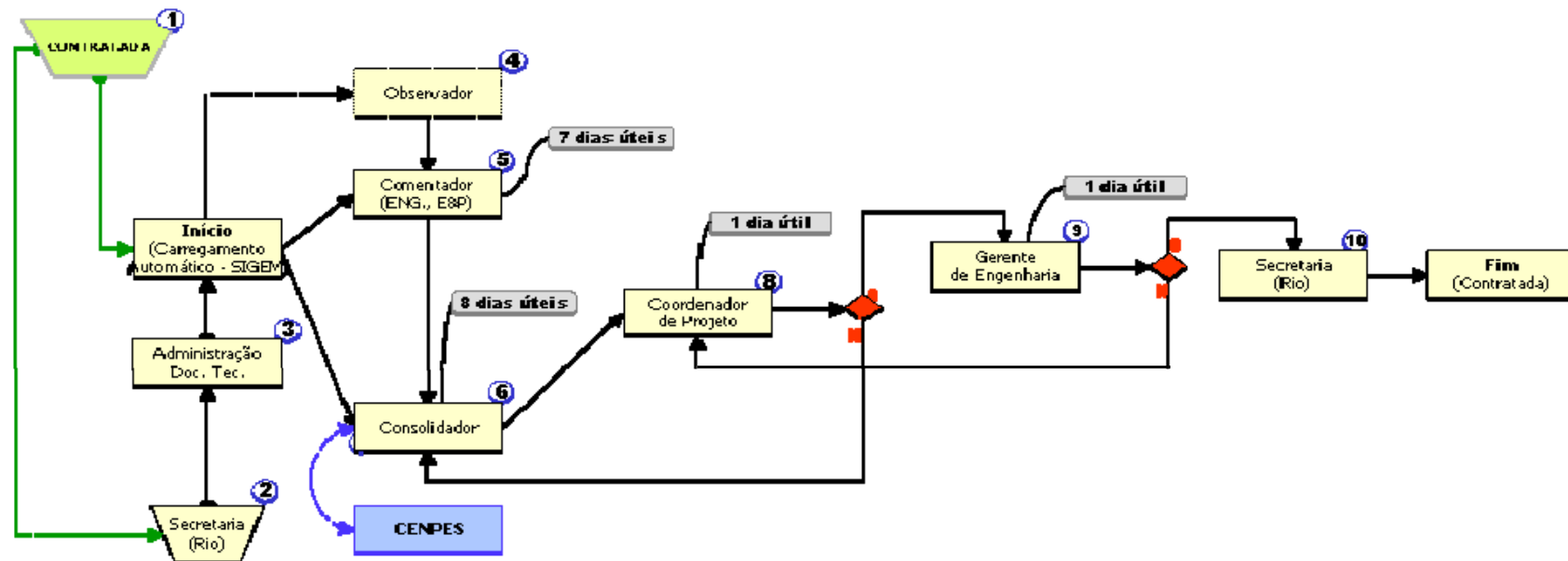
Documentos "PARA COMENTÁRIOS" com decurso de prazo no 7º dia, cai para o coordenador de Módulo com criação de ADP automática.

- 1 – Contratada envia GRDT em via eletrônica, para carregamento automático, e via em papel. A contagem do prazo para análise contratual e registro de recebimento pela FNEV inicia-se a partir do carregamento no sistema.
- 2 – Secretaria informa recebimento da via em papel da GRDT, para Administração de Doc. Tec.
- 3 – Administração de Doc. Tec. Distribui as cópias em papel aos fiscais.
- 4 – Recebe aviso de entrada de documentos no SIGEM e envia comentários ao comentador da sua área, por e-mail.
- 5 – Elabora Comentário Gráfico. Após o término do prazo o documento é liberado automaticamente para seguir o fluxo.
- 6 – Elabora ADP, consolidando os Comentários Gráficos de E&P e Engenharia. Após o término do prazo o documento é liberado automaticamente para seguir o fluxo.
- 7 – Consolidador solicitará apoio do Cempes, via Coordenador de Projeto, quando julgar necessário.
- 8 – Verifica e libera análises da Equipe de Fiscalização. Pode Alterar/Emitir ADP para documentos com prazo expirado.
- 9 – Análise e aprova análises da Equipe de Fiscalização.
- 10 – Emissão imediata de GRDT eletrônica e envio da via em papel para contratada.

Workflow de Comentários

Documentos do Projeto de Detalhamento

Documentos do Projeto e TQF



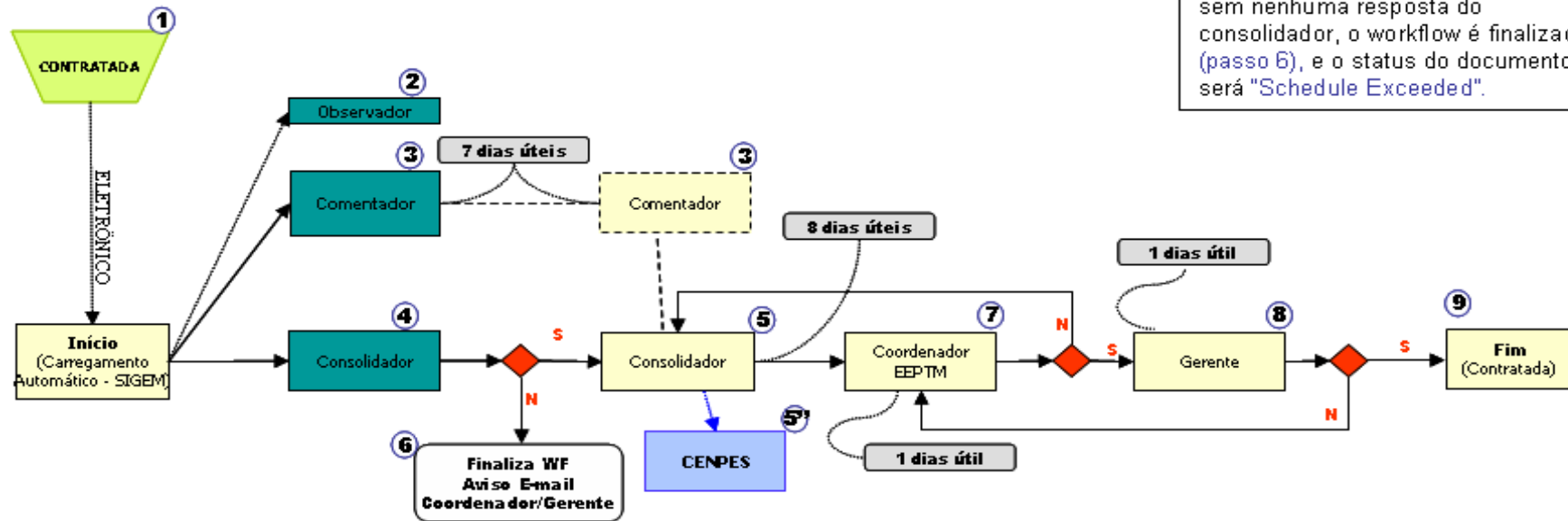
- 1 – Contratada envia GRDT em via eletrônica, para carregamento automático, e via em papel. A contagem do prazo para análise contratual e registro de recebimento pela PNBV iniciá-se a partir do carregamento no sistema.
- 2 – secretaria informa recebimento da via em papel da GRDT, para Administração de Doc. Tec.
- 3 – Administração de Doc. Tec- Distribui as cópias em papel aos fiscais.
- 4 – Recebe aviso de entrada de documentos no SIGEM e envia comentários ao comentador de sua área, por e-mail.
- 5 – Elabora Comentário Gráfico. Após o término do prazo o documento é liberado automaticamente para seguir o fluxo.
- 6 – Elabora ADP, consolidando os Comentários Gráficos de E&P e Engenharia. * Para TQF o comentário é no próprio formulário
- 7 – Consolidador solicitará apoio do Cnpes, via Coordenador de Projeto, quando julgar necessário.
- 8 – Análise e libera análises da Equipe de Fiscalização.
- 9 – Análise e aprova análises da Equipe de Fiscalização.
- 10 – Emissão imediata de GRDT eletrônica e envio da via em papel para contratada.

Fonte: Intranet da Petrobras

Workflow de Informação

Documentos do Projeto de Detalhamento

Documentos de Projeto e de Fornecedor



Após o prazo de 10 dias úteis no WF, sem nenhuma resposta do consolidador, o workflow é finalizado (passo 6), e o status do documento será "Schedule Exceeded".

- 1 – Contratada envia GRDT eletrônica para carregamento automático de documentos no Sigem
- 2 – Observador recebe via e-mail notificação da entrada do documento no sistema para seu conhecimento
- 3 – Comentador recebe o documento para realizar os comentários gráficos. *A Tarefa do comentador não prende o consolidador*
- 4- Consolidador recebe o documento e decide se deseja comentar. Caso decida comentar, o documento retorna para a sua pendência para comentários/voto (passo5). Caso decida NÃO comentar, o workflow do documento é finalizado (passo 6). *Após o prazo de 10 dias úteis, sem nenhuma resposta do consolidador, o workflow também é finalizado (passo 6), e o status do documento será "Schedule Exceeded".*
- 5- Elabora ADP consolidando os comentários gráficos do passo 3.
- 5" – Consolidador solicitará apoio do Cenpes, via Coordenador de Projeto, quando julgar necessário.
- 6 - Finaliza o WF, o sigem envia e-mail para coordenador/gerente e o status do documento será "Schedule Exceeded".
- 7- Analisa e libera análises da Equipe de Fiscalização.
- 8 – Analisa e aprova análises da Equipe de Fiscalização
- 9 – GRDT de saída emitida para a Contratada

ANEXO VI
CONTEÚDO DAS ADP ACESSADAS

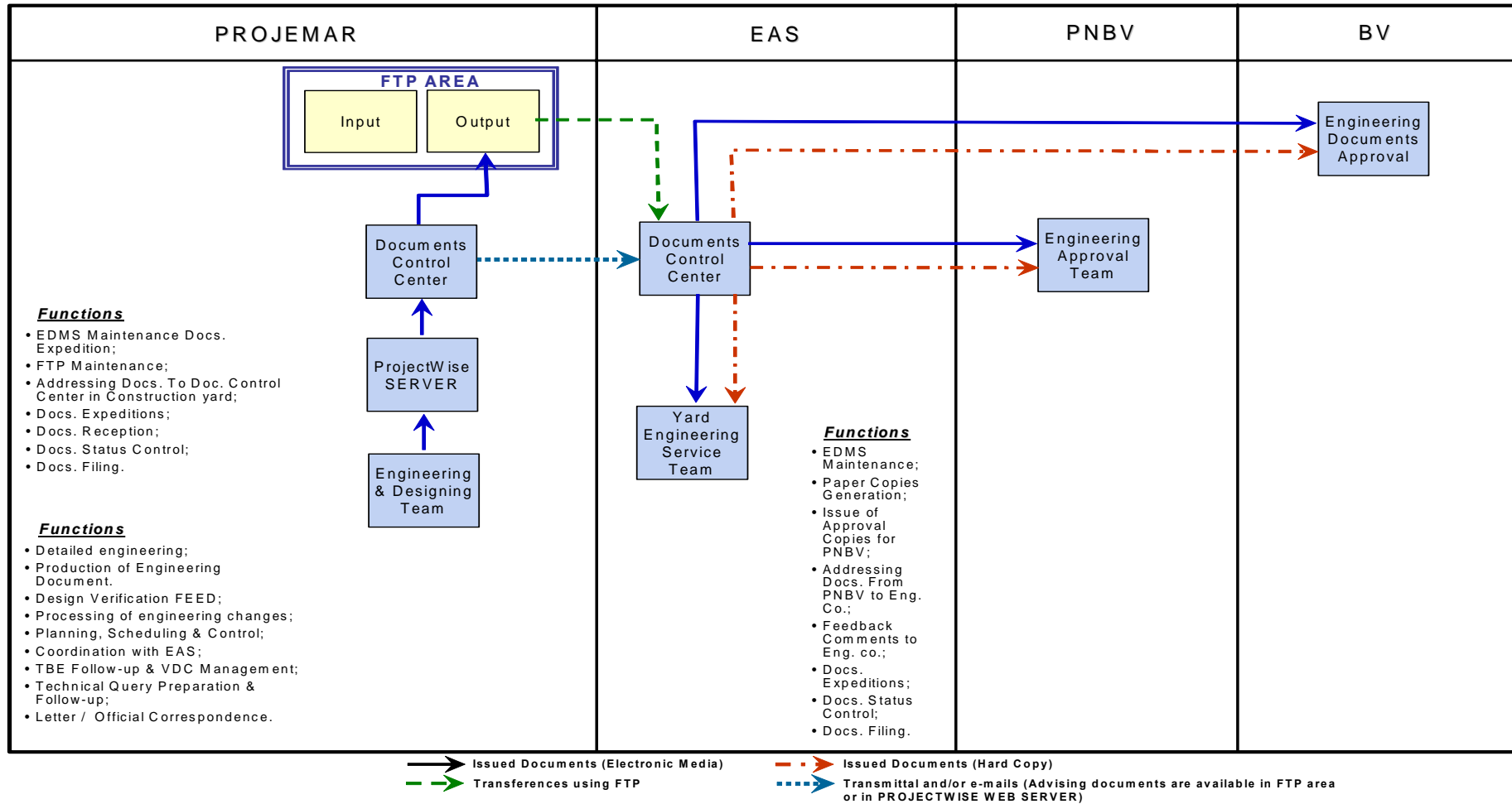
ADP	Título do documento	Status	Comentários
ADP-P55-EWE-00849	<i>Starboard Pump Room & Access Tunel / AFT (NAS-B/D) – Piping Plan</i>	<i>Released</i>	<i>No Comments</i>
ADP-P55-EWE-00720	<i>AFT Pontoon / CT (PAC A/B) – Piping Plan</i>	<i>Comments Added</i>	<i>EAS shall remove to Hold List</i>
	<i>AFT Pontoon / PS (PAP A/B) – Piping Plan</i>		
	<i>Portside Pontoon / CT (PPM A/B) – Piping Plan</i>		
	<i>FWD Pontoon / PS (PFP A/B) – Piping Plan</i>		
	<i>Starboard Pontoon / CT (PSM A/B) – Piping Plan</i>		
ADP-P55-EWE-00906	<i>Pump Room A – Mechanical handling - Installation</i>	<i>Released</i>	<i>No Comments</i>
	<i>Pump Room B – Mechanical handling – Installation</i>		
ADP-P55-IEW-00106	<i>Piping Plan – Cuts and details – SRP</i>	<i>Comments Added</i>	<i>IEW shall include piping support; IEW shall issue Piping Stress Analysis; IEW shall take to measures to update dimensional of equipments, instruments, control valves, shutdown valves (SDV); e IEW shall take to measures to remove to hold list.</i>
	<i>Piping Plan SRP – Chemical Injection System</i>		
ADP-P55-EWE-00908	<i>Access Ladders, handrails and walkways in Pontoon SB – Installation and details</i>	<i>Comments Added</i>	<i>Verify interference of the P3 with brackets of structure</i>

Fonte: ADP fornecidas por participantes do projeto

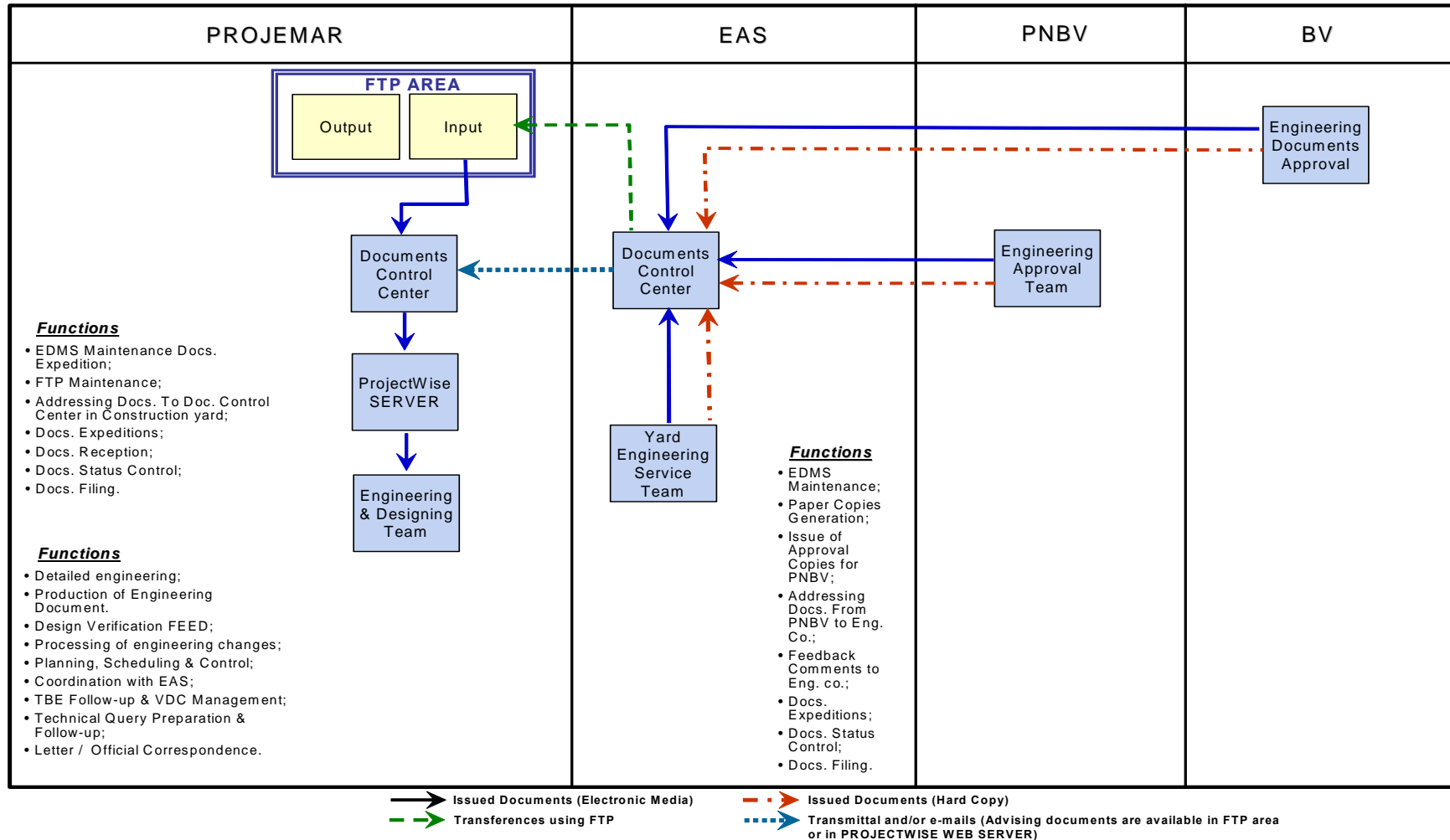
ANEXO VII

FLUXOGRAMA DO TRÂMITE DE DOCUMENTOS – GEDWP

F.P.U. PETROBRAS P55 - DOCUMENT FLOW CHART (ISSUED DOCUMENTS)

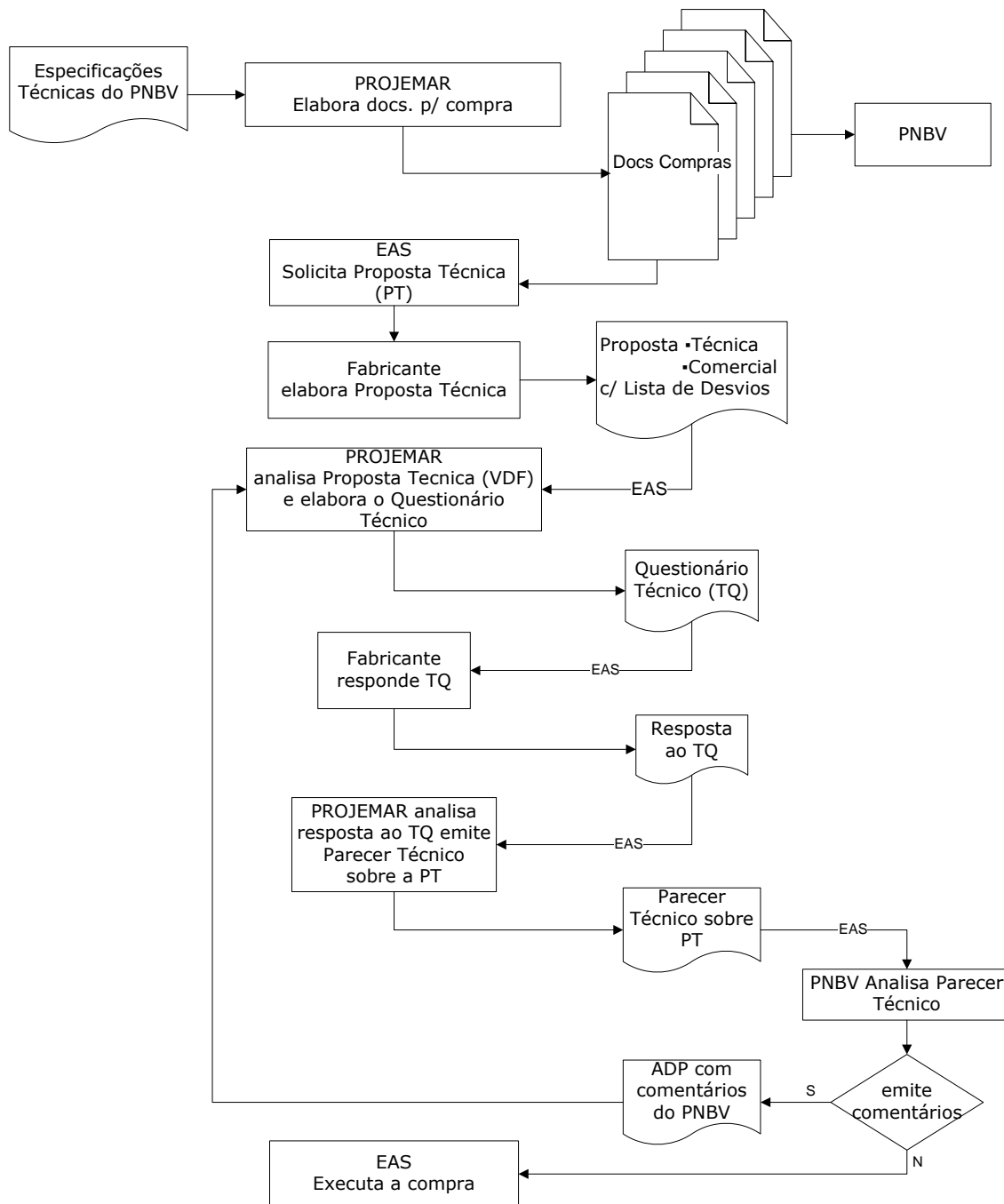


F.P.U. PETROBRAS P55 - DOCUMENT FLOW CHART (RETURNED DOCUMENTS)



ANEXO VIII

FLUXOGRAMA SINTETIZADO DO PROCESSO DE *PROCUREMENT* E RESPECTIVA DESCRIÇÃO



Fonte: próprio autor, com base em informações fornecidas por integrante do Projeto de Detalhamento

O processo tem início com a elaboração, pela PROJEMAR, dos documentos para compra, com base nas Especificações Técnicas (ET) fornecidas pelo PNBV. De posse desses documentos, o EAS solicita Propostas Técnicas (PT) aos fabricantes, para cotação dos equipamentos/materiais necessários.

A PROJEMAR analisa as Propostas Técnicas (PT), recebidas dos fabricantes, via EAS, contento a cotação; o desenho do item; e eventualmente a lista de desvios – discrepâncias entre o que consta nas ET e o que o fabricante pode efetivamente fornecer, o que caracteriza o procedimento de Verificação de Documentos do Fabricante (VDF). A PROJEMAR emite então um Questionário Técnico (Technical Query – TQ).

Durante este procedimento a EAS realiza a análise dos aspectos comerciais das PT. Os resultados das análises tanto técnicas – TQ, emitido pela PROJEMAR quanto comerciais, são enviados pela EAS para os fabricantes.

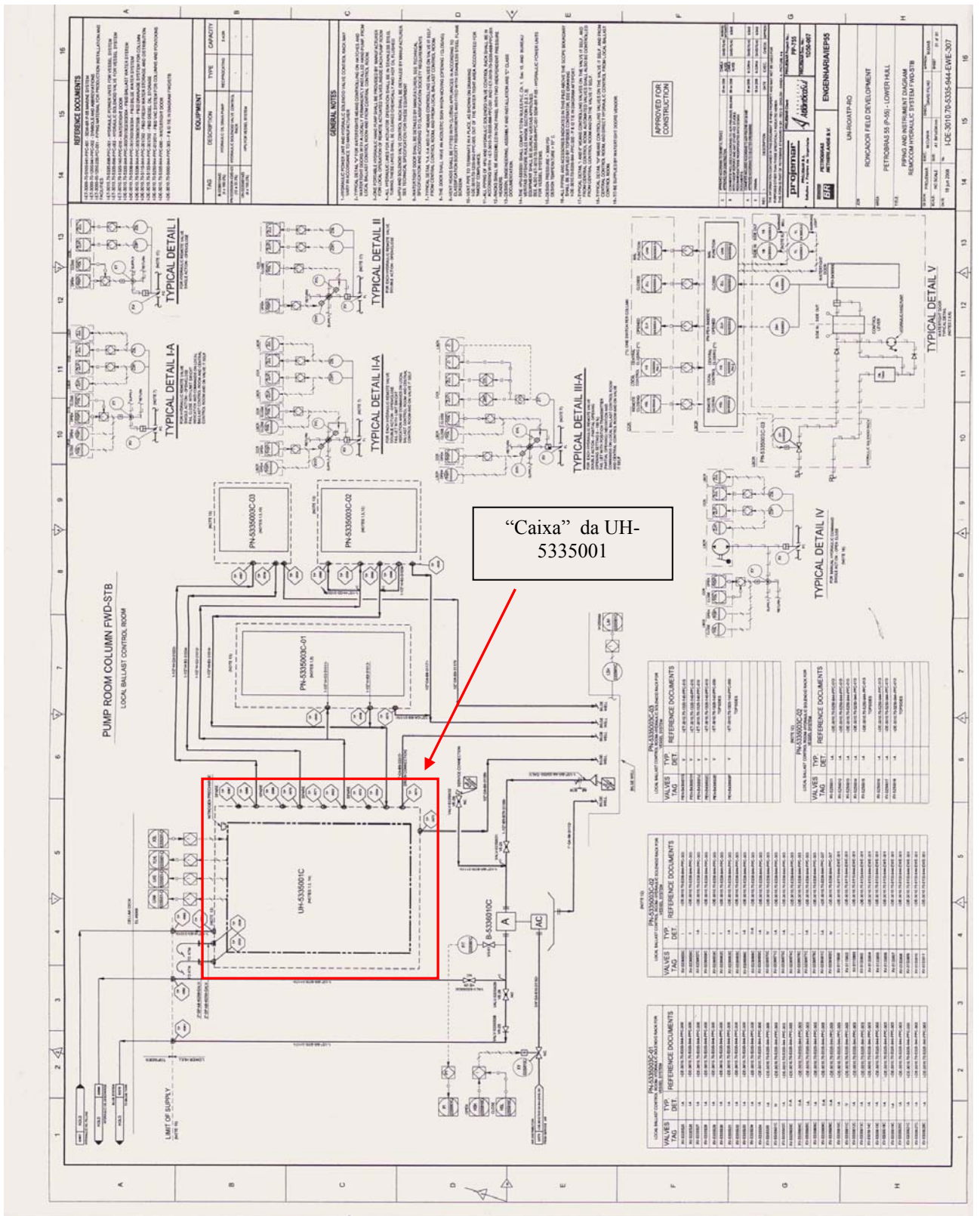
O fabricante, por sua vez, envia resposta ao TQ à PROJEMAR, via EAS. A PROJEMAR elabora então um mapa com as informações contidas nas PT – fornecedor, prazo, preço, desvios – e com base nesse mapa emite um Parecer Técnico (PTec), contendo os documentos básicos, as correspondências com perguntas e respostas e o próprio PTec. Esta coletânea é encaminhada à PNBV, via EAS.

A PNBV analisa o PTec e decide então sobre a compra do item. Caso haja algum comentário, este é feito por meio de um documento denominado *Design Document Analysis* (Análise de Documento de Projeto – ADP) e encaminhado à PROJEMAR para a reavaliação do processo.

Durante a análise da PT, é responsabilidade da PROJEMAR, especificamente do responsável pelo suporte à aquisição de equipamentos, verificar junto ao fabricante se todos os requisitos e exigências da PNBV estão sendo atendidos. Ela questiona o fabricante sobre aspectos construtivos e facilidades de acessos para operação, manutenção, desmontagem e retirada de componentes e equipamentos. Por outro lado, questiona também as eventuais inconsistências e incompatibilidades provenientes das ET emitidas pelo PNBV, mesmo tratando-se de documento tipo “A”.

ANEXO IX

DESENHOS DO REMOCOM




P&ID do REMOCOM Hydraulic System

ANEXO X

HISTÓRIA DA LUVA DUPLA

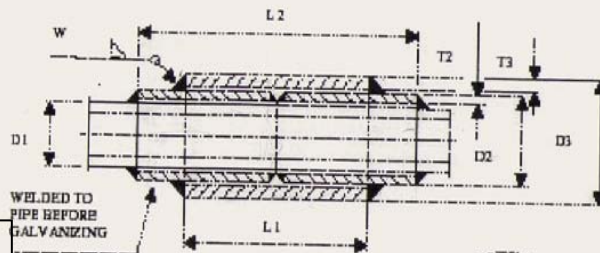
HISTÓRIA: Utilização de luvas duplas em junção de tubo galvanizado		DATA: 05 / 02 / 2009
TEMPO	FATOS OBSERVADOS	OBSERVAÇÕES (MINHAS) / AUTOCONFRONTAÇÃO
	<p style="color: red;">Contextualização:</p> <p>Documentos tipo “A”, emitidos pela PETROBRAS (CENPES), indicam a necessidade de utilizar luva dupla para conexões em linhas de tubo de aço carbono galvanizado e aço carbono <i>mariloy</i> galvanizado (ver desenhos elucidativos - os referidos desenhos constam no “Piping Practice”), para proteção do material da tubulação durante o processo de soldagem feito na oficina, isto é, para não queimar o galvanizado.</p> <p>Antes da galvanização, ao tubo é soldada uma parte da luva e então o conjunto tubo-luva é galvanizado. Em seguida, a parte externa da luva é soldada à parte interna, sem contato do calor com a superfície do tubo já galvanizado, e posteriormente as duas seções do tubo são unidas, <u>conforme ilustrado na página seguinte</u>.</p> <p>Essa prática é recente. Foi empregada para evitar a utilização de flanges, com o propósito de reduzir custo e peso da tubulação, entre outras razões.</p>	<p>Entretanto, um detalhe passou despercebido pelos projetistas, que como corpo técnico deveriam ter atentado para o problema e levantado o questionamento, qual seja: ao conectarem-se duas seções de tubo, por meio da luva dupla, não é possível fisicamente evitar que fique um pequeno espaço entre as seções conectadas, e entre o tubo e a parte interna da luva. Ao passar o fluido (água) pela tubulação, este se infiltrará pelos pequenos espaços e chegará até uma solda externa, feita no campo (representada no desenho), provocando a corrosão dessa solda.</p> <p>Esse problema poderá fazer com que seja modificado todo o arranjo de tubulação. O alento é que a tubulação de 12” é toda flangeada, e não soldada. Portanto, não precisará ser revisada.</p>

 PETROBRAS	TECHNICAL SPECIFICATION	Nr.: I-ET-3010.70-5000-200-PPC-201	Rev: A
	Area or Unit:	PETROBRAS 55 (P-55)	
	Title:	SEMI-BR P-55 - PIPING PRACTICE - LOWER HULL	
		Sheet: 7 of 26	SEP:

PP-005

JOINING SLEEVE FOR GALVANIZED PIPE

BW/BIS



Desatualização do Piping Practice



➔ N Ò É TUBO COMERCIAL

Pipe			Sleeve	Sleeve	Weld	Sleeve	Sleeve
Inch	ND	D1	L1	L2	W	D2xT2	D3xT3
1 1/2	40	48.3	110	150	3	76.1x12.5	101.6x8.1
2	50	60.3	110	150	3	88.9x12.5	114.3x11.1
2 1/2	65	73.0	110	150	3.5	101.6x11	127x11
3	80	88.9	150	200	4	114.3x11	139.7x11
4	100	114.3	150	200	4	139.7x11	165.1x11
6	150	168.3	240	300	4	193.7x10	219.1x11
8	200	219.1	240	300	5	244.5x10	267x10
10	250	273.0	240	300	5	298.5x10	323.9x11

3 1/2" x XS
4" x SCH 10

BW	B15	GALV. ??
DA	B9	GALV / PRETO
SP	AB	GALV.
W	B10	GALV.
SA	B10	GALV.

THE DATA, OR PART THEREOF, ARE PETROBRAS PROPERTY AND THUS MUST NOT BE USED IN ANY WAY WITHOUT PERMISSION

HISTÓRIA: Utilização de luvas duplas em junção de tubo galvanizado

DATA: 05 / 02 / 2009

TEMPO

FATOS OBSERVADOS

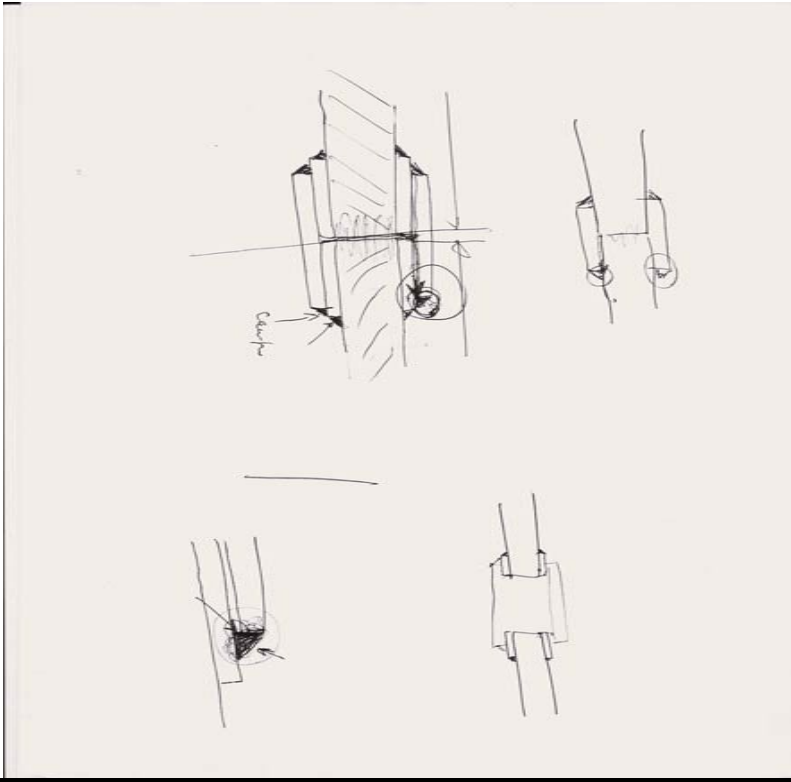
**OBSERVAÇÕES (MINHAS) /
AUTOCONFRONTAÇÃO**

10:04
às
10:13

O Líder da disciplina, com o propósito de dar ciência do problema ao EAS, reuniu-se com um representante do estaleiro para explicar tecnicamente o que é a “luva dupla” e as possíveis conseqüências do problema.

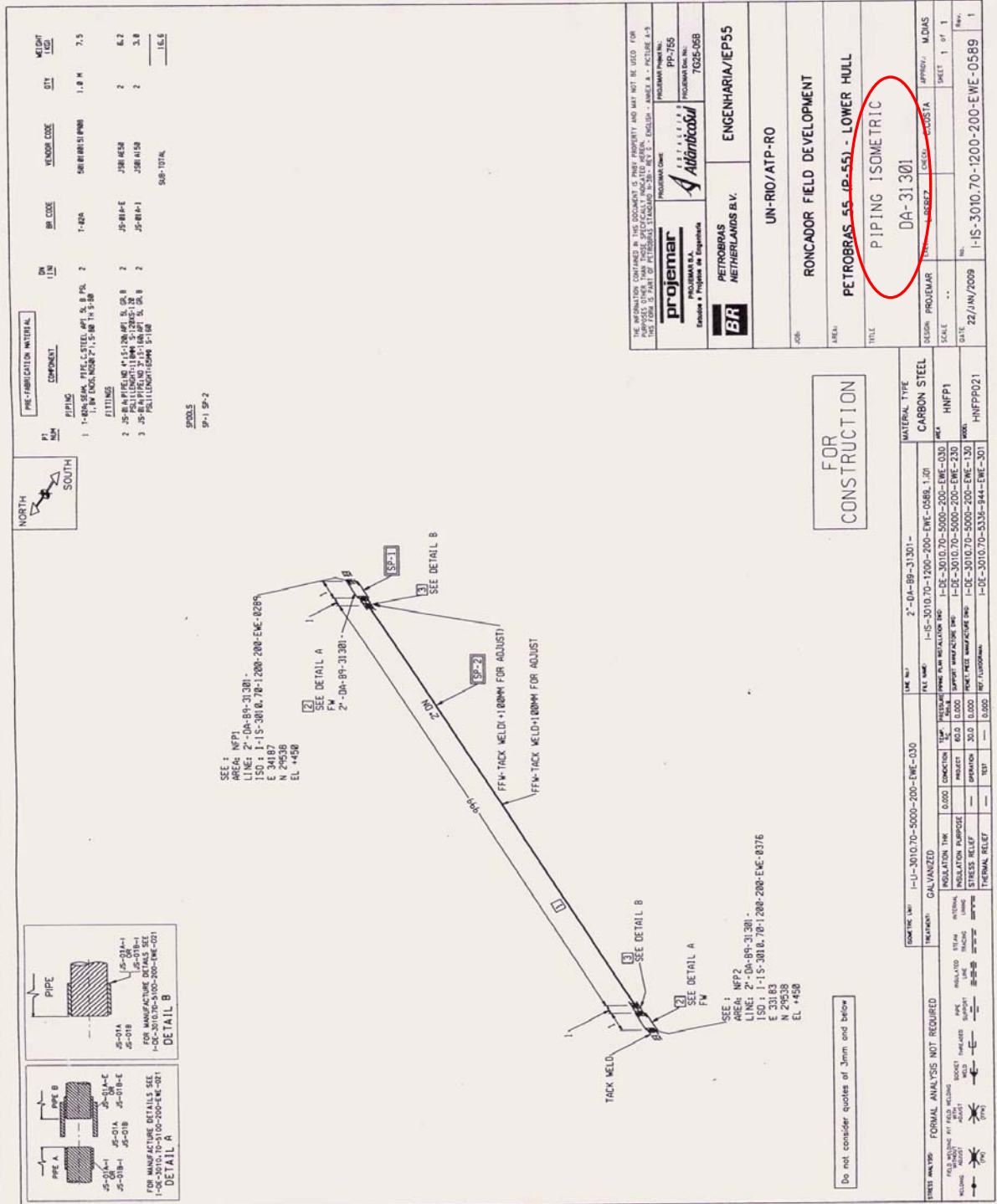
O representante do EAS levou o problema aos seus superiores. Aguardam-se definições.

Em sua explanação, o Líder foi confeccionando um desenho, feito à mão (**objeto intermediário**), no qual indica o ponto de corrosão da solda.



ANEXO XI

EXEMPLO DE ISOMÉTRICO E SPOOL



THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF PETROBRAS AND MAY NOT BE USED FOR ANY OTHER PURPOSES WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF PETROBRAS. - INFORMAÇÃO CONTEIDA NESTE DOCUMENTO É PROPRIEDADE DA PETROBRAS E NÃO DEVE SER UTILIZADA PARA OUTROS FINS SEM A PERMISSÃO POR ESCRETO DA PETROBRAS.

projemmar
 Engenharia e Projetos de Equipamentos

Alamitocid
 Engenharia e Projetos de Equipamentos

BR
 PETROBRAS NETHERLANDS B.V. ENGENHARIA/EP55

UN-RIO/ATP-RO
 RONCADOR FIELD DEVELOPMENT

AREA: PETROBRAS_55_(P-55) - LOWER HULL
 TITLE: PIPING ISOMETRIC
 DA-31301

DESIGN PROJEMMAR 15/05/2009
 CHECK: PROJEMMAR 15/05/2009
 SCALE: 1/1
 DATE: 22/JAN/2009
 SHEET: 1 OF 1

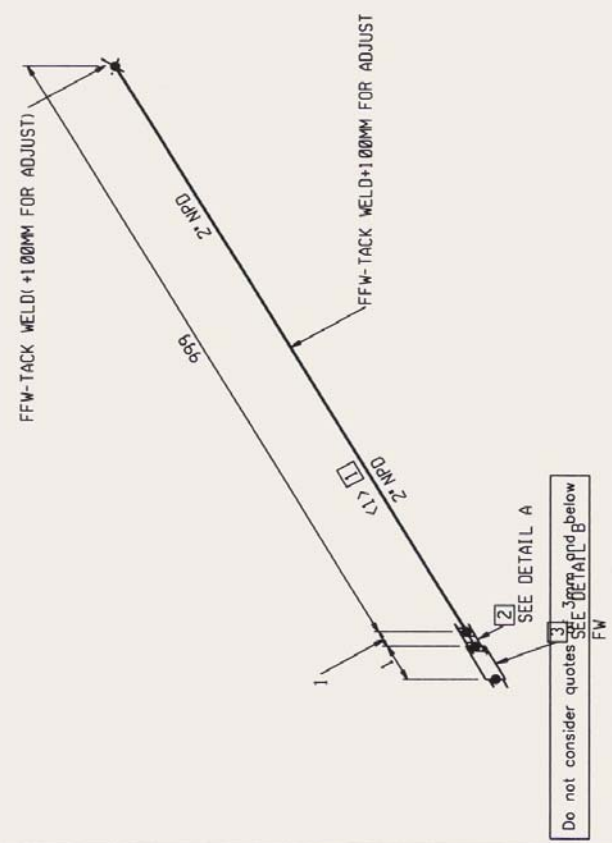
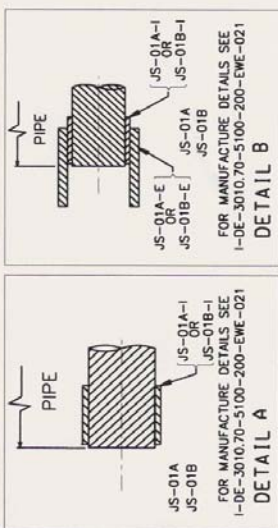
PROGRAMA Nº: PP-755
 PROJEÇÃO Nº: 7025-068

MATERIAL TYPE: CARBON STEEL
 HNFPP1
 HNFPP021



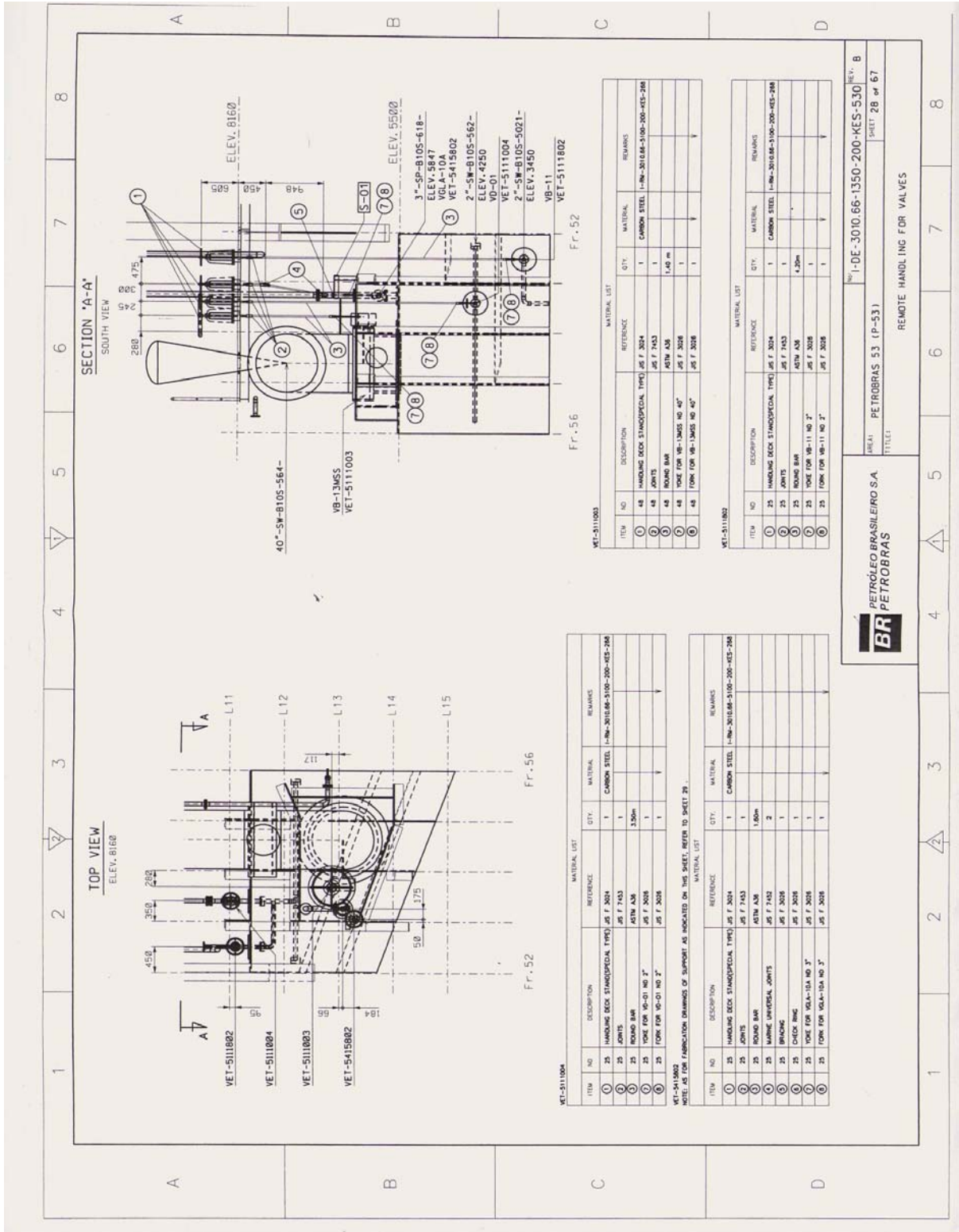
SPOOL DRAWING - P55

DWG No.	I-IS-3010.70-1200-200-EWE-0589	AREA	HNFP1
CODE	HNFP1 - DA - 89 - 31301 - 2	SPOOL	SP - 2
PIPELINE	2"-DA-89-31301-	PROJ. Doc. No.:	7025-058
TOTAL WEIGHT	12.8 KGS	CLASSIFIED	NO
TREATMENT	GALVANIZED		
ND	CUTTING PIPE (mm)	ND	CUTTING PIPE (mm)
<1>	2	1099	<7>
<2>			<8>
<3>			<9>
<4>			<10>
<5>			<11>
<6>			<12>
ACCESSORIES			
1	1-R24 SEAM PIPE G STEEL API 5L B PSL 1.18W ENDS, NDR6271, S-88 TH		1.899 M
2	JS-01A PIPE END 3" JS-100B API 5L OR B PSL LENGTH 60MM		1
3	JS-01A PIPE END 4" JS-120B API 5L OR B PSL LENGTH 110MM		1
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			

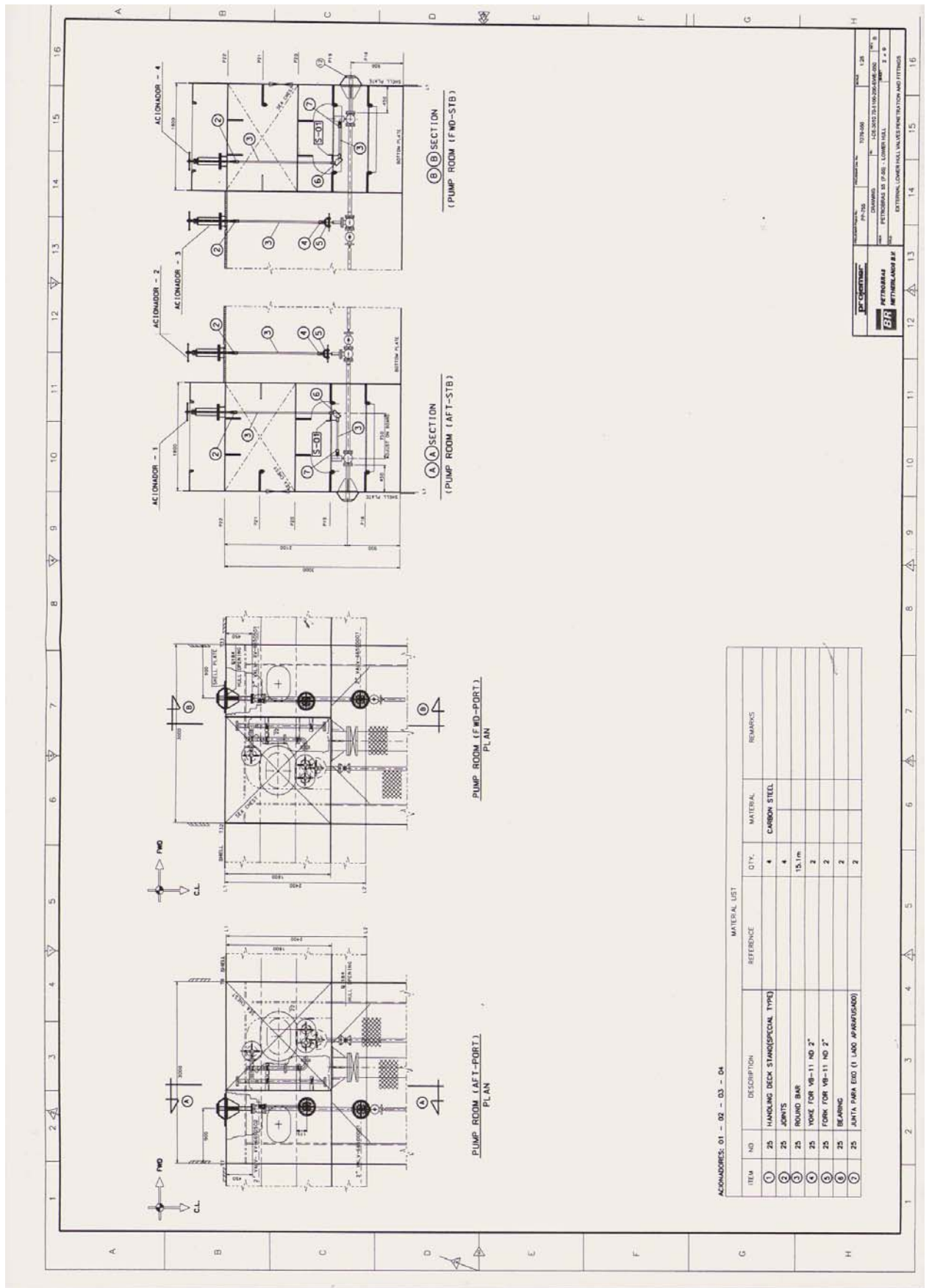


ANEXO XII

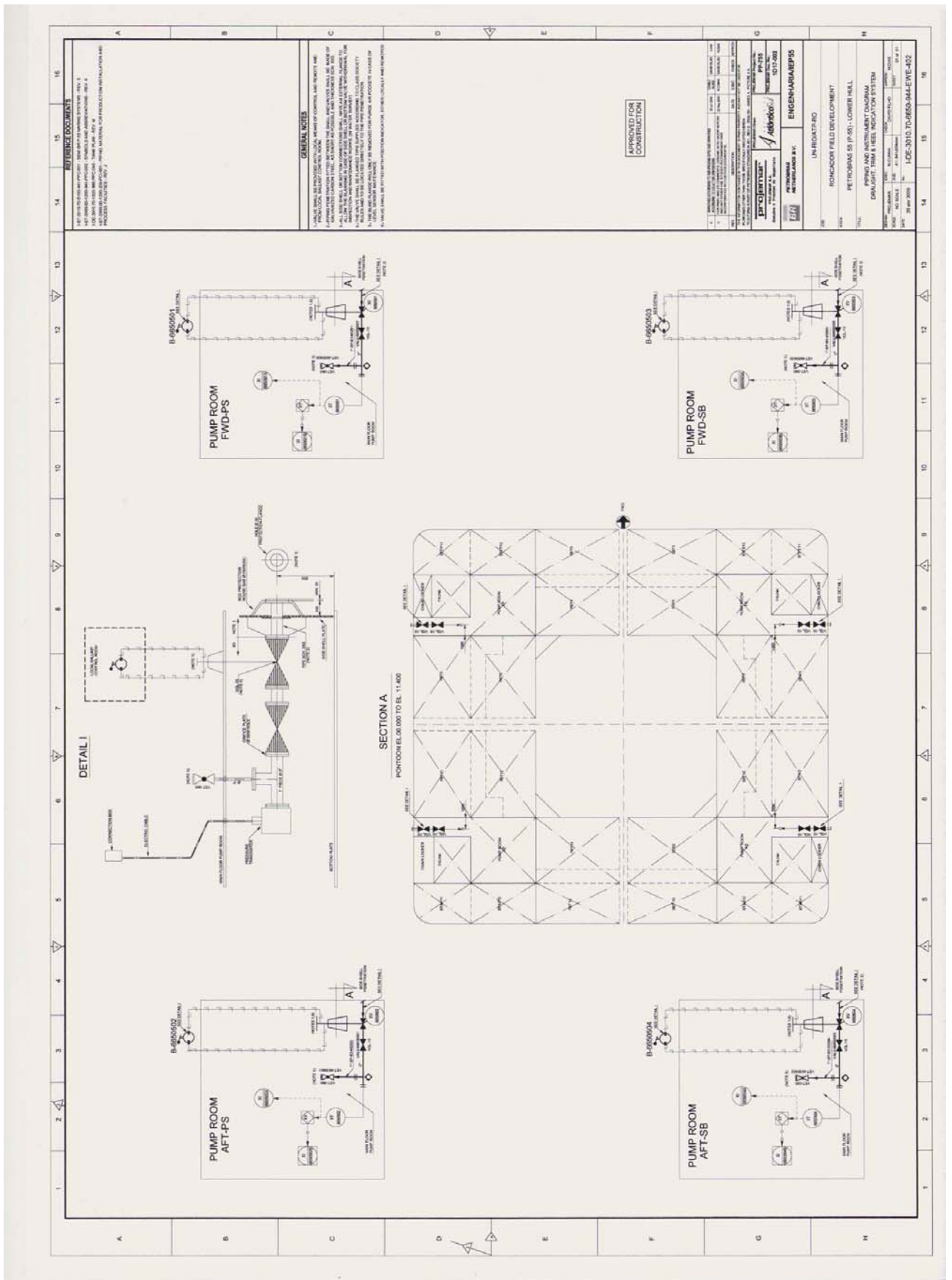
EVIDÊNCIAS – OBJETOS INTERMEDIÁRIOS - DA HISTÓRIA DA EXTENSÃO DA VÁLVULA




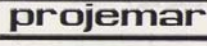

Desenho 1: I-DE-3010.66-1350-200-KES-530, do projeto da P-53



Desenho 2: External Lower Hull Valves Penetration and Fittings



Desenho 3: P&ID Draught, Trim & Heel Indication System

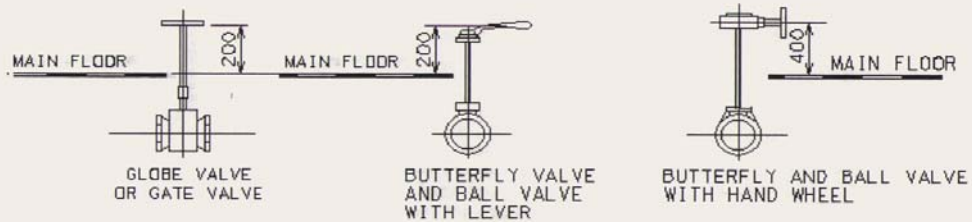
 PETROBRAS NETHERLANDS B.V.	DRAWING	No.: I-DE-3010.70-5100-200-EWE-021	REV.: 0
	AREA:	PETROBRAS 55 (P-55)	
	TITLE:	PIPING PRACTICE (ADDITIONAL ITEMS)	
	PROJEMAR DOC. No:	7D79-021	PROJEMAR's CLIENT: 

1.5 - TYPICAL APPLICATION FOR PIPING ARRANGEMENT

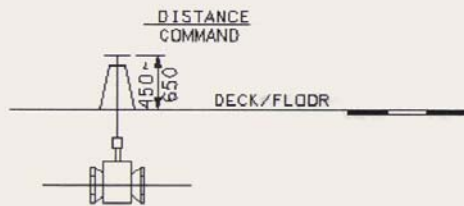
1.5.1 - VALVES EXTENSION

EXTENSION FOR HAND WHEELS WILL BE PROVIDED FOR VALVES INSTALLED BELOW MAIN FLOOR AS FOLLOW:

a) VALVES INSTALLEED OUT PASSAGE WAY:

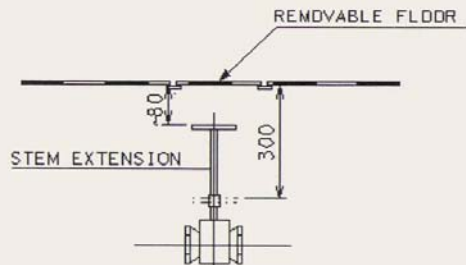


b) VALVE INSTALLED IN ENCLOSED SPACE:

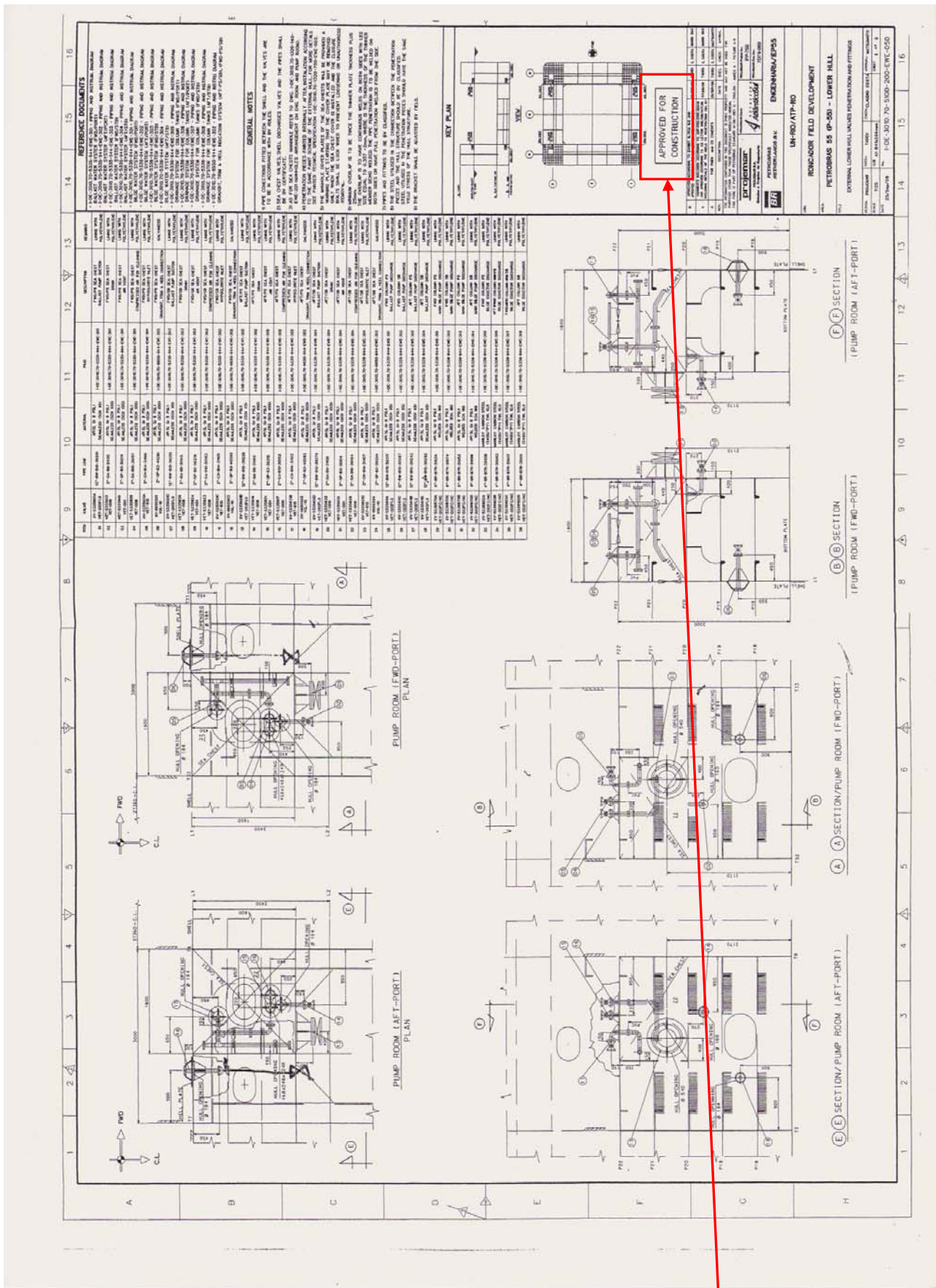


c) VALVES INSTALLED BELOW FLOOR ON PASSAGE WAY

- IN GENERAL, THE HAND WHEEL SHAL BE LOCATED WITH STEM EXTENSION, ABOUT 80mm BELOW THE FLOOR (OPEN POSITION).
- WHEN DISTANCE BETWEEN THE HAND WHEEL AND THE FLOOR WERE LESS THAN 300mm IT IS NOT NECESSARY TO APPLY STEM EXTENSION.



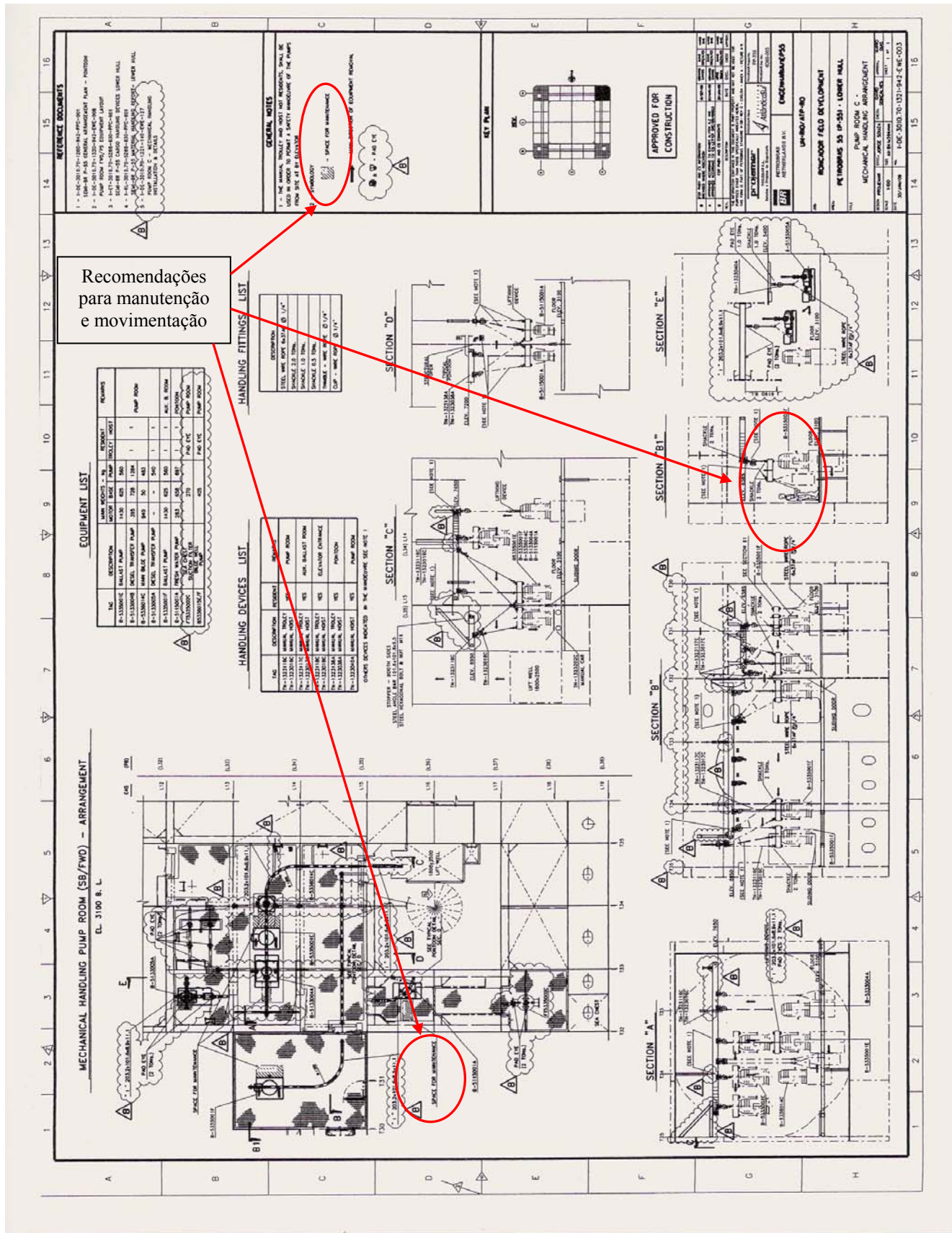
Desenho 4: Página do *Piping Practice*, com informações para extensão de válvula



Desenho 5: External Lower Hull Valves Penetration and Fittings definitivo

ANEXO XIII

MECHANICAL HANDLING ARRANGEMENT DE UMA PUMP ROOM



ANEXO XIV

PARTE DO RELATÓRIO DE INSPEÇÃO NO SISTEMA DE LASTRO DA P-40

RELATORIO DA INSPECAO NO SISTEMA DE LASTRO

Coluna: SC – 1

Equipamento	Descrição da anormalidade	Tipo	Status
1. Piso da Sala de Bombas.	1.1 Verificar o tarugo que esta bloqueando furo de passagem do piso da sala de bombas para o " void space 2S" – Próximo do filtro da bomba de incêndio.	A	Continua
2. Válvula.	2.1 Válvula manual de bloqueio da sucção de esgoto de emergência da linha de lastro, travada aberta.	A	14/07/01 - o.k. Carlos
3. Painel.	3.1 Relocar painel de comando da escorva da bomba de lastro para a altura do piso de transito da sala.	B	Continua
4. Escorva.	4.1 Escorva da bomba de lastro SC1 inoperante.	A	14/07/01 - o.k. Carlos
5. Válvula.	5.1 Relocar o volante de comando da válvula de by-pass manual da descarga de lastro ficou alta, e impede a operacao.	B	16/07/01 - o.k. Carlos
6. Válvula.	6.1 Válvula manual de descarga da bomba de lastro com 01 parafuso não apertado.	A	12/07/01 - OK Sérgio Dias
7. Válvula.	7.1 Necessidade de instalação de degraus para acesso aos pinos graxeiros dos acionamentos e engrenagens do eixo cardan de acionamento das valvulas de emergencia.	B	Continua
8. Indicador de Fluxo.	8.1 Falta estojo no flange do fluxometro da linha de descarga da bomba de lastro.	A	16/07/01 - o.k. Carlos
9. Linha de FRP.	9.1 Parafuso folgado na linha de descarga da bomba de lastro.	A	12/07/01 - OK Sérgio Dias
10. Linha de FRP.	10.1 Parafusos folgados na linha do "manifold" para os tanques 03, 05 e 06	A	12/07/01 - OK Sérgio Dias

11. Válvula.	11.1Relocar logarina que atrapalha a intervenção da manutenção no atuador hidráulico da válvula 6552 527-B1. (linha de FRP de grande extensão sem flange, passando por antepara)	B	Continua Coplat José Ronaldo presenciou (foto anexada)
12. Piso da Sala de Bombas.	12.1Sem escada de acesso para o piso da sala de bombas (sugestão: próximo a bomba de água potável).	B	12/07/01 - executado falta pintura / Sérgio Dias
13. Válvula.	13.1Válvula de bloqueio de óleo hidráulico das valvulas XV- 6652-506 B / 504 B / 510 B, apresentando corrosão.	B	Continua
14. Piso da Sala de Bombas.	14.1Criar acesso para o tanque 04.	B	Continua
15. Linha de FRP.	15.1Estojos oxidados na linha/flange de sucção das valvulas ST-01 e ST-02.	B	OK - Sérgio dias 12/07/01
16. Válvula.	16.1Acesso inadequado para as valvulas ST-01 e ST-02.	B	Continua
17. Paiol de Amarra.	17.1Elipse do paiol de amarra encontra-se aberta	A	Continua
18. Verificação de loop (L.V.S.I.)	18.1Falta verificação de loop no FIT 6652 501C e LIT 6652 532	B	Continua
19. Cx. mar incendio	19.1Na cx. de mar de incendio falta preservação na válvula de ar comprimido que esta flangeada	B	Continua
20. Cx. de mar de incendio	20.1O vente da cx. de mar esta cortado devido a instalação de engrenagem do acionamento a distancia da válvula de cx. de mar de incendio	A	Continua
21. Acionamento a distancia de valvulas	21.1Melhorar a identificação dos volantes de acionamento a distancia das valvulas de cx. de mar 21.2Fazer limpeza do piso dessas valvulas.	A	Continua
22. Suporte da Válvula St-01	22.1Falta suporte, que foi retirado para permitir a troca do atuador hidráulico.	A	Continua

RELATORIO DA INSPECAO NO SISTEMA DE LASTRO

Coluna: SC – 4

Equipamento	Descrição da anormalidade	Tipo	Status
1. Filtro na Aspiração da Caixa de Mar.	1.1 Apresenta estojo e porcas oxidados. 1.2 No flange do suspiro, falta estojo e porca.	B	Mudou para Tipo B, mas continua
2. Eixo p/ Acionamento das Válvulas de Emergência.	2.1 Não existe bico de graxeiros p/ lubrificar os pontos de apoio. 2.2 Falta tratamento de pintura. 2.3 Não existem degraus p/ acesso as inspeções e manutenções. 2.4 Volantes de acionamento à distancia, localizados no nível do elevador, estão mal localizados abaixo do piso, dificultando o acionamento na hora da emergência, podendo causar uma condição insegura.	B	Continua
3. Linha de Hipoclorito p/ Cx. De Mar.	3.1 A válvula de dreno da linha é de metal, o ideal é de PVC.	B	Continua
4. Escorva da Bba.	4.1 A instalação do carretel com o flange da linha, está fixado com estojo e parafusos de materiais diferentes, causando oxidação. 4.2 Localização da unidade é inadequada p/ intervenção nas manutenções, o ideal seria ao nível do piso.	B	Continua
5. Válvulas Manuais na Aspiração e na Descarga da Bba.	5.1 Faltam os volantes p/ acionamento das válvulas.	A	o.k. - Carlos 16/07/01
6. Flanges na Linha de FRP.	6.1 Porcas dos estojos folgadas, nos flanges, na aspiração e descarga da Bba. 6.2 Porcas dos estojos folgadas, nos flanges, nas entradas dos TQS. 14 e 17.	A	o.k. - Sérgio Dias 12/7/01

7. Válvulas Manual e de Retenção, na Descarga da Bba.	7.1 Equipamento, estojos e porcas, apresentam corrosão.	B	Continua
8. Bba de Lastro.	8.1 Válvula de dreno da voluta com parafusos e porcas com materiais diferentes, formando pilha. 8.2 Equipamento em estado inicial de oxidação.	B B	Continua
9. Válvulas Manuais do Sistema.	9.1 Todas apresentam oxidação. 9.2 Falta de lubrificação e amaciamento. 9.3 Localização inadequada, abaixo do piso, p/ acionamento.	B A B	Continua
10. Identificação dos Equipamentos.	10.1 Faltam marcação com as identificações dos TAG's.	B	Continua
11. Piso da Sala.	11.1 A chapa não permite visualização dos equipamentos.	B	Continua
12. Sala de Bbas.	12.1 Existência de trapos e sucatas, que podem obstruir a sucção da sala caso de alagamento.	A	0.k. - Carlos Alberto 16/07/01
13. Válvulas, Atuadores	13.1 Várias instaladas com posição de difícil acesso de manutenção.	B	Continua
23. Acionamento a distancia de valvulas	23.1 Falta identificação dos volantes de acionamento a distancia das válvulas de cx. de mar (de todas).	A	Continua
24. Acesso piso da sala	24.1 Falta escada para acesso do piso no fundo da sala de bbas, junto a bba de lastro e outra junto a bba de esgoto	B	Continua

Fonte: e-mail enviado pelo Técnico de Estabilidade Jr. (Operador de Lastro/Embarcação) da plataforma P-40

ANEXO XV

RELATÓRIO CONSOLIDADO DO MAPEAMENTO DE SITUAÇÕES DE PENOSIDADE (CRÍTICAS QUANTO À CARAGA DE TRABALHO PARA AS EQUIPES DE OPERAÇÃO DA P-43

Como mencionado anteriormente, este anexo tem como objetivo a identificação das atividades críticas de cada operador dos setores de produção, facilidades e embarcação da plataforma. Estas atividades identificadas como críticas foram analisadas e tabuladas por posto de trabalho a fim de definir as áreas e sistemas que serão analisados neste projeto. A seguir apresentamos as atividades consideradas mais críticas para cada operador.

A Tabela 3 apresenta as principais situações críticas para os operadores de campo.

Tabela 3 - Situações críticas para os operadores

Setor	Operador	Atividades Críticas
Produção	P2	(a) Coleta de amostra de gás e óleo pressurizadas (acesso, distâncias). (b) <i>Bypass</i> do <i>surge</i> (acesso). (c) Troca da placa de orifício. (confiabilidade, postura, acesso, ruído) (d) <i>Ventar</i> gás do TO (postura, acesso).
	P3	(a) Verificação e ajuste de vazão da dosagem de produtos químicos (postura). (b) Lançamento e recebimento de PIGs (deslocamento, posturas inadequadas e força). (c) Abertura de <i>choke</i> hidráulico (força). (d) Abertura e fechamento de válvulas do <i>manifold</i> (força).
	P4	(a) Transferência de Glicol (acesso e deslocamento) (b) Drenagem do LIT 086 (acesso e deslocamento) (c) Drenagem da carcaça do MC (postura inadequada, força). (d) Drenagem de LT de glicol (deslocamento, acesso). (e) Acesso ao painel de controle dos MCs (acesso). (f) <i>Reset</i> da SDV 090 e das BDV do <i>booster</i> (acesso). (g) Calibração da PSV do gás combustível (acesso, força).
	P5	(a) Limpeza dos filtros da casa de bombas. (ruído e deslocamento) (b) Manobras nas válvulas dos <i>risers</i> (acesso, postura inadequada e força)

		<p>(c) Limpeza dos filtros do vaso slop (postura inadequada, força).</p> <p>(d) Drenagem do LG do slop (deslocamento, acesso, postura).</p> <p>(e) Abertura dos filtros do sistema de drenagem do convés (força, acesso).</p> <p>(f) Isolamento dos filtros das bombas de injeção (acesso, força).</p>
Facilidades	F2	<p>(a) Manutenção do turbogerador (acessos)</p> <p>(b) Drenagem do tanque de diesel do Turbo Gerador. (esforço e frequência diária).</p> <p>(c) Atividades na sala de painéis normais (acessos, distância entre painéis, rotas de fuga)</p>
	F3	<p>(a) Teste do gerador de emergência semanal (ruído e acesso)</p> <p>(b) Drenagem do tanque estrutural de óleo diesel semanalmente (acesso e ruído).</p> <p>(c) Abastecimento de produtos anti-corrosivos nas linhas da facilidades (deslocamento e acesso).</p> <p>(d) Abastecimentos no gerador de hipoclorito de sódio (acesso, postura, força).</p>
	F4	<p>(a) Limpeza dos filtro da bomba de água quente do processo. (temperatura elevada e acesso)</p> <p>(b) Limpeza dos filtros da bomba de transferência de diesel (acesso e espaço).</p> <p>(c) Limpeza dos filtros das bombas nos pocetos (posturas inadequadas e esforços).</p> <p>(d) Limpeza e desentupimentos no SEWAGE (acesso e risco de contaminação).</p> <p>(e) Limpeza de filtros das bombas lifts (acesso, postura, força).</p>
Embarcação	E2	<p>(a) Manobra do <i>Offloading</i> e suas manobras auxiliares.</p> <p>(b) Limpeza dos filtros das bombas de exportação.</p> <p>(c) Abaixar as defensas quando da aproximação dos rebocadores</p>
	E5	<p>(a) movimentação de carga no geral na plataforma, em especial, nas situações de trazer equipamento e peças da planta para a área de movimentação de carga.</p> <p>(b) Recepção de cargas no heliponto.</p>
	E6	<p>(a) Preparação da proa para receber o navio aliviador.</p> <p>(b) Controle do envio dos cabos na amarração do navio aliviador no <i>Offloading</i>.</p>
	E7	<p>(a) simulados de homem ao mar e de abandono por baleeira.</p>

ANEXO XVI

E-MAIL DO COEMB DA P-51, EM RESPOSTA ÀS SOLICITAÇÕES DO PESQUISADOR SOBRE ASPECTOS CRÍTICOS DE OPERAÇÃO

jÉãë-ÖÈã ÇÉ fáccÉÈëëç Çç táãÇçrē íáíÉ eçã-ää

ÛííéWLLëãNNVîKëãíNNVKã-ääKaáíÉKÁçãLã-ääLmëääipÜÈääKKKK

Re: COEMB da P-51 - Esclarecimentos referentes à P-51

De: **gduque@petrobras.com.br**
Enviada: quinta-feira, 24 de setembro de 2009 0:24:58
Para: Renato Porthun (porthunrenato@hotmail.com)
Cc: map.INFOTEC@petrobras.com.br

Anexos:
graycol.gif (0,1 KB), ecblank.gif (0,0 KB), dodink.gif (0,1 KB),
pic07413.gif (1,2 KB)

Caro Renato;

Responder com o nível de detalhes que você solicita é um pouco trabalhoso e não entendo que tenha muitos ganhos. Mesmo com o acompanhamento de um P&ID, não leva a nada. Acredito que fotos são bem mais ilustrativas e se você quiser posso pedir para tirar algumas e lhe enviar. Os detalhes que posso lhe adiantar agora é que os sistemas nos quais encontramos problemas são praticamente todos os existentes no lower hull com destaque para Lastro, esgoto(bilge) e VAC. os dispositivos são principalmente válvulas e dampers. Os problems são de operação , inspeção e manutenção.

Sds;
Gilberto Duque de Oliveira
Coordenador de embarcação
UN-RIO/MLS/Op.P-51
tel: (24) 33616717 - Rota: 8116717
Chave: PMEB
e-mail: gduque@petrobras.com.br

▼ Clei Izabelino Dutra Marques/BRA/Petrobras

**Clei Izabelino Dutra
Marques/BRA/Petrobras
UN-RIO/ATP-MLS/OP-
P51/GEPLAT
16/09/2009 00:44
Corporativo**

Para Renato Porthun <porthunrenato@hotmail.com>

ccgduque@petrobras.com.br
map.infotec@petrobras.com.br

Assunto: Re: COEMB da P-51 - Esclarecimentos referentes à P-51

Renato,
Desculpe não ter respondido ainda, muita coisa pra fazer . O Duque embarca amanhã deixei observação pra ele te responder os questionamentos.

Clei Izabelino Dutra Marques
Coordenador de Embarcação
UN-RIO/ATP-MLS/OP-P51/GEPLAT
Tel: 22-27925180 Rota: 8625180
Chave: JI88 e-mail: clei@petrobras.com.br

▼ Renato Porthun <porthunrenato@hotmail.com>

**Renato Porthun
<porthunrenato@hotmail.com>
08/09/2009 23:16**

Para <clei@petrobras.com.br>

cc <gduque@petrobras.com.br>
<map.infotec@petrobras.com.br>

N ÇÉ Q

NULNOLOMMV NSWQU

AssuntoCOEMB da P-51 - Esclarecimentos
referentes à P-51

Prezado Clei,

Sou Renato Porthun, amigo da Marcia Moreira, e atualmente estou desenvolvendo uma dissertação referente ao curso de mestrado em Engenharia de Produção na COPPE/UFRJ, cujo tema é o processo de projeto da plataforma P-55.

O foco é a consideração dos projetistas ao usuário final (operador).

O propósito é contribuir para que sejam concebidos projetos com boas condições de operação e, assim, beneficiar o uso.

Desde março de 2008 estou acompanhando o projeto de detalhamento do lower hull da referida plataforma, especificamente a disciplina de "Tubulação".

Em outubro de 2008, em visita ao estaleiro Brasfels, conversei com o Gilberto Duque (COEMB), quando a plataforma P-51 encontrava-se em fase de prontificação.

Na ocasião, solicitei ao Duque que elencasse alguns problemas de operação e de manutenção verificados nos sistemas instalados no lower hull da P-51, que se refletiam em situações de dificuldade para os operadores. Alguns problemas foram mencionados, como atuadores de válvulas localizados acima de 3 m, sem dispositivo de acesso; volante de válvula situado abaixo do estrado, etc.

Exemplos:

No sistema de lastro, o acionamento da válvula "xx", localizada após o filtro "yy", é prejudicado porque o acesso ao atuador da referida válvula encontra-se impedido pela tubulação de óleo diesel.

No sistema de óleo diesel, a limpeza do filtro da respectiva bomba é dificultada porque não tem espaço para retirada do referido filtro.

Não existe dispositivo de acesso (escada ou plataforma) à válvula "zz", do sistema de bilge.

Caros Clei e Duque, assim sendo, venho gentilmente solicitar suas ajudas, fornecendo as informações detalhadas de que disponham, acerca de problemas observados nos sistemas abrangidos no lower hull da P-51.

Agradeço muito as suas contribuições.



Atenciosamente,

Renato
E-mail: porthunrenato@hotmail.com
Tel: (21) 9963-2214 / (21) 2511-2827

Subject: COEMB da P-51
To: porthunrenato@hotmail.com; clei@petrobras.com.br

ANEXO XVII

EXEMPLO DE PLANILHA DAS SESSÕES DE HAZOP E RESPECTIVO FOLLOW-UP

 PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS					<h2 style="margin: 0;">Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)</h2>				
Unidade: SEMI-BR PETROBRAS 55		Suprimento de diesel		Date:	14/10/2008				
Referências: 5133-EWE-301-Rev.0		Das estações de suprimento de óleo diesel até o tanque TQ5133001A, incluindo linhas de transbordo do topside (D.2.3)		Rev.:	0				
Modo de op.: Operação Normal		Condições O●P: NA ● NA							
Causas	Conseqüências	Modo de detecção / Salvaguarda	Recomendações / Observações	Item					
Vazamento na linha do LIT-5133805	- Liberação de diesel no interior da sala de bombas	- LI-5133805-B (D) - LAL-5133805 (D) - LALL-5133805 (D)	○) As válvulas manuais na linha do LIT-5133805 e na linha do LIT-5133829 serão substituídas pelas XV-5133811/821 (NO/FC) com acionamento remoto e indicação de posição (ADP-P55-EWE-00159 Rev.0)						
DESVIO: NÍVEL ALTO									
Alinhamento do tanque errado ou falha no planejamento do recebimento	- Transbordo do diesel pelo suspiro com possibilidades de derrame de diesel no mar	- LI-5133805-B (D) - LAH-5133805 (D) - LAHH-5133805 (D) ativando a buzina BZ-5133001A/B na estação de recebimento de diesel no topside							
DESVIO: INTERFACE BAIXA									
Não aplicável									
DESVIO: INTERFACE ALTA									
Não aplicável									

FOLLOW-UP DAS OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DO RELATÓRIO DO HAZOP

O7 (O07)	Ao contrário do sistema de lastro, o sistema de bilge apresenta contra-pressão de forma que o aumento de vazão em função da elevação do calado não é esperado.	1.7.6	NA	INFO	INFO	INFO
O8 (O08)	A lógica de permissão de abertura das XV-5335612A/614A/613A/615A pelo ZSL-5335602A é desabilitada quando o controle do sistema é realizado através do LBCR.	1.8.3	Instrumentação	Sem alterações de documentos do projeto	Sem impacto de custo	Não há ação.
O9 (O09)	Plataforma projetada considerando o alagamento dos compartimentos passíveis de avaria/alagamento	1.10.13	NA	INFO	INFO	INFO
Suprimento de Diesel						
O1 (não incluído no Relatório do HAZOP)	As válvulas manuais na linha do LIT-5133805 e na linha do LIT-5133829 serão substituídas pelas XV-5133811/821 (NO/FC) com acionamento remoto e indicação de posição (ADP-P55-EWE-00159)	2.1.13	Processo	Será incluído na revisão do P&ID.	Sem impacto de custo	Atendido em 23/10/08. I-DE-3010.70-5133-EWE-944-301/302 Rev.A
Suprimento de Ar Comprimido						
O1 (não incluído no Relatório do HAZOP)	As causas para falha no suprimento de ar comprimido devem ser analisadas durante o HAZOP de suprimento de ar comprimido do topside, sendo as conseqüências para o Lower Hull são a ausência de escorva (analisada individualmente para cada bomba) e perda de precisão no AIT-5336001A/B/C/D (impossibilidade de limpeza).	5.1.1	NA	INFO	INFO	INFO

Fonte: Documentos emitidos pelo responsável pelo HAZOP, encaminhados ao pesquisador, via e-mail, pelo Líder do “Processo”.