



CONDIÇÕES DE TRABALHO NOS PROJETOS: QUESTÃO ESTRATÉGICA
PARA O DESENVOLVIMENTO DA EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO, PARA
PREVENÇÃO DE ACIDENTES INDUSTRIAIS E PARA A ERGONOMIA

Gislaine Cyrino Capistrano da Silva

Tese de Doutorado 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 Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadores: Francisco José de Castro Moura
Duarte
José Marçal Jackson Filho

Rio de Janeiro
Dezembro de 2012

CONDIÇÕES DE TRABALHO NOS PROJETOS: QUESTÃO ESTRATÉGICA
PARA O DESENVOLVIMENTO DA EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO, PARA
PREVENÇÃO DE ACIDENTES INDUSTRIAIS E PARA A ERGONOMIA

Gislaine Cyrino Capistrano da Silva

TESE 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 DOUTOR
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

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

Prof. Roberto dos Santos Bartholo Júnior, Dr.Rer.Pol.

Profa. Carla Martins Cipolla, Ph.D.

Prof. Laerte Idal Szelwar, Ph.D.

Prof. Marcelo Firpo de Souza Porto, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 2012

Silva, Gislaine Cyrino Capistrano da

Condições de trabalho nos projetos: questão estratégica para o desenvolvimento da exploração de petróleo, para prevenção de acidentes industriais e para a ergonomia / Gislaine Cyrino Capistrano da Silva. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

XIV, 231 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Francisco José de Castro Moura
Duarte

José Marçal Jackson Filho

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 168-190.

1. Ergonomia. 2. Plataforma *Offshore*. 3. Gestão de Projetos. 4. Acidentes Industriais. I. Duarte, Francisco José de Castro Moura *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais João e Neide,
ao meu marido Vinicius, e à todos os amigos e familiares.
Agradeço à todos vocês de coração.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido Vinicius, que está sempre ao meu lado, pela paciência, amor, incentivo e broncas quando o desânimo batia. Se não fosse por você, esta tese não saía! Eu te amo!

A toda a minha família pela compreensão nos momentos de ausência, principalmente aos meus pais por me mostrarem a importância de se ir adiante nos momentos de dificuldade. Obrigada!

Ao professor José Marçal pela orientação, pelas importantes críticas e sugestões, pelas ajudas e paciência. Obrigada por acreditar na minha capacidade de desenvolver esta tese e por me servir de exemplo de dedicação.

Ao professor Francisco Duarte pela oportunidade deste trabalho, pela orientação e contribuição.

A todos os professores da COPPE pelos ensinamentos compartilhados.

A empresa PETROBRAS pelo suporte dado à pesquisa.

Aos responsáveis e funcionários da empresa estudada pela oportunidade de compartilhar suas experiências, em especial ao Geplat Manoel, pela ótima receptividade e viabilidade de embarque, assim como a Nora Maia e Luciano Garotti. Obrigada a todos os envolvidos na pesquisa, principalmente aos amigos petroleiros e projetistas, que, sem a vossa participação ativa, esta tese não seria viável.

Aos professores Thalles, Ronaldo, Francisco Lima e Marçal pela troca de experiências e suporte durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

À equipe envolvida no projeto de pesquisa que deu origem a esta tese pelo trabalho integrado.

Aos amigos da Engenharia de Produção (PEP) Fátima, Zuí, Rogério e Diogo pela ajuda e total atenção nos momentos de desespero; e aos amigos Claudete e Roberta pelo suporte acadêmico.

Aos companheiros da Gestão e Inovação pela parceria em especial aos amigos Victoryia, Laís, João, Rafael, Karol e Carol pelo companheirismo e ajuda emocional e afetiva. Valeu Galera!

À todos os meus amigos, pela torcida e por compreenderem os momentos de ausência.

Agradeço, particularmente, a amiga Carolina pela cumplicidade, companheirismo e ajuda incondicional em todas as fases desta tese. Obrigada por estar sempre ao meu lado, mesmo quando fisicamente estávamos a quilômetros de distancia, durante os embarques de final de semana ou nas madrugadas de desespero onde só estávamos nós *online*! Valeu amiga!

Ao CNPq pelo financiamento acadêmico, oferecido através de bolsa de estudo, que possibilitaram o meu sustento durante este período.

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

CONDIÇÕES DE TRABALHO NOS PROJETOS: QUESTÃO ESTRATÉGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO, PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES INDUSTRIAIS E PARA A ERGONOMIA

Gislaine Cyrino Capistrano da Silva

Dezembro/2012

Orientadores: Francisco José de Castro Moura Duarte

José Marçal Jackson Filho

Programa: Engenharia de Produção

A condição de trabalho dos petroleiros é marcada por grandes exigências físicas, que acabam acarretando na prevalência de problemas osteomusculares e elevado nível de absenteísmo. Desta forma, um projeto de pesquisa foi desenvolvido objetivando contribuir com a redução de acidentes e problemas relacionados à saúde dos trabalhadores através da transferência de conhecimentos sobre as atividades desenvolvidas a bordo de uma plataforma para o projeto de futuras instalações.

O estudo evidenciou que muitas vezes as dificuldades enfrentadas pelos petroleiros podem ter origem não somente no desconhecimento dos projetistas a respeito da atividade desenvolvida a bordo. Com intuito de entender as razões pelos quais tais erros ocorreram, uma pesquisa bibliográfica foi realizada nas áreas de projetos de plataformas de petróleo, acidentes industriais e ergonomia de concepção. Esta pesquisa buscou entender de que forma a ergonomia pode contribuir para a melhoria efetiva das condições de trabalho dos petroleiros.

A pesquisa bibliográfica realizada mostrou que as condições de trabalho dos operadores e os acidentes industriais podem ter origem em problemas relacionados à organização dos projetos .

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

PROJECT WORKING CONDITIONS: STRATEGIC ISSUE FOR THE
DEVELOPMENT OF OIL EXPLORATION, INDUSTRIAL ACCIDENT
PREVENTION AND ERGONOMICS

Gislaine Cyrino Capistrano da Silva

December/2012

Advisors: Francisco José de Castro Moura Duarte
José Marçal Jackson Filho

Department: Industrial Engineering

The working condition of the offshore worker is characterized by great physical demands, which end up causing the prevalence of musculoskeletal problems and high level of absenteeism. Therefore, a research project was carried out in order to contribute for the reduction of accidents and problems related to workers' health through knowledge transference on the activities carried aboard of a platform into the design of future platforms.

The study showed that difficulties faced by offshore workers may be often originated not only by designers ignorance regarding the activity carried on board. A literature search on designing oil platforms, industrial accidents and ergonomic design was conducted aiming to understand the reasons that cause such errors. This study sought to understand how ergonomics can contribute to effectively improve oil laboring conditions.

This literature search showed that working conditions as well as industrial accidents can be caused by problems related to the fact of organizing projects.

SUMÁRIO

Dedicatória	iv
Agradecimentos.....	v
Sumário	ix
Lista de Figura	xi
Lista de Tabela	xiv
1. Introdução.....	1
1.1.O Contexto da Tese	4
1.2.Objetivos da Tese	14
1.3.Estrutura da Tese.....	16
2. Material e Método	18
2.1.A análise reflexiva	20
2.2.A pesquisa qualitativa	22
2.3.Metodologia de estudo de caso.....	23
2.4.A pesquisa bibliográfica	24
3. O estudo de caso.....	27
3.1.A metodologia aplicada ao projeto de pesquisa	29
3.2.Etapas do projeto de pesquisa	33
3.2.1. Identificação e mapeamento das situações críticas	34
3.2.2. Análise Ergonômica do Trabalho.....	37
3.2.3. Elaboração das recomendações para projeto.....	39
3.2.4. Confrontação em outras plataformas.....	41
3.2.5. Validação com os projetistas	42
3.2.6. Recomendações Ergonômicas	43
3.2.7. Recomendações para a situação de referência.....	47
3.3.Situações Enigmáticas	48
3.3.1. Turbogenerador (TG)	49
3.3.2. Escadas e Acessos	55
3.3.3. Movimentação de cargas.....	60
3.4.A busca por entender as Situações Enigmáticas.....	62
4. Projetos: definição, etapas e a atividade de projetar	66
4.1.Definições e características dos projetos	66
4.2.Etapas dos projetos.....	68
4.3.A atividade de projetar	71

4.3.1. As abordagens técnicas	72
4.3.2. As abordagens cognitivas.....	77
4.3.3. As abordagens coletivas.....	82
5. Os projetos de plataformas	87
6. Os Grandes Acidentes	104
6.1.O “erro humano” e os acidentes.....	105
6.2.Challenger e Columbia (USA) – 1986 E 2003	110
6.3.Os acidentes na indústria de petróleo e gás.....	112
6.3.1. Piper Alpha (UK) – 1988.....	115
6.3.2. Petrobras 36 (Brasil) – 2001	119
6.3.3. BP Texas City (USA) – 2005	122
6.3.4. Atlas Oeste (Austrália) – 2009.....	124
6.3.5. Deepwater Horizon (USA) – 2010	127
6.3.6. Chevron (Brasil) – 2011.....	132
6.4.Características comuns aos acidentes	134
7. Ergonomia aplicada aos projetos	139
7.1.Contribuição da ergonomia na redução de acidentes.....	146
8. Discussão	152
9. Conclusão	163
Referência Bibliográfica.....	168
Anexo A.....	191
Anexo B.....	198
Anexo C.....	205
Anexo D.....	225
Anexo E.....	230

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Metas de crescimento produtivo	8
Figura 2 – Esquema metodológico da tese	19
Figura 3 – Imagem de plataformas do tipo FPSO	30
Figura 4 – Etapas do projeto.....	33
Figura 5 – Esquema da planta de glicol	45
Figura 6 – Manipulações de válvulas na transferência de glicol.....	46
Figura 7 – Situação Atual.....	47
Figura 8 – Deslocamento atual do operador	47
Figura 9 – Deslocamento após modificação	47
Figura 10 – Equipamento “saca amostra”	48
Figura 11 – Carrinho proposto para transporte do “saca amostra”	48
Figura 12 – Corte esquemático dos níveis de lavagem do TG	51
Figura 13 – Válvula de dreno abaixo do HOOD	51
Figura 14 – Secagem de instrumentos	51
Figura 15 – Limpeza das palhetas do TG	52
Figura 16 – Módulos sem interligação	56
Figura 17 – Via de ligação entre os módulos	57
Figura 18 – Escadas com degraus estreitos	58
Figura 19 – Escadas com diferentes tamanhos de degraus.....	58
Figura 20 – Padrões de dimensões para escadas	59
Figura 21 – Área de produtos químicos – visão global.....	61
Figura 22 – Corredor com trolley.....	61
Figura 23 – Fluxograma de informações.....	65
Figura 24 – Significados da palavra ‘projeto’	67
Figura 25 – Desempenho, custo, prazo, metas do projeto	68
Figura 26 – A temporalidade das situações de concepção	71
Figura 27 – Evolução das descobertas de jazidas profundas no Brasil.....	88
Figura 28 –Tipos de plataformas mais utilizadas no Brasil.....	91
Figura 29 – Acidente no lançamento do ônibus espacial Challenger	110
Figura 30 – Plataforma Piper Alpha em chamas	117
Figura 31 – Plataforma P-36 naufragando	121
Figura 32 – Destroços após o acidente na BP Texas City	123
Figura 33 – Destroços da plataforma Atlas Oeste.....	125

Figura 34 – Plataforma Deepwater Horizon em chamas	128
Figura 35 – Vazamento da Chevron	133
Figura 36 – Modelo do “Queijo Suíço”, mostrando como as defesas e barreiras podem ser penetradas por um perigo ocasionando danos.....	134
Figura 37 – Hierarquia de influências causais de acidentes de construção.....	157
Figura 38 – Fluxo do petróleo do poço até o separador de produção	192
Figura 39 – Tratamento do óleo	193
Figura 40 – Tratamento do gás	194
Figura 41 – Tratamento de água produzida	195
Figura 42 – Organograma da plataforma visitada	196
Figura 43 – Distribuição de responsabilidades da equipe de produção.....	196
Figura 44 – Equipes embarcadas na plataforma analisada.....	197
Figura 45 – Sistema de Lançamento e Recebimento de PIG.....	199
Figura 46 – Planta de glicol.....	199
Figura 47 – Visão geral da sala de utilidades.....	200
Figura 48 – Equipamentos do Módulo de Geração	201
Figura 49 – Ambientes do Gerador de Emergência	201
Figura 50 – Casa de Bombas	202
Figura 51 – Área de movimentação e recebimento de cargas	203
Figura 52 – Dificuldades para acesso aos volantes de válvulas.....	203
Figura 53 – Dificuldades para visualização das informações nos painéis elétricos ...	204
Figura 54 – Falta de acesso para acionamento de dispositivo	204
Figura 55 – Situação de emergência: geradores de emergência em funcionamento	206
Figura 56 – Localização da sala do gerador de emergência	207
Figura 57 – Planta baixa do gerador de emergência da P-43	208
Figura 58 – Sala do gerador de emergência	209
Figura 59 – Leitura dos parâmetros do MG e seu painel.....	210
Figura 60 – Sala de painéis (iluminação insuficiente e luminárias que geram reflexos)	210
Figura 61 – Leitura de dispositivos nos painéis elétricos.....	211
Figura 62 – Acesso ao mezanino.....	211
Figura 63 – Esquema do fluxo de óleo no tanque de diesel.....	211
Figura 64 – Verificação da pressão de ar de partida	213
Figura 65 – Compressor de ar de partida.....	213
Figura 66 – Alinhamento do diesel.....	214
Figura 67 – Alinhamento do ar	214
Figura 68 – Dreno do óleo condensado junto ao ar de escape	214

Figura 69 – Escada de acesso ao tanque de diesel.....	215
Figura 70 – Válvula de dreno do tanque de diesel.....	215
Figura 71 – Situação atual.....	216
Figura 72 – Local proposto para instalação do degrau.....	216
Figura 73 – Dimensões para projeto de escada.....	216
Figura 74 – Proposta.....	216
Figura 75 – Novo posicionamento da luminária.....	217
Figura 76 – Tela com esquema de abastecimento.....	218
Figura 77 – Carregador de baterias.....	219
Figura 78 – Sincronismo automático.....	221
Figura 79 – Seleção do sincronismo manual.....	221
Figura 80 – Tela de acompanhamento.....	222
Figura 81 – Seleção do disjuntor.....	222
Figura 82 – Sincronismo manual.....	222
Figura 83 – Coleta de dados no sinóptico.....	223
Figura 84 – Sala de painéis (iluminação insuficiente).....	223
Figura 85 – Situação atual.....	224
Figura 86 – Proposta.....	224
Figura 87 – Alinhamento do ar.....	226
Figura 88 – Alinhamento do diesel.....	226
Figura 89 – Leitura de dados.....	227
Figura 90 – Carregador de baterias.....	227
Figura 91 – Coleta de dados no sinóptico.....	227
Figura 92 – Leitura dos parâmetros do MG.....	227

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Especificações técnicas para sistemas específicos.....	36
Tabela 2 – Dimensões de escadas	59
Tabela 3 – Síntese dos acidentes analisados	136

1. INTRODUÇÃO

As plataformas *offshore* utilizadas para atividade de exploração de petróleo em alto mar são consideradas instalações bastante complexas, sendo que algumas delas possuem unidades de produção e armazenagem de óleo e gás à alta pressão, outras possuem unidades de perfuração de poços e ainda existem aquelas responsáveis por obras de construção e manutenção (BOOTH & BUTLER, 1992).

Como são operadas à distância da costa e de socorros imediatos, necessitam de meios de transportes como helicópteros ou barcos, de certo grau de autonomia para serviços de alimentação e alojamento das tripulações (podendo chegar a aproximadamente 200 pessoas embarcadas), de fornecimento de energia elétrica, de compressores e bombas, água, de meios para cargas e descargas, de telecomunicações, de serviços médicos e botes salva-vidas, além de outros meios de salvamento, o que requer um elevado nível de coordenação (OIT, 1993).

As operações em plataformas de petróleo implicam em situações de trabalho complexas e de alto risco, com potenciais consequências ao meio ambiente e aos trabalhadores, típicas das atividades de controle de processo.

Os trabalhadores de plataformas, conhecidos como petroleiros, estão em sua grande maioria sujeitos a grandes exigências físicas, principalmente nas atividades realizadas nas áreas de perfuração, produção e suporte *offshore*. Estas exigências físicas associadas às características dos sistemas de produção, explicam a prevalência de problemas osteomusculares e absenteísmo que deles decorrem. Segundo Wulff (1997), muitos dos problemas de saúde enfrentados pelos trabalhadores *offshore* poderiam ser eliminados com efetivas melhorias nos projetos de espaços de trabalho. Desta forma, além de reduzir possíveis problemas de saúde, seria plausível pensar em

um aumento na confiabilidade deste tipo de indústria, uma vez que, um posto de trabalho mal projetado pode gerar dificuldades durante a sua operação.

Por se tratar de uma atividade considerada de alto risco, a exploração de petróleo está sujeita a enfrentar acidentes de grandes proporções como o ocorrido em Abril de 2010 na plataforma da *Transocean, Deepwater Horizon*, que afundou no Golfo do México após um incêndio seguido de explosão que causou a morte de 11 tripulantes e teve consequências incalculáveis ao meio ambiente.

No Brasil, de 2000 à 2010 ocorreram 171 mortes de trabalhadores em acidentes na principal empresa do ramo brasileira¹ (CUT, 2010). O acidente ocorrido em 2001 com a plataforma P-36, localizada na bacia de Campos, teve grande repercussão na sociedade, tendo acarretado a morte de 11 trabalhadores.

Assiste-se, por isso, ao grande desenvolvimento de pesquisas e intervenções da Ergonomia, no Brasil e no mundo, visando contribuir não apenas para a prevenção de acidentes e catástrofes, mas também para a melhoria das condições de trabalho. Para Daniellou (1986), que pertence à corrente da Ergonomia da Atividade, os acidentes catastróficos têm origem nos processos de projeto (não nas falhas humanas), pois, de modo geral, os projetistas não consideram a variabilidade das situações de trabalho, nem a atividades dos operadores, cabendo à Ergonomia, inserir-se nos projetos para introduzir o ponto de vista da 'atividade futura'.

Esta visão surgiu no final dos anos 80, quando metodologias de intervenção nos projetos foram desenvolvidas no âmbito da Ergonomia da Atividade Profissional. O pressuposto central era o de que a antecipação de conhecimentos sobre a atividade futura, o mais cedo possível nos projetos, permitiria a concepção de situações de trabalho mais favoráveis ao trabalho futuro e aos trabalhadores. Em outras palavras, a

¹ Segundo o Sindicato dos Trabalhadores do Ramo Químico/ Petroleiro da BA, tais acidentes estão associados, nos últimos anos, a uma exigência por aumento de produtividade. Isto tem provocado situações de risco, como panes, incêndios, vazamentos e falhas nos equipamentos.

atuação da ergonomia de concepção busca tradicionalmente fornecer à equipe de projeto informações pertinentes sobre as atividades que serão desenvolvidas pelos usuários dos futuros postos de trabalho, desde o início do processo projetual.

Posteriormente, durante os anos 90, o interesse da pesquisa em ergonomia, na psicologia, na sociologia, na gestão, entre outras disciplinas, se voltou para o estudo do trabalho dos projetistas e das situações de projeto. No caso da ergonomia, o objetivo era conhecer a atividade dos projetistas para melhor cooperar com eles nas situações de projeto. Na época, algumas normas e especificações ergonômicas foram elaboradas, porém, segundo alguns autores como Wulff (1997) e Theureau e Jeffroy (1994), estas normas e especificações ergonômicas não eram suficientes para uma efetiva melhoria das condições de trabalho dos operadores. Ainda segundo os autores, a existência destes conhecimentos a respeito da atividade não garantiu a sua incorporação durante o processo de projeto.

Outra forma de considerar os fatores humanos ao longo de um projeto foi através da participação ativa de ergonomistas (PINSKY, 1992; JACKSON, 1998). Porém, observou-se que para que esta atuação ocorresse de forma a evitar problemas futuros, o ergonomista devia influenciar diretamente a organização do projeto, assegurando a sua participação ao longo de todo o projeto e/ou dando suporte nas tomadas de decisão a respeito de cada problema encontrado.

Para Daniellou (1989), o papel do ergonomista não se deve restringir a sua área, mas também deve atuar sobre a estrutura e o conteúdo de gestão de projeto, buscando influenciar o projeto das situações de trabalho. Com esta participação do ergonomista ao longo dos projetos, também se torna possível aumentar a margem de ação dos atores do projeto, ou seja, dos projetistas, de forma que a segurança e a eficiência sejam levadas em consideração, além de garantir que as recomendações sugeridas pelo ergonomista sejam válidas, aplicáveis e facilmente entendidas pelos outros projetistas (SIMPSON, MASON; 1983). Segundo Jackson et. al. (2007), agindo como

ator de concepção, o ergonomista atuará desde cedo no processo de projeto, fornecendo descrição sobre as condições de trabalho de modo a influenciar os objetivos do projeto e possibilitando negociar restrições técnicas quando necessário. Nesta prática, o ergonomista atua construindo relacionamentos com as partes interessadas, que não se restringe ao estabelecimento de um mecanismo social, deixando de ser considerado pelos projetistas como um controlador ou auditor, e sim como um colaborador e uma peça chave no processo de projeto.

Percebe-se que hoje existe um grande arsenal de conhecimentos científicos e empíricos sobre a prática da ergonomia em projetos. No caso do Brasil, é mister reconhecer que o desenvolvimento da ergonomia de projeto está associado à indústria da produção de petróleo, inicialmente no refino, e atualmente às operações de extração em alto mar. Independente da forma de aplicação da ergonomia nos projetos, o que se busca é reduzir os efeitos negativos à saúde dos petroleiros e minimizar a possibilidade de acidentes.

1.1. O CONTEXTO DA TESE

Esta tese está inserida no contexto da indústria de petróleo e gás. O petróleo, considerado a principal matéria-prima energética e industrial do planeta, é sinônimo de riqueza e poder para os países que o possuem. Este combustível já foi causador de guerras, como a Primeira Guerra do Golfo, a Guerra Irã-Iraque, a luta pela independência da Chechênia e, em 2003, a invasão do Iraque pelos Estados Unidos. Segundo Ferreira e Iguti (2003) “o petróleo mudou a face da civilização. Teve e tem efeitos de longo alcance sobre as economias nacionais e a economia global”. A crise do petróleo tornou-se um gargalo ao crescimento econômico do mundo moderno, aumentando ainda mais a importância deste produto.

José Thomas (2001), em seu livro sobre os fundamentos de engenharia de petróleo, defende que “a indústria do petróleo é, certamente, a mais fantástica atividade

produtiva organizada em toda a existência do ser humano. Conhecimento empírico, ciência, tecnologia, engenharia, administração, finanças, fatores sociais, ecologia, recursos humanos são ferramentas essenciais, críticas para o desempenho das empresas petrolíferas”.

O petróleo se tornou ainda mais valorizado após a criação da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), que surgiu com a finalidade de controlar preços e volumes de produção e pressionar o mercado. Sendo uma riqueza distribuída de forma desigual entre os países e um recurso não renovável, o petróleo se tornou provavelmente a mais importante substância negociada entre países e corporações.

Thomas, J. (2001) menciona que:

“Mobilizaram-se somas gigantescas de recursos econômicos e humanos para sustentar as operações de exploração e produção de óleo e gás, insumos industriais que marcaram indelevelmente o século XX e transformaram, de modo definitivo, a vida da humanidade, a ponto de transformarem-se em bens estratégicos para a segurança nacional dos mais importantes países do mundo. Deter reservas de óleo e gás e dominar tecnologias para produzi-las é, igualmente, fator crítico de desenvolvimento para países periféricos ou emergentes.”

Trabalhos como o de Curran *et. al.* (2006) mencionam a importância do petróleo no desenvolvimento de uma cidade. Segundo os autores, o desenvolvimento petrolífero da Nova Escócia (Canadá) oferece vários tipos de benefícios para a região como a geração de empregos locais, o uso do produto por indústria local, presença de fontes alternativas de energia e aumento das receitas para a região.

No Brasil, o peso do setor de petróleo na economia vem crescendo ininterruptamente. Em Janeiro de 1998, quando foi criada a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e

Biocombustíveis (ANP) o setor representava apenas 2,7% do PIB, chegando a mais de 10% em 2008 (VIEIRA, 2008).

Segundo o embaixador Sebastião do Rego Barros durante seu discurso de posse no cargo de diretor-geral da ANP em Janeiro de 2002, “O setor de petróleo e gás tem sido nos últimos anos, e continuará a ser nos próximos, um dos mais dinâmicos e dinamizadores da economia nacional: um poderoso indutor de crescimento industrial e de geração de empregos de mão-de-obra qualificada” (BARROS, 2002).

Este crescimento da indústria *offshore* pode ser percebido em diversos segmentos da nossa sociedade. Diversos setores foram impulsionados por esta indústria, como foi o caso dos setores ligados à tecnologia de exploração de petróleo e ligados à indústria naval.

Este último setor vinha passando por períodos de escassez em função de uma política federal de desnacionalização que foi imposta após a indústria naval nacional ter vivenciado seu auge em meados da década de 80 quando passou a ter o segundo parque industrial naval mundial, em toneladas de porte bruto (TPB) construídas. Esta política deixou o setor praticamente improdutivo durante os 15 anos seguintes. Dentre as principais consequências deste período de recessão, o setor enfrentou um grande retrocesso tecnológico, fechamento de grandes estaleiros e empresas de navegação.

Porém, as descobertas de jazidas de petróleo cada vez maiores no subsolo do mar territorial brasileiro criaram a demanda por novas plataformas de petróleo, navios de apoio marítimo e navios petroleiros para transporte de óleo bruto e seus derivados. Para atender esta nova demanda, fez-se necessário reativar a indústria naval.

Segundo reportagem divulgada no *technonews* (Jul/Ago – 2010), este fato foi impulsionado pela aprovação da Lei do Petróleo (*Lei 9.478 de 1997*), que acelerou a expansão da exploração *offshore* no país através da abertura do mercado brasileiro de exploração e refino do petróleo a novos operadores. Ainda segundo a reportagem, a

abertura do mercado “*somada a duas outras medidas ligadas ao setor naval constituiu elementos propulsores da recuperação da indústria naval no Brasil. Um destes, a promulgação da Lei 9.432 em 1997, que além de regulamentar o transporte aquaviário, garantiu às empresas de bandeira brasileira a preferência nas contratações de fretes e serviços de apoio em operações marítimas e o outro, em 1999, com a implementação do primeiro Plano de Renovação da Frota de Embarcações de Apoio Marítimo (Prorefam) da Petrobras que favoreceu o aumento da participação de embarcações de bandeira nacional nas atividades offshore.*”

Em outras palavras, a indústria naval teve seu ressurgimento impulsionado pelo rápido crescimento da indústria de petróleo e gás que demandaram a compra de embarcações *offshore* e, posteriormente, de novos navios de apoio e petroleiros.

Segundo a publicação do SINAVAL – Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e *Offshore* – (2010) intitulada “A indústria da construção naval e o desenvolvimento brasileiro”, o emprego na indústria naval aumentou de 2 mil pessoas, em 2000, para mais de 56 mil pessoas em 2010. Os financiamentos anuais do Fundo da Marinha Mercante (FMM) aumentaram de R\$ 300 milhões, em 2001, para R\$ 2,4 bilhões, em 2009, demonstrando o grande crescimento do setor.

O Brasil despontou como uma das grandes potências energéticas mundiais. Porém, segundo Ortiz Neto e Costa (2007), não foi de um dia para outro que o Brasil alcançou este feito. No final de 1950 já havia o conhecimento de que o país possuía reservas de petróleo em profundidade marítima, apesar do desconhecimento do local preciso das jazidas. Ainda segundo os autores, em 1968 houve a confirmação da descoberta do primeiro poço *offshore* e, nos anos seguintes, ocorreram novas descobertas. Entretanto, tais descobrimentos não surtiram maior efeito, pelo fato das tecnologias existentes não serem condizentes com a realidade brasileira. Diante desta limitação, o país buscou a experiência internacional, mesmo que ainda limitada, para iniciar suas

explorações, iniciando, em paralelo, um vultuoso programa de desenvolvimento tecnológico.

Atualmente, o país passou a ser um dos principais exportadores de tecnologia de exploração. Segundo informações apresentadas no site da maior empresa de produção e exploração de petróleo nacional², a *Offshore Technology Conference* indicou em 2001 a empresa para receber o OTC Distinguished Achievement Award, o maior prêmio do setor petrolífero mundial, em reconhecimento à sua notável contribuição para o avanço da tecnologia de produção em águas profundas (PETROBRAS, 2009).

Além de elevar o número de empregos e estimular a economia nacional, a indústria *offshore* nacional despontou no cenário mundial. Segundo a SINAVAL (2010) “*existem 258 unidades flutuantes de produção ativas no mundo. A Petrobras tem 50 delas, próprias e sob contrato. É a petroleira com maior atividade na produção de petróleo offshore*”. A busca por desenvolvimento não parou por aí. A empresa mantém metas de crescimento ousadas, como pode ser observado na Figura 1.

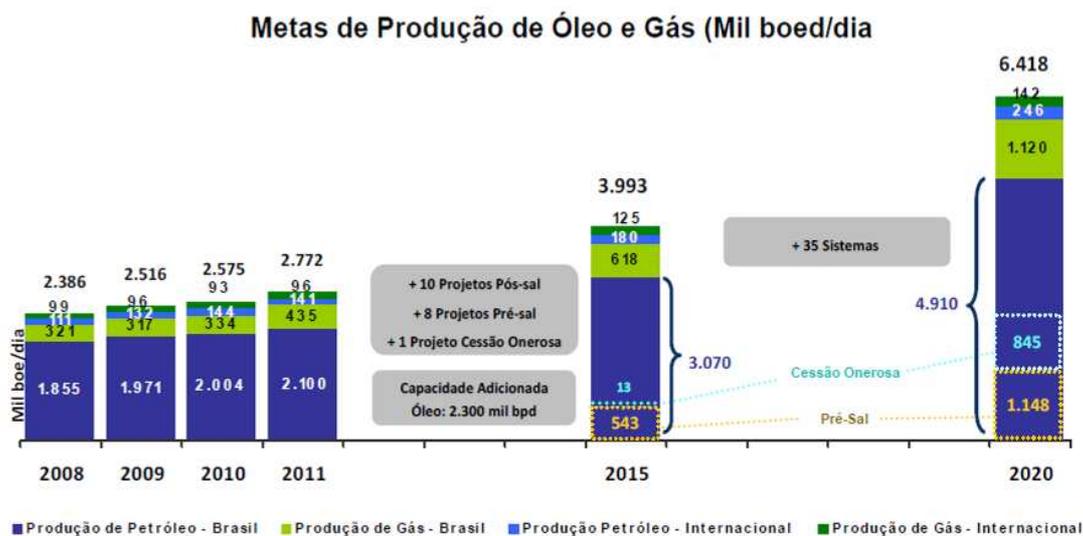


Figura 1 – Metas de crescimento produtivo
Fonte: Plano de Negócios 2011 – 2015³

² Site: <http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/nossa-historia/>

³ <http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/estrategia-corporativa/downloads/pdf/plano-negocios.pdf>

Percebe-se na Figura 1 que a previsão é de crescimento de mais de 100% da produção de petróleo no Brasil até 2020. Segundo dados apresentados no plano de negócios da empresa, *“o segmento de exploração e produção receberá investimentos de US\$ 127,5 bilhões. Desse total, US\$ 117,7 estão direcionados as atividades de E&P⁴ no Brasil, sendo 65% para desenvolvimento da produção, 18% para exploração e 17% para infraestrutura. Os investimentos no pré-sal correspondem a 45% do valor total do E&P no Brasil e aproximadamente 50% do montante destinado ao desenvolvimento da produção. A participação do pré-sal na produção nacional de petróleo passará da estimativa de 2% em 2011 para 40,5% em 2020”*.

Estes números demonstram a importância desta indústria no contexto nacional atual, ressaltando que a futura exploração na camada do pré-sal se constitui em demanda para a comunidade acadêmica e profissional. Assim, conforme as metas estipuladas pela empresa, a construção de novas plataformas para exploração/produção de petróleo na camada do pré-sal deve ocorrer de forma rápida, no menor custo possível e garantindo a segurança e eficiência da futura instalação.

Para atender esta demanda de construção de plataformas de forma rápida e a baixos custos, surgiu na empresa estudada a ideia de ‘construção em série’ de plataformas, possibilitando a replicação de um único projeto para construção de diferentes plataformas. Esta nova perspectiva aumenta exponencialmente a responsabilidade na concepção deste projeto, pois espaços de trabalho mal projetados podem resultar em efeitos adversos sobre a saúde e segurança, assim como podem afetar diretamente a eficiência e a produtividade. Por outro lado, a empresa se deparava com frequentes problemas no seu dia a dia a bordo, tais como:

- Problemas de saúde e fadiga decorrentes da falta de adaptação dos meios de trabalho à atividade;
- Riscos de acidente relacionados a dificuldades de representação do estado

⁴ E & P – Sigla para Exploração e Produção

real das instalações, principalmente nos períodos iniciais da operação;

- Disfuncionamentos no período de partida das instalações que demandam longo tempo para correção e estabilização dos processos;
- Dificuldades de efetivamente processar a carga nominal definida em projeto.

Alguns destes problemas também aparecem de forma crescente na literatura, ressaltando negativamente as condições de trabalho dos petroleiros. Porém, a empresa não possuía nenhuma diretriz ergonômica de projeto para apoiar o trabalho dos projetistas. A inadaptabilidade dos postos de trabalho em relação às atividades desenvolvidas a bordo é intensificada por alguns fenômenos observados na indústria de processo contínuo – IPC, como por exemplo, a periculosidade, a continuidade, a complexidade, a coletividade e o modo degradado de funcionamento (FERREIRA E IGUTI, 2003; FAVERGE, 1972) além do fato do trabalho ocorrer em condição de isolamento em alto mar, muitas vezes executado em ambientes confinados, e da execução de operações muitas vezes não otimizadas.

Segundo Chen, Wong e Yu (2009) :

“O trabalho nas plataformas de óleo offshore é amplamente considerado um trabalho estressante, mantendo seus trabalhadores expostos a tanto os estressores do trabalho onshore quanto aqueles pertinentes ao local de trabalho offshore. Os estressores físicos incluem ruído, vibração, iluminação e ventilação deficientes, vida e trabalho em espaços confinados, condições climáticas adversas, longas horas de trabalho e trabalho por turnos. Os estressores psicossociais cobrem as características do trabalho (carga de trabalho, variedade, clareza e controle), a percepção de risco (ex.: incêndio, explosão e viagens de helicóptero ou barcos), a insegurança no trabalho, a interface trabalho-família e a falta de certos tipos e fontes de apoio social.”

Outros riscos inerentes à atividade realizada nestas instalações estão ligados a possibilidade de vazamento de gases nocivos como o H₂S que é letal ao ser humano e ao trabalho em máquinas operando com altas pressões e temperaturas, fazendo com que o trabalhador permaneça tenso e com atenção total.

Além das características acima citadas, o trabalho em plataformas requer, em sua grande maioria, esforços significativos relacionados à manipulação manual de válvulas e registros, leitura e controle de instrumentos de monitoramento, grandes deslocamentos, principalmente por escadas, dentre outros. Além disso, condições climáticas e marítimas adversas, que acabam gerando instabilidade da estrutura com balanços constantes, enfatizam o risco de queda de objetos e dos próprios funcionários que, muitas vezes trabalham em altura.

Estes constrangimentos aos quais os operadores estão expostos são intensificados pelas variabilidades produtivas aos quais este tipo de indústrias está exposto, o que, segundo Daniellou (1986) faz com que o operador recorra a todos os tipos de recursos que estejam disponíveis para manter a planta de processo em seu estado de normalidade, seja recorrendo aos sistemas e dispositivos de controle, instrumentos, comunicações verbais, saberes individuais e coletivos, entre outros.

Para Faverge (1972), o operador atua no sistema assegurando um determinado nível produtivo através de uma regulação de produção, e mantendo as instalações que ele opera em bom estado de funcionamento e de segurança (através do controle do desvio entre o estado normal e o estado degradado do sistema). Esta regulação ocorre em função do operador se sentir 'seguro' em tomar decisões que regulem seu sistema. Este sentimento de 'segurança' é resultado de um acúmulo de experiência adquirida com a vivência em contato direto com este sistema, conforme mencionado por Bouyer *et. al.* (2007):

“O operador não representa o processo e não o controla por representação. Na realidade, a ‘inteligência’ que controla o

processo não está no sistema nervoso do operador da Indústria de Processo Contínuo (IPC), mas sim no corpo que vivenciou a experiência da 'área' e no corpo que, a todo momento, se mantém em contato com a área".

A necessidade constante de manter o funcionamento da unidade produtiva em conformidade com a necessidade de atender as metas produtivas e as expectativas definidas pela alta direção, que, frequentemente subestimam o alto potencial de acidente da indústria (Machado *et al.*, 2000), também intensifica os esforços aos quais os operadores estão expostos.

As constantes dificuldades enfrentadas pelos petroleiros durante a realização das suas atividades aliada à complexidade inerente deste tipo de processo e ao crescimento da indústria petroleira nacional faz aumentar as preocupações em relação à saúde, segurança e condições de trabalho dos operadores.

Segundo Morken *et. al.* (2007), as doenças ocupacionais que afligem os operadores *offshore* são consequências da carga física elevada do trabalho, da repetitividade e do elevado nível de deslocamento por escadas e superfícies irregulares. Duarte *et. al.* (2009b) complementam mencionando que as operações manuais realizadas sob pressão temporal e em condições que aumentam a carga física continuam elevadas mesmo em instalações automatizadas.

Em seu estudo epidemiológico sobre o setor *offshore* norueguês, Morken *et. al.* (2007) concluíram que 47% dos casos de doenças ocupacionais estão relacionados a distúrbios musculoesqueléticos, sendo 53% ligados aos membros superiores, 20% está relacionado à coluna e 16% são problemas nos joelhos. Duarte *et. al.* (2008) também ressaltam que nas indústrias de petróleo, as principais causas do

absenteísmo dos operadores são as LER/DORT⁵ (como por exemplo, lombalgias e tendinites) relacionadas com a carga física elevada.

Segundo Remiro (2009), *“as condições dos ambientes de trabalho da IPC e, em especial, do setor petroquímico, impõem exigências físicas que contribuem para o adoecimento da população, principalmente sob a forma de distúrbios musculoesqueléticos”*. Attwood et. al. (2006) ressaltam que *“acidentes ocupacionais continuam sendo um problema para a indústria em geral e em particular para as empresas offshore de óleo e gás”*. Em todo o mundo, as plataformas de petróleo apresentam situações de trabalho penosas e elevados riscos de acidentes.

Enfim, esta preocupação crescente pelos problemas de saúde ocupacionais pode ser constatada através do aumento da utilização de práticas ergonômicas em projetos de plataformas. Além do aumento no número de trabalhos ergonômicos desenvolvidos em plataformas, também foi possível ver a expansão das áreas ergonomicamente projetadas, antes limitadas às salas de controle (DUARTE et. al., 2007).

Além do risco de ocorrência de grandes acidentes e de doenças ocupacionais, a indústria do petróleo é considerada uma das mais poluentes do mundo. Um estudo realizado pelo Greenpeace⁶ apresenta os 14 maiores projetos de produção e exploração de combustíveis fósseis para as próximas décadas e seus impactos no aquecimento global. O Brasil aparece em nono lugar em função do projeto de exploração do pré-sal. Segundo o relatório, este projeto irá contribuir com a emissão de 330 milhões de toneladas de CO₂ por ano até 2020. (GREENPEACE, 2013).

⁵ LER / DORT - siglas para Lesões por Esforços Repetitivos e Distúrbios Osteo-musculares Relacionados ao Trabalho, sendo doenças caracterizadas pelo desgaste de estruturas do sistema músculo-esquelético.

⁶ “O Greenpeace é uma organização global e independente que atua para defender o ambiente e promover a paz, inspirando as pessoas a mudarem atitudes e comportamentos”. <http://www.greenpeace.org.br/>

1.2. OBJETIVOS DA TESE

A respeito desta situação, um projeto de pesquisa de ampla envergadura foi realizado a fim de tentar entender o porquê estes problemas ocorriam, principalmente os problemas de saúde que acometiam frequentemente os operadores das plataformas *offshore*, e apoiar os projetistas com a visão da ergonomia. O objetivo do projeto foi gerar recomendações técnicas com base em conhecimentos sobre a ‘atividade’ e o uso dos espaços e sistemas, de forma a subsidiar a tomada de decisão dos projetistas dos estudos de base de futuras plataformas.

Este projeto foi conduzido⁷ por uma equipe de pesquisadores do Programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, no qual se insere a autora, e com a equipe do centro de pesquisa da empresa analisada. A originalidade do projeto estava em dirigir tais recomendações não apenas para projetistas, mas também potenciais ergonomistas que venham a participar destes projetos. Outro aporte fundamental consistiu na introdução de conhecimentos sobre as atividades em situação real em recomendações (tradicionalmente as recomendações são elaboradas a partir de conhecimentos produzidos em laboratório).

O problema prático que serviu de guia para este projeto foi o desconhecimento dos projetistas sobre a realidade do trabalho a bordo, ou seja, que o “uso” era parcialmente considerado pelos projetistas durante as etapas de desenvolvimento do projeto das plataformas, o que acaba gerando ‘erros’, materializadas em condições adversas de operação. Desta forma, a premissa do projeto, portanto, era de que esta antecipação permitiria operações futuras mais seguras e mais adaptadas aos trabalhadores.

Do ponto de vista metodológico, a escolha das situações de trabalho, objeto das recomendações, decorria da análise de situações críticas de trabalho, para posterior análise do trabalho e elaboração das recomendações. Todavia, algumas situações de

⁷ Atendendo a uma demanda de técnicos do centro de pesquisa de uma empresa brasileira de exploração e refino de petróleo e gás.

trabalho extremamente críticas, em particular alguns artefatos existentes, não poderiam ser explicadas pela não consideração da atividade pelos projetistas. Segundo Booth et. al. (2003), “A pesquisa cotidiana usualmente não começa com um sonho de um tema, mas com um problema prático que pousa sobre você, um problema que, deixado sem solução, significa problema.” Os autores continuam dizendo que, algumas perguntas devem ser feitas no intuito que as respostas auxiliem a resolver o problema e que para responder tais questões práticas, “você deve colocar e resolver um problema de outro tipo, um problema de pesquisa definido pelo que você não sabe ou não entende, mas sente que precisa entender antes que você possa resolver seu problema prático”.

Tendo esta situação de pano de fundo, algumas questões foram levantadas:

1. Que fatores podem dar origem a estes tipos de problema?
2. Estes fatores podem estar associados a aspectos da organização e gestão dos projetos?
3. Estes problemas podem estar relacionados aos acidentes catastróficos deste tipo de indústria?
4. De que forma a ergonomia poderia contribuir com a melhoria das condições de trabalho dos petroleiros de forma mais efetiva?

Em função da falta de acesso a materiais da empresa que pudessem subsidiar uma investigação sobre o que poderia ter ocorrido durante os projetos dos espaços ou sistemas que deram origem a tais situações e da impossibilidade de realizarmos verbalizações com os projetistas que trabalharam nestes projetos para poder resgatar tais explicações, a autora considerou estudar o que diz a literatura sobre as dificuldades enfrentadas pelos projetistas. Foi então feito um recorte na literatura, elegendo-se um quadro de referencia relacionado a essas questões.

Esta tese está inserida na perspectiva da corrente da pesquisa sobre a prática da

Ergonomia, utilizando o material produzido no projeto de pesquisa mencionado, para em seguida argumentar, à luz dos conhecimentos recentes sobre análise de acidentes, gestão / organização de projetos e sobre a prática da ergonomia, sobre a necessidade de novo foco para as pesquisas e intervenções da ergonomia nos projetos. Desta forma, buscamos discutir e argumentar se as condições de trabalho dos projetistas não estariam na origem dos problemas de trabalho.

1.3. ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está estruturada em 8 capítulos, além desta introdução. O capítulo 2 trata da abordagem metodológica utilizada para o desenvolvimento desta tese: a reflexão sobre a prática, a pesquisa qualitativa, a metodologia de estudo de caso e a pesquisa bibliográfica. São mencionadas questões relativas à forma de registro dos dados do projeto e seu tratamento e à produção de conhecimento nesta abordagem da pesquisa sobre a prática.

O capítulo 3 discorre sobre o projeto de pesquisa utilizado como estudo de caso, com apresentação das metodologias utilizadas na pesquisa, suas etapas principais e os resultados alcançados. Também são apresentados alguns casos especiais onde é possível verificar que a nem sempre o projetista desconhece a atividade futura.

No capítulo 4 é apresentado um recorte da literatura em relação às definições, características, principais etapas e diferentes abordagens sobre a atividade de projetar. O capítulo 5 apresenta algumas características e dificuldades enfrentadas pelos projetistas em especial durante o processo de projeto de plataformas.

O capítulo 6 está destinado à apresentação de grandes acidentes. Nele apresentamos uma pesquisa sobre a ligação entre acidente e 'erro humano', além da apresentação de uma análise dos relatórios de inquérito de grandes acidentes, onde foram identificadas as principais causas de acidentes.

No capítulo 7 é abordada uma discussão sobre ergonomia de concepção e como ela

pode contribuir para redução dos acidentes e melhoria das condições de trabalho.

O capítulo 8 discute sobre algumas questões relevantes e enfatizadas ao longo da tese, relacionando os aspectos levantados na pesquisa bibliográfica e os itens verificados na prática.

Por fim, no capítulo nove é apresentada a conclusão da tese e alguns possíveis temas de estudo para complementação deste trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODO

Conforme mencionado anteriormente, esta tese está inserida na perspectiva da corrente da pesquisa sobre a prática da Ergonomia, que, por sua complexidade e abrangência, segue princípios de diversas linhas metodológicas no campo do conhecimento, mas complementares entre si, inserindo-se numa perspectiva de pesquisa mista. Segundo Bauer e Gaskell (2002), *“uma cobertura adequada dos acontecimentos sociais exige muitos métodos e dados: um pluralismo metodológico se origina como uma necessidade metodológica”*.

Em linhas gerais, a Figura 2 mostra a espinha dorsal desta tese, que começou com o estudo da abordagem da análise ergonômica do trabalho – AET (GUÉRIN et al., 2001) aplicada a um projeto de pesquisa .

Percebe-se no esquema apresentado que o projeto de pesquisa se confunde com a tese, uma vez que ele é parte da tese. O problema prático que motivou tanto o projeto de pesquisa quanto a tese era o conhecimento incompleto sobre o trabalho em plataforma de petróleo e a pouca utilização dos manuais e normas de ergonomia durante os projetos de plataforma. Assim, o projeto de pesquisa buscou resolver o problema prático através da transferência de conhecimento da situação real para o projetista e ergonômistas através da construção de configurações de uso (DUARTE & LIMA, 2012) e da elaboração de um caderno de recomendações.

Neste contexto, a autora atuou durante todo o projeto de pesquisa realizando embarques nas plataformas para coleta de informações sobre a atividade laboral real e preparando o caderno de recomendações que pudessem subsidiar a tomada de decisão dos projetistas e ergonômistas. O intuito era transferir conhecimento sobre as dificuldades vivenciadas e sobre as boas soluções inovadoras construídas pelos

operadores.

Findo o projeto de pesquisa, foram identificadas condições de trabalho que não seriam modificadas pela aplicação do caderno de recomendações. Desta forma, houve a ampliação da abrangência da tese, através de uma investigação do que poderia estar na origem dos problemas de saúde dos petroleiros, à luz dos conhecimentos recentes sobre análise de acidentes, gestão / organização de projetos e sobre a prática da ergonomia. A Figura 2 apresenta o esquema metodológico utilizado na tese e sua relação com o projeto de pesquisa.

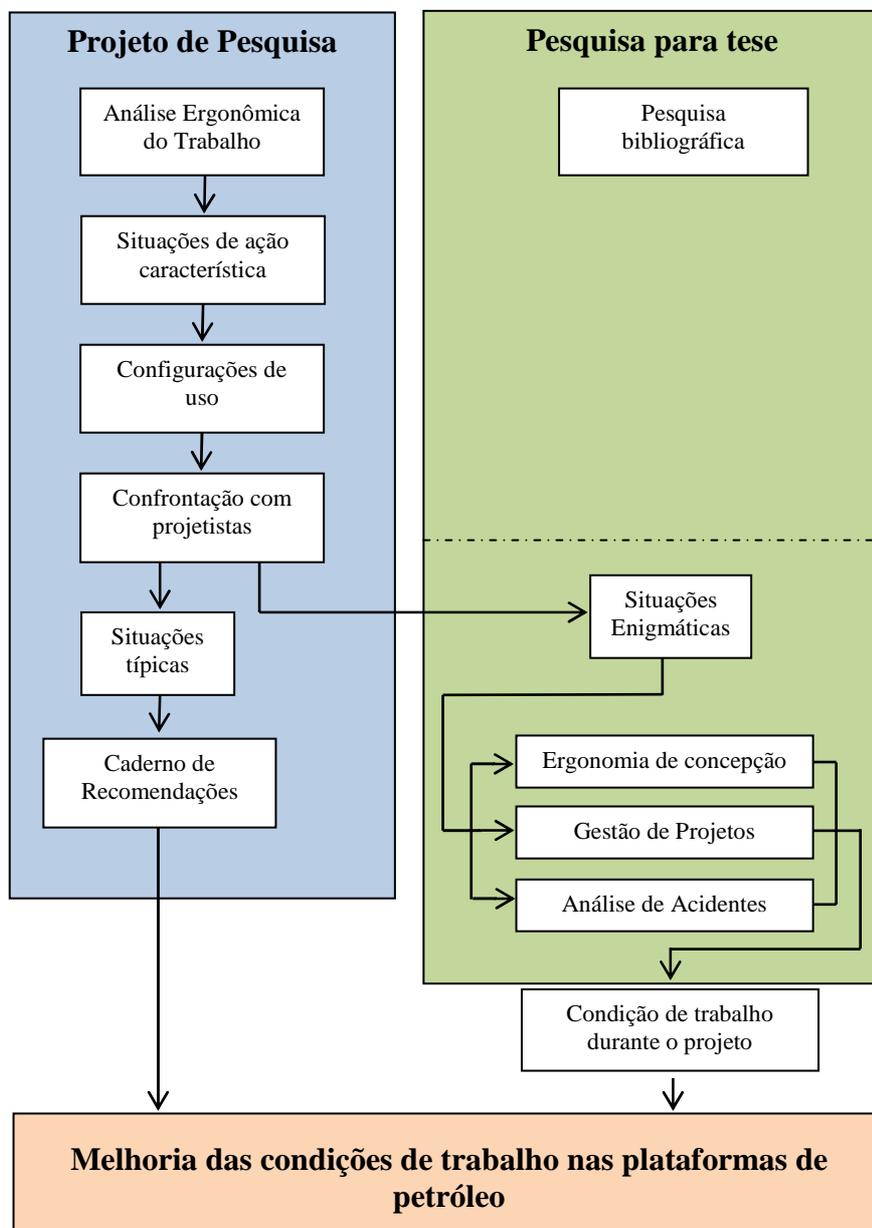


Figura 2 – Esquema metodológico da tese

Diante da pluralidade metodológica envolvida nesta tese, abordaremos neste capítulo: 1) a análise reflexiva como auxiliar na produção de conhecimento; 2) a pesquisa qualitativa; 3) estudo de caso e sua validação científica; 4) a pesquisa bibliográfica. Como complementaridade, será apresentado no próximo capítulo, a metodologia utilizada no estudo de caso realizado, ou seja, no projeto de pesquisa.

2.1. A ANÁLISE REFLEXIVA

Dentre as diversas abordagens existentes, esta tese se insere, primeiramente, numa abordagem metodológica baseada na reflexão *a posteriori* da intervenção ou, como é mais conhecida, a pesquisa sobre a prática reflexiva (SCHÖN, 1983).

Dentre as principais características desta abordagem estão: a participação do pesquisador como ator transformador das condições de trabalho e, num segundo momento, a construção de uma problemática a partir da intervenção realizada a fim de contribuir com a produção de um conhecimento científico.

Granath (1991), em seu estudo na concepção das fábricas da Volvo de Uddevalla e Torslanda, defende que o projeto de sistemas complexos, tais como os espaços de trabalho, requer a integração de diferentes campos de conhecimento no processo de projeto. Segundo o autor, dentro de um processo de projeto, a integração de diferentes atores com diferentes *backgrounds* em termos de experiência e competência profissional é fundamental para a geração de um novo conhecimento científico, enriquecendo o atual e os futuros projetos.

Nesta perspectiva da pesquisa reflexiva sobre a prática, Jackson (1998) também defende que a produção de conhecimento é resultante da interação entre os diferentes atores e da confrontação entre uma nova representação de um fenômeno precedente de um estudo de caso e as representações e modelos existentes.

A análise de um projeto já realizado também pode ser considerada uma reflexão sobre sua prática profissional, pois permite a formulação de geração de novas soluções que

poderão ser aplicadas em novos projetos. Para Schön (1983), o simples fato de alguém refletir durante a ação já o faz pesquisador, pois o torna criador de uma nova solução para um caso único, tornando-o independente das teorias e técnicas pré-estabelecidas. Para Granath (1991):

“Uma alternativa à tradicional abordagem de buscar dados generalizáveis através de quantificação e análise é tentar interpretar a situação que está sendo estudada. O propósito da interpretação é, a partir de ‘insights’ dentro da situação, produzir uma descrição informada das relações envolvidas. Pode-se conceber cada projeto individual como um passo num processo sucessivo, no qual teoria e estudo empírico se alternaram para gerar e verificar conhecimento. [...] Gerar teoria a partir da prática.”

E o autor continua dizendo que,

“Qualquer praticante que tenha uma atitude reflexiva em relação ao seu trabalho, seu conhecimento e à situação à sua frente, gera ‘embriões de teoria’ através da sua contemplação do que está fazendo e do porquê o que está acontecendo acontece. A parte difícil é canalizar essas reflexões de modo a que elas formem um ponto de partida para ações futuras, mas ainda a ser testada e modificada em situações futuras.”

Desta forma, apesar de cada caso e projeto serem únicos e necessitar de uma abordagem própria, os métodos usados em um projeto são generalizáveis no sentido de que podem ser adicionados a um repertório de conhecimentos, valores e métodos. Neste sentido, sempre haverá conhecimento já gerado, aspectos pré-estudados e situações existentes que poderão servir como ponto de partida para novos projetos, ajudando a esclarecer parcialmente a atividade futura ligada ao posto de trabalho que

será projetado (MARTIN, 2000).

2.2. A PESQUISA QUALITATIVA

Um dos outros aspectos desta pesquisa está baseado na abordagem qualitativa, que tem como característica principal a ausência de medidas numéricas e análises estatísticas, com a ocorrência de eventos complexos e de difícil quantificação, examinando aspectos mais profundos e subjetivos do tema de estudo. Segundo Bauer *et. al.* (2002), *“a pesquisa qualitativa evita números, lida com interpretações das realidades sociais”*. Na abordagem qualitativa busca-se observar a maneira como as pessoas espontaneamente se expressam e falam sobre o que é importante para elas. Segundo Liebscher (1998), para aprender métodos qualitativos é preciso aprender a observar, registrar e analisar interações reais entre pessoas, e entre pessoas e sistemas.

Dentro da abordagem qualitativa foi possível seguir alguns métodos característicos de uma pesquisa exploratória, dos quais supre o pesquisador de informações para melhor se trabalhar com o tema. Segundo Gil (2002), as pesquisas de caráter exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato de forma a esclarecer ou transformar conceitos ou ideias, com vista à formulação de problemas mais precisos ou de hipóteses que possam ser objeto de estudos posteriores.

Este tipo de pesquisa qualitativa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis sobre ele. O caráter exploratório decorreria, portanto, do fato de haver poucas pesquisas sistematizadas voltadas para o tema .

2.3. METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO

O estudo de caso busca realizar uma análise profunda e intensa sobre uma única unidade social, podendo ser esta unidade, um indivíduo, uma instituição, uma empresa ou uma comunidade, com o objetivo de compreendê-los em seus próprios termos.

Segundo Martins e Lintz (2000), o estudo de caso é uma investigação empírica que pesquisa fenômenos dentro de seu contexto real, reunindo o maior número de informações detalhadas, por meio de diferentes técnicas de coleta de dados, com o objetivo de apreender a totalidade de uma situação e, criativamente, descrever a complexidade de um caso concreto.

A abordagem metodológica utilizada nesta tese foi o estudo de caso, que, conforme Yin (2001) pode ser aplicado em pesquisas de ciências políticas, administração pública, psicologia, sociologia, estudos organizacionais e gestão, disciplinas estas consideradas durante o desenvolvimento de um estudo ergonômico.

“Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.” (YIN, 2001).

Lazzarini (1995) defende que o estudo de caso *“é aplicável para situações onde o problema de pesquisa é abrangente, complexo, e não pode ser analisado fora do seu contexto”*. Desta forma, quando as questões de estudo precisam ser traçadas ao longo do tempo, sem possibilidade do pesquisador controlar os eventos e possibilitando a extração de problemas que possam ser generalizáveis para estudo e produção de conhecimentos científicos, o estudo de caso se torna uma estratégia de pesquisa adequada.

Desta forma, esta pesquisa se enquadra nesta metodologia por se tratar de um tema

contemporâneo em seu contexto real, sem possibilidade de manipulação / controle dos comportamentos relevantes, porém, podendo trabalhar com uma ampla variedade de evidências, inclusive a partir da observação direta e de entrevistas, fontes que não costumam ser usadas em outras pesquisas.

Eisenhardt (1989) aponta a possibilidade do estudo de caso combinar diferentes métodos de coleta de dados como em arquivos, questionários, entrevistas e observações, levantando evidências qualitativas e quantitativas. Segundo Mattar (1993), este tipo de pesquisa *“utiliza métodos bastante amplos e versáteis. Os métodos empregados compreendem: levantamento em fontes secundárias, levantamentos de experiências, estudos de casos selecionados e observação informal”*. Estes métodos propostos por Mattar (1993) foram aplicados com diferentes graus de profundidade na pesquisa realizada.

Durante a realização do estudo ergonômico realizado para esta tese foram utilizados alguns destes métodos de coleta de dados, tendo sido realizada uma análise de documentos internos à empresa investigada, assim como a aplicação de entrevistas semiestruturada com diferentes graus hierárquicos, aplicação de questionários e observações diretas abertas e sistemáticas.

Quanto aos fins, esta tese foi elaborada a partir de uma abordagem reflexiva e sistemática de uma intervenção ocorrida com o objetivo de integrar a ergonomia aos projetos de plataforma de petróleo. A sequência dos fatos veio a expor as características dos fenômenos observados, procurando estabelecer as conexões entre as causas e os efeitos, gerando novos conhecimentos científicos.

2.4. A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Este estudo apoiou-se também, em sua fundamentação teórica, numa investigação bibliográfica, que, consiste na leitura, análise e interpretação dos materiais coletados e previamente triados. Segundo Silva e Menezes (2005), a pesquisa bibliográfica é

baseada na análise da literatura já publicada em forma de livros, revistas, publicações avulsas, imprensa escrita e até eletronicamente, disponibilizada na Internet. A leitura atenta e sistematizada do material selecionado, nos auxiliou na fundamentação do estudo. Silva e Menezes (2005) complementam que a revisão de literatura / pesquisa bibliográfica contribuirá para:

- obter informações sobre a situação atual do tema ou problema pesquisado;
- conhecer publicações existentes sobre o tema e os aspectos que já foram abordados;
- verificar as opiniões similares e diferentes a respeito do tema ou de aspectos relacionados ao tema ou ao problema de pesquisa.

Nesta tese, a intenção foi fazer um levantamento bibliográfico para recuperar as informações sobre o que já foi publicado sobre o tema, buscando subsídios conceituais que pudessem explicar os dados e fatos observados. Esse processo demandou inicialmente o uso de obras de referência para minimizar esforços e recuperar a maior quantidade de informação possível, partindo de autores clássicos nos temas abordados.

O alicerce da tese foi construído com material obtido na pesquisa bibliográfica desenvolvida nas principais bases de dados como Science Direct, ISI Web of Knowledge e Scopus assim como através da utilização de ferramentas de busca em periódicos, bibliotecas virtuais, dissertações, teses, anais de congressos e na Internet. O critério de busca utilizado foi a aplicação de palavras-chave em campos como: títulos, resumo e tema. As palavras-chave foram sendo alteradas e combinadas à medida que a busca apresentava mais de 100 respostas ou menos de 10.

As palavras-chave utilizadas foram: ergonomia, acidentes industriais, acidentes ampliados, projeto de plataforma offshore, indústria do petróleo, gestão de projetos, organização de projetos, condições de trabalho, planta de processo.

Também não devem ser desprezadas as indicações bibliográficas encaminhadas pelos professores ao longo do curso de doutorado e as referências citadas em artigos ou livros de interesse.

Os textos passaram por análise de conteúdo, que são definidas por Bauer (2002) como “um método de análise de texto desenvolvido dentro das ciências sociais empíricas”, cujo objetivo é produzir inferência de um texto focal para seu contexto social de maneira objetivada. A validade da análise do conteúdo deve ser julgada em termos de sua fundamentação nos materiais pesquisados e sua congruência com teoria do pesquisador, e à luz de seu objetivo de pesquisa.

Vale ressaltar que, a produção científica no tema é inesgotável, uma vez que está em constante desenvolvimento. Segundo Krippendorff, K. (1980), um texto nunca está completo; textos adicionais podem ser acrescentados continuamente.

3. O ESTUDO DE CASO

Discorreremos neste capítulo sobre o projeto de pesquisa utilizado como estudo de caso para esta tese, com apresentação das metodologias utilizadas na pesquisa, suas etapas principais e os resultados alcançados. Também são apresentados alguns casos especiais onde é possível verificar que nem sempre o projetista desconhece a atividade desenvolvida na plataforma.

Este projeto de pesquisa foi desenvolvido junto a uma companhia brasileira de exploração e refino de petróleo e gás reconhecida mundialmente pela sua tecnologia de exploração de petróleo em águas ultraprofundas. Além do desenvolvimento de tecnologia, esta empresa também é responsável por todas as fases de tratamento e distribuição de energia. Desta forma, sua abrangência vai além da chegada ao campo e da extração do óleo e gás, sendo ela responsável pelo transporte do óleo e gás até as refinarias, levando-os em seguida até os postos, além de atuar de forma significativa no desenvolvimento de novas tecnologias.

A companhia, fundada em 1953, superou em 2003 a marca de dois milhões de barris de petróleo produzidos diariamente no Brasil e no exterior e em 2007 anunciou a descoberta de uma grande concentração de petróleo e gás em seções de pré-sal em quantidade suficiente para aumentar em 50% as reservas de óleo e gás no país.

Este projeto de pesquisa foi iniciado em Março de 2007 e teve duração de dois anos e meio, com a condução do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ, cuja equipe era composta por um coordenador, três pesquisadores experientes, uma pesquisadora de pós-doutorado, duas estudantes de doutorado, sendo uma delas a autora desta tese, dois estudantes de mestrado e dois estagiários estudantes de graduação.

Este projeto foi idealizado em 2006, após o desenvolvimento de estudos ergonômicos

para alguns ambientes de uma plataforma de petróleo em construção. Este estudo foi o primeiro a acontecer durante a fase de projeto básico ao invés da etapa de detalhamento, e também foi desenvolvido pela COPPE em parceria com a empresa estudada. Os pesquisadores perceberam que apesar de um elevado conhecimento técnico, os projetistas desconheciam a realidade a bordo das plataformas. Desta forma, o projeto de pesquisa foi concebido, a fim de permitir a incorporação deste conhecimento nos projetos de novas plataformas que, conforme mencionado anteriormente, poderia ser replicado na construção de diversas plataformas distintas.

Desta forma, a hipótese principal usada como norteadora para o desenvolvimento do projeto estava relacionada ao desconhecimento dos projetistas sobre a realidade do trabalho à bordo, ou seja, que o “uso” (ou atividade) não era levado em consideração pelos projetistas durante as etapas de desenvolvimento do projeto de plataformas, o que acabava gerando “erros de projeto”, materializados em condições adversas de operação.

A partir desta hipótese, a pesquisa teve como tema a contribuição da ergonomia para projetos de engenharia em particular para projetos de plataformas *offshore*, através da geração de conhecimento sobre as atividades de trabalho desenvolvidas em plataformas de petróleo.

Assim, o objetivo era permitir a transferência das experiências a respeito das realidades vivenciadas nas plataformas em operação para o projeto das futuras instalações, através da construção de recomendações técnicas que pudessem ser integradas ao Projeto Básico das novas plataformas. Este conhecimento gerado buscava a antecipação dos problemas que o corpo técnico de operações enfrentava no dia-a-dia das atividades realizadas nas plataformas *offshore*, com objetivo de aumento da confiabilidade operacional e a melhoria das condições de trabalho.

3.1. A METODOLOGIA APLICADA AO PROJETO DE PESQUISA

A ergonomia, que é uma disciplina que tem como objeto de estudo a atividade de trabalho, se interessa pelas relações entre a concepção dos sistemas de trabalho e as atividades profissionais, buscando a melhoria das condições de trabalho, a partir da análise do que é efetivamente realizado pelo trabalhador no seu posto de trabalho. Em outras palavras, trata-se de levar ao projeto, princípios da realidade das situações de trabalho (Wisner, 1972). Apoiando-se neste princípio, e na busca por alcançar os objetivos mencionados, a metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho – AET veio para contribuir.

Esta metodologia se fundamenta na análise do trabalho real executado em situações de referência (a própria instalação a ser modernizada, instalações existentes que possuam sistemas ou dispositivos similares aos que serão utilizados no futuro etc.) e no fato de se colocar em evidência a variabilidade humana e industrial, enfatizando o trabalho real em detrimento da organização formal (Daniellou et. al., 1989). Desta forma, o que se busca é requerer a explicitação do conhecimento tácito dos operadores, buscando entender os critérios que orientam e moldam o comportamento humano em seu posto de trabalho. Porém, a explicitação deste conhecimento não é uma tarefa fácil. Para entendimento destes critérios, se faz necessária a permanência do pesquisador por longos períodos de tempo observando e criando vínculos de confiança junto aos operadores, buscando entender os fatores que afetam diariamente suas atividades. As observações ressaltam comportamentos que não são facilmente entendidos, necessitando uma etapa de autoconfrontação, onde o pesquisador poderá tirar suas dúvidas a respeito dos dados coletados durante a observação. Neste momento o operador clarifica aspectos que não foram facilmente compreendidos pelo pesquisador.

Alinhando-se a este raciocínio, o desenvolvimento deste projeto teve como base a

perspectiva da ergonomia de concepção. Foram utilizadas situações de referência que possibilitaram a identificação das ações transponíveis às situações futura. O conhecimento da realidade do trabalho em situações de referência, tal qual ela ocorre no momento da operação, é uma dimensão estratégica para o êxito dos projetos, pois auxiliará na orientação do projeto dos novos espaços/sistemas. Assim, este projeto teve como condição obrigatória o embarque dos pesquisadores nas plataformas utilizadas como situação de referência.

A plataforma utilizada como situação de referência era uma unidade do tipo FPSO⁸ que estava posicionada a 160 km da cidade de Macaé, na Bacia de Campos. Esta plataforma detinha o recorde nacional de produção na época da pesquisa, sendo considerada uma referência em termos de produção. Sua capacidade nominal de produção de óleo era de 150 mil barris/dia e a capacidade de compressão de gás de 6 milhões de m³/dia. Durante os dois anos e meio de duração deste projeto, a autora realizou 14 embarques nesta plataforma, totalizados em 74 dias.

Esta plataforma iniciou sua produção em 2004 após o seu projeto de construção resultado da conversão de um navio petroleiro antigo, que entrou em operação em meados da década de 1970, em plataforma FPSO (Figura 3), projeto este realizado em Cingapura. A plataforma mede 337 metros de comprimento por 65 metros de altura e está ancorada em lâmina d'água de 820m de profundidade.

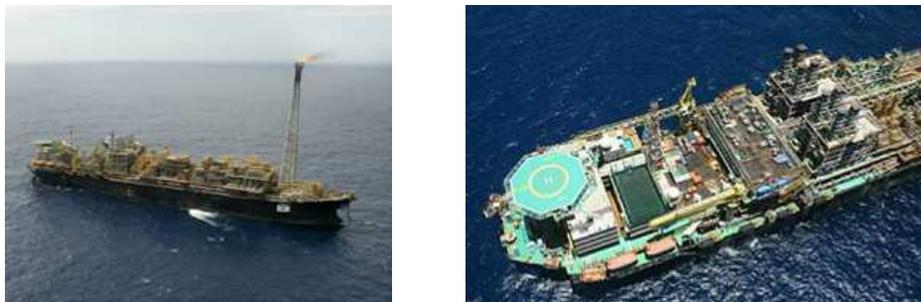


Figura 3 – Imagem de plataformas do tipo FPSO

⁸ FPSO – Sigla em inglês para *Floating Production Storage Offloading unit*, ou seja, unidade flutuante de produção, armazenamento e transferência de óleo das plataformas para navios aliviadores.

Outra característica levada em consideração na escolha desta plataforma como situação de referência foi o fato dela ter sido a primeira plataforma a ter um projeto de ergonomia para sua sala de controle no seu projeto de concepção, o que constituiu uma inovação nos projetos desta empresa. Depois disso, outras plataformas também tiveram estudos de ergonomia na fase de projetos, porém, em todos os casos as intervenções ocorreram na etapa de detalhamento.

Antes mesmo da pesquisa em campo ter sido iniciada, reuniões de preparação e explicitação das demandas principais foram realizadas com o objetivo de alinhar as expectativas e definição do seu escopo. Nesta ocasião, foram selecionadas doze áreas relacionadas às acomodações e onze áreas/sistemas operacionais (da área de processo) a serem analisadas durante o projeto, que *a priori*, eram consideradas críticas pelos responsáveis da empresa. Estas áreas foram separadas por equipes: 2 arquitetas ficaram responsáveis pelo desenvolvimento do trabalho nas áreas de acomodação e 2 engenheiros, sendo um dos engenheiros a autora desta tese, ficaram responsáveis pelas áreas de processo / sistemas operacionais. Conforme mencionado anteriormente, esta tese diz respeito exclusivamente à área de processo. Dentre as áreas/sistemas da área de processo previamente selecionadas estavam:

1. Praça de máquinas
2. Casa de bombas
3. Turbogeneradores
4. Módulo de utilidades
5. Gerador de emergência
6. Módulo de lançamento de PIG's e Manifolds
7. Módulo de painéis elétricos
8. Módulo de tratamento e separação de óleo

9. Módulo de tratamento de gás

10. Módulo de compressão

11. Área de carga e movimentação

Após a pré-definição destas áreas, o desenvolvimento do projeto foi iniciado com a realização de um levantamento de documentos de projetos, normas técnicas nacionais e internacionais, e procedimentos internos e externos à empresa, cujo propósito era identificar quais as regras que deviam ser seguidas, os limitantes construtivos e as diretrizes mandatórias na construção de uma plataforma. Mesmo que de forma generalista, esta pesquisa possibilitou estabelecer um paralelo com a visão dos projetistas no momento da concepção das especificações de cada projeto de plataforma. Também foram pesquisadas publicações que estivessem relacionadas com o trabalho em áreas de processo (ou plantas industriais) ligadas a plataformas de petróleo ou, de forma mais global, ligadas a indústria de processo contínuo. Esta busca foi realizada em revistas, periódicos, anais de congressos e banco de teses, a fim de se obter uma compreensão mais próxima da realidade vivenciada pelos funcionários deste tipo de empresa.

Foi possível observar que há uma escassez de estudos existentes na área de processo de plataformas *offshore*. Pouco se conhece da realidade do chão de fábrica deste tipo de empresa. Os poucos autores que pesquisam sobre o trabalho *offshore* os fazem de forma superficial, se preocupando com as questões técnicas (LIMA, 2006), ambientais (CHAVES, 2004), estratégicas e financeiras, deixando de lado questões como condições de trabalho, saúde e ergonomia. A maioria dos artigos encontrados sobre ergonomia em ambientes *offshore* tinha o foco nos projetos de sala de controle (vide MAIA, 2002), ou com menos ocorrências, em alguns ambientes localizados na área de acomodações. Esta primeira fase de busca bibliográfica se perpetuou ao longo de todo projeto de pesquisa, se adequando as necessidades de cada fase.

Dentre os trabalhos localizados sobre ergonomia em plataformas *offshore*, dois se sobressaíram por abordar o trabalho neste tipo de indústria, dando ênfase aos determinantes da carga física (REMIRO, 2009) e aos aspectos operacionais como dificuldades e constrangimentos enfrentados pelos operadores (GAROTTI, 2006).

3.2. ETAPAS DO PROJETO DE PESQUISA

O trabalho de campo foi iniciado com a participação da autora como responsável por na realização da Análise Ergonômica do Trabalho nos ambientes e sistemas da área de processo. O desenvolvimento desta análise passou por algumas etapas, com ou sem superposição, conforme apresentada na Figura 3.

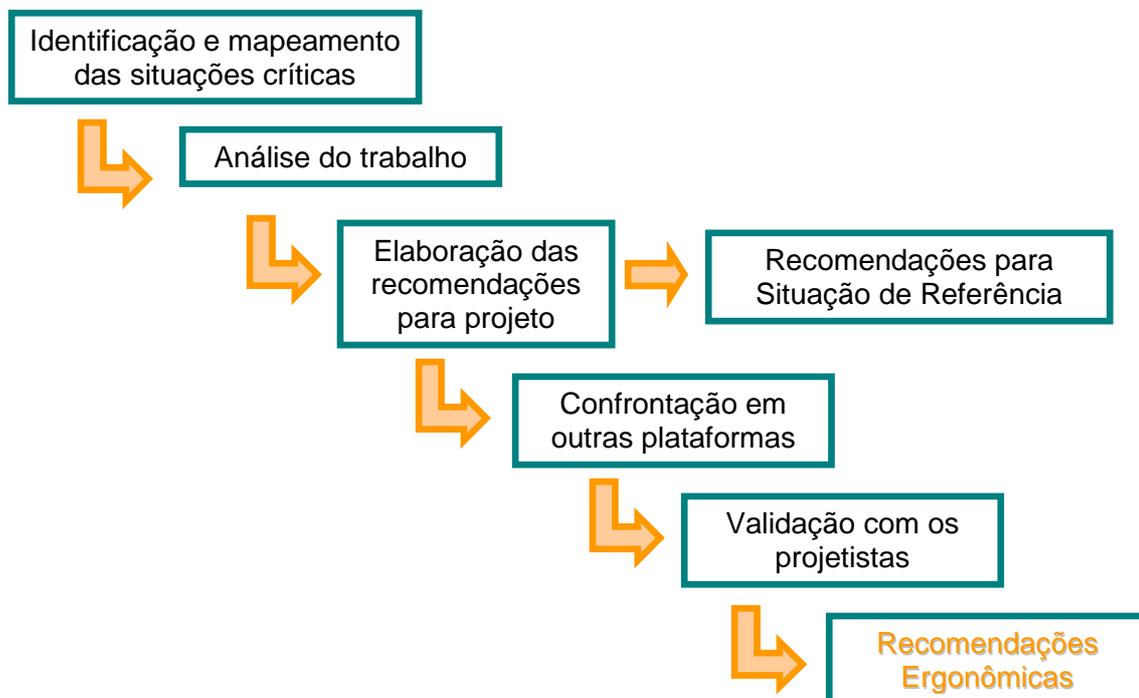


Figura 4 – Etapas do projeto

A autora participou do acompanhamento das atividades de trabalho das diferentes equipes operacionais a bordo durante os diferentes turnos de trabalho. A seguir serão apresentadas as etapas metodológicas aplicadas neste projeto de pesquisa.

3.2.1. Identificação e mapeamento das situações críticas

A análise foi iniciada na plataforma de referência com objetivo de obter informações relacionadas ao trabalho, não somente nas áreas pré-definidas, mas avaliar se estas áreas eram, realmente, as que possuíam esforços e posturas consideradas mais árduas para os trabalhadores durante a realização de suas atividades.

Esta etapa consistiu na compreensão das demandas de transformação do ponto de vista do usuário, a partir de entrevistas informais e acompanhamentos não sistemáticos das situações tidas como críticas pelos usuários⁹.

A partir deste levantamento realizado que equivale a um pré-diagnóstico ergonômico (conforme GUÉRIN *et. al.*; 2001) foram utilizados diferentes métodos de registros, em função das especificidades das situações analisadas tais como entrevistas informais, registros fotográficos e filmagens. Também foram realizadas análises dos dados de saúde e dos dados sobre a população de trabalhadores, análises de posturas, esforços, espaços físicos, *layout*, organização do trabalho, mobiliários, equipamentos dispositivos de informação e comando, etc.

De acordo com Duarte *et. al.* (2009b), como criticidade de carga de trabalho foram priorizados:

- A carga física; em especial os esforços e posturas inadequadas, as dificuldades de acesso e deslocamentos.
- A dificuldade de execução ou a potencialidade de redução do esforço físico e até mesmo do número de operadores envolvidos com a execução da tarefa (potencialidade de melhoria da confiabilidade operacional e aumento da funcionalidade ou da facilidade da operação).

⁹ As atividades que possuíam algum tipo de dificuldade para sua execução pelo ponto de vista dos operadores das equipes de operação e de manutenção foram acompanhadas pela autora para elaboração do mapeamento das principais situações críticas.

- O tempo disponível para tarefa e o tempo efetivamente utilizado para tal.
- A importância do subsistema e da atividade para a confiabilidade da operação e funcionamento da plataforma.

Esta fase foi exaustivamente longa em função da reduzida quantidade de trabalhos existentes, conforme mencionado anteriormente. O total desconhecimento das atividades realizadas a bordo fez com que fosse dedicado mais tempo do que o previsto para o compreensão e obtenção das informações pertinentes para a elaboração de um mapeamento consistente. O detalhamento das informações obtidas nesta fase do projeto se encontra no Anexo A.

A partir da análise realizada, foi observado que algumas áreas pré-definidas pelos representantes da empresa não eram tão críticas quanto as diagnosticadas durante esta fase. As principais atividades foram tabuladas por posto operacional, a fim de definir as áreas e/ou sistemas que seriam analisados mais detalhadamente e para os quais foram geradas recomendações técnicas para projetos futuros. Após esta tabulação, considerando a criticidade das situações de trabalho observadas e face às possibilidades de contribuições para os projetos futuros, foi definida a construção de recomendações técnicas para as áreas e sistemas relacionados na Tabela 2.

Tabela 1 – Especificações técnicas para sistemas específicos

Sistemas	Características e dispositivos críticos	Equipes
1. Sistema de lançamento e recebimento de PIGs	Válvulas, porta	Produção e Manutenção
2. Sistema de glicol	Válvulas	Produção e Manutenção
3. Sala de utilidades (praça de máquinas)	Sala de apoio e filtros (água quente, <i>lift</i> , drenagem dos pocetos)	Utilidades e Manutenção
4. Turbogenerador	Sala de painéis, <i>hood</i> , <i>plenum</i> , filtros das bombas de diesel.	Utilidades e Manutenção
5. Gerador de emergência	Layout, tanque diesel, sala de painéis	Utilidades e Manutenção
6. Casa de bombas	Filtros de bombas como a de exportação, das dalas e pocetos.	Embarcação
7. Movimentação de cargas	Área de recepção da carga, área de produtos químicos, guindastes.	Embarcação

Fonte: Duarte et. al. (2009b)

Observou-se que existiam pontos críticos comuns em diversos ambientes e subsistemas da plataforma, tais como deslocamentos em escadas, atuação em válvulas e manipulações em painéis elétricos. Assim, na tentativa de contribuir com os projetos futuros, foram elaboradas recomendações técnicas gerais para estes componentes das plataformas (válvulas manuais, painéis elétricos e escadas e acessos). A autora participou do trabalho de seis das sete áreas específicas (sistema de glicol, sala de utilidades, turbogeneradores, gerador de emergência, casa de bombas e movimentação de cargas) além de uma das áreas gerais, no caso, escadas e acesso. O Anexo B apresenta uma descrição sucinta das áreas e sistemas selecionados.

3.2.2. Análise Ergonômica do Trabalho

Diante da seleção das áreas anteriormente citadas foi possível iniciar a análise das atividades críticas executadas nestes ambientes. Diferentemente de uma indústria como a automobilística ou a alimentícia, a falta de ciclos bem definidos de produção, característica marcante da indústria de processo contínuo, gerou dificuldades de acompanhamento de algumas atividades, pela falta de repetitividade e limites de tempo de observação.

Esta restrição era determinada pelas vagas à bordo, que nem sempre estavam disponíveis para os pesquisadores. Desta forma, foram adaptadas técnicas e procedimentos às circunstâncias que foram encontradas, podendo variar desde técnicas sofisticada de registro de variáveis fisiológicas que, além de pertinente para o tipo de carga de trabalho, podia ser prevista em uma atividade que acontecia com certa regularidade até a entrevista de explicitação, para atividades de menor frequência. Entre um e outro, com maior ou menor profundidade, foram utilizadas vários tipos de técnicas como: filmagens, fotos, entrevistas consecutivas ou interruptivas etc.

Estas características reforçaram a necessidade de explicitar o saber informal dos atores em situação, os critérios que orientam suas ações e os objetivos conflitantes que conformam seus comportamentos no trabalho. Porém, a obtenção de tal conhecimento requer uma vivência ao lado dos atores, criando uma ligação de confiança deste com o ergonomista.

Para as atividades que foram possíveis de serem observadas *in loco*, foram realizadas auto-confrontações e verbalizações dos dados levantados com os próprios atores, com o intuito de esclarecer aspectos, eventualmente não compreendidos, das estratégias de trabalho e validar as observações efetuadas. Segundo Weill-Fassina *et al.* (1993), as verbalizações quando bem objetivadas auxiliam o observador a evidenciar e apreender a experiência obtida pelos trabalhadores além de uma forma

de compreensão do por que determinadas ações são tomadas. Com essa metodologia que mescla observação e entrevista, pôde-se compreender a atividade em questão, identificando os elementos e os determinantes das atuais condições de trabalho e de uso que poderiam ser objeto de melhorias em futuros projetos.

Além da observação do trabalho tal como ele acontece no cotidiano da plataforma, a análise ergonômica procurou construir uma compreensão global da situação de trabalho. Tal compreensão serviu para orientar o projeto de postos de trabalho e a especificação das condições de trabalho em geral. Após a realização da AET, foi possível restituir aos atores¹⁰ uma nova interpretação das dificuldades encontradas, interpretação baseada na atividade de trabalho e de seus determinantes.

Vale ressaltar que o objetivo principal deste trabalho foi a elaboração de Recomendações Ergonômicas (RTs) para novos projetos. Desta forma, e a partir da análise da atividade, buscou-se isolar os elementos que poderiam estar presentes na situação futura. Tais elementos e determinantes cuja presença simultânea condicionará a estruturação da atividade futura são conhecidos como Situação de Ação Característica – SAC. Estes determinantes são notadamente: os objetivos a atingir, as pessoas engajadas na ação, as exigências de tempo e qualidade, a disponibilidade de meios de trabalho e os fatores susceptíveis de influenciar o estado interno dos operadores (por exemplo, o trabalho noturno). Desta forma, foram evidenciadas características que devem ser mantidas e outras que podem ser mudadas nos projetos futuros com o objetivo de aumentar a confiabilidade da operação e reduzir a demanda de trabalho e esforço em determinadas operações. A observação e o registro das diversas atividades ligadas à operação aliada às verbalizações dos operadores formaram a base para a construção do diagnóstico ergonômico e da identificação das SACs.

¹⁰ Atores, nesta tese, em referência às pessoas que estão ligados direta ou indiretamente aos espaços de trabalho ou ao projeto dos ambientes da plataforma.

Na busca por facilitar o trabalho do projetista durante o projeto das plataformas, foi elaborado um caderno de AET, onde eram apresentadas as características da área analisada, os determinantes gerais das atividades e as SACs, que eram apresentadas em formato de fichas. Estas fichas apresentavam os pontos críticos de cada atividade identificada na situação de referência e as recomendações *a priori* levantadas para reduzir a exposição do operador aos constrangimentos sofridos durante suas rotinas. Um dos capítulos do caderno denominado AET é apresentado no Anexo C.

3.2.3. Elaboração das recomendações para projeto

A partir desta análise e identificação das SAC, foi possível realizar a elaboração de uma primeira versão do caderno de Recomendações Técnicas (RT) em ergonomia para o projeto básico dos diferentes ambientes analisados (princípios ergonômicos básicos de projeto).

Uma das preocupações deste projeto foi explicitar as SACs aos ergonomistas que estarão presentes no processo de concepção dos instrumentos de trabalho e instalações futuras, abreviando o tempo de reconhecimento do campo e alertando a equipe de projetistas quanto às situações a serem consideradas em futuros projetos. Porém, não se pretendeu esgotar as análises possíveis da atividade observada, e sim uma interpretação, de acordo com os fatos observados, e submetê-la à discussão durante o projeto.

Estas RTs foram redigidas buscando transmitir aos projetistas as informações relevantes e necessárias para o entendimento das reais condições de trabalho na plataforma, porém com o cuidado de não restringir a criatividade dos projetistas e ao mesmo tempo buscando não serem completamente genéricas. Desta forma deu-se origem ao conceito de 'configurações de uso'.

As 'configurações de uso' se caracterizam por um certo grau de abstração em relação à descrição detalhada da atividade. Adotando-as como unidade mínima de análise e

base das recomendações, foi possível abstrair detalhes e especificidades observadas durante a análise ergonômica do trabalho na situação de referência, assim como nas outras plataformas visitadas. Por serem de caráter mais geral, as 'configurações de uso' podem abstrair as variabilidades e especificidades de cada plataforma, os detalhes dos procedimentos e modos operatórios e os problemas específicos. São pequenas diretrizes capazes de influenciar nas soluções finais.

A noção de 'configurações de uso' ajudou a situar uma recomendação no contexto de uma atividade além do conteúdo técnico e explicitou seu objetivo / finalidade ou problema a resolver. Sempre que possível, foram detalhados parâmetros de projeto, explicando o porquê e como foram calculados e / ou exemplificando-os com situações de referência visitadas ou conhecidas. Assim, as recomendações procuraram conter o que fazer, o porquê e, em certa medida, o como.

A extração das 'configurações de uso' a partir dos casos diversos, evitando se prender ao caso da situação de referência ou às opções adotadas em outras plataformas foi uma das maiores dificuldades encontradas neste projeto para elaboração das RTs. Mesmo quando uma situação de referência oferecia um bom exemplo a ser copiado, a recomendação assumiu um tom mais geral, para não se prender ao caso específico. Tentou-se, assim, evitar que a recomendação assumisse o *status* de um padrão obrigatório, ao invés de servir como referência, como se pretendeu, deixando margem de manobra para a equipe de projeto inovar e, mesmo, melhorar em relação ao estado da arte.

Com a elaboração deste caderno de recomendações, tal como descrito anteriormente, buscou-se apoiar a intervenção da ergonomia nas etapas iniciais do projeto em particular no "projeto básico", etapa na qual as possibilidades de transformação são maiores, integrando a dimensão do trabalho desde o início do projeto.

3.2.4. Confrontação em outras plataformas

Objetivando ampliar as informações e o conhecimento sobre o trabalho a bordo, foram realizadas visitas a outras cinco plataformas, sendo que a autora realizou 4 destes embarques. Estas visitas tiveram como objetivo complementar as informações coletadas na primeira plataforma.

Estas novas visitas buscavam identificar, avaliar e comparar as soluções adotadas para as áreas previamente tidas como críticas. Desta forma buscou-se verificar quais eram as melhores possibilidades de soluções até então desenvolvidas nas plataformas visitadas.

Estas visitas possuíram um tempo de análise bastante limitado, não excedendo 3 dias, o que exigiu um prévio planejamento das observações que deveriam ser realizadas. Desta forma, foram elaborados questionários para cada área de atuação com objetivo de obter informações precisas sobre os problemas identificados na situação de referencia principal e que buscávamos solucionar, conforme pode ser observado no Anexo E.

Após a aplicação destes questionários, foram realizadas rondas com o objetivo de observar in loco as soluções de projeto e as estratégias desenvolvidas pelos operadores para realizarem as atividades críticas. Esta etapa possibilitou um detalhamento das Recomendações Técnicas (RTs). Após a realização destas visitas a plataformas distintas, retornamos à plataforma FPSO utilizada como situação de referência para validação das recomendações elaboradas, confrontando as diferentes soluções observadas nestas outras plataformas.

3.2.5. Validação com os projetistas

Após uma nova atualização do caderno de Recomendações Técnicas com base nas observações das soluções verificadas nas plataformas visitadas, reuniões foram realizadas com os projetistas das diferentes áreas/sistemas analisados, como módulo de geração, módulo de movimentação de cargas, tubulações etc. Tais reuniões tiveram como objetivo validar as recomendações propostas para as futuras plataformas. Os projetistas foram convidados a ler e opinarem a respeito do caderno de recomendações elaborado pelos pesquisadores.

Estas reuniões foram realizadas conforme disponibilidade dos projetistas, de forma coletiva ou individual. Eram apresentados os principais problemas identificados nas plataformas e as possíveis soluções recomendadas nas RTs para que pudessem ser aprovadas ou reprovadas pelos projetistas. Os projetistas também puderam criticar ou validar a redação e o nível de detalhamento proposto.

Esta etapa foi bastante produtiva, pois foi possível constatar que muitas das situações críticas vivenciadas a bordo, eram desconhecidas dos projetistas, como por exemplo a necessidade de entrada do operador no *plenum* do turbo gerador. Quando o projetista foi questionado sobre os motivos pelos quais havia uma janela de visita para acesso do operador ao *plenum* ao invés de uma porta, ele declarou: “Porque eu vou colocar uma porta se não há a necessidade de o operador entrar neste compartimento?”. E ao ver a foto do momento em que o operador retirava a janela de visita com ajuda de outros operadores para entrada no *plenum* e as dificuldades dele no seu interior, o projetista se mostrou incrédulo, desconhecendo tal atividade que, na plataforma analisada, acontecia rotineiramente.

3.2.6.Recomendações Ergonômicas

Conforme dito anteriormente, este projeto teve como objetivo principal a elaboração das RTs – Recomendações Técnicas – para o projeto básico das futuras plataformas de petróleo da empresa. Desta forma, a etapa de elaboração do caderno de recomendações ergonômicas foi de extrema importância.

Esta fase foi desenvolvida de forma participativa e contou com a colaboração dos projetistas, que são os maiores detentores das limitações dos projetos de plataformas, e dos petroleiros, levando em consideração a sua experiência na operação do sistema, pois, conforme Duarte *et. al.* (2009a) defende:

“Reduzir a participação e a experiência dos operadores à simples coleta de informações limitadas a um momento preciso do processo de projeção, não nos diferenciaria dos procedimentos formais de consulta, que mesmo Taylor praticava, de forma incipiente, em seus projetos de racionalização do trabalho.”

Estas recomendações foram redigidas buscando não criar restrições a criatividade dos projetistas e levando em consideração o grau de especificação necessária na fase de ‘projeto básico’. Esta fase do processo de projeto foi tida como foco deste estudo por trazer a realidade do trabalho operacional logo na sua fase inicial, o que permite uma maior integração da ergonomia ao longo dos projetos.

Porém, alguns desafios foram enfrentados durante a elaboração destas recomendações, como por exemplo, como definir especificações que poderão ser utilizadas em projetos futuros, sem os conhecer? Será que as situações observadas e analisadas em situação de referência ocorrerão no futuro? Como ajudar os projetistas de forma efetiva?

A fim de solucionar estas questões, buscou-se transformar a RT em uma ferramenta

de fácil utilização pelos projetistas, através da sistematização das experiências acumuladas, servindo como ponto de partida para responder as demandas ergonômicas futuras. Para tal, a estrutura do caderno de recomendações foi elaborada da seguinte forma:

1. Inicialmente foram descritos, de forma sucinta, os determinantes e particularidades que podem interferir na atividade, além das principais inter-relações do operador responsável pelo sistema analisado com outros setores / funcionários.
2. Na sequência, foram extraídas as configurações de uso a partir das observações de todas as plataformas visitadas, buscando não se prender a uma única solução observada *in loco*, sendo esta uma das etapas mais complicadas da elaboração deste caderno de recomendações.
3. Sempre que possível, foram apresentadas as condicionantes e variáveis de projeto para cada configuração de uso, explicando o porquê e como foram calculados e/ou exemplificando-os com situações de referência visitadas ou conhecidas.
4. Foram apresentadas as normas utilizadas como referência na elaboração das recomendações.

Assim, as recomendações procuraram conter o que fazer, o porquê e o como, procurando explicitar a razão pela qual esta recomendação está sendo feita e o que ela busca resolver, apresentando sempre que possível, soluções observadas e tidas como adequadas e outras soluções que não devem ser copiadas. Estes casos eram apresentados apenas como exemplos, com a preocupação de não parecer uma solução obrigatória, e sim servir como referência.

Como exemplo, podemos apresentar o caso da planta de Tri-etileno Glicol – TEG. A planta de glicol funciona como um sistema fechado, onde o glicol que entra em contato

com o gás úmido fica rico em umidade e deve ser retratado para voltar a entrar em contato com o gás, conforme fluxo apresentado na Figura 5.

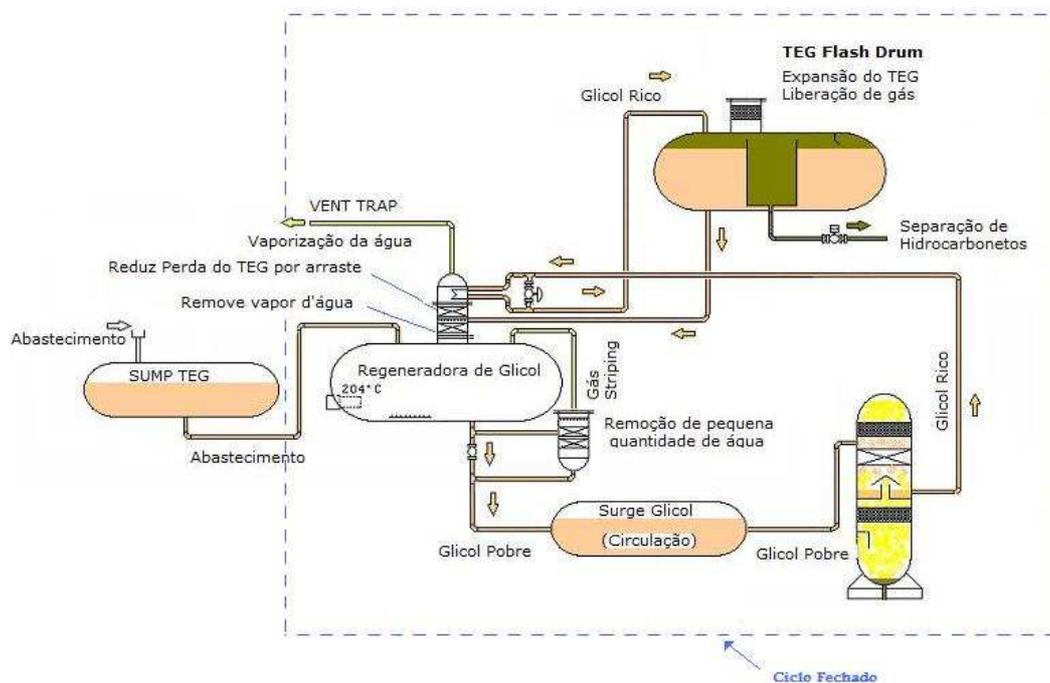


Figura 5 – Esquema da planta de glicol

Um dos determinantes da atividade é a ocorrência de *shut downs*, ou seja, quando a plataforma é desligada automaticamente em função de irregularidades de algum sistema que possa comprometer a segurança da planta. Quando isso acontece, podem ocorrer perdas no sistema fechado de TEG, necessitando um reabastecimento de glicol na regeneradora. Este abastecimento, conhecido por ‘transferência de glicol’, exige um deslocamento do operador por escadas, além de manipulação de válvulas, algumas vezes, mal posicionadas. Esta atividade, quando desenvolvida durante a retomada de outros equipamentos, gera um desgaste dos operadores, em função da urgência das diferentes ações que estão correlacionadas.

Desta forma, a transferência de glicol foi considerada uma configuração de uso apresentada neste caderno de recomendações. Esta atividade ocorre a partir de manipulações de válvulas (Figura 6) para pressurização do tanque de armazenagem de glicol (conhecido como SUMP), bloqueio do sistema e envio do glicol para a torre

regeneradora. Estas etapas ocorrem em diferentes locais, exigindo grandes deslocamentos por escadas.



Figura 6 – Manipulações de válvulas na transferência de glicol

Na sequência, são apresentadas duas variáveis de projeto que devem ser levadas em consideração para minimizar estes problemas, são elas:

- Posicionamento do manômetro do SUMP – A localização do manômetro para controle da pressão interna do vaso pode acarretar grandes deslocamentos por escadas.
- Acesso às válvulas utilizadas durante a transferência – A localização das válvulas nos topos dos vasos pode gerar deslocamentos por escadas ou montagens de andaimes onde não foi previsto este acesso.

As recomendações apresentadas na tentativa de solucionar estes problemas foram:

- Posicionar os dispositivos e sistemas ligados à atividade de transferência de glicol, como vaso SUMP, *bypass* da válvula de segurança (PSV¹¹) e regeneradora, o mais próximo possível, evitando deslocamento por escadas.
- Prever acesso ao topo do vaso SUMP, onde é realizado o manuseio de válvulas na atividade de transferência de glicol, evitando deslocamentos excessivos e montagens de andaime.

O Anexo D apresenta a RT elaboradas em uma das áreas analisadas.

¹¹ PSV – Sigla em inglês de “*Pressure Safety Valves*”, ou seja, válvula de alívio de pressão.

3.2.7.Recomendações para a situação de referência

Outro produto final deste projeto de pesquisa foi o caderno de recomendações para transformação das condições de trabalho da plataforma principal utilizada como situação de referência. Estas recomendações foram elaboradas para situações pontuais identificadas como críticas nesta plataforma. Podemos exemplificar o nível de detalhamento destas recomendações apresentando o caso da transferência de glicol e da coleta de amostra.

1. Instalar acesso ao topo do vaso SUMP através do prolongamento do patamar da escada de acesso ao *main deck* à plataforma sobre o vaso, reduzindo deslocamentos por escadas verticais conforme pode ser observado na Figura 8 e Figura 9.



Figura 7 – Situação Atual

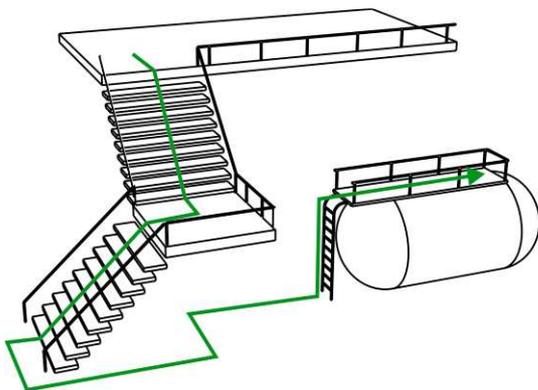


Figura 8 – Deslocamento atual do operador

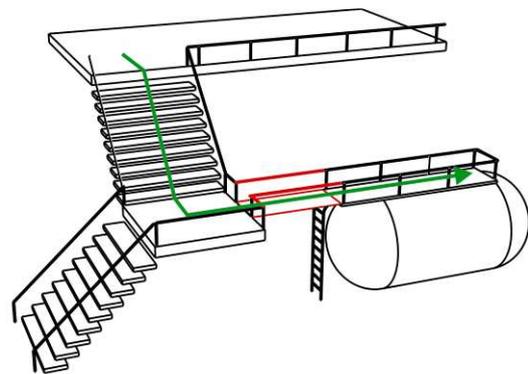


Figura 9 – Deslocamento após modificação

2. Desenvolver dispositivo para carregamento do equipamento de coleta de amostra dos tanques, conhecido como 'saca amostra' (Figura 10).



Figura 10 – Equipamento “saca amostra”

A Figura 11 apresenta uma sugestão de um carrinho para transporte do “saca amostras”.

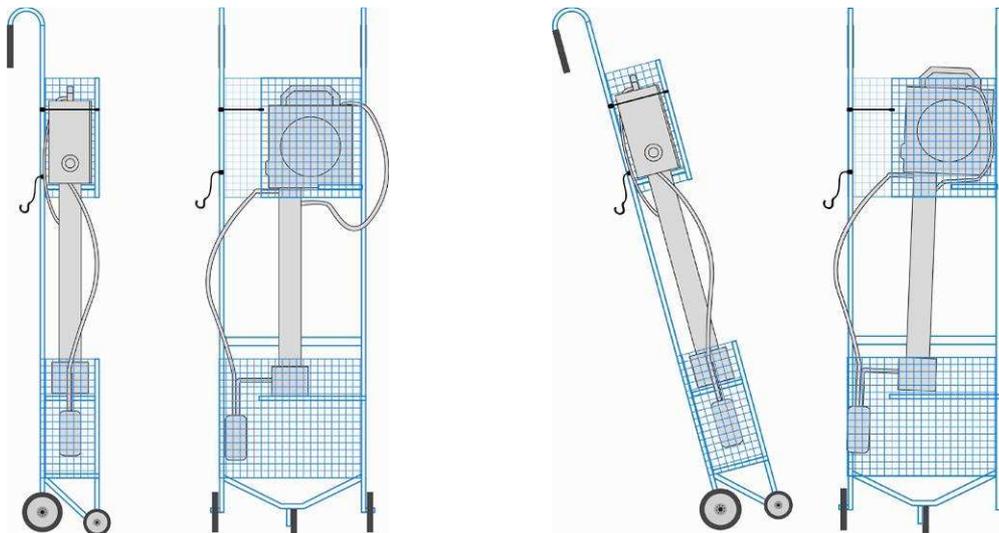


Figura 11 – Carrinho proposto para transporte do “saca amostra”

3.3. SITUAÇÕES ENIGMÁTICAS

Durante a apresentação para os projetistas das dificuldades operacionais encontradas nas plataformas, foi observado que alguns problemas ocorreram em função do não conhecimento a respeito das atividades desenvolvidas a bordo. Neste sentido, o projeto de pesquisa desenvolvido influenciou os atores do projeto através da elaboração de um caderno de recomendações onde foram expostas tais dificuldades. Adicionalmente, este projeto de pesquisa também influenciou a ação dos

ergonomistas participantes dos projetos, através do fornecimento de um caderno com informações a respeito das características das atividades desenvolvidas a bordo, tornando-o um projeto de caráter inovador.

Porém, ao observar as situações concretas, tanto em termos físicos do ambiente, como em termos da atividade desenvolvida pelos operadores dentro desta situação, foi possível notar que vários problemas identificados não estavam relacionados somente com um possível desconhecimento dos projetistas sobre a atividade real dos petroleiros. Desta forma, alguns destes problemas não poderiam ser solucionados através do fornecimento do caderno de recomendações, ou seja, nos deparamos com situações extremamente críticas que a ergonomia não explicava.

Tais situações nos fizeram questionar a hipótese inicialmente utilizada como norteadora desta pesquisa, ou seja, que os projetistas desconhecem a realidade do trabalho a bordo e portanto, não levam as atividades em consideração durante as etapas de desenvolvimento do projeto de plataformas, o que acabava provocando condições desfavoráveis para as equipes de operação.

Alguns efeitos adversos observados nos espaços de trabalho tinham como origem fatores relacionados à temporalidade das tomadas de decisão durante o processo de projeto, à falta de articulação entre partes do objeto projetado, à disponibilidade de recursos, dentre outros. Em outras palavras, alguns problemas pareciam estar associados aos aspectos da própria organização e gestão do processo dos projetos. Na sequência serão apresentados alguns dos problemas identificados que mostram algumas incongruências do projeto.

3.3.1. Turbogenerador (TG)

O turbogenerador (TG) é o sistema responsável por manter o abastecimento de energia da plataforma. Neste sistema atuam os operadores da equipe de facilidades, da TBM (equipe de Turbomáquinas), da equipe de manutenção com formação em eletricidade,

além da própria equipe dos fornecedores que fazem manutenções periódicas. No geral, há mais de um TG operando em paralelo, existindo, geralmente um TG em reserva para eventuais paradas para manutenções.

Durante a validação das recomendações com o projetista do módulo de geração, apresentamos as manutenções periódicas dos TGs como um dos determinantes importantes e que impactam diretamente a atividade do operador responsável por este sistema. As manutenções periódicas são previstas pelos fornecedores das turbinas em seus manuais, no entanto o projeto do acesso aos locais de manutenção geralmente pouco considera os esforços, acessos e riscos aos quais os operadores estão expostos durante esta atividade. Dentre as principais manutenções existentes em qualquer tipo de TG, e portanto consideradas como configurações de uso, estão a lavagem do TG e a inspeção das palhetas, descritas abaixo.

- Lavagem do TG – Nesta lavagem é preciso abastecer o sistema de água destilada e sabão no ‘skid de lavagem’ e, em seguida, acionar os painéis para dar partida à lavagem em uma sala chamada de TGCP¹². Nas plataformas visitadas, a lavagem do TG é realizada com a necessidade do operador atuar em diversos pontos do sistema. Estes pontos ficam dispersos em diferentes níveis do módulo de geração, acarretando grandes deslocamentos por escadas. Além disso, em algumas plataformas visitadas, o abastecimento do sistema ocorria através da manipulação de bombonas de 20 litros de sabão, que são transportadas da área de produtos químicos até o nível onde se encontra o ‘skid de lavagem’, ou seja, por dois níveis de escadas. A Figura 12 apresenta as distancias entre os sistemas e conseqüente necessidade de deslocamento por escadas para desenvolvimento destas atividades.

¹² TGCP (Turbo Generator Control Panel) – são os painéis que controlam o acionamento do turbogenerador. Tais painéis geralmente ficam dentro de uma sala próxima à turbina.

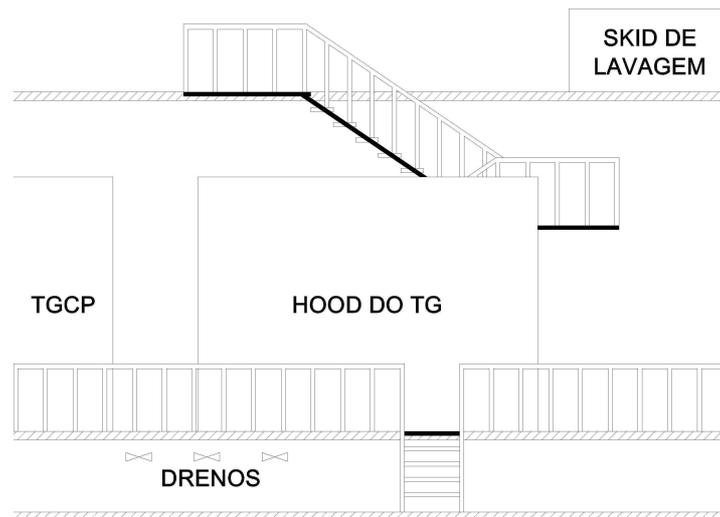


Figura 12 – Corte esquemático dos níveis de lavagem do TG
 Fonte: Duarte et. al. (2009d)

Ao final da lavagem, é necessário acessar as válvulas de dreno que geralmente ficam localizadas abaixo do *HOOD*¹³, a fim de verificar se a água está límpida (Figura 13) e, em seguida, realizar a secagem dos instrumentos abaixo da turbina (Figura 14), ou seja, dentro da sala de *HOOD*.



Figura 13 – Válvula de dreno abaixo do HOOD



Figura 14 – Secagem de instrumentos

O operador deve repetir a lavagem até que a água saia limpa e sem espuma no dreno, sendo necessário repeti-la aproximadamente 6 vezes até que a água saia limpa. Se a água do reservatório acabar antes da água sair limpa, o

¹³ HOOD – É a sala onde fica localizada a turbina que possui um enclausuramento acústico e a sua principal função é diminuir o nível de ruído gerado pela turbina, além de proteger os instrumentos e sensores de controle da turbina. É nesta sala que ocorrem as principais manutenções do TG.

operador precisa ir novamente até o 'skid de lavagem' para reabastecê-lo. O operador tem que esperar uns 10 minutos até que o reservatório encha.

- o Inspeção da palheta – A inspeção das palhetas da turbina é realizada a fim de diagnosticar a existência de princípios de falha ou dano permanente nas palhetas. Esta atividade ocorre em média a cada 4000 horas de operação do TG (aproximadamente a cada 6 meses em cada TG), antes e depois da lavagem. A inspeção das palhetas pode ser realizada de forma visual ou com a utilização de equipamentos como boroscópios. Independente da forma de realização da inspeção, o operador sempre precisa entrar no *plenum*¹⁴ (Figura 15), ou para observar ou para girar as paletas do eixo interno, objetivando melhorar o resultado das inspeções boroscópicas.

A criticidade desta atividade está relacionada ao acesso ao interior do *plenum* e ao risco associado ao espaço onde é realizada a atividade de inspeção. A janela de visita é pesada, sendo necessária a ajuda de três operadores para retirá-la. O piso do interior do plenum é abaulado, dificultando o posicionamento do operador de pé. Durante a inspeção das paletas, o operador permanece em local de difícil resgate em caso de acidente, conforme pode ser observado na Figura 15.



Figura 15 – Limpeza das palhetas do TG

¹⁴ *Plenum* da turbina – câmara onde o ar é canalizado para o interior da turbina.

Em algumas plataformas foi possível observar a existência de portas de acesso ao *plenum*, facilitando a entrada, saída e possível resgate do operador a este local.

Para fins de especificações ergonômicas, foram propostas as seguintes recomendações:

- Prever porta de acesso ao *plenum*, uma vez que se faz necessária a entrada para inspeção e giro das palhetas, com o objetivo de melhoria da boroscopia nas inspeções rotineiras, evitando esforços na entrada de um espaço confinado e facilitando o resgate de um operador em caso de acidente.
- Posicionar o *skid* de lavagem o mais próximo possível dos drenos do HOOD e da sala do TGCP, podendo ser utilizado um carrinho que possa ser movimentado até próximo ao TG que passará por lavagem, um *skid* para cada TG, um *skid* para cada dois TGs ou ainda um único *skid* que atenda a todos os TG – sendo este posicionado em um local centralizado e, de preferência, no mesmo nível do HOOD, evitando deslocamentos por escadas.

Porém, segundo o projetista, estes são problemas que ele não consegue resolver, pois eles foram gerados antes mesmo do projeto da plataforma estar definido, ou seja, enquanto a equipe de projeto ainda não estava estruturada. Uma das razões para este fato está relacionada ao processo de compra ao qual a companhia está sujeita. Por ser a empresa uma sociedade anônima de capital aberto, cujo acionista majoritário é o Governo do Brasil, ela deve seguir algumas políticas governamentais, como é o caso da realização de licitações para compra de qualquer produto ou contrato de serviço durante o projeto.

“Licitação é o procedimento administrativo formal em que a Administração Pública convoca, mediante condições estabelecidas em ato próprio (edital ou convite), empresas interessadas na apresentação de propostas para o oferecimento de bens e serviços”.

A licitação objetiva garantir a observância do princípio constitucional da isonomia e a selecionar a proposta mais vantajosa para a Administração, de maneira a assegurar oportunidade igual a todos os interessados e possibilitar o comparecimento ao certame ao maior número possível de concorrentes.”¹⁵. (Pró-Reitora de Gestão e Governança, s/d)

Para a realização de uma licitação, devem ser determinadas quais serão as condições da convocação e divulgá-las ao público, estando aberta para qualquer empresa que desejar participar. Juntamente com a convocação, a empresa que abre a licitação deve anexar o projeto básico¹⁶ para que a empresa que queira participar saiba o que deverá orçar.

Porém, o projeto básico não pode conter especificações que limitem a prestação deste serviço ou compra do produto por um único ou poucos fornecedores, ou seja, ele não pode restringir ou frustrar o caráter competitivo.

No caso do módulo de geração, o número de fornecedores de turbinas no mercado é restrito a cerca de quatro, que atendem a grandes empresas como as indústrias aeroespaciais e as indústrias marítimas. Esta restrição afeta o nível de especificações técnicas. O projetista nos exemplificou o nível das especificações relacionadas ao acesso aos pontos de manutenção. O texto atual diz “prever acesso fácil aos pontos de operação e manutenção”. Mas, o que é ‘acesso fácil’? Prever uma janela de visita é ter um acesso fácil?

Ele conta que não pode colocar no projeto básico uma especificação que imponha, por exemplo, a existência de uma porta para acesso ao *plenum*, pois só um fornecedor atua com este tipo de acesso incorporado na sua produção. A inclusão deste tipo de

¹⁵ www.sg6.ufrj.br/licitacao_conceitos_principios.doc

¹⁶ Projeto básico: o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou o serviço, ou complexo de obras ou serviços.

especificação poderia acarretar declínio de algumas empresas em participar da licitação ou elevação considerável do seu custo para adaptação do produto, que deixaria de ser produto de série para ser produto personalizado.

Outro problema está relacionado à oportunidade de compra. Segundo o projetista, em função deste limitado número de fornecedores e do elevado tempo de espera para entrega dos turbogeradores, a empresa busca licitar e comprar este tipo de equipamento em lotes, muitas vezes comprando quantidades sobressalentes durante o processo de compra de outros projetos. Desta forma, antes mesmo de um projeto ser iniciado, pode já haver TGs disponíveis em estoque ou encomendados.

Este caso nos demonstra que nem sempre as condições de trabalho estão ligadas ao desconhecimento do projetista sobre a realidade da atividade, e que para minimizar os problemas enfrentados no dia a dia do trabalho a bordo é necessário mexer na estrutura organizacional da empresa, como por exemplo, nas formas de compra de produtos e/ou serviços ou na forma de contrato.

3.3.2. Escadas e Acessos

A construção de uma plataforma de petróleo ocorre geralmente com a fragmentação das áreas / módulos, sendo cada módulo construído por um fornecedor, que fica responsável por todos os equipamentos e dispositivos presentes nele, considerando restrições de área e a distribuição de pesos pelos diferentes pontos da embarcação.

Diante da limitação dos espaços, a tendência tomada pelos fornecedores é a verticalização dos módulos, acarretando a existência de inúmeras escadas de acesso aos diferentes equipamentos / sistemas.

A análise das escadas e acessos foi realizada sem a definição das SACs nem das 'Configurações de Uso' em função de estes dispositivos serem utilizados por toda a população a bordo, seja nos ambientes do módulo de acomodações, seja na área produtiva. Desta forma, as recomendações foram elaboradas a partir dos principais

problemas identificados durante os acompanhamentos realizados com as equipes a bordo.

Em função da tendência a verticalização e da falta de integração e padronização dos projetos dos diferentes módulos, foi possível observar diferenças entre as elevações da área de processo, possivelmente geradas durante a etapa de montagem / junção destes sobre a estrutura da plataforma.

A ausência de interligações entre os módulos (Figura 16) causa excesso de deslocamentos dos operadores por escadas, principalmente quando necessitam realizar atividades que possuem equipamentos espalhados em diferentes módulos.



Figura 16 – Módulos sem interligação

Segundo os projetistas, este tipo de problema poderia ser facilmente solucionado, ou pelo menos reduzido, se as reuniões de ‘Design Review’ ocorressem como previsto. Apesar da obrigatoriedade de realização de reuniões ao longo dos projetos, estas nem sempre ocorrem. Segundo os projetistas, estas reuniões deveriam servir para realização de integração entre as diferentes lógicas e diferentes fornecedores, na tentativa de reduzir este tipo de problemas. Porém, em função do exíguo prazo para finalização dos projetos, esta reunião acaba não ocorrendo.

Como forma de minimizar este tipo de problema, foram propostas recomendações como a exemplificada abaixo.

- Projetar vias ou plataformas de ligação entre as diferentes elevações dos módulos evitando deslocamentos por escadas, como no exemplo apresentado

na Figura 17. É importante prever estas ligações durante as etapas de construção dos módulos, homogeneizando as alturas dos diferentes níveis de cada módulo.



Figura 17 – Via de ligação entre os módulos

Outro problema observado está ligado ao acesso aos patamares internos ao módulo. Os fornecedores desenvolvem seus módulos priorizando os equipamentos que são posicionados por diferentes elevações sem que se tenha ‘pensado’ de forma detalhada em como acessá-los, o que só será definido após a junção destes módulos.

Ao contrário do turbogerador, as definições sobre escadas e acessos só são tomadas na fase final do projeto, quando não há mais muita margem de manobra. Quando o módulo está sendo finalizado, com a junção dos diferentes equipamentos e patamares, surgem as incompatibilidades, que muitas vezes impossibilitam a instalação das escadas nos locais previstos.

Porém, segundo os projetistas, a pressa por finalizar a construção da plataforma para seu início de produção, leva a uma sobreposição das etapas do projeto, que gera muitas vezes antecipações de informações incompletas que podem estar na origem das incompatibilidades e erros verificados na fase de execução. Estes erros/incompatibilidades acabam não sendo corrigidos, gerando problemas para o futuro corpo técnico da plataforma. Como exemplo podemos citar alguns patamares de módulos sem escada de acesso, ou outros patamares com escadas posicionadas em locais onde não é possível a passagem de pessoas.

Estes problemas acarretam a necessidade de montagens de andaimes para que o operador possa exercer suas funções a bordo, atrasando ou impossibilitando a realização das atividades no momento necessário.

Outra consequência da verticalização e da construção da plataforma em módulos é a diversidade de tamanhos e alturas de degraus presentes na mesma plataforma, conforme pode ser observado na Figura 18 e Figura 19.



Figura 18 – Escadas com degraus estreitos



Figura 19 – Escadas com diferentes tamanhos de degraus

Esta falta de padronização dos tamanhos de degraus pode ocasionar quedas dos operadores, principalmente em situações de emergência onde se tende a deslocar-se com maior rapidez. Segundo alguns operadores a 'mudança de ritmo' nas escadas já geraram quedas e incidentes.

As normas ASTM e ABS sugerem uma uniformidade nos degraus e padronização das dimensões como é apresentado na Figura 20.

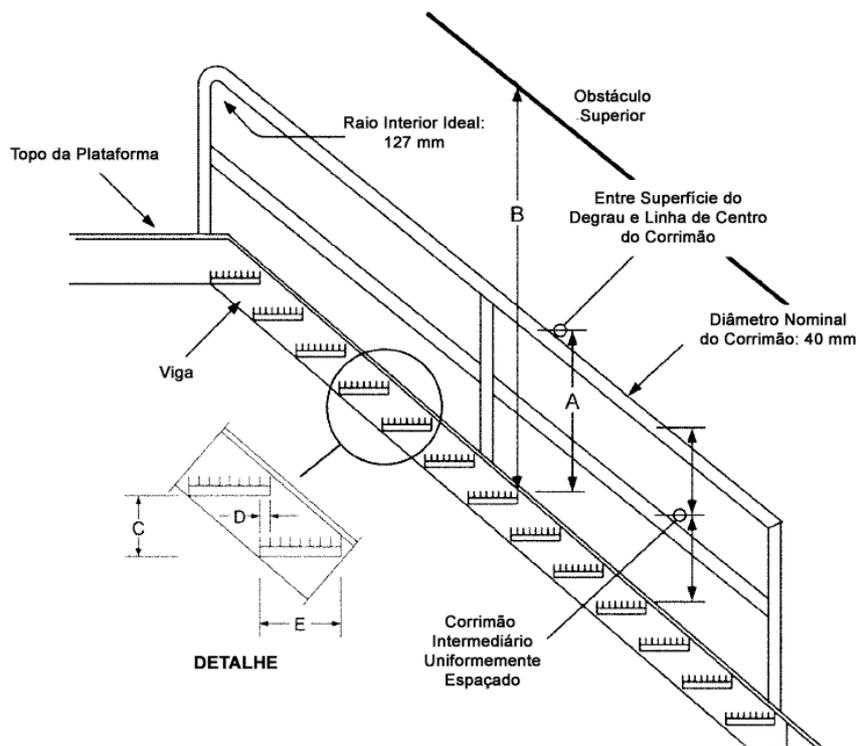


Figura 20 – Padrões de dimensões para escadas

Fonte: Adaptado da ASTM-1166-07

As dimensões sugeridas como ideais, máximas e mínimas referentes aos códigos representados na Figura 20 estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensões de escadas

Descrição	Mínimo	Máximo	Ideal
(θ) Ângulo de Inclinação	30°	50°	38°
(A) Altura do corrimão	914 mm	991 mm	940 mm
(B) Espaço livre sobre a escada	2032 mm	-	2134 mm
(C) Altura entre os degraus	178 mm	230 mm	205 mm
(D) Sobreposição dos degraus	22 mm	22 mm	22 mm
(E) Tamanho do degrau	230 mm	275 mm	275 mm

Neste caso foram elaboradas recomendações como as apresentadas a seguir:

- Projetar as alturas de degraus e as profundidades do passo iguais para qualquer escada da plataforma.

- Evitar a diversidade nos tipos, alturas e tamanhos de degraus espalhados pela plataforma. A falta de uniformização pode causar quedas, principalmente quando ocorrem carregamentos de cargas ou em casos de emergência.
- Prever bordas com fita colorida de borracha brilhante e antiderrapante ou material equivalente que impeça deslizamentos e quedas. Cada borda principal deve ser marcada de modo que seja visualmente distinguida do restante do passo.

Podemos observar que os problemas relatados não ocorreram por falta de conhecimento dos projetistas sobre a necessidade de se projetar escadas e acessos, e sim, por problemas relacionados ao prazo apertado para finalização dos projetos, pela falta de integração entre os diferentes fornecedores durante as etapas de projeto e pela falta de especificação de normas mais rígidas como a padronização de tamanho de degrau.

3.3.3. Movimentação de cargas

Esta é uma área que possui importância estratégica nas novas plataformas *offshore* das camadas de pré-sal. Para a exploração do petróleo encontrado nas camadas do pré-sal, as plataformas estarão afastadas a cerca de 260 km de distância da costa, onde não há nenhuma outra plataforma próxima aumentando muito o seu custo logístico. Também é importante lembrar as interferências naturais como as mudanças de marés e o mau tempo que impossibilitam a chegada de alimentos e produtos de consumo essenciais para a sobrevivência da equipe embarcada. Este setor concentra diversas atividades penosas além da definição da localização e da especificação de diversos equipamentos (guindastes, veículos de transporte, etc.).

Se por um lado sobressai a importância estratégica do setor, por outro, este é o setor onde ocorre uma das atividades mais críticas sob o ponto de vista de esforço e postura. Os funcionários deste setor são responsáveis pelo recebimento e envio de

cargas, além do transporte de cargas dentro da plataforma, consideradas uma das atividades mais intensas desenvolvidas na plataforma.

Uma facilidade importante no projeto da plataforma utilizada como situação de referência, no sentido de reduzir esforços da equipe de operação, é a existência de uma área especial para a movimentação e armazenagem de produtos químicos (Figura 21). A existência desta área representa a redução significativa de esforços no deslocamento desses produtos, uma vez que todo abastecimento ocorre através dos *decks* e das tubulações espalhadas pela plataforma, conforme pode ser observado na Figura 21.



Figura 21 – Área de produtos químicos – visão global

Em uma das visitas realizadas foi constatado que o projeto dos dispositivos de movimentação de carga da plataforma foi desenvolvido levando em consideração os esforços dos trabalhadores ao longo dos diferentes módulos da plataforma. Os projetistas projetaram um corredor central indo da proa até a área de movimentação de cargas com trilhos por onde passa um *trolley* (Figura 22). Também foi prevista a instalação de uma ponte rolante com talha em cada módulo. Estas pontes são posicionadas de forma transversal ao corredor.



Figura 22 – Corredor com *trolley*

Este *layout* foi elaborado para atender às demandas frequentes de movimentação de cargas pela plataforma, como por exemplo, quando ocorre de uma válvula estar com defeito no processo e se faz necessário a sua retirada para manutenção. A equipe de movimentação de cargas é chamada para transportar a válvula defeituosa do ponto de desmontagem até a área onde sofrerá manutenção e para transporte de uma válvula nova para o local onde será montada. O projeto destes dispositivos foi elaborado para que, independente do módulo onde ocorra a manutenção e a consequente necessidade de colocação ou retirada da peça ou equipamento, o transporte desta carga ocorra sem esforço do petroleiro. Desta forma, a peça deveria ser içada pela talha e posicionada sobre o *trolley*, para que, na sequência, fosse transportada até a área de movimentação de carga. Nesta área, a carga é retirada com a ajuda do guindaste e encaminhada para seu destino, seja ele um rebocador ou a oficina.

Porém, segundo os operadores entrevistados, este sistema nunca funcionou em função de um desalinhamento dos trilhos que impede a movimentação do *trolley*. Percebe-se que, nestes casos, apesar do projeto levar em consideração a atividade de trabalho, a falta ou reduzido tempo destinado ao comissionamento¹⁷ inviabilizaram a utilização destes dispositivos.

3.4. A BUSCA POR ENTENDER AS SITUAÇÕES ENIGMÁTICAS

Como foi possível observar, aparentemente os problemas apresentados não foram gerados por um simples desconhecimento dos projetistas a respeito das atividades

¹⁷ “Comissionamento é o processo de assegurar que os sistemas e componentes de uma edificação ou unidade industrial estejam projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do proprietário. O comissionamento pode ser aplicado tanto a novos empreendimentos quanto a unidades e sistemas existentes em processo de expansão, modernização ou ajuste”. (WIKIPÉDIA, s/d)

desenvolvidas a bordo de uma plataforma. Entretanto, mesmo conhecendo estes problemas que afetam diretamente as condições de trabalho dos operadores, os projetistas não conseguem resolvê-los. Tais problemas aguçaram o interesse da autora em entender os motivos que levaram a geração destes erros.

Para Jeantet (1998), os objetos intermediários são todos os objetos produzidos e utilizados durante o processo de projeto. Estes objetos proporcionam aos projetistas uma representação do futuro, auxiliando-os nas tomadas de decisão, sendo pré-requisito fundamental para a interação entre os projetistas e a situação objeto da concepção (JACKSON; 1998).

Porém, se levarmos em consideração que os ‘problemas’ detectados *a posteriori* do processo de projeto podem sofrer modificações momentâneas ou permanentes durante o uso (vide WEILL-FASSINA, RABARDEL e DUBOIS, 1993; BÉGUIN, 2007, 2008), podemos considerá-los como um “objeto intermediário de concepção”.

Jackson (1998) sugere a utilização destes objetos como “*analísadores do processo de concepção*”. O autor menciona que “*a análise de suas características em uma dada situação pode nos dizer sobre a qualidade não apenas do projeto, mas também na qualidade das interações e do seu processo estrutural*”, ou seja, sobre a qualidade da organização do projeto.

Desta forma, os objetos intermediários de concepção desta tese nos auxiliaram na promoção de um diálogo com a literatura com o intuito de entender os motivos que levaram à geração de tais problemas.

Neste contexto, uma pergunta veio à tona: Será que estes ‘problemas’, aqui chamados de Situações Enigmáticas, podem ser sinais precursores de futuros acidentes, conforme defendido por Llory e Montmayeul (2010)?

Como o objetivo do projeto de pesquisa era redução dos acidentes e melhoria das condições de trabalho dos petroleiros e diante das limitações mencionadas, a autora

considerou realizar uma investigação indireta sobre acidentes.

Desta forma iniciamos uma análise de relatórios de investigação de alguns dos principais acidentes catastróficos ocorrido nos últimos anos. Segundo Machado, Porto e Freitas (2000), a noção fundamental de prevenção pressupõe um entendimento sobre as origens e as causas que podem levar a um acidente. Neste sentido, os autores afirmam que “os acidentes devem ser analisados como o resultado de um amplo processo de interações sucessivas que ocorrem desde o momento da concepção do projeto industrial. Passam pelas estratégias de gerenciamento adotadas e, mediante uma cadeia de eventos específicos que se inter-relacionam, propiciam que determinadas ‘situações de riscos’ transformem-se em ‘eventos de riscos’, ou seja, situações de acidentes em potencial gerando acidentes concretos.”

O objetivo foi encontrar na análise dos relatórios de acidentes, indícios que pudessem nos sinalizar quais fatores poderiam estar ligados aos problemas identificados nas plataformas analisadas e o que os inquéritos oficiais dos acidentes relatam como causa destes acidentes. Foi feito um recorte na literatura, elegendo-se um quadro de referência relacionado a essas questões que será apresentado nos próximos capítulos.

Mas, antes de estudarmos as questões ligadas aos grandes acidentes, resolvemos realizar um estudo bibliográfico a respeito da gestão e organização de projetos, com ênfase nos projetos de plataformas *offshore*, seguindo a lógica proposta na Figura 23.

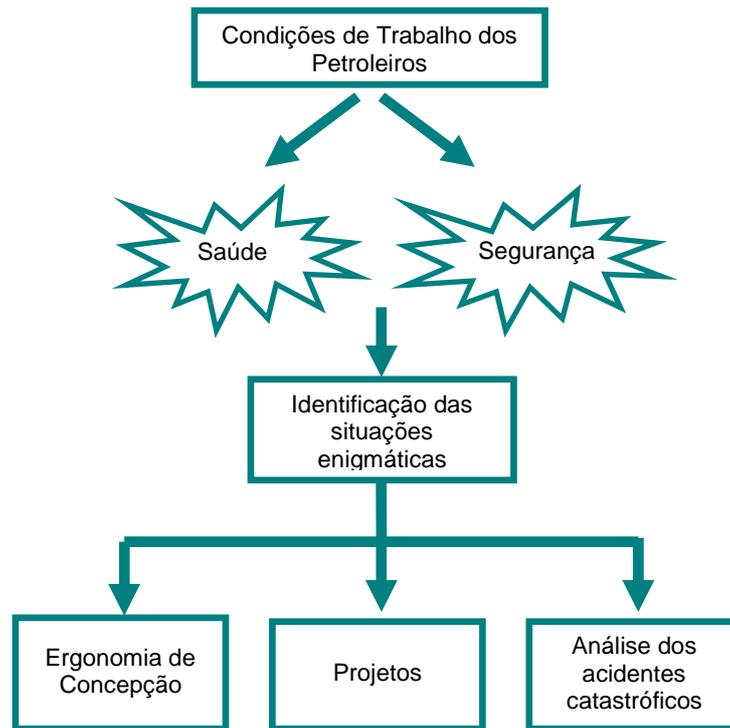


Figura 23 – Fluxograma de informações

O objetivo foi identificar características que pudessem interferir na qualidade do produto final entregue. Além disso também veremos de que forma a ergonomia pode contribuir neste processo .

4. PROJETOS: DEFINIÇÃO, ETAPAS E A ATIVIDADE DE PROJETAR

“Em todo o mundo, projetos têm se tornado um meio para melhorar o desempenho organizacional e a competitividade.”

(GÄLLSTEDT, M.; 2003)

Neste capítulo trataremos das definições e etapas de projeto, além de estudarmos as características da atividade de projetar.

4.1. DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS DOS PROJETOS

A palavra ‘projeto’, apesar de bastante difundida pelo mundo, não possui uma definição reconhecida universalmente, variando em função da vivência profissional de quem estiver formulando o conceito (NAVEIRO et. al., 1997). Segundo o Instituto de Gestão de Projetos¹⁸, projeto pode ser definido como *“um esforço temporário incumbido de criar um único produto ou serviço”* (PMI; 2009). No sentido de ampliar esta visão, completamos a definição do PMI acrescentando sistemas ou processos também como resultados possíveis de um projeto. Os projetos são fundamentados na necessidade de atender vontades explícitas de um cliente através da tradução física de um conceito pré-formulado. A ISO – *International Organization for Standardization* – define o projeto como *“um processo único, consistindo de um conjunto de atividades coordenadas e controladas com datas de início e término, realizadas para atingir um*

¹⁸ O PMI – *Project Management Institute* foi fundado em 1969 e hoje é considerada a principal associação mundial de gerenciamento de projetos.

objetivo específico em conformidade com requisitos” (ISO, 2003). Diferentemente da definição do PMI que enfatiza o resultado que será entregue ao cliente, a ISO dá ênfase ao plano e ao processo pelo qual se atinge o resultado planejado.

Podemos perceber que as definições de projeto possuem três significados diferentes: o primeiro como um ‘plano’ que será seguido para atingir determinado objetivo; o segundo está relacionado ao ‘processo de projeto’, ou seja, o processo que permite atingir o plano; e o terceiro corresponde ao objeto ou serviço final, ou seja, o resultado materializado do processo (JACKSON, 1998). A Figura 24 ilustra os 3 significados para a palavra projeto.

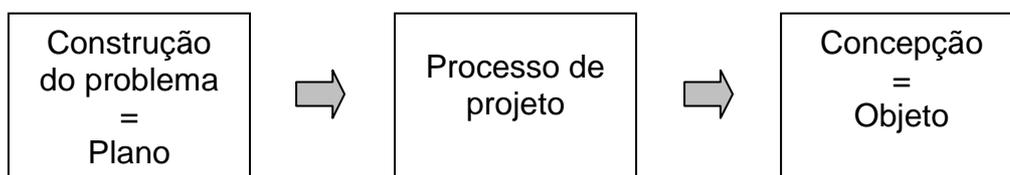


Figura 24 – Significados da palavra ‘projeto’

Na definição de Slack *et. al.*, percebemos a integração entre os três significados. Para estes autores (2007), a atividade de projeto consiste em satisfazer as necessidades dos consumidores, fornecendo produtos, serviços ou sistemas, através da transformação da ideia inicial em especificação de algo que pode ser produzido, ou seja, correspondendo à atividade efetiva do projetista.

Os autores de gestão conceituam projeto por uma outra vertente. Para eles, o projeto é um conjunto de atividades realizadas com recursos limitados, em um período de tempo estipulado, para se alcançar um resultado desejado, ou seja, com características de desempenho e qualidade pré-estabelecidos. Perminova *et. al.* (2008) complementam dizendo que apesar de cada projeto ser único, a restrição de tempo, custo e escopo, assim como certas exigências de qualidade são características comuns aos diferentes projetos.

Apesar de se basearem sempre nestes três fatores, Meredith e Mantel (2003) ressaltam que *“existe uma tendência a pensar num projeto somente em termos de seu resultado, ou seja, seu desempenho. Mas o prazo no qual o resultado estará disponível é por si só parte do resultado, como também o seu custo é vinculado à obtenção do resultado”*.

Alguns estudos mencionam amplamente a importância destes aspectos para o planejamento, organização e controle de projetos, influenciando de maneira significativa os projetos atuais (ver Atkinson, 1999; Xiaoyi Daí e Wells, 2004; Marques et.al., 2010). A Figura 25 ilustra como as metas de projeto são alcançadas através dos objetivos apresentados nos eixos.

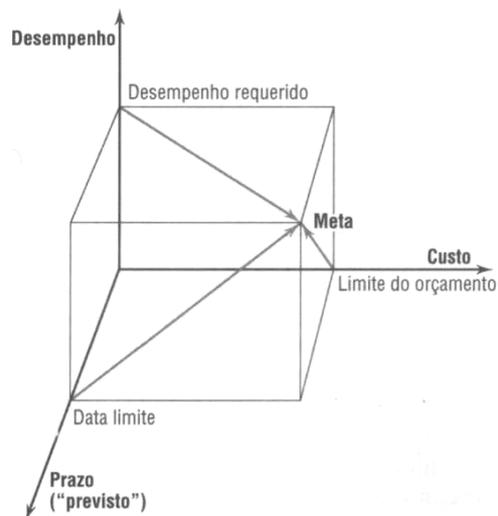


Figura 25 – Desempenho, custo, prazo, metas do projeto
Fonte: Meredith e Mantel (2003)

Atkinson (1999) defende o triângulo de prioridade do projeto, ou seja, tempo, custo e desempenho, como um princípio básico e fundamental da gestão de projeto.

4.2. ETAPAS DOS PROJETOS

A maioria dos projetos passa através de estágios similares. Inicia-se com a descoberta de uma ideia ou visão evoluindo para um projeto conceitual. Em seguida são refinadas as definições de meios e custos, passando à fase onde é realizado o detalhamento

das soluções. Finalmente, chega-se à fase de execução ou construção seguida por testes e entrega.

Nas indústrias de processo contínuo, Duarte (2002a) enuncia as etapas ora referidas da seguinte forma:

1. Estudos Preliminares – Fase também conhecida como “projeto conceitual”, por autores como Amorim (2002), e visa à definição do conceito fundamental. São realizados estudos de viabilidade econômica e de oportunidade. Esta fase envolve um baixo custo, com poucos atores envolvidos e divulgação restrita na empresa em função da confiabilidade inicial do projeto.
2. Estudos de base – É a etapa onde são definidos os meios de produção e de seu custo, podendo ou não ocorrer a decisão efetiva do investimento. Para realização desta etapa se faz necessário o aumento da equipe, apesar desta permanecer pequena. São elaborados os documentos funcionais com os principais requisitos do projeto (especificações técnicas e memoriais descritivos), realizando a subdivisão dos itens a serem projetados. Nesta fase as soluções são refinadas a fim de transformá-las em algo factível.
3. Detalhamento – É a fase onde ocorre o envolvimento de diferentes especialidades (engenharia, arquitetura etc.) para definição dos meios de trabalho com um grau de precisão tal que permita transformar o projeto em algo que possa ser produzido / construído. Nesta etapa há um aumento considerável do quadro de pessoas envolvidas, com necessidade de compatibilização das diferentes lógicas conflitantes. Caracteriza-se pela seleção e detalhamento de componentes, com elaboração de documentações detalhadas como plantas e cadernos de especificações técnicas.
4. Execução / Construção – Nesta etapa é realizada a execução do trabalho de construção e montagem, já em campo, além da constante re-concepção do

projeto original. Esta re-concepção ou re-projeto é decorrente, na prática, da variabilidade no canteiro de obras, das ocorrências imprevistas e das próprias condições de trabalho de execução. Segundo Schön (2000) estas variabilidades são contornadas por meio de reflexões durante o processo. Segundo Duarte *et. al.* (2008), a execução do projeto (obra) é a transformação do abstrato idealizado em realidade concreta, onde a solução projetada inicialmente é re-projetada diversas vezes.

5. Testes e Partida – São realizados os testes dos equipamentos e sistemas instalados a fim de verificar a sua aplicabilidade e eficiência diante do contexto real. Com o teste realizado, passa-se a fase de “partida” da unidade produtiva e controle. Este controle é realizado até que a unidade assuma o funcionamento estável e / ou obtenha a capacidade nominal de operação.

Desta forma, o projeto vai sendo especificado ao longo do tempo, havendo uma construção gradativa dos objetivos, das possíveis soluções e das etapas a serem desenvolvidas (JACKSON, 1998; DANIELLOU, 2007). Para Slack *et. al.* (2007), “*com o tempo, a ideia original (...) é refinada e progressivamente detalhada até que contenha informação suficiente para ser transformada no produto, serviço ou processo real*”. É como um processo de transformação, passando por algumas fases evolutivas a partir da concepção, isto é, de uma visão bem ampla e geral do problema a ser solucionado, onde há poucas definições, até o seu refinamento e detalhamento, com a especificação do produto ou serviço a ser criado.

Slack *et. al.* (2007) alertam para duas consequências da evolução da concepção à especificação detalhada. A primeira diz respeito à redução das incertezas sobre o projeto acabado, uma vez que, à medida que as decisões vão sendo tomadas, as opções que o projetista tem para as próximas etapas de projeto vão sendo reduzidas.

A segunda consequência diz respeito ao custo de mudança das definições de projeto. No início, enquanto há poucas decisões fundamentais tomadas, os custos de qualquer

mudança são relativamente baixos. Entretanto, a medida que o projeto avança, as decisões se tornam mais caras por possuírem dependências maiores (SLACK *et. al.*; 2007).

Esta característica marcante da concepção é chamada por alguns autores de gestão como 'temporalidade paradoxal' (MIDLER, 1993; BÉGUIN, 2004). Na Figura 23, Béguin apresenta a temporalidade das situações de concepção.

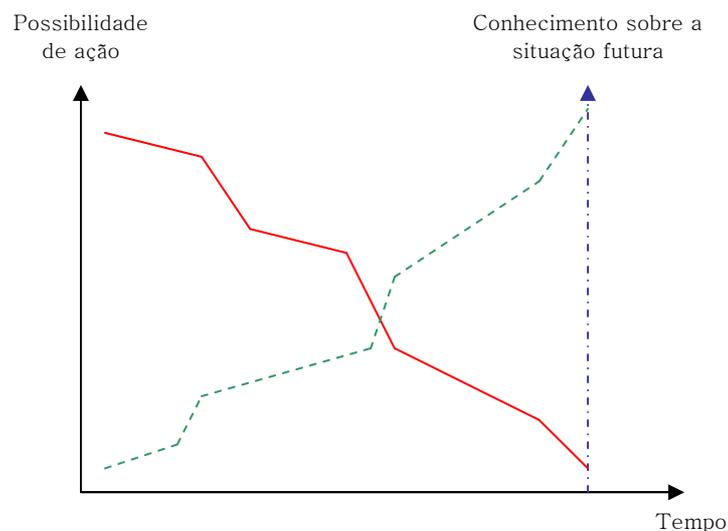


Figura 26 – A temporalidade das situações de concepção
Fonte: MIDLER, 1996.

Segundo Béguin (2004) *“por um lado, trata-se de produzir alguma coisa que ainda não se conhece: no começo, sabe-se pouca coisa sobre a situação futura, ao passo que no fim sabe-se em geral bem mais. Por outro lado, as possibilidades são inicialmente muito amplas: numerosas escolhas são inicialmente possíveis. Mas na medida em que as escolhas são feitas, os graus de liberdade dos atores diminuem”*.

4.3. A ATIVIDADE DE PROJETAR

A atividade de projetar é definida por Chevalier *et. al.* (2009) como:

- Uma tarefa com várias soluções possíveis.
- Uma tarefa iterativa, porque várias tentativas podem ser necessárias para obter

uma interface plausível sobre o uso do usuário.

- Uma tarefa mal definida, porque no início do projeto, pouco se sabe sobre suas especificações. Isto significa que os projetistas têm, pelo menos inicialmente, apenas uma representação mental incompleta e imprecisa dos objetivos e especificações do projeto. Os projetistas completam a sua representação mental durante a resolução dos problemas em si e das escolhas das opções de projeto.

Mas quem são os projetistas? Consideramos para fins desta pesquisa, a definição de Chapanis (1996) que diz que *“projetistas incluem engenheiros, programadores, arquitetos e ergonomistas – todos, em suma, que tem um papel direto na concepção e construção da máquina”* ou qualquer outro tipo de produto ou serviço.

O propósito desta seção é apresentar as diferentes abordagens da atividade destes indivíduos durante o processo de projetos, enfatizando o impacto destas abordagens sobre suas atividades.

Dentre as abordagens sugeridas por Martin (1998) estão:

- Abordagem Técnica – que evidencia as formas de gestão dos projetos.
- Abordagem Cognitiva – que permite mostrar a carga mental a qual o projetista está exposto durante sua atividade.
- Abordagem Coletiva – enfatizam a necessidade dos aspectos sociais, como a interação dos diferentes atores durante o projeto.

4.3.1. As abordagens técnicas

Dentre as abordagens técnicas mais conhecidas estão: a Engenharia Clássica ou Industrial, a Sócio-técnica e a Engenharia Simultânea.

A Engenharia Clássica teve seu auge nos anos 70 e é caracterizada por uma abordagem voltada para a parte técnica, predominando o aspecto econômico do

projeto. Nesta abordagem, a organização do projeto é caracterizada por uma separação de papéis. De um lado, o papel de quem define o projeto e de outro, o papel do projetista que tentará entender o problema para propor soluções.

O projeto é decomposto em subprojetos e conduzido por áreas distintas. Artto, *et. al.* (1998) mencionam que quanto maior o projeto, mais dividido ele será, podendo ser vistos como uma série de subprojetos.

Porthun (2010) relata que nos preceitos da Engenharia Clássica “cabe 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.” Não há uma integração entre os subprojetos, fazendo com que o projetista aplique somente o que aprendeu, ou seja, teorias científicas.

Principalmente quando se trata de projetos complexos, esta falta de integração gera problemas na execução das fases finais do projeto. Os projetistas que tomaram as decisões na fase de projeto conceitual não serão afetados pelas suas decisões. As escolhas feitas nas fases iniciais do projeto poderão gerar problemas para os projetistas das fases finais, que muitas vezes desconhecem os motivos pelos quais tais decisões foram tomadas, e que não terão como modificar as decisões que já foram tomadas.

Outra desvantagem desta abordagem está relacionada à falta de avaliação do que está sendo projetado ao longo do processo do projeto. Este fato faz com que, qualquer intervenção para correção só possa ocorrer ao final do processo, gerando retrabalho, elevados custos e desperdício de tempo.

A escola sócio-técnica propõe uma integração entre o sistema técnico e o sistema social. Para Porthun (2010), “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.”

Seu princípio é que a organização é um sistema aberto que interage com o meio ambiente, proporcionando uma relativa autonomia ao trabalhador. Neste sentido, diversos autores defendem a ideia da participação do homem na concepção do seu produto, alinhando-se à visão da concepção participativa com foco no usuário (ver DARSESE e REUZEAU, 2007; MARTIN, 1998; GRANATH, 1991; EHN, 1992; SALVO, 2001; PREECE ET. AL., 2005; DARSESE E WOLFF, 2006).

Nos anos 80, a crescente complexidade dos projetos incentivou uma busca por novas formas de organização integrada, através de inúmeros estudos na área de gestão de projeto. O incremento da gestão dos projetos foi fruto do desenvolvimento da tecnologia aplicada aos equipamentos durante a Segunda Guerra Mundial (BERNS, 1984) e da concorrência cada dia mais acirrada (Hanneghan *et. al.*, 2000). As empresas se deparam com a constante preocupação em reduzir o tempo de duração global dos projetos, pois antecipar a entrega de um projeto pode representar ganhos extraordinários, com o início da produção de uma instalação, ou com a antecipação das vendas de um produto. Além disso, Guy (2002) menciona que o contexto atual caracteriza-se:

- por uma forte exigência de redução dos custos de investimentos;
- pela necessidade de introduzir uma inovação competitiva;
- pela urgência de se implantarem novas formas de organização da produção.

Neste sentido, a Engenharia Simultânea (*concurrent engineering*) surgiu como uma alternativa para melhoria do processo produtivo e do desenvolvimento de projeto.

Segundo Rostaldas (1995) a Engenharia Simultânea é a execução de diferentes tarefas simultaneamente, com equipes multidisciplinares no intuito de atingir ao mesmo tempo e com custos reduzidos, um produto ótimo em relação à funcionalidade, qualidade e produtividade.

Para Hartley (1998), a Engenharia Simultânea “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”. A execução de tarefas de forma paralela se faz possível com a entrega de produtos parciais para as equipes das fases seguintes do processo de projeto. Estes produtos podem ser entregues através de meios físicos (plantas, esboços, maquetes, especificações técnicas, etc.) ou meios eletrônicos, como com a utilização de ferramentas que permitam simulação através de maquetes tridimensionais.

Porém, muitas vezes a sobreposição das etapas de projeto geram maiores incertezas, interações e modificações que devem ser administradas ao longo do projeto. (GUY; 2002). Para Naveiro (2001) esta sobreposição tem dois vieses: por um lado permite uma antecipação do processo de projeto; por outro, ela pode incorrer em retrabalho se os produtos parciais não tiverem sido avaliados de forma adequada, ou não houver um grau de comunicação adequado entre as diferentes equipes.

A equipe que recebe o produto parcial inicia suas atividades. Porém, esta antecipação muitas vezes pode gerar conflitos nas fases finais do projeto. Durante a montagem de um equipamento em uma instalação industrial, pode-se verificar que no local previsto para tal, já existe uma tubulação ou outro equipamento, impossibilitando sua montagem. Este exemplo ilustra um problema que ocorre com frequência em projetos complexos e que causa estresse e ‘correria’ para realização de um re-projeto do sistema levando em conta os novos constrangimentos.

Portanto, percebe-se que características como as incertezas e imprevistos dos projetos geram mudanças de estratégias podendo reduzir de forma repentina e não

planejada os prazos pré-definidos, impactando no tempo, no recurso e/ou na qualidade do projeto.

Gällstedt, M. (2003) menciona que os prazos apertados dos projetos, principalmente quando ocorrem incidentes, implicam na sensação de alta pressão, geram estresse e reduzem muitas vezes a motivação dos projetistas. A autora continua relatando que as percepções dos indivíduos sobre a sua condição de trabalho muda quando acontecem incidentes que podem afetar o projeto.

Alexander (1971) e Kujala (2003) ressaltam que, além da importância de se decompor o projeto em pequenos e numerosos subproblemas, é imprescindível que haja interação entre as diferentes equipes durante todo o projeto dos sistemas de trabalho, inclusive com a participação ativa do usuário. Prost (1992) e Martin (1998) alinham-se a assertiva de Alexander, ao afirmarem que o desenvolvimento do projeto é um resultado de uma caminhada interativa entre os diferentes atores do processo (cliente, usuário e projetista), a fim de promover uma integração dos diferentes pontos de vista, garantindo sua coerência. Porthun (2010) complementa que “a vantagem da participação destas equipes é a perspectiva da antecipação e iniciativa de resolução de eventuais entraves futuros.”

Quando se trata especificamente de projeto de espaços de trabalho, a construção de soluções adequadas requer a conexão de uma gama maior de usuários, havendo uma maior necessidade de integração de seus pontos de vista e demandas para o projeto. Balbinotti *et. al.* (2008) afirmam que “*para o desenvolvimento de projetos de concepção de sistemas de trabalho, é condição sine qua nom o trabalho em equipes multifuncionais, através de metodologias que incentivem a interação social, visando uma antecipação aos riscos potenciais de um processo de projeto, para a própria equipe de projeto e para os usuários*”.

Seguindo os preceitos da Engenharia Simultânea, a divisão do projeto em diversos subprojetos também pode ocorrer através da participação de diferentes fornecedores,

sejam eles empresas contratadas, subcontratadas ou projetistas. Segundo Alencar *et. al.* (2007), *“tais fornecedores (...) exercem papéis cruciais na gestão de projetos, estando envolvidos em uma rede de atividades conectadas que, se não forem desenvolvidas de forma adequada, podem comprometer o sucesso do projeto. Esses fornecedores estão presentes em todo o ciclo de vida do projeto, não necessariamente de forma simultânea em todas as suas etapas, e são responsáveis pelo seu planejamento, execução e acompanhamento.”*

4.3.2. As abordagens cognitivas

Na visão da ergonomia e da psicologia cognitiva, o processo de projeto é visto como uma complexa atividade cognitiva de resolver problemas, em que se verifica a importância da construção de resultados e, não como uma atividade de criação.

Há uma ideia de que o problema colocado pelo cliente está totalmente definido e se espera que ele tenha sido entendido e resolvido pelos projetistas. Em sua reflexão sobre concepção, Prost (1992) constatou que o problema enunciado nunca contém elementos suficientes para possibilitar a definição de uma solução, independente do nível de complexidade do projeto. Chanchevriier (1997) corrobora da opinião de Prost, mencionando que o cliente nem sempre tem uma ideia clara do que ele quer, o fornecedor nem sempre tem uma descrição exaustiva do que o cliente quer ou espera, e ambos têm dúvidas sobre o que será entregue como produto ou serviço e como eles serão utilizados. Como nem todos os desejos dos clientes e futuros usuários são expressos, Granath (1991) acrescenta que cabe aos projetistas interpretar as verdadeiras aspirações desses atores para suprir, assim, esses desejos e aspirações, e não apenas as necessidades apresentadas.

Porém, seguindo a ideia da indefinição do problema, o processo de concepção passa a ser classificado como uma representação mental de um único projetista, que deverá identificar, conceber soluções, selecioná-las e aplicá-las. Porthun (2010) critica esta

visão mencionando que “essa representação não deixa espaço aos aspectos coletivos do trabalho de projeto, por negligenciar o papel da interação social dos atores que podem ter objetivos e interesses conflitantes”.

Pela óptica da psicologia cognitiva, Darses (2004) ressalta a importância de se estudar como os projetistas se apropriam mentalmente do contexto situado e multifatorial da tarefa de projeto. Se o projetista é um profissional novato, sua forma de apropriação será diferente daquela tomada por um profissional experiente. Em um estudo sobre psicologia cognitiva, Visser (2009) afirma que em um mesmo domínio, a atuação do projetista experiente é focada na solução de um problema, e a atuação do novato é focada no problema. Cross (2004) complementa mencionando que o novato tende a chegar a uma solução a partir de sub-soluções para subproblemas, enquanto o projetista experiente atua em amplitude, focando na solução final. O autor afirma que esta diferença de atuação é oriunda da educação e experiência adquirida em projetar.

Segundo estudos realizados por Fadier (2006), foi constatado que há poucos projetistas novos atuando em projetos complexos. No entanto, Fadier relata que a falta de experiência destes projetistas é compensada pela reutilização de antigas soluções, ou seja, através da reutilização de soluções empregadas em antigos projetos. Desta forma, através da utilização desta estratégia, o projetista consegue ‘ganhar tempo’ durante o processo de projeto, reduzir a possibilidade de ocorrência de erros e resolver parcialmente, ou até de forma total, os problemas recorrentes.

Porém, o que se vê no dia a dia é a reutilização de antigas soluções, sem que estas tenham sido analisadas. Bellemare e Garrigou (1997) já relatavam a reutilização de soluções antigas por projetistas não como uma atitude de má fé, mas sim como uma estratégia de economia de tempo, com uma possibilidade de perder a coerência no novo projeto. Esta reutilização gera incerteza sobre a adaptabilidade de tais soluções durante a efetiva utilização dos produtos / serviços gerando um estresse ao projetista que não vê outra forma de garantir o término do projeto no prazo especificado.

Fadier continua mencionando que:

“Sendo este o caso é de vital importância a coleta de informações e avaliações das soluções utilizadas nos projetos que poderão ser reutilizados, a fim de identificar os problemas que por ventura forem considerados inapropriados. Porém, é muito raro que as informações sobre as consequências de tais soluções sejam registradas com relação à situação de trabalho, e menos ainda com relação à atividade. O projetista geralmente considera esta atividade como fora de sua esfera de influência e responsabilidade. Isto significa que os projetistas têm dificuldades em antecipar os efeitos de seu projeto e aprender com seus erros”.

Este fato se torna ainda mais crítico, quando levamos em consideração que os resultados do projeto chamam mais atenção do que o processo de projeto (VAN DER ZWAAN, 1975), ou seja, se o resultado do projeto for ruim, o projetista será mal avaliado, sem que se leve em conta quais foram as condições de trabalho dele durante o processo do projeto.

Todos estes problemas enfrentados pelos projetistas são intensificados pela alta responsabilidade colocada sobre aqueles que projetam equipamentos e sistemas de produção. Segundo Corlett e Clark (1995), *“eles podem ser legalmente chamados a prestar contas se pessoas forem feridas ou desenvolverem doenças ocupacionais”.* Além disso, suas empresas vão perder clientes se os equipamentos dos concorrentes forem mais eficientes e mais seguros.

Algumas mudanças sofridas pelos projetos ao longo dos anos, como a redução drástica no tempo para concepção dos projetos, também têm interferido diretamente na forma de atuação dos profissionais responsáveis por estas atividades. Berns (1984) já exemplificava esta restrição de tempo mencionando que na área de tecnologia da

informação, o tempo de desenvolvimento de um produto na década de 70 era de cerca de 3 a 4 anos, e que na década de 80 este tempo já havia sido reduzido para cerca de 9 a 18 meses para um mesmo tipo de produto.

Gällstedt (2003) menciona que as pressões de tempo podem ter efeitos positivos para o cumprimento eficaz dos objetivos, mas pode também tornar-se destrutivo.

“Participantes do projeto são motivados pelo desafio de atingir metas estabelecidas, mas, ao mesmo tempo prazos muito apertados para conclusão dos projetos exercem uma pressão sobre os projetistas. No entanto, um efeito negativo sobre a saúde dos indivíduos só ocorre se a pressão não for sentida como um desafio.” (GÄLLSTEDT, 2003)

Diante das condições de trabalho enfrentadas pelos projetistas nos dias de hoje, percebe-se que o estresse¹⁹ é um fator crônico que pode afetar diretamente a saúde física e mental. Esta carga mental gera problemas sérios dentro e fora do ambiente laboral. Segundo Eyre-Walker (1983), há muito tempo se reconheceu que o trabalho que você faz pode ter uma influência extremamente importante em sua qualidade de vida. Muitos aspectos do seu trabalho e do tipo de trabalho que você faz pode afetar sua vida social, sua vida familiar e sua saúde.

Tais exigências têm gerado doenças mentais ligadas ao trabalho, que podem ter relação direta com uma onda de suicídio no trabalho que tem ocorrido pelo mundo nas últimas décadas. Segundo Ferreira, L. (2009) só na França, *“nada menos que vinte e*

¹⁹ Segundo Chen et. al. (2009), *“Estresse ocupacional é uma experiência emocional negativa resultante de condições estressantes no local de trabalho e um complexo, multi-variado e dinâmico processo no qual as condições estressantes e o estresse percebido podem causar direto ou indiretamente problemas psicossomáticos e fisiológicos, tais como distúrbios mentais, problemas cardiovasculares, dores musculoesqueléticas e distúrbios gastrointestinais. Estes efeitos podem ser moderados por fatores psicossociais.”*

quatro trabalhadores se suicidaram nos últimos dezoito meses (de fevereiro de 2008 até 7 de outubro de 2009)". Metzger (2011) também ressalta que "a acumulação de fontes de penosidade e a manutenção de condições de isolamento conduzem os trabalhadores (...) ao suicídio."

Dejours e Bègue (2009) defendem que as mudanças organizacionais que as empresas vêm sofrendo, como a introdução dos novos métodos de gestão que privilegiam a gestão em detrimento do trabalho, a implantação de avaliação de desempenho individual e a implantação de conceitos de "qualidade total" são os grandes responsáveis por esta onda de suicídios ocupacionais. Em outras palavras, segundo o autor, a organização do trabalho e os impactos desta nova forma de organização que gera estresse, solidão e desespero, podem levar o homem a desistir de sua própria vida.

Hovmark e Nordqvist (1996) também constataram alguns impactos para as equipes de projeto em um estudo para verificação de como as condições de trabalho dos projetistas mudam quando uma organização de projeto é inserida durante o trabalho de desenvolvimento de um produto. Para os projetistas analisados neste estudo, o comprometimento, o dinamismo, o suporte, a solidariedade e a comunicação melhoram quando há uma organização de projeto bem estruturada. No entanto, as pressões de tempo, o aumento da carga de trabalho e o risco de conflitos também tendem a crescer, repercutindo de forma negativa para os envolvidos.

Metzger (2011) também relata a interferência das novas organizações de projeto no trabalhador. Para ele "as condições de trabalho e a saúde no trabalho são frequentemente piores nas organizações chamadas de produção enxuta (*just-in-time*, melhoria contínua de produção, produção puxada pelo mercado) que nas organizações tayloristas".

4.3.3. As abordagens coletivas

“A compreensão do processo de projeto passa certamente pelas dimensões técnicas e cognitivas, mais igualmente pelo conhecimento da estrutura funcional do grupo de projetistas, da organização e dos meios disponíveis, do contexto e ambiente em questão.” (MARTIN, 1998)

Em seu estudo epistemológico da prática sobre o conhecimento profissional, Schön (2000) ressalta a interação metafórica entre o projetista e a situação. Para o autor, os problemas práticos não chegam determinados para o projetista logo no início das suas atividades, tornando as situações dinâmicas, incertas, singulares e conflitantes. Esta situação é gerada pelos movimentos sucessivos entre as decisões tomadas pelos projetistas e a resposta da situação para a decisão tomada.

Neste contexto, a solução técnica proposta pelo projetista dependerá de uma construção precisa do problema anteriormente definido. Para lidar com esta situação, o projetista utiliza sua capacidade profissional de pensar continuamente sobre as situações que vão sendo impostas no seu cotidiano, na tentativa de antecipar novas interferências.

Porém, a forma de pensar e de atuar no projeto depende da percepção que o projetista tem sobre o artefato que se pretende projetar. Assim, para que o artefato atenda as expectativas do cliente da melhor maneira possível, o processo de projeto deve ser visto como um processo social onde a negociação entre diferentes atores ocorra continuamente. Para Bucciarelli (1994), “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 práticas dos participantes.”

Para atingir este objetivo, é fundamental se pensar na subdivisão do projeto em universos de competências distintas mas interligados por uma organização do todo.

Em outras palavras, os atores devem ser conduzidos a raciocinar no artefato que se pretende obter, contribuindo com suas experiências individuais.

Quanto mais complexo é o artefato, mais compartilhado o projeto se apresenta e maior a necessidade desta interação entre as diferentes formas de pensar dos atores, tornando o processo de concepção uma atividade social (MARTIN; 2000). Desta forma, o grau de eficácia do projeto dependerá da negociação de compromissos e responsabilidades assumidas pelos diferentes atores que representarão as diferentes lógicas ao longo do projeto (BUCCIARELLI, 1994; MIDLER; 1993).

Granath (1992) e Salvo (2001) defendem que é fundamental que todos os atores, inclusive o usuário final, devam ser considerados como especialistas em suas atividades, contribuindo com seus próprios conhecimentos.

A integração do usuário deve ser levada em consideração uma vez que ele é o principal responsável por eventuais modificações, momentâneas ou permanentes, dos sistemas durante o uso, ou seja, fazendo com que a concepção continue no uso. Os operadores *“exploram, interpretam, utilizam e transforma o seu ambiente técnico, social e cultural”* (WEILL-FASSINA, RABARDEL e DUBOIS; 1993). Segundo Béguin (2007, 2008), tais modificações podem ocorrer por três principais causas:

1. Representação insuficiente dos projetistas sobre a atividade real dos operadores. A antecipação deficitária pode causar sistemas mal concebidos. Béguin (2008) complementa que *“a medida que todo dispositivo técnico, todo artefato **crystaliza** um conhecimento, uma representação e, num sentido mais amplo, um modelo de usuário, de sua atividade e de seu trabalho”*, aumenta-se o risco do sistema concebido ser fonte de numerosas dificuldades.
2. A singularidade das situações e dos contextos da ação. Para Béguin (2008, 2004) as situações de trabalho podem variar por diversos fatores

intrínsecos à atividade como desregulações de ferramentas, instabilidade da matéria-prima, falta de um colega, assim como por diversidade da população e uma variabilidade no tempo para uma mesma pessoa como fadiga ou envelhecimento. Como a realidade do trabalho sempre ultrapassa o modelo que é construído, busca-se especificar *“margens de manobra, conceber sistemas **plásticos** para que a atividade em situação tenha graus de liberdade e de autonomia para tornar o sistema técnico mais eficiente, tanto no plano da produção, quanto no plano da saúde dos operadores”*.

3. As gêneses instrumentais. Face à uma novidade, os operadores podem fazer evoluir as formas de suas ações e também podem atribuir novas funções aos artefatos que não era prevista pelos projetistas. *“A introdução de uma novidade técnica, numa dada situação, permite resolver antigos problemas, mas ela modifica a natureza da tarefa e cria novos problemas para os quais novas formas de ação serão necessárias. Fica evidente, portanto a questão dos desenvolvimentos possíveis ou impossíveis da atividade e não somente do desenvolvimento da novidade técnica”* (BÉGUIN, 2008). O desafio consiste em articular o **desenvolvimento** dos artefatos e o **desenvolvimento** dos recursos e das atividades. Desta forma, a interação entre projetistas e operadores contribui para a concepção de artefatos e atividades, levando em conta os conhecimentos adquiridos por cada ator, assim como proporcionando a troca de experiências e aprendizagem mútua.

A contribuição dos diferentes usuários envolvidos no mesmo sistema, permite uma troca de experiências entre eles, reduzindo a possibilidade destas interferências futuras. Diversos autores (DARSES e REUZEAU, 2007; GARRIGOU, DANIELLOU, CARBALLEDA e RUAUD, 1995; BÉGUIN, 2008; SEIM e BROBERG, 2010)

mencionam a importância de uma estrutura participativa de projeto, fundada no envolvimento dos operadores, projetistas e demais responsáveis pela produção.

Desta forma, para que um projeto seja desenvolvido de forma favorável é importante uma estrutura participativa de projeto. Caroly, Depincé e Lecaille (2008) sublinham que a possibilidade de realização de uma interação entre os diferentes atores, ou seja, da realização de um trabalho de concepção realizado de forma coletiva, gera um resultado de projeto mais eficaz para a produção e para a saúde do trabalhador. Para Eklund (1997), a participação do trabalhador durante o processo de desenvolvimento e melhoria do seu próprio posto de trabalho tem uma interferência positiva na sua condição de trabalho.

Contudo, a participação de diferentes atores durante a concepção deve ocorrer de forma estruturada, pois uma subdivisão dos projetos em equipes multifuncionais nem sempre acarreta bons resultados. Esta subdivisão pode tornar as empresas de projeto menos flexíveis, tornando-as incapaz de acumular conhecimento e experiência necessária para lidar com as incertezas. Além disto, ela pode ser um problema quando esta subdivisão deixa de ser somente disciplinar para também ser uma separação física. Nestes casos frequentemente observam-se grandes falhas de comunicação e falta de interação das diferentes equipes.

Para Räisänen e Linde (2004) esta separação física dos projetistas e a necessidade deles trabalharem em diversos projetos simultaneamente, enfatiza a importância da atuação do gerente de projeto e do líder de equipe. Hovmark e Nordqvist (1996) sublinham que o gestor deve planejar o projeto de forma a minimizar atrasos e maximizar a sua eficiência. Porém, para os autores, o mais importante é manter um espírito forte de equipe, supervisionando o trabalho de forma que os membros mantenham objetivos únicos e evitando conflitos.

Em 1979, Latham e Locke já exaltavam a importância de se manter uma equipe motivada para o sucesso do projeto. Estudos anteriores defendem a importância do

papel dos gestores como motivador de suas equipes para atingir a qualidade do projeto (ver ANDERSON, 1992; DUNN, 2001; GÄLLSTEDT, 2003).

Outros autores como Hodgson, 2004; Lock, 1968; Cleland e King, 1988; Morris, 1994, também mencionam a importância de uma boa gestão para o sucesso do projeto, tornando primordial a atuação deste profissional que terá, como uma das suas atividades, a criação de um consenso com base na comunicação entre as diferentes partes envolvidas. Para atingir tal objetivo, o gerente de projeto necessita muitas vezes eliminar conflitos e competições que aparecem interna e externamente ao projeto.

Outro fator de criticidade é o surgimento de frequentes tensões entre diferentes projetos, devido à apertada competição por recursos e prioridade, como relatado por Räsänen e Linde (2004). Além disso, estas tensões são muitas vezes agravadas pelos discursos conflitantes das partes concorrentes.

Como foi possível observar neste capítulo, as características dos projetos contemporâneos e seus diferentes estressores²⁰, interferem diretamente sobre a atividade de projetar. Veremos a seguir, quais são as características e os estressores de um projeto de plataformas.

²⁰ O termo 'estressor' define o evento ou estímulo que provoca ou conduz ao estresse.

5. OS PROJETOS DE PLATAFORMAS

“Vários projetos de plataformas de produção estão em andamento no Brasil e estes são de importância estratégica para o país. A inauguração de novas plataformas representa um aumento significativo na produção de petróleo e permite a possibilidade de autossuficiência”. (DUARTE et. al.,s/d)

Por ser uma indústria extrativista, a indústria do petróleo pode estar localizada em diferentes tipos de ambientes dependendo da localização das jazidas (VALLE, 1975; GROOVER, 1987). A diversidade de tipos de ambientes acaba trazendo como consequência a necessidade de implantação de diferentes condições operacionais, dependendo de onde a planta de produção será instalada.

No Brasil, grande parte das jazidas (cerca de 90%) se localiza em alto mar sendo necessária a construção de unidades industriais *offshore*, chamadas de plataformas de petróleo. Estas estruturas são instalações bastante complexas, sendo que algumas delas podem incluir a produção e armazenamento de óleo e gás à alta pressão, a perfuração de poços e obras de construção e manutenção (BOOTH e BUTLER, 1992). Desta forma, o projeto de concepção destas instalações *offshore* é tido como uma das tarefas de engenharia mais complexas e exigentes dos tempos modernos, determinando o uso de habilidades combinadas de uma vasta gama de disciplinas de engenharia, para implantação de novas tecnologias.

Ao falarmos em complexidade, concordamos com a assertiva de Edgard Morin (1990) que a define como “um tecido de constituintes heterogêneos inseparavelmente associados. (...) a complexidade é efetivamente o tecido de eventos, ações,

interações, retroações, determinações, acasos que constituem nosso mundo fenomênico”. Em outras palavras, entendemos que a complexidade não depende somente do número de variáveis como proposto por Maximiano (2002), mas sim da relação existente entre elas.

Dentre as variáveis que podem interferir na complexidade do projeto de plataformas está a profundidade da reserva de petróleo que será explorada. À medida que o avanço tecnológico permite e que as jazidas mais rasas já foram exploradas, há uma busca por reservas mais profundas, como é o caso das recentes jazidas encontradas na região do pré-sal. A Figura 27 ilustra a evolução temporal das descobertas de jazidas mais profundas no Brasil.



Figura 27 – Evolução das descobertas de jazidas profundas no Brasil
Fonte: www.oglobo.globo.com

Estas novas descobertas se tornam desafios para as empresas de exploração de petróleo, pois, quanto mais profundo, mais gelidas são as águas. Além disso, as águas

em elevadas profundezas apresentam uma pressão capaz de romper revestimentos de ferro. Desta forma, os engenheiros envolvidos no processo de desenvolvimento de projetos de plataformas enfrentam diversos desafios como o de desenvolver equipamentos que sejam capazes de suportar tais temperaturas e pressões e, ao mesmo tempo, impedir que o petróleo fervente se solidifique e vaze ao encontrar com as baixas temperaturas.

Além da profundidade da jazida, outro fator que exerce influência direta sobre o projeto de plataforma é a capacidade do reservatório. Quanto maior as jazidas, maior a complexidade do projeto em função da necessidade de desenvolvimento de instalações com maior capacidade de processamento do óleo que será extraído. Garotti (2006) relata que *“o aumento da capacidade de produção através da quantidade dos equipamentos, assim como do porte destes, representa um aumento significativo da complexidade do ambiente operacional, cujos efeitos serão geridos pelo próprio trabalhador, com ou sem o apoio da organização”*, elevando a importância de se estudar as condições de trabalho em plataformas e os impactos para os petroleiros.

O tipo de instalação também afeta a complexidade do projeto. No Brasil, segundo informações obtidas no site da Petrobras²¹, os tipos de plataformas mais comuns são:

- Plataformas Fixas – Foi o primeiro tipo de plataforma desenvolvido, que é até hoje utilizada para exploração de reservatórios localizados com lamina d’água de até 300m. Este tipo de plataforma possui estacas cravadas no fundo do mar.
- Plataformas Auto-eleváveis (PAs) – Essas plataformas são móveis, sendo destinadas à perfuração de poços exploratórios na plataforma continental, em lâmina d’água que variam de 5 a 130m.

²¹ Fonte: site da Petrobras - www.petrobras.com.br

- Plataformas semi-submersíveis – São estruturas apoiadas por colunas flutuantes que ficam submersas e sofrem movimentações devido à ação de ondas, correntes e ventos. Esta plataforma possui dois tipos de sistema responsáveis pelo posicionamento da unidade flutuante: o sistema de ancoragem e o sistema de posicionamento dinâmico.
- Plataforma de Pernas Atirantadas (Tension-Leg Platform - TLP) – São unidades flutuantes cuja estrutura é bastante semelhante à da plataforma semi-submersível, porém com sistema de ancoragem com tendões fixos ao fundo do mar por estacas e mantidos esticados pelo excesso de flutuação da plataforma, o que reduz severamente os movimentos da mesma.
- FPSOs (Floating, Production, Storage and Offloading) – São navios com capacidade de retirar, processar e armazenar o petróleo em seus tanques até que possa ser feita a transferência deste petróleo e/ou gás natural.

A Figura 28 é uma ilustração dos principais tipos de plataformas encontradas no Brasil. Independente do seu tipo e conforme mencionado anteriormente, as plataformas são instalações que, além de uma estrutura produtiva, também deve ser capaz de prestar serviços de alimentação, alojamento, telecomunicações, ar condicionado, transporte e socorro imediato à sua tripulação mesmo estando distante da costa. Adicionalmente, esta estrutura deve fornecer energia elétrica para o funcionamento dos equipamentos como compressores, bombas, aquecedores de água e transporte de cargas.

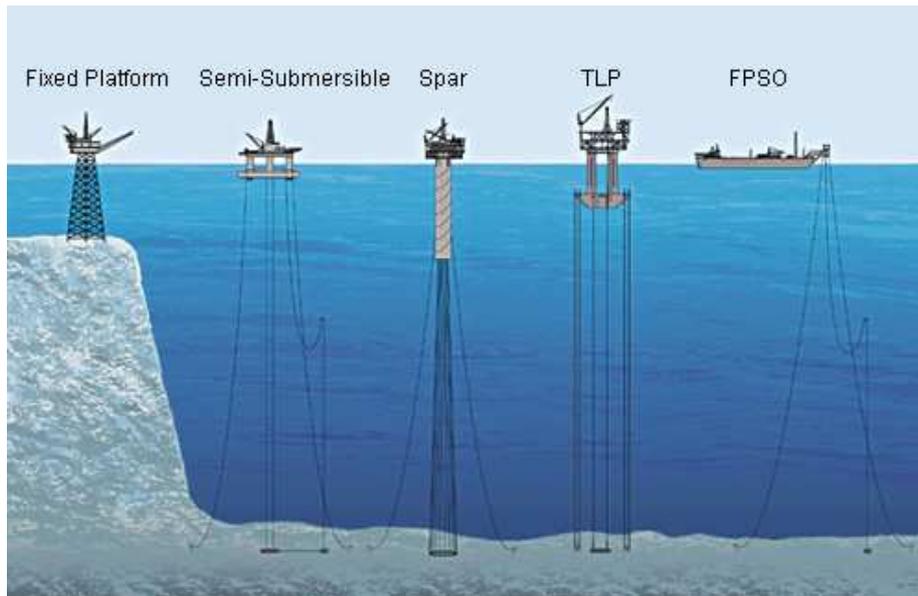


Figura 28 –Tipos de plataformas mais utilizadas no Brasil
 Fonte: www.isiengenharia.com.br

Em seu livro sobre o trabalho dos petroleiros, Ferreira e Iguti (2003) relatam algumas características / especificações levadas em consideração para o projeto de unidades de refinamento de petróleo que são bem parecidas com as especificações técnicas seguidas para o projeto de plataformas e demonstram o grau de complexidade destes tipos de projeto, conforme pode ser observado abaixo.

“Cada unidade de processo contém um conjunto de equipamentos que obedecem a uma certa disposição física, isto é, são alinhados de uma certa forma e interligados entre si. Neste conjunto, existe uma estrutura de base onde ocorrem as reações físicas e / ou químicas que geram os produtos desejados: torres, colunas, vasos, compressores, reatores, misturadores e suas respectivas bombas e válvulas. Acopladas a esta estrutura, uma outra série enorme de equipamentos completam ou apoiam esta produção, como fornos, fornalhas, caldeirarias, trocadores de calor, torres de refrigeração, sistemas de tochas, sistemas de refrigeração de catalisadores, incluindo-se todos os equipamentos de

energia elétrica, água, vapor, e ar comprimido.” (FERREIRA e IGUTI; 2003)

Vale ressaltar que os equipamentos utilizados para processamento do petróleo nas plataformas possuem dimensões enormes, com vasos de até 40 metros de comprimentos e que o projeto de uma refinaria difere do projeto de uma plataforma pelo espaço destinado a estes equipamentos, que no caso das plataformas é limitado ao espaço da estrutura marítima. Segundo Porthun (2010), o espaço para o equipamento é previsto, muitas vezes, antes mesmo do fornecedor do equipamento ser escolhido, e conseqüentemente, antes do projetista ter em mãos as dimensões e especificações exatas do equipamento. Desta forma, o projetista opta por superestimar a dimensão do equipamento e assim garantir que ele vá caber futuramente. Porém, esta *“estimativa ‘a maior’ pode implicar tanto em representações vantajadas 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 retrabalho. 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”* (PORTHUN, 2010).

Além da definição destes equipamentos, o projeto de uma nova planta de produção *offshore* requer a definição de diversos meios de trabalho, tecnologias e maquinários, efetivos e organização do trabalho além de diversos ambientes de trabalho como lavanderia, cozinha, e ambientes da área de processo como casa de bombas, sistemas de geração de energia e área de recebimento de cargas.

Para a definição destes meios de trabalho, o projetista deve levar em consideração diversas lógicas tais como qualidade, prazo, custos, segurança, saúde e confiabilidade

das operações, entre outras. Porém, frente aos desafios que emergem em termos de projetar plataformas que consigam otimizar a exploração do petróleo de forma mais econômica, faz-se necessário cada vez mais que as novas plataformas sejam construídas e atinjam um funcionamento estável nas datas previstas com uma qualidade e uma quantidade de produção asseguradas, privilegiando algumas lógicas em detrimento de outras.

Este fato é relatado por Porthun (2010) em sua pesquisa sobre a atividade de projetistas. Segundo o autor, para atender as demandas do pré-sal, a empresa responsável pelo projeto das plataformas mudou radicalmente a sua forma de gestão de projetos. A empresa que antes era responsável pela realização do projeto básico de todos os módulos da plataforma, transferiu a responsabilidade sobre o projeto básico de uma das áreas (neste caso, o módulo *topside*) para uma empresa 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”. Segundo o autor, entre outros aspectos, a redução do custo de investimento foi alcançada através da diminuição de redundâncias e de automações; a eliminação das oficinas de manutenção; e a consequente redução do pessoal embarcado (*People on Board – POB*) que passou de cerca de 200 para 100 pessoas. 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 ”.

Verifica-se na descrição deste caso que os aspectos econômicos e ligados ao prazo de execução do projeto foram privilegiados em detrimento dos aspectos operacionais. Porthun (2010) complementa mencionando que a restrição de tempo e custo são percebidas pelos projetistas como fatores determinantes da qualidade do projeto e que estes fatores impõem aos projetistas condicionantes que restringem suas margens de manobra e competem com a consideração do uso. O autor apresenta a declaração de um dos entrevistados que relatou que “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 há 36 meses.”

Segundo Porthun (2010) esta não foi uma ação isolada, havendo uma perspectiva de que as próximas plataformas seriam construídas com um misto de conceito, variando entre o projeto tradicional e este novo modelo de gestão. Perminova et. al. (2008) complementam dizendo que esta é uma tendência de várias empresas de projeto que atuam em indústrias de óleo *offshore* ou de produção de gás. Os autores ainda complementam relatando que o custo e o prazo são usados como parte essencial da avaliação de desempenho destas empresas.

Uma forma de reduzir o tempo e custo de construção é através da utilização de uma sistemática chamada ‘Acabamento Avançado’ que consiste na superposição de fases de desenvolvimento do projeto, conforme mencionado por Porthun (2010). Porém, o autor apresenta algumas consequências adversas da aplicação desta sistemática, como a existência de ‘nós’ no projeto oriundos da antecipação de informações imprevistas e /ou incompletas, gerando estresse ao trabalho do projetista. O autor menciona também a incidência de “erros cujos efeitos são eventualmente propagados até a fase da execução (...) constituindo-se em um dos maiores fatores críticos de sucesso do projeto, e refletindo-se no aumento de custo e prazo no projeto”. Segundo o relato de um dos líderes de projeto entrevistados por Porthun, “A plataforma começa a ser construída em cima de 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 de Tubulação *apud* PROTHUN, 2010).

Além do objetivo de redução de custo e tempo, Porthun (2010) relatou que a transferência de responsabilidade observada em seu estudo, também buscava a redução da complexidade de gerenciamento e coordenação do projeto e a redução do risco de deixar a cargo de um único consórcio ou empresa a realização de uma obra da magnitude de uma plataforma.

Buscando fazer com que os diferentes fornecedores interagissem entre si, os projetistas e fiscais do projeto foram alocados no mesmo prédio. Porém, Porthun (2010) relata alguns problemas de comunicação entre as diferentes equipes do projeto. Dentre eles, o distanciamento físico entre as equipes de detalhamento e a equipe da construção e montagem causou um certo descompasso e entraves durante o projeto, principalmente pela confusão e dificuldade de interpretação do tipo de informação enviada à equipe de construção.

Outra forma de tentar garantir a integração entre diferentes disciplinas é por meio de sessões de Design Review. Estas reuniões deveriam ser realizadas em momentos estratégicos do projeto para verificação do seu andamento, na tentativa de observar, através de modelos 3D, se há alguma inconsistência ou interferência em uma determinada área (PORTHUN, 2010). Porém, nem sempre estas reuniões ocorrem no momento correto. Conforme mencionado por Porthun (2010) durante sua defesa de mestrado, algumas reuniões ocorrem depois do projeto finalizado, apenas como cumprimento de um item contratual, mesmo sabendo que nada mais poderá ser discutido ou mudado.

Outro problema estava relacionado ao tempo de resposta em relação às questões de ambiguidade observadas nos documentos recebidos pelas equipes. Segundo o autor, “a rigidez no cronograma de trabalho do projeto impõe pressa ao projetista, que nem sempre dispõe de todos os recursos (ferramentais e informações) em tempo hábil”. Assim, enquanto o projetista aguarda respostas às questões ambíguas e premido pelos fatores de tempo e custo, o projetista se vê condicionado a adotar soluções de continuidade do projeto que eventualmente implicam retrabalho, por não se adequarem às decisões enviadas tardiamente.

Para que o projetista consiga atender a cronogramas cada vez mais exíguos, outra estratégia é a utilização de projetos anteriores como ponto de partida para os projetos seguintes, sem a realização da necessária avaliação da usabilidade e adequação dos

diferentes ambientes às atividades de trabalho que neles serão realizadas (Conceição et. al., 2008; Maia et. al. 2008). Esta estratégia é utilizada pois, embora seja crescente o domínio de tecnologias por parte das equipes técnicas, a sistematização de experiência acumulada em projetos de plataforma de petróleo ainda é muito incipiente. Segundo Duarte et. al. (2009a), o retorno de experiência é dificultado por fatores como:

- o rápido crescimento das empresas e pelos seus arranjos organizacionais;
- o aumento rápido e concentrado em anos recentes da demanda de projetos de novas unidades de exploração e produção *offshore* em especial no Brasil;
- a forte restrição de tempo para o desenvolvimento dos projetos em função da quantidade de projetos e do planejamento estratégico de aumento da produção, inclusive com objetivo de aumento das exportações;
- a grande quantidade de equipes e a diversidade das respectivas solicitações envolvidas nos projetos;
- a singularidade de cada projeto, onde as equipes de projeto, principalmente a de coordenação, são sempre formadas por grupos diferentes, dificultando o acúmulo de experiências;
- o custo crescente dos projetos e a transformação na forma de contratação da gestão e desenvolvimento dos projetos técnicos;
- e a carência de análises sistemáticas das unidades em operação e o baixo retorno das experiências anteriores sobre os projetos em curso.

Esta dificuldade de acúmulo de experiência torna a utilização de modelos de projetos anteriores, sem a necessária avaliação da usabilidade dos espaços já projetados, uma prática usual. Porthun (2010) obteve em seu estudo, um relato do diretor de engenharia do projeto de uma plataforma que “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).”

Zachariassen e Knudsen (2002) constataram em seu estudo sobre condições de saúde ocupacional em instalações *offshore*, que muitas vezes percebia-se que soluções técnicas ruins para a saúde dos operadores eram copiadas para novas instalações, e que modificações para retificar tais condições de segurança e saúde ocupacional eram caras na fase de operação.

Além de se basearem em projetos anteriores, a necessidade de aumento constante de produção de petróleo no Brasil e, conseqüentemente da construção de diversas plataformas em um curto espaço de tempo, faz com que navios mercantis e plataformas de perfuração sofram conversão (MAIA, 2002). Nestes casos os equipamentos que não serão mais necessários, como as bombas responsáveis pela propulsão do navio são retirados e os equipamentos necessários para garantir a produção, como os separadores de produção, são introduzidos. Esta adaptação ocorre sem levar em consideração as necessidades reais dos operadores, acarretando na construção de postos pouco adaptados ao trabalho executado a bordo.

Segundo Maia (2002), a necessidade de atendimento às normas e aos órgãos fiscalizadores também impacta diretamente nos projetos de plataformas. Por se tratar de projetos de alto risco, estas normas são bem rígidas, privilegiando aspectos isolados, e dificultando a adaptação do ambiente em relação ao uso.

Wulff et. al. (2000) enfatizam que a quantidade de especificações e normas que os engenheiros e projetistas devem seguir excedem a capacidade destes profissionais de processar tamanha quantidade de informação. Desta forma, há um risco de que o sistema se torne cada vez mais robusto e difícil de vigiá-lo e controlá-lo pelos operadores. Segundo Fadier e De La Garza (2006), esta é uma tendência dos sistemas complexos. Ainda segundo os autores, quanto mais complexo for o sistema, maior é a tentativa de compensar esta complexidade através do uso abundante e

crescente de procedimentos, instruções e sistemas de segurança e de controle.

O processo de aquisição de equipamentos também afeta o projeto e a futura condição de trabalho nas plataformas. Segundo Porthun (2010), “as compras são balizadas pelos aspectos de prazo de entrega e de custo, e a opção é condicionada ao atendimento das especificações do equipamento, que deve ser adquirido em fabricante cadastrado (...) preferencialmente com histórico de fornecimento para outras obras da empresa.” Os equipamentos considerados principais possuem suas especificações definidas no Projeto Básico, pois normalmente são equipamentos fabricados por poucos fornecedores e que possuem prazos de entrega elevados. Porém, segundo Porthun (2010), “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.”

Um outro aspecto ligado ao fornecimento de equipamentos está ligado à forma como eles são entregues. Alguns fabricantes entregam os equipamentos montados em *skids*, ou seja, quem decide a forma de agrupamento dos equipamentos sobre a estrutura é o fornecedor. Segundo Porthun (2010) esta situação tem duas vertentes: “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 no projeto (...) e, por conseguinte, não permitem o aproveitamento otimizado do espaço físico”.

Há algum tempo que vêm sendo relatado, estas e outras dificuldades na condução de projetos além de problemas na operação das unidades de produção. O que se percebe nos projetos de plataformas é que algumas situações com frequência se

repetem, por exemplo, os projetos são baseados essencialmente sobre os componentes técnicos e econômicos, onde os focos são os produtos, os processos e os equipamentos.

Diversos autores nos levantam a necessidade de se ter uma melhor compreensão sobre as atividades desenvolvidas pelos operadores durante o uso das instalações industriais (vide GARRIGOU et. al., 1995; DUARTE et. al., 2009c; MALINE, 1994), pois, o que se percebe é um predomínio de uma visão teórica do trabalho, onde as condições reais de realização do trabalho são, apenas, parcialmente consideradas, ou seja, as necessidades reais do futuro corpo técnico de operação são subestimadas. A complexidade e a riqueza do saber-fazer prático são muitas vezes desconsideradas ou desconhecidas, face aos prazos e à falta de métodos para incorporá-los aos projetos.

No que diz respeito à falta de consideração da participação do usuário durante os projetos, Porthun (2010) ilustra um diálogo fictício entre o Armador (representante da empresa proprietária da plataforma) e o Projetista, narrado por um integrante da equipe do projeto de uma plataforma.

“A questão de mudança no projeto... , é inaceitável mudança 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, decide, quero fazer um projeto assim, estou apostando nisso, e vocês vão ter que enfrentar esse desafio.” (Integrante do GRUFIS apud PORTHUN, 2010)

Percebemos neste diálogo, que apesar do projetista ou usuário poder ‘falar’, ele não é tido como um especialista e, portanto, sua fala não é considerada. Os ambientes se tornam então pouco adequados às atividades reais de operação, causando danos à saúde e conseqüentemente afetando a performance e eficácia do processo.

Os frequentes resultados decepcionantes e as dificuldades significativas enfrentadas pelos operadores e pelas empresas também foram constatados por Duarte (2002a). O autor afirma que este fato é percebido na implantação de novas unidades de produção mesmo com a utilização das modernas estratégias de gerência de projetos, como a engenharia simultânea.

Porém, a maioria dos projetistas não conhece as atividades realizadas nas plataformas em funcionamento, assim com também é raro que ergonomistas participem do desenvolvimento destes projetos. Nos projetos que tiveram a participação de ergonomistas, estes só participaram dos estudos de detalhamento e de subprojetos específicos: inicialmente sala de controle e posteriormente, refeitório, cozinha, laboratório e oficinas de manutenção. Em todos os casos a ergonomia esteve restrita ao projeto de espaços e ambiências. Nenhum estudo foi realizado focando o projeto das instalações externas, onde efetivamente ocorre a maior parte do trabalho dos operadores.

Assim, durante a maior parte do projeto de uma plataforma (seja no tempo seja no

escopo) a ergonomia e, de forma mais ampla as preocupações com os futuros operadores e suas condições de trabalho, estão presentes apenas na forma de manuais de recomendações '*Human Factors*'. Tais manuais são geralmente muito genéricos e pouco eficazes, sendo pouco ou nada utilizados pelos projetistas (PAGENHART et. al.; 1998). Estes não compreendem as regras existentes e não sabem utilizá-las no projeto.

Esta constatação também foi feita por pesquisadores Noruegueses (WULFF et. al., 1999a) que afirmam que os guias e padrões existentes na maioria das vezes são apenas parcialmente utilizados nas construções de plataformas novas e mesmo nas modificações de plataformas em funcionamento. Isto ocorre em função dos padrões serem ao mesmo tempo gerais e específicos (BROBERG, 2007) e geralmente não aplicáveis aos ambientes offshore (WULFF et. al., 1999a, 1999b).

De forma reduzida, Porthum (2010) classificou as principais dificuldades enfrentadas pelos engenheiros e projetistas durante o projeto de plataformas de petróleo como apresentadas a seguir.

1. A falta de integração entre os atores do projeto. Segundo o autor, a fragmentação existente entre as diferentes etapas do projeto gera uma estanqueidade entre as disciplinas, resultante da falta de comunicação.

No nosso estudo de caso também foi possível verificar tal hiato de comunicação, entre diferentes disciplinas e entre diferentes etapas de projeto.

2. Compras de equipamentos, sem a equipe técnica estar definida. Conforme mencionado anteriormente, a compra de grandes equipamentos, como é o caso dos turbogeradores, pode ocorrer antes mesmo do projeto ter sido iniciado, gerando grandes limitações para projetistas e para o usuário. Para Porthum (2010) menciona que "*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.”

3. Inserção tardia do usuário no processo. Porthum (2010) relata que a participação do futuro usuário durante o processo de projeto, quando ocorre, é feita de forma indireta e tardia, ou seja, quando não há mais margem para efetuar mudanças. Esta demora na inserção de fatores ligados ao uso também foi observada na pesquisa desenvolvida para o estudo de caso desta tese. Foi constatado que, além da inserção do usuário nas fases finais do processo de projeto, a participação de ergonomista também ocorre de forma tardia e incipiente, causando falhas inerentes ao desconhecimento das reais dificuldades enfrentadas pelos futuros usuários.
4. Difícil rastreabilidade das decisões tomadas no projeto. Durante esta pesquisa, os projetistas relataram a falta de ‘memória de projeto’, ou seja, as soluções implantadas em projetos anteriores e os motivos pelos quais tais decisões foram tomadas não são resguardados. Segundo Porthum (2010), “*São raros os relatos de decisões tomadas no projeto, com base em experiências e feedback de projetos anteriores.*”
5. O espaço de manobra e a criatividade dos projetistas são restringidos por fatores econômicos, técnicos, de prazo e de organização do projeto. Os projetistas nos relataram que vários limitadores são oriundos da rigidez estabelecida na fase de projeto básico, ou mesmo anteriores a esta fase. Porthum (2010) relata que não raramente tais limitações impossibilitam o projetista realizar modificações no projeto a fim de levar em consideração o uso.

Perminova et. al. (2008) também estudaram os problemas da indústria *offshore* e

buscaram prover soluções para tais problemas. Durante este estudo, os autores entrevistaram vários gerentes de níveis diferentes do processo de projeto, que mostraram utilizar regularmente antigos procedimentos de gestão de riscos. Para estes gestores, esta repetição é percebida não apenas como criação de informações anteriormente desconhecidas, mas também como o compartilhamento de informações, aprendizagem, conhecimento e criação de competência.

Podemos perceber que os projetistas enfrentam diversas dificuldades durante o processo de projeto das instalações offshore. Mas será que estas dificuldades podem gerar dificuldades operacionais e acidentes? A seguir, iremos analisar os acidentes ocorridos na indústria do petróleo na tentativa de verificar a relação entre estes dois fatores.

6. OS GRANDES ACIDENTES

No ambiente de rígida competição internacional, vender uma imagem de segurança e conformidade com o meio ambiente é um pré-requisito para bons resultados financeiros e garantia de uma boa reputação (Høivik, D.; s/d). Porém, desenvolver esta imagem não é uma tarefa simples uma vez que, segundo Perrow (1999; 2009) o acidente é uma consequência normal de sistemas complexos, e que a sua ocorrência independe da quantidade de controles e cuidados que se tenha com eles, pois a fonte de acidentes é o próprio sistema, na maioria das vezes, independente dos fatores ligados ao homem.

Por sua vez, os acidentes são efeitos indesejados da prática da engenharia, espécie de ‘pesadelo’ tecnológico, contrário à contribuição que dela espera a sociedade, como questiona Hornick (1987): ‘por que os sonhos tecnológicos tornam-se pesadelos?’.

Tradicionalmente, alguns autores defendem que as causas de acidentes estão intimamente ligadas a uma falta de implantação de uma cultura e clima seguros (ver COOPER, 2000; GULDENMUND, 2000; COX e FLIN, 1998; HØIVIK, D., 2005). Para Törnström e Engström (2010), cerca de 70 a 80 por cento de todos os acidentes são causados por erros humanos ou atos inseguro.

Outros autores, como Hornick (1987), defendem que a não consideração dos ‘fatores humanos’ nos projetos de engenharia explica parte das grandes catástrofes como *Three Miles Island* ou *Tchernobyl*.

Mas será que o fato dos fatores humanos serem levados em consideração durante os projetos evitariam que os acidentes ocorressem? Ou será que eles são consequência dos atos inseguros?

Neste capítulo primeiramente realizaremos uma contextualização da cultura de segurança e do ‘erro humano’. Na sequência, realizamos uma sucinta análise dos acidentes. O objetivo é entender quais são os fatores que causam acidente e se existe alguma ligação entre eles e os seus projetos.

6.1. O “ERRO HUMANO” E OS ACIDENTES

“E o que dizer a respeito de regulamentos e manuais de procedimentos em vários volumes com referências de uma página para outra, redigidas de tal forma que o tempo para encontrar a informação é muito superior ao tempo para tomada de ações que eliminem (ou reduzam a ocorrência) de acidentes?” (Daniellou, 1989)

O conceito de ‘erro humano’ é utilizado por muitos autores como o principal fator determinante para a ocorrência de acidentes (RINGSTAD, 2010; BEA e MOORE, 1993). Esta tendência pode ser observada no resultado de um estudo realizado pela Universidade da Califórnia, que mostra que 80% dos acidentes *offshore* em águas dos EUA ocorreram por erros humanos (BEA e MOORE, 1993).

Na mesma linha de pensamento, Woods e Cook (2008) relatam que, durante a investigação retrospectiva dos acidentes, ao identificar desvios e não conformidades, os investigadores frequentemente tendem a apontar as causas dos acidentes relacionadas com o que eles chamam de ‘erros humanos’.

Segundo Dejours (2008), o fator humano é considerado por um ponto de vista pejorativo na maioria das análises de acidentes, *“ressaltando-se o erro humano, a inconsciência humana, a negligência, a distração, a inconstância, a incompetência, entre tantos outros atributos disseminados pelos estudiosos e especialistas”*. O autor continua dizendo que a luta pela confiabilidade na maioria das vezes está orientada para a substituição do homem, sempre que possível, por dispositivos técnicos

automáticos, considerados mais confiáveis, mostrando o total desprezo pelo homem, considerado fator de turbulência.

No Brasil, não é diferente como mencionado por Freitas, Machado e Porto (2000)

“O Brasil também segue a linha da dicotomia entre ato e condições inseguras, e raros são os casos em que causas subjacentes de natureza organizacional e gerencial são avaliadas”.

Porém, o que é “erro humano”? A ideia de “erro humano” pressupõe um desvio anormal com relação a uma norma ou padrão estabelecido. No entanto, ao se deparar e seguir a avalanche de procedimentos e padrões de trabalhos característicos principalmente das organizações que lidam com tecnologias perigosas, é possível perceber um ‘engessamento’ do sistema. (Llory, 1999). Para Daniellou (1989), a rigidez de instruções é um fator de perigo: "As diretrizes muito rigorosas, que os trabalhadores devem se contentar em aprender e aplicar, são fontes de perigos constantes. Se a situação atual difere em qualquer coisa do que foi especificado no procedimento, os operadores são incapazes de diagnosticar e adotar uma conduta adequada".

Para Assunção e Lima (2003), as prescrições de como os operadores devem se comportar são extremamente insuficientes, pois *“todos nós conhecemos a maneira correta, mas poucos são os que assim efetivamente se comportam, não porque sejamos negligentes ou desleixados, mas devido à falta de praticidade em aplicar as normas”.*

A não aplicação das normas e procedimentos está relacionada a um descompasso entre os procedimentos e a prática (DEKKER, 2003), como por exemplo, a uma falta de consideração das interações do trabalhador com os sistemas, com os colegas e chefias dentro daquele contexto organizacional (ALMEIDA e JACKSON, 2007).

Este descompasso, faz com que o empregado adapte o processo a fim de garantir a proteção à vida e a segurança das instalações, atuando de forma preventiva e corretiva (DE KEISER; 1989). Porém, algumas transformações / adaptações realizadas pelo próprio operador podem fracassar, apesar de terem sido feitas numa tentativa de proporcionar uma evolução do processo.

Estas decisões de transformação são frutos da enorme variedade de situações vividas por eles e que não foram previstas nas normas (RASMUSSEN, 1997). Neste sentido, De Keyser (1989) afirma que os erros humanos são, em muitos casos, apenas tentativas de regulação mal sucedidas, momentos em que a intervenção humana não pôde limitar o risco.

Apesar destas tentativas mal sucedidas, De Keyser (1989) defende que o homem é um elemento-chave da segurança, pois é ele quem avalia a situação, mesmo em condições adversas e com o grande avanço tecnológico, tomando decisões frente as incerteza do dia a dia. Seguindo o mesmo princípio, Duarte (1994) discorre:

“No interior do sistema complexo, os erros humanos seriam tentativas de regulação que não tiveram êxito em conter os disfuncionamentos do processo. Ao invés de aberrações, os erros são sintomas reveladores de uma organização do trabalho inadequada, de uma formação insuficiente e de uma concepção dos meios de trabalho que não leva em consideração os limites do funcionamento cognitivo do homem”.

Para Figueiredo et. al. (2007), “indubitavelmente a atividade de controle exercida pelos operadores em uma indústria de processo contínuo é de suma importância para a confiabilidade desses sistemas”. Duarte e Vidal (2000), alinhando-se a Figueiredo et. al. (2007), complementa que em momentos de disfuncionamentos do sistema, são os operadores que tomarão as decisões para a salvação ou detonação do sistema. Dejourn (2008) exemplifica esta importância, mencionando que em um estudo sobre a segurança de uma equipe de trabalhadores da construção civil, foi observado que

eram os operários que inventavam, elaboravam e difundiam os procedimentos de segurança que evitavam certos acidentes.

Neste sentido, vários autores (vide DANIELLOU, 1989; FADIER et. al.,2003; RASMUSSEN, 1997; NEBOIT, 2003) defendem o trabalhador mencionando que ele é uma vítima do sistema, afirmando que qualquer sistema passa por transformações à medida que o tempo vai passando.

Além disto, dizer que um acidente tem como causa um ‘erro humano’ não é uma informação útil, pois errar é humano e, portanto, todo homem erra (Chapanis, 1996). Pesquisar os motivos que levaram a pessoa à ‘falhar’ é mais importante.

Percebe-se nas opiniões dos autores citados que a definição de ‘erro humano’ perde seu sentido. Vidal e Carvalho (2008) contribuem para esta conclusão relatando que a conotação de ‘erro humano’ tornou-se inadequada e até mesmo perigosa, pois para a ergonomia contemporânea o erro não é fruto de um fator isolado e sim de um contexto específico e da sua história, principalmente quando se trata de um acidente do trabalho.

Segundo Chapanis (1980), pesquisas ergonômicas têm mostrado que pessoas erram mais com um determinado tipo de equipamento do que outros, nos levando a crer que o ‘erro’ pode estar relacionado à forma como o dispositivo foi projetado. Fadier e De la Garza (2006) compartilham da mesma opinião dizendo que para que se alcance resultados desejados é fundamental integrar a segurança e os fatores humanos nas fases de projeto dos sistemas industriais, reduzindo desta forma as fontes de risco.

Neste mesmo sentido, Reason (1990) menciona:

“Antes de considerar os operadores os principais causadores do acidente, é preciso compreender que eles são os herdeiros dos defeitos do sistema, criados por uma concepção ruim, uma instalação malfeita, uma manutenção deficiente, e por

decisões errôneas da direção (...) A comunidade que trabalha na área da confiabilidade humana vem tomando consciência de que os esforços empreendidos para descobrir e neutralizar esses erros latentes terão resultados mais benéficos na confiabilidade dos sistemas do que as tentativas pontuais de reduzir erros ativos”.

Para nós, e em concordância com diversos autores como Wisner (1991), Vidal e Carvalho (2008), Duarte (1994), Daniellou (1989) e Reason (1990; 2000), as causas dos acidentes não podem cair única e exclusivamente sobre o operador, pois, os dispositivos técnicos podem falhar, assim como os projetistas, engenheiros e gerentes de qualquer nível da cadeia hierárquica, tirando a responsabilidade exclusivamente do operador.

Neste sentido, a análise de acidente, que tende a se restringir ao âmbito de uma disciplina específica ou de fatores humanos, deve ser feita de forma mais ampla, buscando obter os verdadeiros Porquês dos acidentes.

Assim, antes de apresentar os casos de acidentes da indústria do petróleo, apresentaremos uma rápida análise dos acidentes dos ônibus espaciais Challenger e Columbia. A análise destes acidentes foi um marco para a sociedade à medida que as investigações deixaram de ser puramente técnica para incluir uma vasta gama de questões históricas e organizacionais, incluindo considerações políticas e orçamentais, os compromissos e as prioridades dos programas de ônibus espaciais. Nosso objetivo é apresentar, de forma sucinta, alguns fatores importantes da análise dos acidentes dos ônibus espaciais Challenger e Columbia, que mostram a interferência do contexto organizacional como causa raiz dos acidentes. Além disso, estes acidentes ocorreram logo após a etapa de projeto, ou seja, quando os detalhes de possíveis decisões / ações tomadas durante o processo de projeto ainda estavam frescos na memória dos projetistas, facilitando a análise.

6.2. CHALLENGER E COLUMBIA (USA) – 1986 E 2003

Em 28 de Janeiro de 1986, um defeito nos tanques de combustível causou a explosão do ônibus espacial Challenger, 73 segundos após a decolagem na Flórida, matando todos os 7 astronautas que estavam a bordo.



Figura 29 – Acidente no lançamento do ônibus espacial Challenger
Fonte: <http://noticias.r7.com>

Uma comissão de inquérito foi formada para analisar as causa do acidente, que apontou uma falha no anel-em-O, que servia para vedação dos segmentos do foguete propulsor de combustível sólido, como a principal causa. Este anel, que era feito de borracha, perde seu poder de resiliência²² quando exposto a baixas temperaturas. Como no dia do lançamento do foguete a temperatura estava próxima a 2°C, o anel, que estava frio e rígido, perdeu sua funcionalidade, deixando escapar gases a altíssimas temperaturas e causando a explosão.

Porém, segundo Collins e Pinch (2010), este acidente não ocorreu por desconhecimento dos engenheiros e gerentes da empresa sobre o risco do acidente. Estes profissionais já haviam alertado sobre a baixa resiliência do anel de vedação em casos de baixas temperaturas. Os autores continuam mencionando que “Em uma teleconferência extemporânea, realizada no meio da noite anterior ao lançamento, os engenheiros argumentaram que os anéis-em-O não funcionariam naquela manhã

²² Resiliência – Capacidade de uma borracha voltar ao seu estado normal após sofrer uma deformação.

gelada da Flórida. Os engenheiros, pelo que foi divulgado, haviam sido ignorados por seus próprios gerentes. Por sua vez, os gerentes se sentiram ameaçados pela alta cúpula da NASA, que esperava que a empresa contratada mantivesse o plano para o lançamento.” (Collins e Pinch; 2010)

A divergência de opiniões sobre a confiabilidade de um anel de vedação seria normal se não estivesse ocorrido às vésperas do lançamento do foguete. As pressões por resultados levaram os responsáveis à liberação do lançamento do foguete por considerarem que os riscos eram aceitáveis.

Neste sentido, Collins e Pinch (2010) ressaltam que “O acidente Challenger é geralmente tomado como uma lição de moral. Aprendemos acerca da banalidade do mal: como aspirações nobres podem ser corroídas por uma burocracia negligente. Reduza gastos, economize e pule etapas, dê excessivo poder de decisão a gerentes imprudentes e burocratas negligentes, ignore os argumentos dos seus melhores cientistas e engenheiros, e você será punido por tais decisões”.

Porém, os autores concluem que esta visão de que os gerentes são amorais, pressionados pela agenda de lançamento, passando por cima de engenheiros honestos, é muito simplista. Não é necessariamente uma questão de amoralidade e sim de condições de trabalho dos envolvidos que tiveram interferências diretas da organização. Segundo Collins e Pinch (2010), *“os engenheiros estavam apenas fazendo o melhor trabalho de expertise possível, nesse mundo de incertezas. Isto nos faz lembrar que tecnologia com risco zero é impossível e que tanto avaliar o funcionamento de uma tecnologia quanto determinar seus riscos são questões inescapáveis ao julgamento humano”*.

Neste caso podemos perceber claramente a relação entre as pressões de tempo e as incertezas durante o processo de projeto podem ter resultados catastróficos quando mal dimensionados. Sabermos somente que a causa física do acidente foi uma falha

do anel de vedação não contribui de forma significativa no controle de futuros acidentes. É mais importante desvendar o porque esta falha ocorreu.

Em 5 de Fevereiro de 2003, foi a vez da desintegração do ônibus espacial Columbia no momento de reentrada na atmosfera, no retorno de uma missão, matando 7 astronautas.

Um dos pontos que chamam atenção neste caso, é o fato de um mesmo ex-astronauta da NASA ter participado dos comitês de inquérito dos dois acidentes. Segundo a socióloga americana Diane Vaughan, as lições da explosão de Challenger foram perdidas ou esquecidas, pelo menos em parte (Vaughan, 1996). Apesar do relatório de Challenger alertar para problemas relacionados a pressões de custo e de produção (competitiva), a NASA continuava enfatizando este tipo de atuação. Segundo Llory (2010), na época do acidente de Columbia, a NASA vinha passando por um programa, idealizado por um de seus gerentes, que tinha como slogan "mais rápido, melhor e mais barato". É tão simples quanto preocupante. Acidentes se repetem, mesmo quando esperava-se que as lições tivessem sido aprendidas. Os acidentes acabam ocorrendo pelos mesmos motivos, ou por razões estranhamente similares.

6.3. OS ACIDENTES NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS

A prevenção de acidentes é fundamental em qualquer indústria, e sua importância é crescente à medida que os riscos existentes podem provocar graves consequências. Machado, Porto e Freitas (2000) relatam que, no caso das indústrias químicas e petroquímicas, frequentemente esses acidentes têm o potencial de afetar simultaneamente a saúde dos trabalhadores, da população ao redor das fabricas e o meio ambiente, além de acarretar grandes perdas econômicas.

Quando falamos de instalações *offshore* de produção de petróleo e de gás, os riscos potenciais de acidentes são ainda maiores. A complexidade deste tipo de instalação aliado a grande quantidade de energia que é tratada em um pequeno e confinado espaço, podem causar danos consideráveis. Em seu estudo, Figueiredo (2001) menciona que diante da complexidade da estrutura produtiva, com a ligação íntima entre os diferentes sistemas e conexões que estão acoplados por toda a planta de processo, uma simples falha pode acarretar grandes acidentes devido à imprevisibilidade das múltiplas interações que possam vir a se estabelecer. Como exemplo, as altas pressões aos quais o petróleo, o gás e a água extraídos do fundo do mar estão submetidos ao longo do processo produtivo, podem acarretar incêndios e explosões com efeitos catastróficos, caso existam vazamentos no sistema. Estatísticas de acidentes na indústria norueguesa *offshore* mostram que, apesar dessas condições, incêndios e explosões são eventos raros (KJELLÉN, U.; 2007).

Mesmo raros, os acidentes fazem parte da história desta indústria. Os acidentes já ocorridos tiveram como consequência grandes perdas humanas e materiais, com repercussão mundial em função da amplitude das tragédias. Dentre os casos mais conhecidos estão o acidente da plataforma *Piper Alpha*, que causou a morte de 167 pessoas em 1988 no mar do norte, o da plataforma P-36, considerada a maior plataforma semi-submersível do mundo, que afundou em 2001 na bacia de Campos, no Rio de Janeiro, matando 11 empregados, e mais recentemente, o derramamento de óleo seguido de explosão da plataforma *Deepwater Horizon*, deixou 11 trabalhadores mortos no Golfo do México em 2010. Krauss, C. (2010), em uma matéria do *New York Times*, lembra:

“O Serviço Federal de Gerenciamento Mineral tem registrado mais de 500 incêndios em plataformas no Golfo do México desde 2006. Pelo menos duas pessoas morreram em incêndios nas plataformas do Golfo

nos últimos quatro anos, e cerca de mais 12 foram seriamente feridos antes do acidente na plataforma Deepwater Horizon.”

No Brasil, diversos outros acidentes ocorreram nos últimos anos e tiveram grandes consequências, demonstrando que os investimentos em Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) ainda são insuficientes e/ou inadequados para lidar com inúmeros e graves fatores de risco presentes no processo (ALVAREZ et. al., 2010). Os autores discorrem sobre a severidade do contexto deste tipo de indústria, que se posiciona “no campo da possibilidade de ocorrência de acidentes industriais ampliados”, com grandes danos para os trabalhadores, para o meio ambiente e para as instalações.

Além da sua característica explosiva, as plataformas geralmente estão localizadas em ambientes hostis, sofrendo contínuas vibrações devido a fatores externos como vento, onda e terremoto, que podem interferir na segurança e eficiência da produção (SARRAFAN, et. al., 2011). Além destes fatores, as plataformas *offshore* estão propensas a sofrer danos devido à fadiga e à corrosão. Diao et. al. (2005) mencionam que os danos ocorridos em plataformas *offshore* abaixo da lamina d’água não podem ser diagnosticada facilmente, o que pode colocar a plataforma em risco se um importante membro estiver danificado, fazendo com que a estrutura entre em colapso rapidamente. Alinhando-se com Diao et. al., Correa e Junior (2007) complementam dizendo que acidente é um evento que resulta de rede de múltiplos fatores em interação e que é desencadeado quando as mudanças ocorridas no sistema ultrapassam as suas capacidades de controle. Mas quais seriam estes ‘múltiplos fatores’? Estariam eles relacionados ao ‘homem’ envolvido na operação da plataforma?

Com o objetivo de entender os motivos que deram origem aos grandes acidentes, analisamos os relatórios das comissões de inquérito de alguns dos principais acidentes catastróficos da indústria de óleo e gás. A seguir apresentaremos resumidamente as conclusões relatadas pelas equipes de análise dos acidentes e

algumas informações vinculadas na mídia.

6.3.1. Piper Alpha (UK) – 1988

Em Julho de 1988, um acidente que ocorreu a bordo da plataforma *offshore* Piper Alpha matou 167 pessoas e custou bilhões de dólares em danos materiais. A plataforma estava localizada no Mar do Norte a cerca de 120 km a nordeste de Aberdeen e era operada pela Occidental Petroleum. Ela recebia o gás de um grupo de plataformas e enviava óleo e gás através de oleoduto e um gasoduto ao terminal Flotta, em Orkney.

Esta plataforma representava um avanço na exploração de petróleo, tanto pela tecnologia envolvida na exploração quanto no desenvolvimento de recursos offshore. A plataforma entrou em funcionamento em dezembro de 1976, quando os dois primeiros poços foram colocados em operação. A plataforma chegou a produzir 360 mil barris de petróleo por dia, representando cerca de 10% da produção do Reino Unido.

No processo de extração do petróleo do subsolo marinho, o condensado e o gás que chegam à plataforma junto com o óleo, são separados e enviados para sistemas distintos. O condensado é aspirado por uma bomba potente e enviado para um duto principal. Esta bomba, que funciona com eletricidade, possui uma válvula de segurança para atenuação dos riscos de excesso de pressão. No caso da plataforma Piper Alpha, este sistema era equipado com duas bombas (A e B) que serviam como backup em caso de pane de uma das bombas.

Em 06 de Julho de 1988, a bomba A começou a alarmar na sala de controle. O operador observou que a bomba estava dando trancos e resolveu pará-la para reparos, colocando em funcionamento a bomba B. A manutenção da bomba A foi programada para o dia seguinte. Uma vez que a bomba A estava parada, a equipe de manutenção aproveitou para realizar um reparo na válvula de segurança desta bomba.

A válvula foi retirada do local e a tubulação foi tampada com um flange cego enquanto a manutenção era realizada na oficina. No final do turno, a válvula de segurança da bomba A estava reparada, porém, ela não foi reinstalada no local em função da falta de dispositivo de auxílio a movimentação da carga.

Após a troca de turno, a bomba B que estava em operação entrou em pane. O operador que foi checar a situação das bombas observou que a bomba B não poderia entrar em funcionamento no mesmo dia, e constatou que a bomba A estava isolada para manutenção. Vale ressaltar que as bombas e as válvulas de segurança não ficavam próximas, ou seja, no mesmo nível de visão. Na sala de controle havia uma Permissão de Trabalho (PT) para a realização da manutenção na bomba A, porém a documentação disponível constava que a manutenção não havia iniciado e que, apesar dos trancos, ela poderia entrar em funcionamento. Não havia registro que a válvula de segurança havia sido retirada.

Ao ligar a bomba A, o condensado foi conduzido até o local onde deveria estar a válvula de segurança. Apesar do flange cego colocado na linha, este não foi hermeticamente testado, vazando condensado de gás natural pelo compartimento, dando origem a uma forte explosão na plataforma. A explosão causou danos a equipamentos e tubulações iniciando incêndios secundários e propagando o acidente para outras áreas da plataforma.

Na sequência de danos causados pelos incêndios secundários, houve a fusão de um “riser” de gás que passava pela plataforma, o que causou uma nova explosão, ainda mais forte que a primeira e um incêndio que envolveu a plataforma por completo (Figura 30). O layout do convés permitiu uma rápida propagação do fogo pelos diferentes módulos, atingindo rapidamente a sala de controle e a sala de rádio. Dos 226 tripulantes a bordo da plataforma, 165 morreram além de dois membros das equipes de resgate que foram até o local para auxiliar no salvamento de vítimas, totalizando 167 mortes.

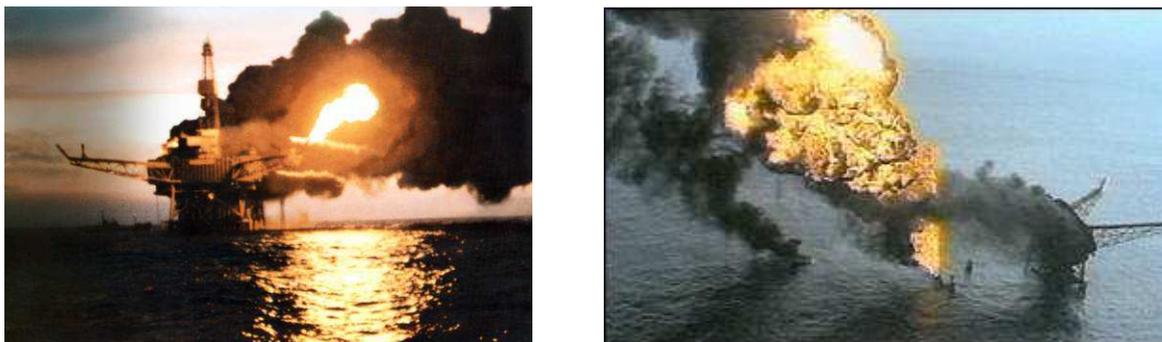


Figura 30 – Plataforma Piper Alpha em chamas
Fonte: <http://efemeridesnavales.blogspot.com.br>

Segundo Paté-Cornell (1993), “a evacuação não foi ordenada, e mesmo se tivesse sido, não poderia ter sido totalmente realizado, dada a localização dos alojamentos, o layout do *topside* e a ineficácia do equipamento de segurança.” Segundo a autora, as rotas de fuga foram bloqueadas e as balsas salva-vidas, que estavam todas no mesmo local, se tornaram inacessíveis. Os equipamentos de combate a incêndios a bordo não entraram em operação porque as bombas a diesel, que tinham sido colocadas no modo manual, foram danificadas e estavam inacessíveis.

No momento do acidente, a produção de petróleo tinha caído para cerca de 125.000 de barris de óleo por dia, com muitos poços que continham uma elevada quantidade de água produzida. Além das vidas perdidas, o acidente gerou um prejuízo financeiro de mais de 3 bilhões de dólares.

Apesar da falha na comunicação entre os turnos que fez com que a equipe da noite desconhecesse da ausência da válvula de segurança, constatou-se que o acidente não teria tido proporções catastróficas, se os sistemas de emergência como alarme geral, dilúvio, parada de emergência e os sistemas de proteção tivessem entrado em operação de forma adequada e/ou se a plataforma não tivesse tido a sua sala de controle afetada pela primeira explosão, o que acarretou a morte do Gerente da Plataforma e a perda do controle da produção.

Vale ressaltar que a concepção da instalação não incluiu uma proteção suficiente da estrutura contra incêndios intensos, nem redundâncias de sistemas. Além disso não foi

estudado um posicionamento adequado para a sala de controle, que estava localizada na parte superior do módulo de produção.

Segundo Paté-Cornell (1993), um outro fator que ajudou na transformação do acidente em uma catástrofe, foi a prioridade equivocada na gestão de equilíbrio entre produção e segurança.

“Em uma organização que recompensa a produção máxima, opera a maior parte do tempo em um ambiente áspero e geralmente implacável, e enfrenta um mercado mundialmente exigente, a cultura é marcada por recompensas formais e informais para empurrar o sistema ao limite da sua capacidade. (...) Quando uma plataforma opera acima do nível de taxas de fluxo para o qual ela foi projetado, os elevados níveis de produção são uma fonte de orgulho.” (PATÉ-CORNELL, 1993)

Este aumento de produção ocorre com mudanças do projeto original, com retirada dos gargalos e adicionando componentes.

Paté-Cornell (1993) resume as principais causas do acidente como: falhas nas diretrizes e práticas de projeto (por exemplo, redundâncias insuficientes), prioridades equivocadas na gestão do equilíbrio entre produtividade e segurança, erros na gestão do pessoal a bordo, e os erros de julgamento no processo pelo qual as pressões financeiras são aplicadas no setor de produção (ou seja, a definição das companhias petrolíferas de centros de lucro), resultando em deficiências em operações de inspeção e manutenção.

Podemos observar que diversos erros de projeto foram identificados. Mas a abordagem analítica permitiu a identificação de medidas de gestão que vão além do puramente técnica (por exemplo, adicionar redundâncias para um sistema de segurança) e também incluem melhorias das práticas de gestão.

6.3.2. Petrobras 36 (Brasil) – 2001

A plataforma P-36 foi construída na Itália pelo estaleiro Fincantieri no período de 1986 a 1994 para ser uma unidade propelida²³ de perfuração e produção. Porém, após problemas financeiros, a embarcação inicialmente chamada de Spirit of Columbus, foi oferecida à Petrobras por um contrato de afretamento pelo período de 12 meses para operar inicialmente no Campo de Marlim. Posteriormente, a Petrobras decidiu destiná-la ao campo de Roncador, numa área mais profunda da Bacia de Campos. A embarcação foi para Quebec onde sofreu modificações, passando a ser capaz de operar a 1.360 metros de profundidade ao invés da capacidade original de 100 a 500 metros de profundidade, além de um aumento da sua capacidade de produção de 100 mil barris de óleo e 2 milhões de m³ de gás para 180 mil barris de óleo e 7,2 milhões de m³ de gás comprimido. Com esta ampliação, a P-36 passou a ser a maior plataforma de petróleo do mundo em capacidade de produção na época do acidente. Ela media 112 metros de comprimento, 95 metros de largura e 119 metros de altura e entrou em funcionamento em Março de 2000.

Em março de 2001, a plataforma P-36 se encontrava ancorada em lamina d'água de 1360 metros do campo de Roncador na bacia de campos, produzindo cerca de 84 mil barris de petróleo (cerca de 6% da produção brasileira) e um milhão e 300 mil metros cúbicos de gás por dia (quase a quantia diária consumida no estado do Rio de Janeiro). Na noite de 14 de março de 2001 foi iniciada uma operação de esgotamento de água do tanque de drenagem de emergência da coluna de popa bombordo. De acordo com o Relatório da Comissão de Inquérito do acidente, a água contaminada com resíduos oleosos presentes no tanque seria bombeada para o *header* de produção da plataforma que recebe o fluxo de petróleo e gás natural proveniente dos poços produtores, sendo em seguida escoada para a planta de processo. Ainda segundo o Relatório da Comissão “*dificuldades operacionais para a partida da bomba*

²³ Máquina ou equipamento que possui movimento próprio.

de esgotamento desse tanque permitiram que houvesse fluxo reverso de óleo e gás pelas linhas de escoamento dos tanques e sua entrada no outro tanque (popa boreste) através de válvula presumivelmente danificada ou parcialmente aberta. A partida da bomba após 54 minutos fez diminuir o fluxo reverso de hidrocarbonetos e a água bombeada passou a entrar no tanque de popa boreste. A pressurização contínua deste tanque levou a seu rompimento mecânico cerca de duas horas após o início da operação de esgotamento do outro tanque, caracterizando o evento relatado como sendo a primeira explosão, ocorrido às 0 h 22 min do dia 15 de março de 2001”.

Após a primeira explosão, o líquido com gás que estava no tanque rompido começou a ocupar outros compartimentos. A primeira equipe de emergência seguiu para o local. Esta explosão causou o rompimento da linha de recalque de água salgada que ficava ao lado do tanque rompido, ajudando no alagamento da área. O gás foi se espalhando através das aberturas existentes nestes ambientes, das linhas de suspiros dos tanques que se encontravam rompidas e dos dutos de ventilação. Após cerca de 20 minutos do rompimento do tanque, ocorreu a segunda explosão provocada por ignição do gás liberado. Uma segunda equipe de incêndio desceu para ajudar o primeiro grupo e encontrou os companheiros mortos. Mas, ao tentar fazer o salvamento, foi também dizimada por uma terceira detonação, totalizando 11 membros da brigada de emergência mortos no acidente.

O alagamento do interior da coluna provocou o adernamento da plataforma. Algumas tentativas de compensação foram feitas através da admissão de água no taque de lastro posicionado do lado oposto à coluna inundada e, posteriormente, da injeção de nitrogênio e ar comprimido nos compartimentos alagados para expulsão da água. Porém, após 5 dias da primeira explosão, a P-36 foi a pique levando junto um bilhão de reais em equipamentos (Figura 31).

Das 175 pessoas a bordo nesta noite 165 foram retiradas da plataforma, sendo 1 com queimaduras graves pelo corpo. Na ocasião, um milhão e quinhentos mil barris de petróleo vazaram no mar.



Figura 31 – Plataforma P-36 naufragando

Fonte: Relatório de Investigação da P-36 <http://info.abril.com.br/>

Durante a análise do acidente, a Comissão de Inquérito identificou várias não conformidades relativas a procedimentos regulamentares de operação, manutenção e projeto, dentre elas a movimentação frequente de água nos tanques de drenagem de emergência, a operação de esgotamento do tanque de popa bombordo e a classificação da área de risco em torno desses tanques. Resumidamente, a Comissão constatou que o acidente foi resultado de uma série de fatores que, isoladamente, não seriam suficientes para causá-lo. Alguns dos fatores identificados foram: deficiências no sistema de gestão operacional das atividades marítimas de petróleo e gás natural e na condução das atividades específicas à plataforma P-36, planos de contingência para acidentes de grande proporção e esquemas de resposta a emergência de grande risco inadequados, critérios de projetos de engenharia em unidades flutuantes de produção com baixa proteção intrínseca, falta de regras e procedimento que garanta segurança operacional e proteção ambiental durante o projeto de conversão da embarcação original para novas plataformas, dentre outros.

6.3.3. BP Texas City (USA) – 2005

Em 23 de março de 2005, a Refinaria BP Texas City sofreu um dos piores desastres industriais da história dos EUA. Explosões e incêndios mataram 15 pessoas e feriram outras 180 e resultaram em perdas financeiras superiores a US\$ 1,5 bilhão.

A refinaria tinha capacidade de produção de cerca de 10 milhões de litros de gasolina por dia (cerca de 2,5 % da gasolina vendida nos Estados Unidos). Ela também produzia combustíveis para aviação, combustíveis diesel e aditivos químicos, empregando cerca de 1.800 trabalhadores da BP, e no momento do incidente, cerca de 800 trabalhadores contratados estavam no local apoiando o trabalho de desligamento, reparo e partida de uma de suas unidades, chamada de ISOM.

O incidente ocorreu durante a partida (*startup*) desta unidade quando a torre de divisor de refinado foi sobrecarregada, após o envio de líquidos inflamáveis para a torre por mais de três horas sem qualquer tipo de remoção do líquido sobressalente. Os alarmes críticos e instrumentos de controle forneceram falsas indicações e não conseguiram alertar os operadores sobre o alto nível de líquido na torre.

Por conseguinte, o líquido transbordou, saindo pelo tubo superior à torre e aumentando a pressão na sua parte inferior. Os dispositivos de alívio de pressão foram abertos, descarregando uma grande quantidade de líquido inflamável para um tambor de descarga. O projeto deste sistema não tinha ligação com o sistema de queimadores de segurança (*flare*), liberando o líquido volátil.

O líquido volátil liberado, evaporou ao cair no chão formando uma nuvem de vapor inflamável, que, ao entrar em contato com uma fonte de ignição (provavelmente de um caminhão localizado a cerca de 7,6 m do tambor de descarga) levou a uma explosão e fogo.

Os 15 funcionários mortos na explosão foram contratados temporários que trabalhavam dentro e em torno do caminhão. Relatórios de autópsia revelaram que a

causa da morte de todos os 15 foi traumatismo, provavelmente resultante de ter sido atingido por componentes estruturais. Além dos mortos, 180 trabalhadores da refinaria foram feridos sendo 66 com feridas graves. A maioria deles sofreu ferimentos múltiplos, geralmente combinações de: fraturas, lacerações, perfurações, distensões, entorses, e/ou queimaduras de segundo e terceiro grau. Dos feridos graves, 14 eram funcionários da BP, o resto eram empregados contratados de 13 empresas diferentes. Casas ao redor da refinaria foram danificadas, em função da intensidade desta explosão.

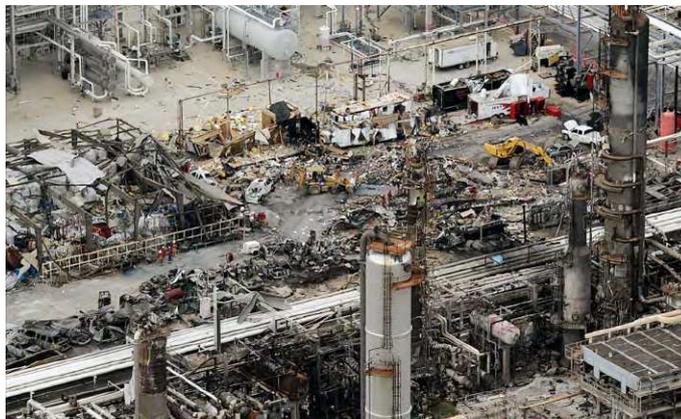


Figura 32 – Destroços após o acidente na BP Texas City
Fonte: Relatório de Investigação do acidente BP Texas City

A equipe responsável por realizar a investigação deste acidente concluiu que o desastre da refinaria Texas City foi causado por deficiências da organização e gestão da segurança em todos os níveis da Corporação BP.

Vários sinais de alerta de um possível desastre estavam sendo emitidos ao longo dos anos, mas autoridades da empresa não intervieram eficazmente para evitá-los. A comissão de inquérito encontrou registros de 8 incidentes com sobrecarga da torre do ISOM no período de 1994 a 2004, sendo que em dois ocorreu incêndio. Em seis destes incidentes, o sistema de descarga liberou vapores de hidrocarbonetos inflamáveis que resultaram em uma nuvem de vapor, que poderia ter resultado em explosões e incêndios se a nuvem de vapor tivesse encontrado uma fonte de ignição.

Mesmo sabendo das falhas de projeto e dos sucessivos sinais emitidos, o projeto do sistema não foi alterado.

Outro aspecto verificado estava relacionado a um sistema de controle informatizado mal concebido que impedia que os operadores soubessem o nível correto de líquido na torre. Desta forma, impossibilitava as ações preventivas se a torre estivesse demasiadamente cheia. Esta falha de controle de informações também foi observada na falha dos instrumentos que não alertavam os operadores sobre as reais condições da unidade.

Além destes aspectos, outras decisões tomadas pela empresa deixaram a refinaria de Texas City ainda mais vulnerável a uma catástrofe, como por exemplo uma redução de custos e falta de investimento nos anos 1990 pelo então BP Amoco, os cortes no orçamento de 25% em 1999 e outros 25% em 2005, apesar da infraestrutura da refinaria e dos equipamentos de processo estarem em condições precárias.

Durante os trinta anos anteriores ao desastre, 23 mortes ocorreram na refinaria de Texas City e ocorreram vários vazamentos de materiais perigosos. Alguns meses após o acidente, a refinaria experimentou mais dois incidentes graves. Em um deles, uma falha causou cerca de US\$ 30 milhões em danos, o outro resultou em uma perda de propriedade de US\$ 2 milhões.

6.3.4. Atlas Oeste (Austrália) – 2009

No dia 21 de Agosto de 2009, a explosão de um poço de petróleo localizado no campo de Montara no Mar de Timor entrou para a lista de incidentes catastróficos relacionados a indústria do petróleo. Segundo o relatório do Governo Australiano em resposta ao relatório da Comissão de Inquérito de Montana, durante a atividade de perfuração do poço que estava sendo realizada pela plataforma auto-elevatória de perfuração West Atlas, uma liberação de hidrocarbonetos foi observada.

Segundo Borthwick, D. (2010) através do Relatório da Comissão de Inquérito de Montana (2010), o *blowout*²⁴ deu início a um vazamento de óleo e gás que persistiu por 74 dias, quando, após várias tentativas de contenção, o vazamento foi interrompido com o bombeamento de lama e cimentação do poço, assim, "tampando" o poço. As quatro primeiras tentativas de bloquear o vazamento de petróleo falharam, mas a quinta tentativa conseguiu conter o vazamento através do bombeamento de cerca de 3.400 barris (540 m³) de lama em um poço de alívio, o que ocorreu em 3 de novembro de 2009. Durante a realização dos procedimentos da quinta tentativa de interromper o vazamento, ocorreu um incêndio na plataforma de perfuração West Atlas, que só foi controlado quando o vazamento do poço foi interrompido.

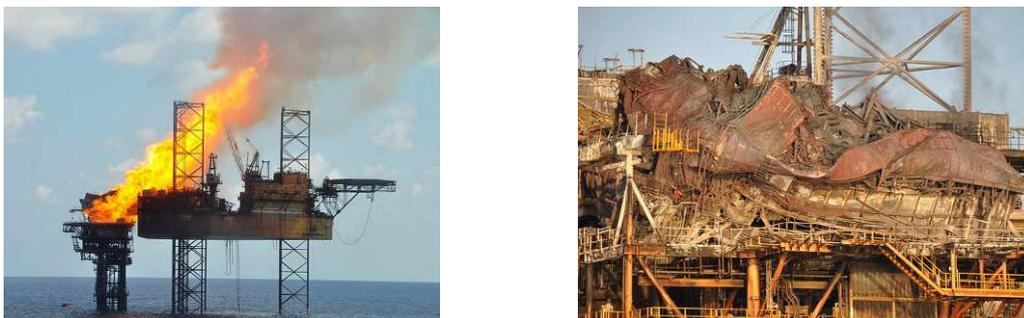


Figura 33 – Destroços da plataforma Atlas Oeste

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/skytruth/>

O Departamento Australiano de Recursos, Energia e Turismo estimou que o vazamento de óleo de Montara chegou a 2.000 barris (320 m³) / dia. Este foi considerado um dos piores desastres offshore da Austrália apesar de não ter havido vítimas. Todos os sessenta e nove trabalhadores foram evacuados em segurança da plataforma West Atlas e da sonda de perfuração.

A empresa estimou que tenha gastado 170 milhões dólares americanos para controle do vazamento do gás e petróleo além do custo de limpeza ambiental que girou em torno de 5,3 milhões de dólares.

²⁴ Fluxo incontrollável de gás, óleo ou outro fluido do reservatório.

A comissão de inquérito concluiu que o projeto do poço foi falho, ou seja, a barreira de controle do poço (chamada de sapata) não impediu a passagem do fluido. Borthwick, D. (2010) enfatiza que a ausência de barreiras secundárias e falha da barreira primária de segurança do poço foi a causa mais próxima da explosão, mas isso por si só reflete erros sistêmicos mais profundo na estrutura e gestão da empresa. Nesse sentido, a comissão de inquérito mencionou diversos fatores sistêmicos e inter-relacionados indiretamente que contribuíram para a explosão, dentre eles:

- O Plano de Gestão de Operação e as Normas de Construção da empresa eram genéricos e não tratavam adequadamente do controle de poço de uma operação de perfuração como o caso do poço em questão.
- Conteúdos dos padrões de construção da empresa eram ambíguos e abertos a diferentes interpretações. Ou seja, os padrões de construção eram interpretados de diferentes formas por diferentes projetistas.
- Problemas na gestão de comunicação, em especial no intercâmbio de informações entre plataforma e equipe de terra, entre os turnos diurno e noturno etc. Isto significou que em momentos cruciais, questões críticas ou não foram atendidas ou não foram tratadas.
- A filosofia da empresa parece ter sido a de fazer o trabalho sem demora. Para a comissão do inquérito, os riscos não foram reconhecidos, quando deveriam ter sido, e não se avaliou corretamente quando reconhecido em função da pressão para finalização das atividades.

Para a comissão de inquérito, o *blowout* não foi um infeliz incidente, e sim, um acidente esperando para acontecer. Segundo o relatório “os sistemas da empresa e os processos eram tão deficiente e seu pessoal-chave tão carente de competências básicas, que a explosão pode ser propriamente dito ter sido um evento à espera de acontecer”.

6.3.5. Deepwater Horizon (USA) – 2010

Na noite de 20 de abril de 2010, enquanto a tripulação da plataforma de posicionamento dinâmico Deepwater Horizon concluía os trabalhos após a perfuração do poço Macondo, um fluxo descontrolado de água, lama, óleo e gás saiu pelo riser de perfuração da plataforma, que estava no norte do Golfo do México.

Os gases, água do mar, lama de perfuração e os outros fluidos foram enviados para o vaso separador de gás-óleo, porém, os volumes e as pressões superaram os limites do vaso encaminhando os fluidos para o convés de perfuração e instalações vizinhas. Alarmes de emergência e desligamento de equipamentos não funcionaram. Aconteceram duas ou mais explosões seguidas de um incêndio matando os 11 trabalhadores que estavam lutando para conter o vazamento. Os outros 115 tripulantes (feridos e ilesos) abandonaram a plataforma após o início do fogo em botes salva-vidas ou saltando no mar. Todos os sobreviventes foram resgatados por embarcações de serviço nas proximidades e outros socorristas.

Segundo o Deepwater Horizon Study Group – DHSG (2011), a plataforma perdeu toda a capacidade de geração primária de energia. Peças críticas de equipamentos de controle de emergência foram destruídas e danificadas. A sonda ficou no escuro, sem energia, e sem que os propulsores de posicionamento dinâmico pudessem manter a sua posição. Várias tentativas frustradas foram feitas para ativar o sistema de prevenção de *blowout* localizado no fundo do mar. Os hidrocarbonetos alcançaram a superfície da plataforma, inflamando e engolindo a Deepwater Horizon em chamas (Figura 34).



Figura 34 – Plataforma Deepwater Horizon em chamas
Fonte: <http://www.nytimes.com/>

O incêndio fez com que a plataforma afundasse cerca de 36 horas depois, extinguindo o fogo mas mantendo a liberação de gás e petróleo por mais 83 dias apesar de uma série de tentativas para parar com o vazamento no Golfo do México. Quase cinco milhões de barris de óleo vazaram do poço Macondo durante este período. Parte dos fluidos e gases não atingiu a superfície graças à utilização de dispersantes introduzidas na corrente de escoamento bem perto do fundo do mar, reduzindo os impactos ao meio ambiente.

A Deepwater Horizon era uma plataforma semi-submersível projetada para perfurar poços submarinos para exploração de petróleo e gás. Esta plataforma foi construída em 2001 pela R & B Falcon (que mais tarde se tornou parte da *Transocean*). No momento da explosão, a *Deepwater Horizon* estava alugada pela BP.

A BP era a empresa responsável pela realização das operações em Macondo, a *Transocean* era a proprietária da plataforma *Deepwater Horizon* e a *Halliburton* era a empreiteira da BP responsável pela condução do trabalho de cimento, e, através de sua subsidiária (*Sperry Sun*), tinha certas responsabilidades para monitorar o poço. Cameron foi o responsável pelo projeto do sistema de prevenção de *blowout* (BOP) da plataforma *Deepwater Horizon*.

Um dos fatores mencionado como crítico no relatório de investigação está relacionado com o contrato de fretamento da plataforma. Como é comum neste tipo de indústria, nos termos do contrato com a BP, a *Transocean* tinha permissão de parar suas

operações para manutenções e reparos de equipamentos por um período de tempo específico (neste caso, até vinte e quatro horas por mês) com um acúmulo máximo de 12 dias de inatividade por ano. Casos este tempo fosse superado por algum motivo, a Transocean não recebia o aluguel diário que era de US\$ 533.495 no momento da explosão, e o total estimado dos custos operacionais diários da sonda era de aproximadamente US\$ 1 milhão.

O relatório da comissão de investigação do acidente concluiu que a causa técnica central da explosão foi o fracasso de uma barreira de cimento que é fixada ao poço para garantir a sua integridade e permitir a produção futura. Porém, segundo este relatório, a perda de vidas e a poluição resultante deste vazamento foram o resultado da pobre gestão de risco, da mudança de última hora nos planos, da incapacidade de observar e responder a indicadores críticos, do controle inadequado de resposta do poço e de insuficiente treinamento de resposta à emergência.

Este acidente é similar ao de Montara mencionado anteriormente, com a diferença que a plataforma de perfuração de Montara estava operando em uma profundidade de 250 metros e longe da costa, enquanto a plataforma de perfuração Deepwater Horizon estava a uma profundidade de 5.000 pés e perto da costa.

Antes dos acontecimentos de 20 de abril, a BP e a Transocean experimentaram uma série de problemas durante a realização de perfuração e operações de abandono temporário em Macondo. Estes problemas incluem:

- Atraso na detecção e controle dos eventuais *kicks*. Pelo menos três diferentes eventos de controle de poço e *kicks* múltiplos ocorreram durante operações em Macondo.
- Conflitos de agenda e custos. No momento da explosão, as operações em Macondo estavam significativamente atrasadas. BP tinha inicialmente previsto para a Deepwater Horizon passar para o poço seguinte em 8 de março de

2010. Como resultado desse atraso, a BP gastou mais de US\$ 58 milhões além do orçado inicialmente.

- o Mudanças de pessoal e conflitos. A BP experimentou uma série de problemas que envolvem o pessoal com responsabilidade pelas operações de Macondo. Uma reorganização que ocorreu em Março e Abril de 2010 mudou os papéis e responsabilidades de pelo menos nove pessoas que tinham alguma responsabilidade por operações de Macondo.

Durante a investigação, a comissão de inquérito chegou à conclusão que o desastre do poço Macondo foi um acidente organizacional cujas raízes foram profundamente enraizado nos desequilíbrios graves entre as disposições do sistema de produção e os de proteção. Para esta comissão, a BP falhou em querer se manter competitiva e melhorar seu desempenho acima de tudo, não avaliando corretamente as probabilidades e consequências de decisões organizacionais tomadas. Logo, embora houvesse várias chances de fazer as coisas certas da maneira correta e no momento certo, a perspectiva da administração fracassou em reconhecer e aceitar suas próprias falhas apesar de um registro de acidentes recentes nos EUA e uma série de promessas de mudar a cultura da BP segurança .

Durante a análise de evidências disponíveis, foi constatado que *“quando dada a oportunidade de economizar tempo e dinheiro - e ganhar dinheiro - compensações foram feitas para a coisa certa - produção - porque não foi percebido haver desvantagens associadas com a coisa incerta - falha causada pela falta de proteção suficiente. Assim, como resultado de uma cascata de profundas falhas e análise de sinais insuficientes, a tomada de decisões, comunicação e organização - processos gerenciais, a segurança foi comprometida a ponto de que a explosão ocorreu com efeitos catastróficos”*. (DHS; 2011).

As compensações que foram feitas foram percebidas como seguras em um quadro normalizado de negócios rotineiros. "Na época da explosão de Macondo, a cultura corporativa da BP continuava sendo a que foi incorporada na tomada de riscos e redução de custos - foi assim em 2005 (Texas City), em 2006 (Alasca Spill North Slope), e em 2010 ('o derramamento')" (DHSG; 2011). Ainda segundo o documento, influências culturais que permeiam uma organização e uma indústria podem se manifestar em ações que podem promover e fomentar uma organização de alta confiabilidade, ou ações reflexivas de complacência, tomadas de riscos excessivos, e uma perda de consciência situacional. Ou seja, é a mente inconsciente que rege as ações da organização e do seu pessoal. O bom histórico de acidente com perda de tempo e o sucesso excepcional associado ao recorde mundial obtido com o projeto do poço Tibre criou um falso sentimento de complacência que contribuíram para o desastre.

O resultado desta cascata de falhas é um desastre sem precedentes na história da indústria de petróleo e gás. Embora os impactos dessas falhas possam ser estimados em termos dos custos associados com lesões imediatas e diretas das vidas humanas, bens e produtividade, os custos de curto e longo prazo para os públicos afetados, suas indústrias, comércio e meio ambiente não podem ser corretamente avaliados.

Dentre as conclusões do relatório de investigação deste acidente, alguns itens nos chamou a atenção, dentre eles:

- O risco associado à exploração e produção de petróleo e gás em águas ultra-profundas é maior do que o risco de realização das mesmas atividades em poços localizados em águas mais rasas. Os aumentos significativos de riscos são devido a: 1) complexidades de maquinários e sistemas humanos e tecnologias emergentes utilizadas nestas operações, 2) aumentou os riscos colocados pelo ambiente marinho em águas ultra-profundas (geológicos, oceanográficos), 3) aumentou os riscos colocados pelos reservatórios de

hidrocarbonetos (com maiores pressões, temperaturas e volume de gás e petróleo), e 4) a sensibilidade do meio marinho a introdução de grandes quantidades de hidrocarbonetos.

- As falhas no projeto do poço Macondo demonstraram que as consequências de uma falha nos sistemas de petróleo e gás podem ter magnitude maior do que associado com as gerações anteriores de tais atividades. Portanto, são necessários sistemas mais confiáveis para permitir a contenção eficaz e confiável e recuperação de grande liberação de hidrocarbonetos no ambiente marinho.

6.3.6. Chevron (Brasil) – 2011

Um dos mais recentes acidentes *offshore* que ocorreu no Brasil foi o vazamento de cerca de 3.700 barris de petróleo cru para o mar durante a perfuração de um poço na Bacia de Campos no dia 07 de Novembro de 2011. A Concessionária Chevron Brasil Upstream Frade Ltda. era a responsável pelo projeto e perfuração do poço que ocorreu a uma distância de cerca de 120 km da costa do Estado do Rio de Janeiro.

Durante o processo de perfuração, ao atingir o trecho superior de um dos reservatórios, se deu início o processo de *kick*²⁵, dando início ao processo de fechamento do conjunto de válvulas de segurança que impede o vazamento para a superfície, chamada de BOP. Porém, apesar da tentativa de controle do *kick*, as paredes do poço foram submetidas a pressões superiores ao seu limite de resistência, fraturando e causando um fluxo de fluidos do reservatório até o leito marinho, ocasionando o vazamento de petróleo ocorrido no Campo de Frade.

²⁵ O *kick* é o retorno de fluido de perfuração para os tanques em um volume superior ao volume de fluido injetado verifica-se que a formação está expulsando fluido do poço. O *kick* é um aviso da possibilidade de ocorrer um blow-out.



Fonte: <http://info.abril.com.br/>



Fonte: <http://veja.abril.com.br/>

Figura 35 – Vazamento da Chevron

Em seu relatório de investigação do incidente, a ANP (2012) identificou que a Chevron cometeu erros de projeto e operacionais decisivos para a ocorrência do acidente e determinantes para seu agravamento.

“O acidente poderia ter sido evitado, caso a empresa tivesse adotado uma conduta mais segura, seguindo seu próprio manual de procedimentos e a regulamentação da ANP.” (ANP, 2012)

A ANP continua mencionando que a Chevron dispunha de dados e informações suficientes para concluir que a classificação do risco das operações, na forma em que foram executadas, era intolerável. Tais dados vitais para a minimização dos riscos de fraturamento da formação durante a perfuração foram desconsiderados.

Segundo a ANP, *“Houvesse a Chevron bem utilizado a totalidade dos dados que dispunha para definir o critério de tolerância ao kick, a empresa teria, obrigatoriamente, que alterar o projeto desse poço, adotando salvaguardas suficientes para uma eficiente redução do risco (...), o que fatalmente elevaria o tempo de operação e o custo do poço em prol da aplicação de um projeto mais seguro.” (ANP, 2012).*

Nas palavras do relatório, podemos perceber que fatores como custo e prazo podem ter sido determinantes para que as decisões tomadas nas etapas de definição das

especificações do projeto que contribuiu significativamente para a sequência de eventos que culminou com o derramamento de óleo no mar.

6.4. CARACTERÍSTICAS COMUNS AOS ACIDENTES

Apesar de alguns estudos ainda enfatizarem os chamados “erros humanos” como principais responsáveis pelos acidentes, podemos observar nos relatórios de inquérito apresentados, que eles ocorreram por um conjunto de fatores, e não por uma causa isolada.

A existência de múltiplos fatores na origem dos acidentes também foi observada por Reason (2000). O autor classificou os acidentes como “queijo suíço”, ou seja, de forma metafórica, ele demonstrou que o acidente é uma sequência de causa e efeito, onde o perigo é representado por um feixe de luz e as falhas são representadas por furos, conforme ilustrado pela Figura 36.

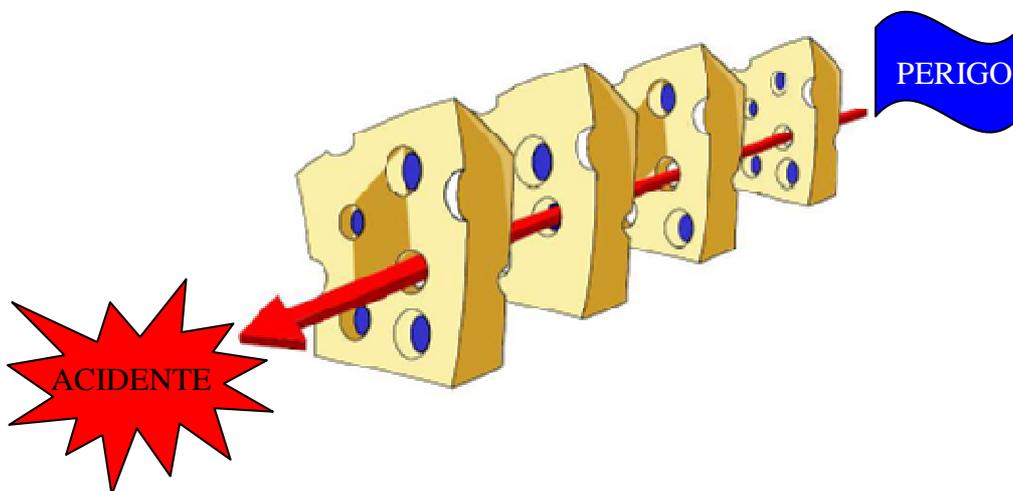


Figura 36 – Modelo do “Queijo Suíço”, mostrando como as defesas e barreiras podem ser penetradas por um perigo ocasionando danos.
Adaptado de: Reason (2000)

Em outras palavras, a ocorrência de sucessivas falhas no processo de trabalho, estando estas falhas alinhadas de forma a que o feixe de luz possa atravessar todas as barreiras de um processo, pode ocasionar uma combinação das falhas materializando-se em um acidente.

No caso de sistemas de alta tecnologia como é o caso das plataformas *offshore*, podemos exemplificar estas barreiras como dispositivos de engenharia para defesa do sistema, tais como alarmes, desligamentos automáticos e barreiras físicas de proteção.

Nos relatórios de inquérito dos acidentes podemos observar diversas falhas nestas barreiras, como a falta de sistema de alarme geral, dilúvio, parada de emergência e projeto falho do *layout* da plataforma Piper Alpha; ou a baixa proteção intrínseca no projeto da P-36. A Tabela 6 apresenta uma síntese das principais causas destes acidentes.

Observamos que, além dos fatores referentes às falhas técnicas e humanas, percebe-se uma forte influência das questões organizacionais na origem destes acidentes. Rasmussen (1997), em uma análise de acidentes e catástrofes industriais (Bhopal, Flixborough, Zeebrugge, Chernobyl), também chegou a esta conclusão. O autor afirma que os acidentes analisados não tiveram origem só em uma combinação de falhas técnicas e erros humanos, mas foram gerados por um desvio de comportamento global da organização, sob forte pressão competitiva e influência da direção por uma busca incessante por maior eficiência produtiva.

Tabela 3 – Síntese dos acidentes analisados

	Piper Alpha	P-36	BP Texas	Atlas Oeste	Deepwater	Chevron
Nº de mortos	167	11	15	0	11	0
Custo	3 bilhões de dólares	1 bilhão de reais	1,5 bilhões de dólares	175 milhões de dólares	Não estimado	Não estimado
Principais Causas dos Acidentes	Posicionamento das balsas salva-vidas, todas no mesmo local; Proteção suficiente da estrutura contra incêndios intensos; Falta de redundâncias de sistemas; Posicionamento inadequado para a sala de controle, que estava localizada na parte superior do módulo de produção.	Erro na classificação das áreas em volta dos tanques; Baixa proteção intrínseca; Falta de regras de segurança operacional em projetos de conversão de embarcações.	Falta de ligação entre o sistema ISOM com o sistema de queimadores de segurança (flare); Sistema de controle informatizado mal concebido; Falha nos instrumentos de controle; Deficiências da organização e gestão da segurança em todos os níveis da empresa.	Falha nas barreiras de controle do poço (sapata); Padrões de construção inadequados e com ambiguidade; Problemas de gestão de comunicação; - Formação deficiente da equipe.	Falha nos alarmes de emergência e desligamento dos equipamentos; Falha nas barreiras de cimento de controle do poço (sapata); Contrato de fretamento da plataforma não permitia paradas para manutenção; Conflito de prazo e custo; Desequilíbrios graves entre as disposições do sistema de produção e os de proteção.	Falha no sistema de controle; Erro na classificação dos riscos durante o projeto.

Observando esta tabela, percebemos que para evitar acidentes, precisamos ir além de seguir normas e procedimentos técnicos. Faz-se necessário atuar nas questões organizacionais e gerenciais. Freitas, Porto e Machado (2000), classificam estes fatores organizacionais e gerenciais, que se inter-relacionam entre si e estão na

origem de ações e decisões que levam ao acidente, em 4 grandes grupos. Abaixo podemos perceber que os acidentes analisados se enquadram nestes 4 grupos.

1. Falhas na filosofia do projeto, através da subestimação das disfunções e dos incidentes no sistema, ausência de redundâncias etc. Estes problemas foram identificados na análise do acidente da Piper Alpha, Atlas Oeste, Deepwater Horizon e da P-36.
2. Gerenciamento de Produção X Gerenciamento de Segurança – os pequenos incidentes são geralmente ignorados como um indicador da degradação do processo produtivo; a recompensa por produção máxima faz com que as operações ocorram geralmente em ambientes degradados etc. O caso da BP Texas retrata o descaso com os incidentes anteriormente ocorridos na refinaria.
3. Problemas de Gerenciamento de Pessoal – a redução de efetivos para redução de custos, pode sobrecarregar o empregado e colocá-lo em risco, assim como a falta de formação e qualificação dos trabalhadores pode induzi-lo à tomada de decisões errôneas. Este problema de gerenciamento pessoal é percebido como um dos fatores causadores do acidente da Atlas Oeste e da Deepwater Horizon.
4. Insuficiente atenção à formalização de procedimentos, manutenção e inspeção – a precariedade da manutenção, a deficiência no sistema de permissões de trabalho e transformação de anormalidades em normalidades são fatores que afetam a segurança da instalação industrial. Este fato foi observado no acidente da Piper Alpha, P-36, BO Texas e Chevron.

A partir desta análise, percebemos uma nítida relação entre os acidentes e os fatores ligados à organização, à gestão e, conseqüentemente, ao projeto da instalação industrial.

Voltando ao problema identificado na seção 3.4, buscamos responder a seguinte questão: Como poder-se-ia pensar em respostas para os problemas identificados no estudo de caso, frente às questões ora mencionadas sobre projeto e acidentes? Será que a ergonomia de concepção, que tem como objetivo a melhoria das condições de trabalho, pode nos auxiliar?

Vários autores como Dekker e Van Den Bergen (1996), Burns e Vicente (2000), Haslegrave e Holmes (1994), Grossmith e Chambers (1998) compartilham da mesma opinião sobre a necessidade de se incluir os fatores humanos, ou questões ergonômicas durante o processo de projeto, com o objetivo de melhoria das condições de trabalho do usuário final. Na sequência vamos ver quais são as particularidades da ergonomia de concepção e como ela tem contribuído no setor *offshore*.

7. ERGONOMIA APLICADA AOS PROJETOS

“A integração dos aspectos humanos no processo de planejamento tecnológico em uma empresa é a principal estratégia para a prevenção de doenças e lesões relacionadas ao trabalho entre os empregados nas unidades fabris.”
(BROBERG, 1997)

Neste capítulo, discutiremos os conceitos e características da ergonomia de concepção e como ela poderia ajudar na redução dos acidentes e dos problemas de saúde dos petroleiros.

Segundo Guérin *et. al.* (2001) “transformar o trabalho é a finalidade primeira da ação ergonômica”. Porém, quando se trata de novos projetos, o trabalho ainda é inexistente para ser transformado. Para Daniellou (2004a), a ergonomia da atividade constitui sua legitimidade a partir da análise do trabalho. Mas, em concepção, o trabalho que é objeto da intervenção do ergonomista não existe ainda, a atividade não pode ser ‘analisada’. A atividade singular de um operador particular que utilizará um sistema não pode ser prevista em detalhe, principalmente pelo fato desta atividade não se reduzir uma simples execução de procedimentos (GUÉRIN *et. al.*, 2001).

Daniellou (2002) alinha-se a esta definição afirmando que existem *“diversas fontes de variabilidade que conduzem a distanciamentos em relação às situações previstas: matérias-primas variam dentro da margem de tolerância ou mesmo a extrapolam, ferramentas desgastam, (...) etc.”*

Laville (1977) distingue a ergonomia de correção da ergonomia de concepção como:

“A primeira procura melhorar as condições de trabalho existentes e é frequentemente parcial (modificação de um dos

elementos do posto, claridade, dimensões) e de eficácia limitada, além de ser onerosa do ponto de vista econômico. (...) A ergonomia de concepção, ao contrário, tende a introduzir os conhecimentos sobre o homem desde o projeto do posto, do instrumento, da máquina ou dos sistemas de produção”.

A partir da definição ora apresentada percebe-se que a ergonomia de concepção ocorre quando a contribuição ergonômica se faz durante o desenvolvimento de um projeto. Lida, I. (2005), alinhando-se à assertiva de Laville, afirma que a vantagem da ergonomia de concepção frente à ergonomia corretiva se dá em função da maior flexibilidade para desenvolvimento de alternativas. Porém, o autor alerta sobre a maior necessidade de *“conhecimento e experiência, porque as decisões são tomadas com base em situações hipotéticas, ainda sem uma existência real”.*

Na ergonomia de concepção, o objetivo do ergonomista não é prever em detalhes a atividade que se desenvolverá no futuro, mas avaliar de que forma as escolhas de concepção permitirão a implementação de modos operatórios compatíveis com os critérios escolhidos, em termos de saúde, eficácia produtiva, desenvolvimento pessoal, e trabalho coletivo, por exemplo. Segundo Falzon (2005), *“a questão central da ergonomia de concepção é a previsão da utilização”.*

Ao falarmos de previsão, é importante mencionar o conceito de antecipação. Segundo Boutinet (2002), antecipar é *“suspender momentaneamente o curso das coisas para saber como esse curso evoluirá, tentando, se necessário, mudar o curso dos acontecimentos”.* Desta forma, a antecipação visa entender todos os modos de apreensão do futuro. A eficaz participação do ergonomista ao longo do projeto dependerá do quanto ele será capaz de antecipar a atividade de trabalho que será realizada futuramente no sistema.

Para que os projetos industriais tenham êxito, Daniellou (2002) considera como um

fator determinante, a consideração de um conjunto de situações possíveis em função das variabilidades que podem ocorrer durante a execução das atividades. Para o autor, as perdas e os acidentes podem ser causados pelo trabalho mal adaptado, pela necessidade excessiva de manutenção, pela quantidade de produtos desperdiçados e por problemas de qualidade. Para Duarte (2002b), o trabalho mal adaptado é resultado da falta de reflexão do trabalho futuro durante o desenvolvimento do projeto das instalações. Estas inadequações, segundo o autor, podem influenciar fortemente a ocorrência de problemas de saúde e fadiga para os trabalhadores.

Como a observação da atividade real não é possível, o ergonomista busca procurar situações existentes cuja análise permitirá esclarecer os objetivos e condições da atividade futura (DANIELLOU e GARRIGOU, 1992; DANIELLOU, 2002). Tais situações são habitualmente designadas pelo nome 'situações de referência', o que não significa que elas constituem um modelo do que se pretende atingir. As 'situações de referência' deverão ser unidades de produção já existentes que apresentem características próximas às das futuras instalações. Elas deverão ser observadas e analisadas pelos ergonomistas a fim de identificar as variabilidades reais e as estratégias desenvolvidas para contorná-las.

Desta forma, a observação das 'situações de referências' possibilita a identificação das ações transponíveis às situações futuras. Segundo Béguin (2004), estas análises visam projetar certas dimensões das situações futuras para orientar as explorações dos projetistas. Mas elas não indicam, por si só, como será a atividade na nova instalação.

Ainda segundo o autor, o ergonomista deve, portanto, isolar os elementos que ele considera que estarão presentes na situação futura: são as situações de ação características (SACs). Daniellou (1992) as define como *“um conjunto de determinantes, cuja presença simultânea condicionará a estrutura da atividade”*.

Buscar entender as SACs é fundamental na análise do trabalho executado em

situações de referência, através de uma metodologia de análise e observação do trabalho que busca trazer um outro olhar sobre ele e uma outra maneira de situar a atividade de trabalho dentro do contexto de funcionamento da organização. Trata-se de trazer ao projeto princípios de realidade das situações de trabalho, colocando em evidência a variabilidade humana e industrial (WISNER, 1972).

Um dos fatores que inviabiliza ou dificulta a aplicação da ergonomia nos projetos está relacionado à importância dada pelo projetista para esta disciplina. O trabalho diário de um projetista tende a ser focado em demandas imediatas, ditadas pelo ciclo diário de tomada de decisão. Para McClelland (1990), os projetistas industriais se preocupam principalmente em chegar a soluções de projeto que sejam estéticas, funcionais, inovadoras e orientadas pelo e para o usuário. Eles até podem estar preocupados com questões de nível macro, tais como estilos de vida, estilos de trabalho, ética e cultura, mas seu trabalho diário é focado no nível micro de projeto, tais como o uso de cores, formas e materiais.

McClelland (1990) menciona que as decisões tendem a ser impulsionadas pelas micro-demandas que podem ser facilmente articuladas em termos comerciais e técnicos. Com esta visão, os projetistas tendem a focar normas e padrões que estejam diretamente ligadas aos fatores técnicos e comerciais, deixando de lado fatores ligados à ergonomia. Blaise *et. al.* (2003) mencionam que os *“projetistas consideram segurança com uma habilidade complementar que deve ser incorporada uma vez que o desenvolvimento técnico tenha sido completado.”*

Fadier e De La Garza (2006) afirmam que quando a ergonomia e a segurança são inseridas no processo de projeto, elas ocorrem de duas maneiras: a primeira maneira é baseada no conhecimento explícito compartilhado pelo coletivo, ou seja, através de normas e regras de projeto; a segunda maneira é baseada no conhecimento individual tácito que o projetista pode ter, decorrente de experiências pessoais, *feedback* dos projetos anteriores ou experimentações.

Desta forma, como as normas ergonômicas não possuem prioridade de aplicação, e como a maioria dos projetistas não possui conhecimento tácito sobre o assunto, é comum verificar a não aplicação destes conceitos.

Chapanis (1996) menciona que os livros sobre fatores humanos tendem a olhar para os problemas de projeto do ponto de vista do usuário, concentrando-se na forma como o corpo funciona a partir do ponto de vista psicológico, fisiológico e biomecânico. Além disso, eles abordam a forma pela qual o homem interage com alguns tipos de ferramentas, máquinas e sistemas durante a execução de sua atividade. O autor prossegue dizendo que os guias e normas fornecem inúmeras regras e recomendações gerais sobre as exigências dos usuários. Tais diretrizes e recomendações são escritas com a suposição implícita, às vezes explícita, que os projetistas vão lê-los e descobrir por si só como projetar coisas que combinem as capacidades e limitações humanas.

Segundo Berns (1984) muitos engenheiros e projetistas relutavam em incluir mais do que as informações ergonômicas básicas nos projetos. Chapanis (1996) afirma que esta não utilização das normas pode estar ligada ao não entendimento, ou seja, eles não sabem como projetar de forma a satisfazer as exigências contidas nestes guias. Além disso, mesmo que soubessem como utilizá-las, na maioria dos casos o projetista não tem acesso às informações como aos dados antropométricos da população que interagirá com o novo sistema ou ferramenta, ou informações sobre questões organizacionais da futura instalação. Em seu estudo, Kim (2010) constatou que 36% dos projetistas não conseguem obter êxito em encontrar informações que precisam durante o desenvolvimento do projeto. O autor continua mencionando que o projetista tem dificuldade de determinar o que deve ser priorizado entre os diferentes padrões conflitantes, além de grande parte destes padrões não estarem necessariamente atualizados com as tecnologias emergentes.

Chapanis (1996) alerta os ergonomistas, elaboradores de manuais e recomendações,

para que eles não esperem que os projetistas saibam o que os ergonomistas foram treinados para fazer, pois eles não sabem. O autor alerta ainda para o fato de muitos projetistas não saberem como considerar as características humanas no processo de projeto, correndo o risco de projetar algo que não será utilizado, ou será mal utilizado. Os projetos possuem então, representações falsas por ocorrer frequentemente o desconhecimento da realidade do trabalho operacional. O conhecimento da realidade do trabalho é uma estratégia extremamente importante para o sucesso destes projetos, uma vez que possibilita antecipar problemas que o futuro corpo técnico de operações poderá enfrentar.

Para Grossmith e Chambers (1998), outro fato importante é o momento de inclusão da ergonomia no desenvolvimento de um projeto. Lind *et. al.* (2008), Broberg (2007), Béguin (2004), Béguin e Weil-Fassina (2002) e Lamonde, Beaufort e Richard (2004) enfatizam a importância da consideração dos fatores ergonômicos nos estágios iniciais do projeto dos sistemas de produção, mencionando que este é reconhecidamente um passo essencial para o alcance de um sistema de produção saudável e sustentável. Grossmith e Chambers (1998) corroboram da mesma opinião, defendendo que a inclusão da ergonomia somente após instalação ter entrado em operação pode acarretar perdas de resultados irreparáveis, que não poderão ser recuperados por toda a vida útil da instalação.

Bjerkasholmen e Pagenhart (1997) alertam para o fato de que, em muitos casos, a impossibilidade de realização de intervenções ergonômicas pós-concepção está relacionada ao elevado custo de tais modificações. Isto ocorre em função das plataformas operarem com elevado grau de risco relacionado aos hidrocarbonetos distribuídos ao longo da instalação, o que restringe a aplicação de soluções como as que necessitem de instalação de estruturas como escadas, com a utilização de soldas. Esta intervenção dada como exemplo colocaria em risco a plataforma, principalmente pela sua localização em alto mar.

Em se tratando de projetos de plataformas de petróleo, Miller et. al.(1999) mencionam que se os projetos destas instalações não forem baseados em fatores ergonômicos, os elementos para 'correção' ou 'redução' dos impactos da falta de ergonomia e segurança, como treinamentos e novos procedimentos, terão maiores custos e não serão efetivos. O autor continua dizendo que "você não pode superar os erros humanos induzidos pela má concepção do posto de trabalho com mais treinamentos, mais manuais ou procedimentos escritos que estimulem o trabalho mais seguro, ou até mesmo ameaçando ou punindo ações relacionadas a acidentes de trabalho".

No caso dos projetos de salas de controle na indústria de óleo e gás, Ringstad, A. (2010) menciona que a ergonomia tem alcançado um importante papel no projeto da interface homem-máquina, onde todas as etapas de projeto são conduzidas por considerações ergonômicas bem definidas. Também já há um avanço no estudo das áreas de convivência de plataformas (ver Conceição, 2011). Contudo, o projeto de outros espaços de trabalho, principalmente da área de processo, estão sendo influenciados pela ergonomia de forma mais lenta e menos imperativa.

Em suma e de acordo com o exposto, as restrições e os riscos de mudanças dos postos e trabalho em alto mar, juntamente com o alto custo destas obras e a busca pela redução de casos de acidentes de trabalho (FREITAS *et. al.*, 2001) e das doenças ocupacionais são elementos que enfatizam a importância da aplicação dos preceitos da ergonomia durante o processo de projeto. Jackson (1998) também já mencionava a importância de se agir sobre a gestão / organização dos projetos para que se tenham resultados de projetos seguros e condições de trabalho ergonômicas. Contudo, o que se vê com frequência é a falta de aplicação desta lógica.

7.1. CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA NA REDUÇÃO DE ACIDENTES

“Acidentes de trabalho e doenças relacionadas ao trabalho são eventos influenciados por aspectos relacionados à situação imediata de trabalho como o maquinário, a tarefa, o meio técnico ou material, e também pela organização do trabalho e pelas relações de trabalho. No entanto, no meio técnico e industrial vigora uma visão reducionista e tendenciosa de que estes eventos possuem uma ou poucas causas, decorrentes em sua maioria de falhas dos operadores (erro humano, ato inseguro, comportamento fora do padrão, etc.) ou falhas técnicas materiais, normalmente associadas ao descumprimento de normas e padrões de segurança.”
(Almeida e Vilela, 2010)

A análise da vida real em situações industriais muitas vezes demonstra uma lacuna significativa entre a confiabilidade teórica prevista pelo projetista e a confiabilidade operacional (FADIER, DE LA GARZA e DIDELOT, 2003). Esta lacuna entre o trabalho esperado e o trabalho real é considerada pelos autores como uma das mais importantes fontes de risco. Isto ocorre, segundo Daniellou (2004b) pelo fato dos projetistas, que utilizam vastos conhecimentos sobre os fenômenos físico-químicos relativos à matéria inerte, não possuírem conhecimentos equivalentes sobre a matéria viva, ou seja sobre o funcionamento humano.

Porém, segundo Garotti (2006) , “ao não realizar uma reflexão sobre o trabalho futuro, o projetista peca por não incorporar fontes de variabilidade do trabalho na definição das tarefas a serem realizadas pelos trabalhadores, possibilitando a adoção de estratégias, consciente ou inconscientemente, que podem resultar em situações difíceis e até perigosas, às quais o trabalhador se expõe para manter o funcionamento

do sistema”.

Outro fator considerado como uma das causas mais frequentes de falhas de sistema e acidentes em processos industriais são os erros de projeto (KINNERSLEY e ROELEN, 2007; TAYLOR, 2007a e 2007b), ressaltando a importância primordial da inclusão dos aspectos relacionados à segurança e à ergonomia nas fases de projeto. Dekker e Van Den Bergen (1996) ressaltam que para se ter uma garantia de eficiência e de condição de trabalho seguro, deve-se pensar no projeto de equipamentos e sistemas de produção como um fator chave, com a inclusão dos fatores humanos. Lamonde, Richard e Beaufort (2006) também defendem a importância de se levar em conta os fatores ergonômicos e de saúde e segurança do trabalho durante as diferentes fases de projeto. Durante a realização de um projeto de concepção de uma fundição de alumínio em Quebec, os autores aplicaram uma estratégia global de gestão integrada de Projeto, Saúde e Segurança do Trabalho (SST) e de Ergonomia. Esta estratégia possibilitou a identificação de 3.108 fontes de riscos ao longo do projeto. Destes riscos identificados, 66%, ou seja, mais de 2.000 situações perigosas foram eliminadas na fase de engenharia, enquanto o projeto ainda estava no papel. Dos outros 1.057 riscos identificados (34%), 497 foram reduzidos ao grau de risco mínimo através de modificações do desenho de projeto. Os 18% residuais tiveram programas de prevenção definidos antes mesmo do início da construção da instalação, fazendo com que os operadores e mantenedores que atuarão diretamente nos equipamentos e sistemas da futura instalação tenham condições de trabalho mais seguras e adequadas às suas atividades.

Com a inclusão da ergonomia no projeto objetiva-se obter um sistema seguro de forma duradoura. Porém, estudos mostram que estas questões são atualmente levadas em consideração nos projetos como um fator externo e adicional, não levando em conta os impactos nas condições de trabalho ou nas atividades dos usuários. Em outras

palavras, segurança e ergonomia não são considerados fatores primordiais para os projetistas, apenas para o especialista de segurança.

Taylor (2007a) complementa mencionando que “métodos atuais de revisão de projetos descobrem e eliminam 80% podendo chegar a 95% dos erros gerados, mas há ainda um elemento de projeto presente em cerca de 20% a 50% dos acidentes ou incidentes que acontecem em plantas de processo químico”.

Segundo Leplat e De Terssac (1990), a confiabilidade do sistema está ligada intimamente às dimensões humanas e técnicas. Para Duarte (1994), “*A forma de pensar o erro humano e a contribuição humana para a confiabilidade são centrais para distinguir a perspectiva oriunda da análise de atividade*”. Para Berns (1984) a incidência de erros era, e provavelmente é até hoje em dia, produto da falta de consideração sobre a capacidade e as limitações do homem durante os projetos, ou seja, da não consideração dos fatores humanos durante o processo de projeto.

Conforme mencionado anteriormente, as soluções normalmente tomadas pelas empresas para reduzir a possibilidade de acidentes estão voltadas para uma correção dos ‘erros humanos’, ou seja, as empresas adotam soluções centradas em mais treinamentos sobre segurança, melhorias dos seus procedimentos, e realização de programas de comportamento seguro (MILLER *et. al.*; 1999). Porém, estas iniciativas não tornam o ambiente mais seguro se não estiveram associadas a outras soluções. Miller *et. al.* (1999) exemplificam dizendo que o posicionamento inadequado de um sistema ou um equipamento quando mal concebido, podem induzir ou impulsionar mesmo o trabalhador mais consciente em segurança e mais bem treinado, a causar um acidente (ou incidente), principalmente quando ele estiver estressado.

Alm (2010) propôs uma metodologia que engloba mudanças relacionadas à treinamentos, procedimentos e comportamento juntamente com questões de projeto e organizacionais. Tal abordagem tem como objetivo eliminar ou reduzir os acidentes nas organizações a partir do envolvimento dos usuários, além da aceitação

e utilização por eles de medidas de segurança. Para o autor, existem onze 'tipos de falhas típicas' (TFT) que podem interferir na condição de ambiente seguro (para mais detalhes, ver ALM, 2010). *“Estes TFTs podem ser considerados como erros latentes em um sistema e se eles puderem ser reduzidos ou mesmo eliminados, será possível evitar a ocorrência de acidentes”*. O autor acredita que assim será possível trabalhar com uma abordagem proativa em vez de uma abordagem reativa.

Observa-se que a efetiva melhoria das condições de trabalho e redução de acidentes é alcançada quando diversos fatores são considerados. Estudos relacionados ao contexto do trabalho executado nas indústrias de óleo e gás revelam algumas vulnerabilidades relacionadas à operacionalidade e segurança destas instalações, levando a crer que a análise ergonômica da atividade, como sistematizada por Guérin, *et. al.* (2001) e Wisner (1987) pode auxiliar na busca por redução destes acidentes, uma vez que permite entender, de forma ampliada, os disfuncionamentos reais das situações de trabalho.

Lind *et. al.* (2008) mencionam que *“se a ergonomia é negligenciada, as condições industriais podem expor o trabalhador a um stress físico e mental excessivo”*, podendo intensificar a possibilidade de ocorrência de acidentes. Høivik e Throndsen (2005) dizem que uma abordagem holística e sistêmica em prol da cultura de SMS pode refletir a abordagem de fatores humanos ou ergonomia, provocando uma interação da tecnologia, da condição de trabalho e do ser humano. Tal interação, segundo o autor, é um fator essencial para a concepção e operações seguras e eficazes nos locais de trabalho saudáveis.

Para que essa interação ocorra de forma adequada, vários autores mencionam a necessidade da participação de um ergonomista, que durante o processo de projeto, fará a integração entre as diferentes dimensões, criando condições de confrontação das várias lógicas parciais (DANIELLOU, 2004b).

Lamonde et. al. (2001) corrobora da opinião sobre a participação do ergonômista apresentando a 'memória de projeto' como uma ferramenta importante no auxílio da inclusão dos aspectos ergonômicos e ligados a segurança no projeto. Os autores defendem que *“os ergonômistas e os profissionais de segurança estão buscando mudar a conduta de projeto na empresa. Esses esforços devem ser estreitamente articulados com os outros atores da empresa. Além disso, eles poderão ser complementados pela promoção de uma atividade sistemática de memória de projeto. É ainda necessário que esta memória de projeto seja centrada no processo, não apenas nos resultados.”*

A participação do ergonômista durante o processo de projeto pode ocorrer de várias formas distintas. As formas tradicionais são:

a) Como “ator do projeto”: O ergonômista assume o papel de um especialista, assim como vários outros atores. Ele tem a função de aplicar conhecimentos específicos sobre fatores humanos para solucionar problemas identificados, intervindo diretamente no projeto, como sugerido por Daniellou (1999). No entanto, segundo Duarte et. al. (2007), seu poder de atuação é geralmente minimizado frente às definições dos engenheiros e arquitetos navais. Neste caso, o ergonômista precisa se fazer presente, mostrando a importância da ergonomia para a equipe de projeto.

b) Como “interlocutor”: Neste caso, o foco da atividade do ergonômista vai além da atuação sobre instrumentos e sobre as interfaces do trabalho. Jackson et. al. (2007) mencionam que o ergonômista tem como objetivo atuar sobre a forma de pensar o trabalho, ou seja, atuando sobre quem toma as decisões a respeito do trabalho – os projetistas e os gestores. Esta atuação ocorre geralmente com a participação do ergonômista desde a etapa inicial do projeto, permitindo o seu envolvimento social com os gestores e projetistas. Jackson (1998) argumenta que para que o ergonômista consiga influenciar positivamente o processo de projeto é necessário mais do que somente uma boa qualidade de apresentação das questões ergonômicas, mas

sobretudo da qualidade da construção social posta em prática por ele. Daniellou (2004b) ressalta que *“o ergonomista pode contribuir no debate social no interior da empresa, provocando uma confrontação entre os fatos revelados pela análise da situação existente e as interpretações que propõe”*. Broberg e Hermund (2004) corroboram mostrando que a habilidade de assumir o papel de um “navegador político e reflexivo” pode ser um fator de sucesso em processos de projeto. Desta forma, o ergonomista assume o papel de interlocutor, proporcionando um espaço para comunicação entre os diferentes atores durante o projeto.

Broberg (2008) menciona que o ergonomista deve assumir “uma abordagem mais orientada para o projeto, com um foco na condução do processo de projeto do espaço de trabalho”. Desta forma, busca-se reduzir os problemas, rotineiramente encontrados pelos operadores, que foram gerados pela falta de coerência entre as diferentes disciplinas atuantes durante o projeto, ou seja, estrutura, arquitetura, tubulação, climatização etc.

Duarte et. al. (2007) mencionam que *“o ergonomista se interessa pelo sistema e não pelas suas partes, o que o conduz a criação de espaços de negociação e de decisão com os outros especialistas e atores que possuem diferentes pontos de vistas e interesses.”* O objetivo é fazer com que os projetistas atuem de forma cooperativa e conjunta na redução de riscos futuros para a futura instalação.

Apesar de todo o esforço na aplicação destes conhecimentos, o número de acidentes e problemas de saúde ocorridos em plataformas ainda é elevado. Percebemos que a forma como a ergonomia tem sido aplicada não garante a melhoria da condição de trabalho do operador. As questões relacionadas às condições de trabalho dos projetistas durante o desenvolvimento destas atividades, não são levadas em consideração. Daniellou (1997), já defendia que para assegurar a condição de trabalho dos operadores, é fundamental assegurar uma boa condição de trabalho dos projetistas.

8. DISCUSSÃO

Antes de passar à conclusão desta tese, precisamos refletir sobre alguns pontos que consideramos importantes sobre a pesquisa aqui apresentada.

Algumas condições de trabalho operacionais identificadas como críticas no projeto de pesquisa desenvolvido nesta tese tiveram suas origens no desconhecimento dos projetistas a respeito das atividades de trabalho realizadas nas plataformas. Um dos motivos para este desconhecimento é a dificuldade destes atores conhecer a realidade existente a bordo de uma plataforma. Poucas são as oportunidades de os projetistas embarcarem nas plataformas que eles projetaram para obtenção de um feedback a respeito das soluções que eles deram em projetos antigos e para verificarem se as soluções dadas atendem às necessidades dos usuários às quais se destinam. Conceição (2011) ressalta que *“muitas vezes, na verdade, os projetistas não ficam sabendo dos problemas enfrentados pelos usuários, o que faz com que soluções problemáticas sejam repetidas em novos projetos; enquanto, por vezes, boas soluções param de ser implementadas”*. Ou seja, o projetista não conhece a atividade desenvolvida e, portanto, não leva em consideração o uso durante o processo de projeto, o que pode gerar soluções de projetos deficientes.

Nestes casos, o projeto de pesquisa apresentado (Capítulo 3) contribuiu com a transferência do conhecimento sobre o trabalho dos petroleiros, adquirido pelos ergonomistas para os projetistas através da entrega dos produtos finais, ou seja, dos relatórios de Análises Ergonômicas, onde foram apresentados detalhes relevantes das atividades consideradas mais críticas, e do relatório de Recomendações Técnicas.

Porém, algumas situações inusitadas observadas ao longo da pesquisa aguçaram a busca por respostas sobre os motivos pelos quais determinadas situações críticas ocorreram. Estes problemas aparentemente não foram gerados pelo desconhecimento

dos projetistas a respeito das atividades desenvolvidas a bordo de uma plataforma, contudo, afetam diretamente as condições de trabalho dos operadores. Os três casos apresentados no Subcapítulo 3.3 (Situações Enigmáticas) foram utilizados como percussores na busca de tais respostas.

Para entender melhor os motivos pelos quais tais problemas ocorreram, resolvemos nos apoiar em uma investigação através do estudo bibliográfico de três áreas:

1. Projetos e suas características, com ênfase nos projetos de plataformas offshore.

O objetivo foi tentar entender o processo de projeto, a fim de identificar as dificuldades e as características, que poderiam ter algum tipo de relação com os problemas observados na plataforma visitada. Ou seja, o objetivo foi identificar características que pudessem interferir na qualidade do produto final entregue.

2. Acidentes industriais

Como mencionado anteriormente, para que possamos prevenir acidentes, devemos estudá-los para entender suas causas. Neste sentido, a análise dos acidentes teve como objetivo a identificação dos fatores que estavam na origem dos acidentes e que poderiam ter similaridade com os problemas identificados nas plataformas visitadas.

3. Ergonomia aplicada aos projetos

O objetivo foi refletir sobre as modalidades de intervenção propostas pela Ergonomia para diminuir a possibilidade de acidentes e propiciar condições de trabalho mais seguras e saudáveis.

Observamos na literatura sobre projetos que as incertezas associadas à atividade de projetar, aliadas a demanda por projetos de baixo custo e com prazos cada dia mais curtos, têm sido impulsionados pela introdução de técnicas que permitam agilizar o processo (engenharia simultânea, dentre outras).

A decomposição do projeto em subprojetos, a utilização de sistemáticas como o

Acabamento Avançado e a utilização de soluções aplicadas em antigos projetos, são algumas das estratégias utilizadas pelos projetistas para ganho de tempo durante o processo de projeto.

Porém, a necessidade de realização do projeto em tempos extremamente curtos, faz com que os projetistas trabalhem de forma isolada, reduzindo o tempo utilizado com reuniões entre os diferentes interlocutores, inclusive com o usuário final. Alguns estudos apontam para a degradação das condições de trabalho dos projetistas. (HOVMARK e NORDQVIST, 1996; DANIELLOU, 1997; DEJOURS e BÈGUE, 2009).

Desta forma, as diferentes disciplinas só discutem o projeto nas últimas etapas, onde não há mais margem para mudanças, fazendo com que as plataformas iniciem seu processo de produção com pendências ou 'erros' de projeto.

Estes erros podem gerar acidentes como o constatado por esta autora em uma das visitas realizada a uma das plataformas. Em dada ocasião, os petroleiros contaram sobre um acidente recém-ocorrido no laboratório desta plataforma. Segundo eles, o dreno da pia do laboratório estava ligado ao dreno de líquidos da área de processo da plataforma, ou seja, ele estava ligado a um sistema onde havia hidrocarbonetos, que, em contato com equipamentos elétricos do laboratório, ocasionou uma explosão. Felizmente, o acidente ocorreu em um momento que não havia ninguém no laboratório.

Outro erro de projeto que acabou gerando acidente foi o ocorrido na Refinaria BR Texas City, causado pela falta de ligação do sistema ISOM ao sistema de *flare*. Segundo o diagnosticado no relatório, a causa do acidente foi a liberação de vapores de hidrocarbonetos na torre do sistema ISOM, que, em contato com uma fonte de ignição, gerou uma explosão. Porém, este mesmo tipo de vazamento já havia ocorrido diversas vezes e não foi tomada nenhuma providencia para mudança do projeto. Além disso, a empresa vivia um momento de progresso contínuo em ganhos de desempenho. O diretor da refinaria da BP em Texas City pronunciou em março de

2005, que a taxa de retorno de 2004 na sua usina foi a melhor entre cinco outras usinas da BP nos Estados Unidos. Ou seja, os esforços estavam voltados para a rentabilidade da empresa. A explosão ocorreu poucos dias depois deste pronunciamento, matando muitas pessoas.

Llory e Montmayeul (2010), em um estudo que envolveu mais de 150 análises de acidentes, mencionam a importância de se analisar estes problemas (ou incidentes), mesmo que aparentemente pequenos. Para os autores, estes problemas são 'sinais' que podem anunciar um futuro acidente. Ainda segundo os autores, apesar de cada acidente ser único, eles possuem características semelhantes, como o fato deles passarem por um período de incubação onde há uma espera para acontecer, durante o qual os sinais aparecem.

Para Llory e Montmayeul (2010) estes problemas são consequências, na maioria das vezes, da degradação do sistema, gerada por decisões tomadas há muito tempo antes do acidente e que estas decisões geralmente favorecem a produtividade em detrimento da segurança, levando à empresa a uma desordem organizacional.

O problema de nivelamento dos trilhos do sistema de movimentação de carga, que impossibilitava a utilização do *trolley*, é outro exemplo de erro de projeto que persistiu durante a etapa de operação da plataforma. Conforme discutimos no Capítulo 1, as novas plataformas que serão construídas para o pré-sal deverão ficar posicionadas muito mais longe da costa, em locais onde as condições de mar são críticas. Neste contexto, as condições para movimentação de carga ficam mais perigosas em virtude do balanço do mar, fazendo com que um erro de projeto como um desnivelamento de trilhos, pode deixar o operador exposto a situações críticas em termos de esforço ou postura, podendo gerar acidentes. Não seria este um sintoma de um possível acidente futuro?

Também falamos do Capítulo 3 sobre as dificuldades enfrentadas pelos operadores durante a atividade de manutenção do *Plenum* do Turbogenerador. Os indícios

levantados através de relato dos projetistas deste sistema foram comprovados através da pesquisa bibliográfica sobre a origem deste problema. Porthun (2010) relatou que o processo de aquisição de equipamentos é extremamente lento em função do processo de licitação, pela restrita gama de fornecedores que possuem prazos de entrega elevados. Além disso, a entrega de equipamentos pelo fornecedor pode ser feita sobre *skids*. Nestes casos os projetistas ficam impossibilitados de mudar o arranjo dos módulos, ou seja, o posicionamento dos equipamentos já chega definido pelos fornecedores. Este posicionamento não leva em consideração a atividade do operador, gerando frequentemente constrangimentos. Além de afetar a condição de trabalho dos operadores, estes problemas podem dar origem a grandes acidentes, como podemos perceber nos relatórios de inquérito dos acidentes analisados.

Este fato também foi relatado por Haslam et. al. (2005), que em um estudo sobre acidentes, verificaram a interferência de vários fatores que podem contribuir com a ocorrência de acidentes na construção civil. Neste sentido, os autores propuseram um modelo (Figura 35) onde sugeriram uma hierarquia de influências causais em acidentes neste tipo de indústria. Apesar de este modelo ter sido baseado em acidentes da indústria da construção civil, podemos fazer um paralelo com o nosso caso, onde podemos verificar similaridades entre os dois casos.

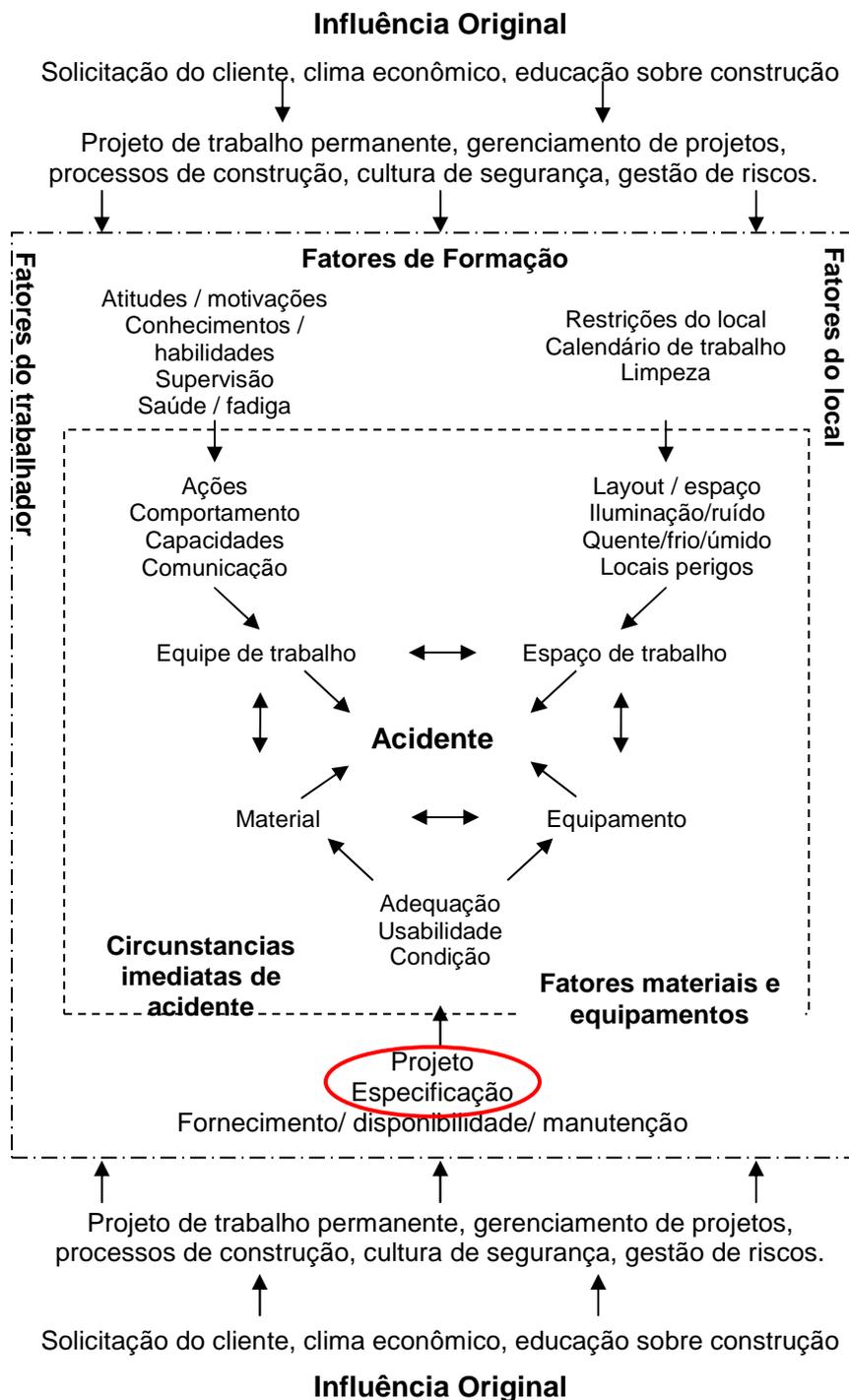


Figura 37 – Hierarquia de influências causais de acidentes de construção

Fonte: Haslam et. al. (2005)

Historicamente, só os fatores ligados ao trabalhador, ao ambiente de trabalho ou equipamentos são tidos como causadores dos acidentes. Os noticiários diariamente apresentam como causas de acidentes as ‘falhas de equipamentos’ ou as ‘falhas humana’. Llory e Montmayeul (2010) mencionam que o erro humano não deve ser

considerado como o principal fator explicativo dos acidentes, destacando as falhas profundas da organização como principal causa dos desastres. Haslam et. al. (2005) nomeiam os fatores ligados ao ser humano e aos equipamentos como 'circunstâncias de acidentes imediatos' e mencionam que eles podem gerar acidentes de forma mais direta, como é o caso de uma falha na interação entre o trabalho em equipe, local de trabalho, equipamentos e materiais.

Porém, outros fatores são também relacionados. Segundo os autores:

“a operação dos fatores do trabalhador, da empresa, e dos equipamentos/materiais na ocorrência (ou impedimento) de um acidente depende das influências proximais, marcado aqui como 'fatores de modelagem'. Por exemplo, as ações, comportamentos, capacidades e comunicação da equipe de trabalho são afetados ou moldados por suas atitudes, motivações, conhecimentos, habilidades, supervisão, saúde e fadiga. O espaço de trabalho é afetado pelas restrições do local, programação de trabalho e limpeza.

A adequação, a usabilidade, a condição e, portanto, a segurança de materiais e equipamentos depende do seu projeto, da especificação e do fornecimento / disponibilidade.”

Neste modelo, podemos verificar a influência das especificações dos projetos como possível causador de acidentes. Haslam et. al. (2005) mencionam que os “fatores moldadores são submetidos as mais distais ‘influências originárias’, incluindo permanente projeto de trabalho, gerenciamento de projetos, processos de construção, cultura de segurança, gestão de risco, requisitos do cliente, de clima econômico e de educação”.

Assim como na pesquisa de Haslam et. al. (2005) e de Llory e Montmayeul (2010),

podemos perceber na nossa pesquisa que aparentemente existe uma relação direta entre as modernas formas de gestão e as decisões tomadas durante o desenvolvimento do projeto que podem impactar nas condições de trabalho dos projetistas e na segurança, gerando acidentes. A maioria dos relatórios de inquérito apresenta como fator determinante para a ocorrência do acidente, o fato das empresas estarem passando por um momento de redução de custo, prazo e aumento da rentabilidade. O caso do acidente do foguete Columbia deixou esta relação bem clara: o acidente ocorreu logo após a implantação do programa chamado "mais rápido, melhor e mais barato" (COLLINS, PINCH; 2010), cujo objetivo era, como o próprio nome já diz, fazer um projeto de forma mais rápida, com menor custo e mais eficiente.

Desta forma, percebemos que algumas condições de trabalho offshore estão intimamente ligadas às condições de trabalho nos projeto e que nem todos os problemas observados nas plataformas poderão ser resolvidos com a visão da ergonomia focada apenas nas atividades dos operadores na produção. Daniellou já dizia em 1997 que garantir uma boa condição de trabalho para os projetistas é condição prévia para assegurar boas condições de trabalho dos operadores. Também parece ser fundamental, procurar detectar e analisar 'erros de projeto', que podem ser sinais precursores de futuros acidentes que podem atingir graves proporções.

Tanto a nossa pesquisa quanto as pesquisas de Llory e Montmayeul (2010), Porthum (2010) e de Perminova et. al. (2008) chegaram a conclusões parecidas, ou seja, que os projetistas não são meros 'culpados' pelos erros de projeto identificados nas plataformas de petróleo. Estes funcionários podem também ser reféns do modo de gestão e organização dos processos de projeto ou, de forma simbólica, são simples peças do quebra-cabeça, que sem liberdade para tomar ações, realizam apenas o que é possível de se realizar dentro do contexto imposto pela gestão.

Durante o processo de projeto é normal a ocorrência de situações não esperadas, não havendo nenhum projeto planejado perfeitamente, ou seja, que tenha levado em

consideração todas as variabilidades e imprevistos. Porém, segundo Fonseca (2012), “o projeto para a segurança, isto é, a integração da segurança à produção por meio do projeto de situações de trabalho seguras é uma exigência ainda atual, que não consegue se efetivar, dada a necessidade, entre outras, de que se façam a proposição e a validação de métodos de integração de requisitos de segurança à etapa de desenvolvimento do projeto.”

Fonseca (2012) argumenta que para que isso ocorra, é fundamental proporcionar meios de antecipação nos diferentes períodos da elaboração do projeto. Para o autor, “quando os níveis de antecipação em cascata não funcionam adequadamente, as inadequações das situações de trabalho aumentam. Existe, assim, uma relação entre capacidade de antecipação (ou resolução antecipada de problemas) e condições seguras.”

Desta forma, percebe-se que para que os projetos gerem resultados seguros e condições de trabalho adequadas para os futuros operadores é primordial assegurarmos margem de ação suficiente aos projetistas para disporem de capacidade de antecipação, ou seja, tempo para que possam tomar ações antecipadas, levando em consideração os quesitos de segurança, uma vez que se tratam de projetos de instalações complexas e com elevado risco de acidentes. Contudo, a antecipação não parece ser a solução de todos os problemas. Parece ser necessário intervir nos processos de gestão, que apresentam condições de trabalho mais árduas e menor margem de ação aos projetistas, aplicando os conceitos da ergonomia de forma mais global, ou seja, não somente focando nas atividades futuras dos operadores, mas também as condições de trabalho dos próprios projetistas.

Sem pretender esgotar a amplitude dessas críticas, vale lembrar que, entre outros, elas destacam os seguintes aspectos:

- Uma pesquisa retrospectiva sobre os acidentes/incidentes ocorridos nestas indústrias nos mostra um quadro preocupante em desacordo com o pleno

crescimento da indústria do petróleo no cenário nacional e mundial.

- As preocupações voltadas para as condições de trabalho offshore são de extrema relevância, uma vez que grande parte das doenças ocupacionais desta população está relacionada com distúrbios e podem ser determinantes para o surgimento de acidentes.
- A contradição que põe em lados opostos às ideias da Engenharia de Produção e da Ergonomia de Concepção. Modernas estratégias de gestão como é o caso da Engenharia Simultânea, desenvolvidas para indústria de consumo, impõem situações que podem ser perigosas se aplicadas em um projeto de instalações industriais. A otimização de tempo e de custo, alinhada as exigências de qualidade cada vez mais intensificadas, podem causar resultados decepcionantes nos projetos de instalações futuras, principalmente em instalações complexas como é o caso das plataformas offshore.
- Neste contexto de redução de tempo para as tomadas de decisão no seio dos projetos, a intervenção da Ergonomia deve se preocupar em não aumentar a já alta carga de trabalho dos projetistas. Como fazê-lo é questão fundamental para a prática da ergonomia nos projetos.
- Percebemos que determinados problemas das condições de trabalho dos petroleiros podem ser resultados das condições de trabalho dos projetistas destes sistemas produtivos, porém, não sendo apenas fruto do desconhecimento das atividades por parte deles, mas também associados a questões de organizacionais e gerencias.

Podemos perceber que com base na análise procedida sobre as situações mencionadas (capítulo 3) e os cruzamentos com a pesquisa da literatura, percebemos que a avaliação das situações de trabalho operacionais e a geração de recomendações para as futuras instalações industriais *offshore* não eliminaria por

completo a ocorrência de tais problemas, o que necessita refletir e intervir sobre as condições de trabalho nos projetos.

9. CONCLUSÃO

No Brasil, a indústria de óleo e gás tem passado por um período de grandes avanços com o desenvolvimento de novas tecnologias e a descoberta de novas jazidas, que ocorrem em sua grande maioria em águas ultraprofundas, sendo necessária a construção de plataformas *offshore* que sejam capazes de extrair e produzir o petróleo de forma segura e rentável.

Apesar de crescente, são poucos os estudos relacionados aos constrangimentos vivenciados pelos petroleiros na sua rotina de trabalho *offshore* (ver SILVA *et. al.*, 2010; HØIVIK, 2005; HØIVIK *et. al.*, 2005; KJELLÉN, 2007; DUARTE, 1994; MAIA, 2002; GAROTTI, 2006; REMIRO, 2009; CONCEIÇÃO, 2011; SILVA *et. al.*, 2009; entre outros). Em sua grande maioria, os estudos existentes se limitam aos ambientes da área de acomodações, como é o caso das salas de controle, sendo raros os trabalhos onde o foco é dado a atividades desenvolvidas na planta de processo da plataforma.

Desta forma, um dos objetivos desta tese foi preencher esta lacuna contribuindo para a diminuição dos constrangimentos sofridos pelos operadores durante a execução de suas atividades na planta de processo, através do envolvimento da ergonomia em projetos complexos de engenharia, em especial em projetos de plataforma *offshore*, com vias à redução de acidentes e problemas relacionados à saúde dos trabalhadores.

O princípio geral que norteia a cooperação entre ergonomia e engenharia é a criação de especificações de projeto com base na atividade, a partir das experiências positivas e negativas vivenciadas pelo operador em seu espaço de trabalho. Neste sentido, um estudo de caso foi desenvolvido para esta tese, cujo objetivo era gerar recomendações técnicas (*guidelines*) para o projeto básico de futuras plataformas, de

forma a contribuir com a transferência de conhecimento sobre a atividade real dos usuários para os projetistas.

Este projeto de pesquisa foi desenvolvido com a participação ativa da autora desta tese como 'ator transformador' das condições de trabalho, possibilitando a construção de uma problemática a fim de contribuir com a produção de um conhecimento científico, fazendo desta tese uma prática reflexiva.

Um caderno de recomendações técnicas (*guidelines*) foi desenvolvido com base na análise ergonômica do trabalho realizada em plataformas de petróleo. No entanto, estes *guidelines* não tinham a pretensão de substituir os futuros ergonomistas, e sim auxiliá-los, assim como a outros especialistas, durante o desenvolvimento do projeto. A elaboração destas recomendações ocorreu em cooperação com projetistas e com os futuros usuários que participarão dos futuros projetos, de forma a não criar constrangimentos definitivos para os ergonomistas e engenheiros que detalharão futuramente as novas plataformas.

A integração da ergonomia neste projeto de pesquisa visou permitir que o processo de concepção fosse considerado não somente como a resolução de um problema, ou seja, única e exclusivamente como um processo de construção de uma instalação de produção, mas como uma forma de compreensão do comportamento dos trabalhadores frente à realização de suas tarefas, a fim de que esta instalação atinja sua produtividade de forma eficiente e segura.

Durante a fase de confrontação das recomendações previamente elaboradas foi possível verificar dois tipos de comportamento: 1) dos projetistas que possuem uma 'representação incompleta do uso', ou seja, conhecem pouco sobre a atividade realizada nas plataformas; e 2) dos projetistas que a conhecem.

Juntamente com os projetistas que conhecem de forma incompleta as atividades reais, foi possível observar que as recomendações foram bem aceitas e tornaram-se ferramentas de grande ajuda para os projetistas.

Contudo, para aqueles que conhecem as atividades desenvolvidas a bordo, as recomendações não passaram de meras repetições das especificações técnicas já conhecidas por eles, com mais ou menos detalhes. Porém, mesmo assim problemas quanto ao uso existem. Alguns fatores interferem no processo de projeto de forma a restringir as escolhas dos projetistas que possuem como compromisso primordial optarem por escolhas que privilegiam os aspectos técnicos, associados à premência dos prazos, a segurança da instalação e às restrições orçamentárias, em detrimento de uma melhor condição de trabalho do operador.

As confrontações aguçaram o interesse por desvendar os motivos pelos quais tais problemas ocorreram. Com o objetivo de realizar tal investigação, uma pesquisa bibliográfica foi realizada à luz dos conhecimentos recentes sobre análise de acidentes, gestão / organização de projetos e sobre a prática da ergonomia, e sobre a necessidade de novo foco para as pesquisas e intervenções da ergonomia nos projetos, para em seguida argumentar.

Desta forma, a proposta desta tese foi investigar a origem dos problemas relacionados às condições de trabalho dos petroleiros da área operacional. Em especial, buscamos discutir e argumentar se as condições de trabalho dos projetistas não estariam na origem dos problemas vivenciados pelos petroleiros.

O resultado foi a identificação de fatores ligados à forma de organização do projeto como possível causador de acidentes, desmistificando como regra o desconhecimento dos projetistas sobre a atividade dos operadores. Adicionalmente, foram identificados na literatura, vários trabalhos que apresentam as dificuldades vivenciadas pelos projetistas durante a realização de suas atividades, tais como fatores relacionados à temporalidade de compra de equipamentos, a inserção tardia da visão e experiência

do usuário no processo do projeto, a falta de *feedback* sobre antigos projetos, a dificuldade de rastreabilidade das antigas decisões tomadas, além das restrições de tempo e custo.

As mudanças ocorridas no cenário mundial das últimas décadas no contexto sócio-político-econômico, tais como: as mudanças nos modelos de trabalho, os avanços tecnológicos e de gestão e as questões relacionadas ao mercado consumidor mais exigente e participativo, dentre outros, desenharam um novo panorama mundial, que acabam exercendo mais pressão por produção, diminuição de duração dos projetos e dos seus custos além da diminuição do número de trabalhadores ligados aos projetos e excessiva carga de trabalho.

A tendência de incorporação de políticas e estratégias gerenciais tais como a implantação de padrões de qualidade e de organização de produção que agilizem o processo de concepção, tornando possível a entrega do produto final de forma mais ágil, tem gerado, em muitos casos, a degradação da saúde dos trabalhadores. Ou seja, a busca das empresas por sobrevivência diante de um mercado cada vez mais competitivo e globalizado, faz com que haja prevalência dos aspectos financeiros em detrimento da segurança.

De forma mais ampla, as questões relacionadas às políticas e estratégias adotadas pela empresa podem estar afetando a saúde dos projetistas, que se sentem estressados com as pressões sofridas durante o projeto. Este fato é enfatizado pelos dados internacionais que nos alerta para o grande número de suicídios e problemas psicossociais vivenciados por estes profissionais.

Desta forma, a amplitude do projeto aqui apresentado nos fez pensar na possibilidade de uma ligação entre as condições de trabalho dos petroleiros e dos projetistas, ou seja, as condições de trabalho dos projetistas podem estar gerando constrangimentos para os petroleiros. Se os projetistas não possuem formas adequadas de tomar suas decisões, acabam por repetir antigas soluções sem uma prévia análise dos resultados

obtidos.

Em outras palavras, a realização de uma análise sobre a atividade dos projetistas, de forma a melhorar suas condições de trabalho, pode fazer com que a ergonomia atue de forma mais efetiva e eficiente sobre as condições de trabalho dos petroleiros, e conseqüentemente atuar na redução de acidentes.

As principais limitações do presente estudo foram:

- A não realização de uma investigação retrospectiva em objetos intermediários de concepção traduzidos em materiais utilizados durante a concepção dos projetos das plataformas visitadas, a fim de se obter respostas para tais problemas. Pagenhart et. al. (1998) listam alguns dos materiais que poderiam servir como fonte de experiências operacionais, dentre eles estão relatórios, atas de reuniões ou seminários, arquivos, bancos de dados e especificações.
- A não realização de entrevistas com os projetistas que trabalharam no projeto das plataformas visitadas. Estas entrevistas poderiam auxiliar a recuperação dos fatos ocorridos durante os projetos dos espaços e sistemas que poderiam estar na origem dos problemas identificados no estudo de caso.
- A não realização de uma análise ergonômica do trabalho dos projetistas para entendimento das reais dificuldades vivenciadas por estes profissionais no seu cotidiano, o que foi somente parcialmente analisado através de pesquisas bibliográficas a este respeito.

Desta forma, o estudo se baseou sobre os resultados materializados do projeto e não sobre o processo de projeto. Tais limitações ficam apontadas como uma perspectiva para futuras pesquisas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALENCAR, L.; ALMEIDA, A.; MOTA, C. *Sistemática proposta para seleção de fornecedores em gestão de projetos*. Gestão e Produção. V.14, n.3, p.477-487, São Carlos, SP. 2007.

ALEXANDER, C. *De la synthèse de la forma*. Paris: Dunod, 1971.

ALM, H. *How to decrease the risk of accidents in complex systems – an ongoing project*. In.: The Nordic Ergonomics Society Conference NES2010, Stavanger, Norway, 2010.

ALMEIDA, I.; JACKSON, J. *Acidentes e sua prevenção*. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v.32, n.115, p.7-18, São Paulo, 2007.

_____ ; **VILELA, R.** *Modelo de análise e prevenção de acidentes de trabalho – M.A.P.A.* 1ª. edição, Piracicaba, CEREST, 2010.

ALVAREZ, D.; FIGUEIREDO, M.; ROTENBERG, L. *Aspectos do regime de embarque, turnos e gestão do trabalho em plataformas offshore da Bacia de Campos (RJ) e sua relação com a saúde e a segurança dos trabalhadores*. Revista brasileira de Saúde Ocupacional, v.32, n.122, p.201-216, São Paulo, 2010.

AMORIM, F. A. S. *Projeto Preliminar: Uma Revisão Crítica*. In.: Anais do XIX Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore, SOBENA, Rio de Janeiro, 2002.

ANDERSON, S. D. *Project quality and project managers*. International Journal of Project Management, v.10, n.3, p.138-144, 1992.

ARTTO, K. A.; KÄHKÖNEM, K.; KOSKINEN, K. *Global Project business and the dynamics of change*. Technology Development Centre Finland and Project Management Association Finland, Helsinki, Finland, 1998.

ASSUNÇÃO, A. A.; LIMA, F. P. A. *A contribuição da ergonomia para a identificação, redução e eliminação da nocividade do trabalho*. In.: MENDES, R. (Org.), *Patologia do Trabalho*. 2 ed., Editora Atheneu, p.1767 – 1789, São Paulo, 2003.

ATKINSON, R. *Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria*. *International Journal of Project Management*, v.17, n.6, pp.337-342, 1999.

ATTWOOD, D.; KHAN, F.; VEITCH, B. *Offshore oil and gas occupational accidents – What is important?* *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. v.16, p.386-398, 2006.

BALBINOTTI, G.; GONTIJO, L.; OKIMOTO, M. *Interação social no desenvolvimento de projetos de concepção de sistemas de trabalho: uma revisão teórico-prático sobre o tema*. In.: ABERGO 2008 – XV Congresso Brasileira de Ergonomia, Porto Seguro, Bahia, 2008.

BARROS, S.R. *Discurso de posse no cargo de diretor-geral da ANP*. Obtido no site www.anp.gov.br, 2002.

BAUER, M.; GASKELL, G. *Pesquisa Qualitativa com Texto, Imagem e Som: Um manual prático*. 5ª edição, Ed. Vozes, Petrópolis, RJ, 2002.

BEA, R.; MOORE, W. *Operational reliability and marine systems*. In.: ROBERTS, K. *New challenges to understanding organizations*. Editora Macmillan, New York, NY, 1993.

BÉGUIN, P. *L'activité de travail : facteur d'intégration durant les processus de conception*. In. : P. BOSSARD ; C. CHANCHEVRIER ; P. LECLAIR (Eds.). *Ingénierie concourante : de la technique au social*. Ed. Economica, p.101-113, Paris, 1997.

_____. *L'ergonome, acteur de la conception*. In. : FALZON, P. Ergonomie, Presses Universitaires de France – PUF, Paris, 2004.

_____. *Argumentos para uma abordagem dialógica da inovação*. Laboreal, 4, (2), p. 72-82. 2008.

_____. *Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir*. @ctivités, 4 (2), pp. 107-114. Disponível online em <http://www.activites.org/v4n2/v4n2.pdf>, 2007.

_____; **WEIL-FASSINA, A.** *Da simulação de trabalho à situação de simulação*. In.: DUARTE, F. (Org.). Ergonomia e projetos na indústria de processo contínuo. Editora Lucerna. Rio de Janeiro, 2002.

BELLEMARE, M.; GARRIGOU, A. *Comprendre l'activité des ingénieurs de projet: un enjeu pour l'intervention précoce de l'ergonome*. In.: MARIE, F.; GIRARD, B. (Eds.), *L'ergonome, le Maître d'ouvrage et la Maîtrise d'oeuvre*. Journées de Bourdeaux sur la pratique de l'ergonomie, Bordeaux, Université Victor Ségalen Bordeaux 2, p.96-102, 1997.

BERNS, T. A. R. *The integration of ergonomics into design – A review*. Behaviour and Information Technology, v.3, n.4, p.277-283, 1984.

BJERKÅSHOLMEM, B.; PAGENHART, A. *The Working Environment and Man-Machine Interface*. In.: *Offshore Technology Conference – OTC 8417*, Houston, Texas, 1997.

BLAISE, J.; LHOSTE, P.; CICCOTELLI, J. *Formalization of normative knowledge for safety design*. Safety Science, v.42, p.241-261, 2003.

BOOTH, M.; BUTLER, J. *A new approach to permit to work systems offshore*. Safety Science, p. 309-320. 1992.

BOUTINET, J. P. *Antropologia do Projeto*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Editora Artmed, 5 ed., 2002.

BOUYER, G.; SANTOS, G.; MELLO, G. *Contribuições epistemológicas do “embodiment” na ergonomia cognitiva e nas teorias da ação.* Anais do ENEGEP 2007, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2007.

BROBERG, O. *Integrating ergonomics into the product development process.* International Journal of Industrial Ergonomics, v.19, p. 317-327, 1997.

_____. *Integrating ergonomics into engineering: Empirical evidence and implications for the ergonomists.* Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, v.17, n.4, p.353-366, 2007.

_____. *Quando o projeto participativo de espaços de trabalho se encontra com o projeto de engenharia em eventos de colaboração mútua.* In.: Laboreal, v.4, n. 2, p.47-58, 2008.

_____; **HERMUND, I.** *The OHS consultant as a ‘political reflective navigator’ in technological change processes.* International Journal of Industrial Ergonomics, v.33, p.315-326, 2004.

BUCCIARELLI, L. L. *Designing Engineers.* Cambridge, The MIT Press, USA, 1994.

BURNS, C.; VICENTE, K. *A participant-observer study of ergonomics in engineering design: how constraints drive design process.* Applied Ergonomics, v.31, p.73-82, 2000.

CAROLY, S.; DEPINCÉ, D. ; LECAILLE, P. *As dinâmicas coletivas de concepção da organização e do trabalho durante a inovação organizacional.* Laboreal, v. 4; n. 2, p. 28-36, 2008.

CHANCHEVRIER, C. *La prise en compte des besoins des clients.* In.: BOSSARD, P.; CHANCHEVRIER, C.; LECLAIR, P. *Ingénierie concourante: de la technique au social.* Ed. Economica, Paris, p.77-87, 1997.

CHAPANIS, A. *The error-provocative situation: A central measurement problem in human factors engineering.* In.: TARRANTS, W. The measurement of safety performance. Garland/STPM press, p. 99-128, New York, 1980.

_____; *Human Factors in Systems Engineering.* Ed. Wiley-Interscience Publication, New York, 1996.

CHAVES, L. *Fatores que afetam os planos de emergência aplicados às atividades petrolíferas offshore: Estudo de caso.* Dissertação de M.Sc.; Universidade Federal Fluminense, Niterói RJ, Brasil. 2004.

CHEN, W.; WONG, T.; YU, T. *Mental health issues in Chinese offshore oil workers.* Occupational Medicine, v.59, p.545-549, 2009.

CHEVALIER, A.; FOUQUEREAU, N.; VANDERDONCKT, J. *The influence of a knowledge-based system on designers' cognitive activities: a study involving professional web designers'.* Behaviour & Information Technology, v.28, n.1, p. 45-62, 2009.

CLELAND, D. I.; KING, W. R. *Project Management Handbook.* New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

COLLINS, H.; PINCH, T. *O foguete está nú: atribuindo culpas pela explosão do Challenger.* In.: Golen à Solta: O que você deveria saber sobre tecnologia. Série: Ciência, Tecnologia e Sociedade, Fabrefactum Editora, Minas Gerais, 2010.

CONCEIÇÃO, C. *Do uso para o projeto: A transferência de experiência operacional para a concepção de espaços de trabalho em plataformas offshore.* Tese de doutorado. Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2011.

_____; **DUARTE, F.; SILVA, G.; REMIRO, R.; MAIA, N.** *Princípios básicos para projetos de salas de controle em plataformas de petróleo.* In: Anais do ENEGEP 2008 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. CD-ROM. 2008.

COOPER, M. D. *Towards a model of safety culture.* Safety Science, v.36, p.111-136, 2000.

CORLETT, E.; CLARK, T. *Workspaces and Machines: A design Manual.* Ed. Taylor and Francis Ltd., Second Edition, London, 1995.

CORREA, C.; JUNIOR, M. *Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais.* Produção, v.17, n.1, p.186-198, Jan/Abr, São Paulo, 2007.

COX, S.; FLIN, R. *Safety Culture: philosopher's stone or man of straw?* Work & Stress, v.12, n.3, p.189-201, 1998.

CROSS, N. *Expertise in Design: an overview.* Design Studies, v.25, p.427-441, 2004.

CURRAN, K.J.; WELLS, P.G., POTTER, A.J. *Proposing a coordinated environmental effects monitoring (EEM) program structure for the offshore petroleum industry, Nova Scotia, Canada.* Marine Policy, v.30, p.400-411, 2006.

CUT – CENTRAL ÚNICA DOS TRABALHADORES. *Em quatro dias, acidentes na Petrobrás matam e ferem trabalhadores terceirizados.* Disponível online em <http://www.cut.org.br>, 2010.

DANIELLOU, F. *L'opérateur, la vanne et l'écran. L'ergonomie des salles de contrôle.* Montrouge: Editions de l'Anact, 1986.

_____; *En finir avec la notion d'erreur humaine.* Cahier de la Mutualité, n.28-29, p.158-169, 1989.

_____; *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception.* Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Université de Toulouse-Le Mirail, Toulouse. 1992.

_____; *Le enjeux des projets.* Précentique-Sécurité, v.34, p.31-35, 1997.

_____ ; *The ergonomist is a worker : that is the (epistemological) question*. In.: MARMARAS, N. Strengths and Weakness, Threads and Opportunities of Ergonomics in Front of 2000. The Hellenic Ergonomics Society (HES), Athens, 1999.

_____ ; *Le travail des prescriptions*. In.: 37^{ème} congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française – SELF, Aix-en-Provence, p.8-15, 2002.

_____ ; *La ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de Travail*. In: FALZON, P. Ergonomie, Presses Universitaires de France – PUF, Paris, 2004a.

_____ ; *Questões epistemológicas levantadas pela ergonomia de projeto*. In.:Daniellou, F. A ergonomia em busca de seus princípios: Debates epistemológicos, Ed. Edgard Bluncher Ltda, São Paulo, 2004b.

_____. *A ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho*. In.:FALZON, P. Ergonomia. Editora Blucher, p.303-315, 2007.

_____ ; **GARRIGOU, A.** *Human factors in design: sociotechnics or ergonomics*. In: HELANDER, M.; NAGAMACHI,M. *Design for Manufacturability*. London: Taylor & Francis, p.55-63, 1992.

_____ ; **JACKSON, J.M.** *L'ergonome intervient dans et sur des situations de gestion*. Performances Humaines & Techniques, p.16-20, 1997.

DARSES, F. *Processus psychologiques de résolution collective des problèmes de conception : contribution de la psychologie ergonomique*. Université Paris V, 2004.

_____ ; **REUZEAU, F.** *Participação dos usuários na concepção dos sistemas e dispositivos de trabalho*. In.: FALZON, P. Ergonomia, Editora Blucher, São Paulo. 2007.

_____ ; **WOLFF, M.** *How do designer s represent to themselves the users' needs?*, Applied Ergonomics, v.37, p.757-764, 2006.

DE KEYSER, V. *L'erreur humaine*. La Recherche, n. 216, p.1444-1455, 1989.

DEJOURS, C. *Inteligência prática e sabedoria prática: duas dimensões desconhecidas do trabalho*. In.: Lancman e Sznelwar (orgs.) Christophe Dejours: Da psicopatologia à psicodinâmica do trabalho. Ed. Fiocruz, 2ª. ed., 2008.

_____ ; **BÈGUE, F.** *Suicide et travail, que faire?* Paris: PUF, 2009.

DEKKER, S. *Failure to adapt or adaptations that fails: contrasting models on procedures and safety*. Applied Ergonomics, v.34, n.3, p.233-238, 2003.

DEKKER, G; VAN DEN BERGEN, E. *Human Factors in E & P facility design, a participatory approach*. SPE International Conference on Health, Safety and Environment, SPE35792, New Orleans, Louisiana, 9-12 June 1996.

DIAO, Y.; LI, H.; SHI, X.; WANG, S. *Damage localization for offshore platform by neural networks*. In.: Proceedings of the Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Guangzhou, 18-21 August, 2005.

DUARTE, F. *A análise ergonômica do trabalho e a determinação de efetivos: estudo da modernização tecnológica de uma refinaria de petróleo no Brasil*. Tese de Doutorado, Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1994.

_____ ; **VIDAL, M.** *Uma abordagem ergonômica da confiabilidade e a noção de modo degradado de funcionamento*. In: FREITAS, C.; PORTO, M., MACHADO, J. (orgs.). *Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p. 83-105, 2000.

_____. *Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo*. Editora Lucerna. Rio de Janeiro, 2002a.

_____. *Complementaridade entre ergonomia e engenharia em projetos industriais*. In.: DUARTE, F. (Org.) *Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo*. Editora Lucerna. Rio de Janeiro, 2002b.

_____; **ANDRADE, R.; MAIA, N.; GAROTTI, L.; JACKSON, M.** *Ergonomic Intervention in Petroleum Platforms in Brazil: Action strategies and the role of the ergonomist.* In: The 39th Nordic Ergonomics Society Conference NES2007, Sweden, 2007.

_____; **LIMA, F.; REMIRO, R.; MAIA, N.** *Situations d'action caractéristiques et configurations d'usage pour la conception.* In: 43^{ème} congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française – SELF, 2008.

_____; **SILVA, G.; CONCEIÇÃO, C.; et. al.** *Recomendações técnicas: Área de Processo.* In: A integração da Ergonomia ao Projeto de Plataformas *Offshore*, Programa de Engenharia de Produção – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2009a.

_____; **SILVA, G.; CONCEIÇÃO, C.; et. al.** *Mapeamento das Situações Críticas.* In: A integração da Ergonomia ao Projeto de Plataformas *Offshore*, Programa de Engenharia de Produção – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2009b.

_____; **REMIRO, R.; LIMA, F.; MAIA, N.** *Setting of Usage for the Design Process.* In: Anais do IEA - 17th World Congress on Ergonomics, Beijing – China, 2009c.

_____; **SILVA, G.; CONCEIÇÃO, C.; et. al.** *Análises Ergonômicas do Trabalho: Área de Processo.* In: A integração da Ergonomia ao Projeto de Plataformas *Offshore*, Programa de Engenharia de Produção – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2009d.

_____; **FILHO, J.; LIMA, F.; MAIA, N.** *The application of the ISO 11064 for deep water platform control centre design: Benefits and limitations,* Int. Journal Computer Applications in Technology, v.x, n.x,s/d.

_____; **LIMA, F.** *Anticiper l'activité par les configurations d'usage: proposition méthodologique pour conduite de projet.* In.: *Activités*, v.9, n.2, 22-47, 2012. Disponível em <http://www.activites.org/v9n2/v9n2.pdf>

DUNN, S.C. *Motivation by project and functional managers in matrix organizations.* Engineering Management Journal, v.13. n2., 2001.

EHN, P. *Scandinavian design: on participation and skill.* In.: ADLER, P., WINOGRAD, T. Usability: Turning technologies into tools, p.96-132, New York, Oxford University Press, 1992.

EISENHARDT, K. M. *Building theories from case study research.* Academy of Management Review, v.14, n.4, p.532-550, 1989.

EKLUND, J. *Ergonomics, quality and continuous improvement: conceptual and empirical relationships in an industrial context.* Ergonomics, v.40, n.10, p.982-1001, 1997.

EYRE-WALKER, D. *Shiftwork and the quality of working life.* Applied Ergonomics, v.16, n.2, p.155, 1985.

FADIER, E.; DE LA GARZA, C.; DIDELOT, A. *Safe design and human activity: Construction of a theoretical framework from an analysis of a printing sector.* Safety Science, v.41, n.9, p.759-789, 2003.

_____ ; **DE LA GARZA, C.** *Safety design: Towards a new philosophy.* Safety Science, v.44, p.55-73, 2006.

FALZON, P. *Ergonomie, conception et développement.* In: 40^{ème} congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française SELF, 2005.

FAVERGE, J. M. *L'analyse du travail.* In: REUCHLIN, M. Traité de Psychologie appliquée. V.3, RUF, Paris, 1972.

FERREIRA, I. *O trabalho dos petroleiros.* In: DUARTE, F. (Org.), Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro. Ed. Lucena, 2002.

_____ ; **IGUTI, A.** *O trabalho dos petroleiros: perigoso, complexo, contínuo e coletivo.* Ministério do trabalho e emprego. Fundacentro. São Paulo, 2003.

_____. *Suicide et travail, que faire?* Rev. bras. Saúde ocup. São Paulo, v.34, n.120, p.184-185, 2009.

FIGUEIREDO, M. *O trabalho de mergulho profundo em instalações petrolíferas offshore na Bacia de Campos: confiabilidade e segurança em meio à guerra de 'highlander' contra Leviatã.* Tese D.Sc, Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ., Brasil. 2001.

_____; **ALVAREZ, D; ATHAYDE, M; SUAREZ, J.; PEREIRA, R.** *Reestruturação produtiva, terceirização e relações de trabalho na indústria petrolífera offshore da Bacia de Campos (RJ).* Gestão e Produção, São Carlos, v.14, n.1, p.55-68, jan.-abr. 2007.

FONSECA, E. *Níveis de antecipação e o curso da experiência na construção civil: projetando situações de trabalho seguras.* Tese de doutorado. Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2012.

FREITAS, C.; SOUZA, C.; MACHADO, J.; PORTO, M. *Acidentes de trabalho em plataformas de petróleo na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil,* Caderno de Saúde Pública, v.17, n.1, p.117-130, 2001.

GÄLLSTEDT, M. *Working conditions in projects: perceptions of stress and motivation among project team members and project managers.* International Journal of Project Management, v.21, p.449-455, 2003.

GARRIGOU, A.; DANIELLOU, F.; CARBALLEDA, G.; RUAUD, S. *Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity.* International Journal of Industrial Ergonomics. v.15, p. 311-327, 1995.

GAROTTI, L. *O trabalho em produção contínua: Uma abordagem ergonômica na indústria do petróleo.* Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia de Produção, USP, São Paulo, Brasil, 2006.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa.* 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRANATH, J. A. *Architecture, Technology and Human Factors: Design in a Socio-Technical Context*. Thesis for PhD at Division for Industrial Architecture and Planning, School of Architecture, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 1991.

_____. *Learning through collective design and reflection in international conference on theories and methods of design*. Göteborg, Sweden, 1992.

GREENPEACE. *Point of no return: The massive climate threats we must avoid*. The Greenpeace International, The Netherlands, 2013.

GROOSMITH, E; CHAMBERS, G. *Ergonomics in Design*. Disponível em <http://www.tifaq.org/articles/ergonomics-in-design.html>, Canadá, 1998.

GROOVER, M. *Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing*. Prentice Hall, USA, 1987.

GUÉRIN, F., LAVILLE, A., DANIELLOU, F. et al. *Compreender o Trabalho para Transformá-lo: a Prática da Ergonomia*. 1 ed. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 2001.

GULDENMUND, F. W. *The nature of safety culture: a review of theory and research*. Safety Science, v.34, p.215-257, 2000.

GUY, M. *Abordagem sócio-técnica e ergonomia*. In.: DUARTE, F. (Org.), *Ergonomia e Projeto na indústria de processo contínuo*. Rio de Janeiro, Editora Lucena, 1 ed., 2002.

HANNEGHAN, M.; MERABTI, M.; COLQUHOUN, G. *A viewpoint analysis reference model for Concurrent Engineering*. Computers in industry. v.41, n.1, p.35-49, 2000.

HARTLEY, J. *Concurrent Engineering: Shortening Lead Times, Raising Quality, and Lowering Costs*. Productivity ed., United Kingdom, 1998.

HASLEGRAVE, C.; HOLMES, K. *Integrating ergonomics and engineering in the technical design process*. Applied Ergonomics, v.25, n.4, p.211-220, 1994.

HODGSON, D. E. *Project Work: The Legacy of Burocratic control in post-bureaucratic organization.* Organization, v.11, p.81-100, 2004.

HØVIK, D. *Health, Safety and Environment Culture in the Norwegian Petroleum Industry.* SPE Asia Pacific Health, Safety and Environment Conference, SPE 96453, Kuala Lumpur, Malaysia, 19-20 September, 2005.

_____. *Introduction to Human Factors offshore: Systematic Human factors analysis in design.* Statoil ASA, Norway (s/d)

_____; **THRONSEN, T.** *Human Factors – Health and Safety as a Priority in Design: Experience from the Norwegian Petroleum Industry.* SPE Asia Pacific Health, Safety and Environment Conference, SPE 96453, Kuala Lumpur, Malaysia, 19-20 September. 2005.

HORNICK, R. *Dreams—Design and Destiny.* Human Factors, v.29, n.1, p.111-121, 1987.

HOVMARK, S.; NORDQVIST, S. *Project organization: Change in the work atmosphere for engineers.* International Journal of Industrial Ergonomics, v.17, p.389-398, 1996.

IIDA, I. *Ergonomia Projeto e Produção.* São Paulo. Editora Edgard Bluncher, 2 ed., 2005.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 10006:2003 standard: Quality management systems – Guidelines for quality management in projects.* 2003.

JACKSON, J. M. *Entre situations de gestion et situations de deliberation: l'action de l'ergonome dans les projets industriels.* Thèse de doctorat en ergonomie, Laboratoire d'ergonomie des systèmes complexes, Université Victor Segalen Bordeaux 2, France, 1998.

_____; **DISCHINGER, M.; DUARTE, F.** *The use of narrative for generating*

knowledge about the ergonomists role in design processes. In: The 39th Nordic Ergonomics Society Conference NES2007, Sweden, 2007.

JEANTET, A. *Les objets intermédiaires dans la conception – Éléments pour une sociologie des processus de conception,* Sociologie du Travail, v.98, n.3, p.291-316, 1998.

KIM, H. *Effective organization of design guidelines reflecting designer's design strategies.* International Journal of Industrial Ergonomics, v.40, n.6, p.669-688, 2010.

KINNERSLEY, S.; ROELEN, A. *The contribution of design to accidents.* Safety Science, v.45, p.31-60, 2007.

KJELLÉN, U. *Safety in the design of offshore platforms: Integrated safety versus safety as an add-on characteristic.* Safety Science v.45; p.107–127, 2007.

KRAUSS, C. *Accidents Don't Slow Gulf of Mexico Drilling.* The New York Times Disponível em <http://www.nytimes.com>, USA, 2010.

KRIPPENDORFF, K. *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology.* The SAGE Comtext series. Sage Publications. The International Professional Publishers, Newbury Park, 1980.

KUJALA, S. *User involvement: a review of the benefits and challenges.* Behaviour and Information Technology. v.22, n.1, p.1-16, 2003.

LAMONDE, F. ; VIAU-GUAY, A. ; BEAUFORT, P. ; RICHARD, J.G. *La mémoire de projet : véhicule d'intégration de l'ergonomie et de la SST à la conception ?* PISTES, v.3, n.2. Disponível em <http://www.cgsst.com/stock/eng/doc184-596.pdf>, 2001.

_____ ; **BEAUFORT, P. & RICHARD, J.G.** *Ergonomes et préventionnistes : étude d'une pratique de collaboration dans le cadre d'un projet de conception d'une usine.* PISTES, v.6, n.1. Disponível em <http://www.pistes.ugam.ca/v6n1/pdf/v6n1a1.pdf>, 2004.

_____; **RICHARD, J. G.; BEAUFORT, P.** *Gestion de projet, ergonomie et santé-sécurité: Le cas de la conception d'une usine Québécoise*. Cahier de notes documentaires, INRS/HST – Institut National de Recherche et de Sécurité / Hygiène et sécurité du travail. 4^o trimestre, p.41-54. Disponível em <http://www.hst.fr/>, 2006.

LATHAM, G. P.; LOCKE, E. A. *Goal setting: a motivational technique that works*. Organizational Dynamics, v.8, p.68–80, 1979.

LAVILLE, A. *Ergonomia*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1 ed., 1977.

LAZZARINI, S. G. *Estudo de caso: aplicabilidade e limitações do método para fins de pesquisa*. Economia & Empresa, São Paulo, v.2, n.4, p.17-26, 1995.

LEPLAT, J; DE TERSSAC, G. *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*. Toulouse, Octarès Éditions, 1990.

LIEBSCHER, P. *Quantity with quality ? Teaching quantitative and qualitative methods in a LIS Master's program*. Library Trends, v. 46, n. 4, p. 668-680, 1998.

LIMA, A. *Avaliação de metodologias de análise de unidades estacionárias de produção de petróleo offshore*. Dissertação de M.Sc, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ., Brasil. 2006.

LIND, S.; KRASSI, B.; VIITANIEMI, J.; KIVIRANTA, S; HEILALA, J; BERLIN, C. *Linking ergonomics simulation to production process development*. In.: Proceeding of the 2008 Winter Simulation Conference - WSC, Miami, Florida, USA, 2008.

LLORY, M. *Acidentes industriais: o custo do silêncio*. Rio de Janeiro, MultiMais editorial, 1999.

_____; **MONTMAYEUL, R.** *L'accident et l'organisation*. Éditions Préventique, Bordeaux, France, 2010.

LOCK, D. L. *Project Management*. London: Gower, 1968.

MACHADO, J.; PORTO, M.; FREITAS, C. *Perspectivas para uma análise interdisciplinar e participativa (AIPA) no contexto da indústria de processo*. In: Acidentes Industriais Ampliados – Desafios e Perspectivas para o Controle e Prevenção, Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2000.

MAIA, N. *Ergonomia em projetos de sala de controle de unidades marítimas de produção*. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2002.

MAIA, N.; GAROTTI, L.; DUARTE, F. & JACKSON, J. *Work Activity and the Workers-designers Interactions: Sources for an Innovative Design*. Proceedings of the Ninth International Symposium on Human Factors in Organizational Design and Management, Guarujá, Brasil, p.597-602, 2008.

MALINE, J. *Simuler le travail*. Paris: Editions of l'ANACT, 1994.

MARQUES, G.; GOURC, D.; LAURAS, M. *Multi-criteria performance analysis for decision making in project management*. International Journal of Project Management, v.29, p.1057–1069, 2010.

MARTIN, C. *La conception architecturale entre volonté politique de l'intervention technique*. Thèse de doctorat en ergonomie, Laboratoire d'ergonomie des systèmes complexes, Université Victor Segalen Bordeaux 2, France, 1998.

_____. *Maîtrise d'ouvrage Maîtrise d'œuvre construire um vrai dialogue: la contribution de l'ergonome à la conduite de project architectural*. 1ed., Toulouse, Octarès , 2000.

MARTINS, G. A.; LINTZ, A. *Guia Para Elaboração de Monografias e Trabalhos de Conclusão de Curso*. São Paulo. 1ª Edição, Editora Atlas, 2000.

MATTAR, F. N. *Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução, analise*. São Paulo: Atlas, v. 2., 1993.

MAXIMIANO, A. C. A. *Administração de Projetos: Como transformar ideias em resultados*. São Paulo, Editora Atlas, 2 ed., 2002.

MCCLELLAND, I. *Marketing ergonomics to industrial designers*. Ergonomics, v.33, n.4, p.391-398, 1990.

MENDES, A. M. B. *Prazer e sofrimento no trabalho qualificado: um estudo exploratório com engenheiros de uma empresa pública de telecomunicações*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

MEREDITH, J.; MANTEL, S. *Administração de Projetos: Uma abordagem Gerencial*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 4ª ed., 2003.

METZGER, J. *Mudança permanente: fonte de penosidade no trabalho?* Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v.36, n.123, p.12-24, São Paulo, 2011.

MIDLER, C. *L'auto qui n'existait pas: management des projets et transformation de l'entreprise*. Ed. InterEditions, Paris, France, 1993.

_____. *Modèles gestionnaires et régulation économiques de la conception*. In.: Cooperation et conception (Cooperation and Design). Toulouse: Octarès, 1996.

MILLER, G.; G. E. MILLER & ASSOCIATES. *Human Factors Engineering (HFE): What it is and how it can be used to reduce human errors in the offshore industry*. OTC Offshore Technology Conference, OTC 10876, Houston, Texas, USA, 3-6 May 1999.

MORIN, E. *Introduction à la pensée complexe*. Paris, ESP éditeur, 1990.

MORKEN, T.; MEHLUM, I.; MOEN, B. *Work-related musculoskeletal disorders in Norway's offshore petroleum industry*. Occupational Medicine, v.57, p.112-117, 2007.

MORRIS, P. W. G. *The Management of Projects*. London: Thomas Telford, 1994.

NAVEIRO, R.; BORGES, M. *Projetação e formas de representação do projeto*. Artigo Graf & Tec, v.2, n.1, p.39-56, 1997.

NEBOIT, M. *A support to prevention integration since design phase: the concept of limit conditions tolerated by use.* Safety Science, v.42, n.2-3, p.95-110, 2003.

OIT – ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO. *Seguridad del trabajo em instalaciones petrolíferas em el mar y asuntos conexos.* Oficina Internacional del trabajo, Genebra, Suíça, 1993.

ORTIZ NETO, J. B.; COSTA, A. J. D. *A Petrobrás e a exploração de petróleo offshore no Brasil: um approach evolucionário.* Rev. Bras. Econ. [online], v.61, n.1, p.95-109, 2007.

PAGENHART, A.; BUSET, H.; THRONSEN, T. *Experience transfer from operational environments to installation design: why, how and what?.* Society of Petroleum Engineers International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, SPE 48828, Caracas, Venezuela, 1998.

PERMINOVA, O.; GUSTAFSSON, M.; WIKSTRÖM, K. *Defining uncertainty in project – a new perspective.* Internatinal Journal of Project Management. v.26, p.73-79, 2008.

PERROW, C. *Normal Accidents – Living with High-Risk Technologies.* Princeton University Press, 1999.

_____. *What's needed is application, not reconciliation: a response to Shrivastava, Sonpar and Pazzaglia.* In.: Human Relations. v.62, n.9, p.1391–1393, 2009.

PETROBRAS. *Nossa história: Viaje no tempo e conheça a Petrobras.* Disponível em <http://www.petrobras.com.br/PT/QUEM-SOMOS/NOSSA-HISTORIA/>, 2009.

PINSKY, L. *Définir l'ergonomie comme une technologie.* In.: PINSKY, L. *Concevoir pour l'action et la communication.* Berne: Peter Lang, p.13-23, 1992.

PMI – Project Management Institute. *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – Guia PMBOK.* Editora Project Management Institute, 4ª edição, 2009.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. *Design de Interação: Além da interação homem-computador*. Tradução: Viviane Possamai, Porto Alegre, Ed. Bookman, 2005.

PRÓ-REITORIA DE GESTÃO E GOVERNANÇA. Licitação: Conceitos e Princípios. Disponível em www.sg6.ufrj.br/licitacao_conceitos_principios.doc, s/d.

PROST, R. *Conception architecturale, une investigation méthodologique*. Paris : Editions L'Harmattan, 1992.

PORTHUN, R. *A atividade dos engenheiros projetistas e a inserção da dimensão do uso em projetos: Um estudo de caso*. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010.

RÄISÄNEN, C.; LINDE, A. *Technologizing discourse to standardize projects in multi-project organizations? Hegemony by consensus?* Organization, v.11, p.101-121, 2004.

RASMUSSEN, J. *Risk management in a dynamic society: a modeling problem*. Safety Science, v.27, n.2-3, p.183-213, 1997.

REASON, J. *Human error*. Cambridge University Press, England, 1990.

_____. *Human error: models and management*. BMJ, v.320, p.768-770, 2000.

REMIRO, R. *Determinantes da carga física de trabalho em plataformas de petróleo: O caso da operação do sistema de PIG*. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2009.

RINGSTAD, A. *The role of ergonomics in the oil and gas industry – an overview*. In.: The Nordic Ergonomics Society Conference NES2010, Stavanger, Norway, 2010.

ROSTALDAS, A. *Planning and control of concurrent engineering projects*. International journal of production economics. v.38, n.1, p.3-13, 1995.

RUTH, W. *Dramaturgy of work life' – Transfer of knowledge as key issue in ergonomic interventions, theoretical framework and applications*. In: Proceedings of the

International Ergonomics Association Congress (IEA), p.655-658, San Diego, USA, 2000.

SALVO, M. *Ethics of engagement: User-centred design and rhetorical methodology*, Technical Communication Quarterly, v.10, p.273-290, 2001.

SARRAFAN, A.; ZAREH, S.; KHAYYAT, A.; ZABIHOLLAH, A. *Performance of an Offshore Platform with MR Dampers Subjected to Wave*. In.: Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Mechatronics, Istanbul, Turkey, April 13-15, 2011.

SCHÖN, D. A. *Educando o profissional Reflexivo: Um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre, Artmed Editora, 2000.

_____. *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York, Basic Books, 1983.

SEIM, R.; BROBERG, O. *Participatory workspace design: a new approach for ergonomists?* International journal of industrial ergonomics, v.40, p.25-33, 2010.

SILVA, G.; CONCEIÇÃO, C.; DUARTE, F. *Ergonomic recommendations for the processing area of offshore platforms*. In.: The Nordic Ergonomics Society Conference NES2009, Elsingore, Denmark, 2009.

_____; **CONCEIÇÃO, C.; DUARTE, F.** *The activity point of view helping offshore platforms projects*. In.: The Nordic Ergonomics Society Conference NES2009, Stavanger, Norway, 2010.

SILVA, E.; MENEZES, E. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 4ª edição, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2005.

SIMPSON, G.; MASON, S. *Design aids for designers: an effective role for ergonomics*. Applied Ergonomics, v.14, n.3, p.177-183, 1983.

SINAVAL – Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore. *A indústria da construção naval e o desenvolvimento brasileiro.* Disponível em www.sinaval.org.br/docs/IndNaval-DesBrasil-2011.pdf, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C; HARRISON,A.; JOHNSTON,R. *Administração da Produção.* São Paulo, Editora Atlas S.A., Ed. Compacta, 2007.

TAYLOR, J. R. *Statistics of design error in the process industries.* Safety Science. v.45, p.61-73, 2007a.

_____. *Understanding and combating design error in process plant design.* Safety Science. v.45. p.75-105. 2007b.

THEUREAU, J.; JEFFROY, F. *Ergonomie des situations informatisées.* Toulouse, Octares Éditions, 1994.

THOMAS, J. (organizador). *Fundamentos de engenharia de petróleo.* Ed. Interciência, 2ª edição, Rio de Janeiro, 2001

TÖRNSTRÖM, L.; ENGSTRÖM, D. *A systematic approach of safety culture.* In.: The Nordic Ergonomics Society Conference NES2010, Stavanger, Norway, 2010.

VALLE, C. *Implantação de indústrias.* Editora LTC - Livros técnicos e científicos, Rio de Janeiro, 1975.

VAN DER ZWAAN, A. H. *The sociotechnical systems approach: A critical evaluation.* International Journal Prod. Res. v.13 n.2, p.149-163, 1975.

VAUGHAN, D. *The Challenger Launch Décision. Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA,* The Chicago University Press, Chicago, 1996.

VINCK, D.; JEANTET A.; LAUREILLARD, P. *Objects and other intermediaries in the sociotechnical process of product design: an explanatory approach.* In: Perrin, J., Vinck, D. (eds.), *The Role of Design in the Shaping of Technology,* European Commission Directorate-General Science, p. 297-320, 1996.

_____ ; **LAUREILLARD, P.** *Coordination par les objets dans les processus de conception*. In.: Représenter, Attribuer, Coordonner. Paris, France, 1996.

VIDAL, M.; CARVALHO, P. *Ergonomia Cognitiva: Raciocínio e decisão no trabalho*. Editora Virtual Científica, Rio de Janeiro, 2008.

VIEIRA, M. *Dois novos diretores da ANP tomam posse*. Disponível em <http://www.setorialnews.com.br/materia.asp?y=2008117152815>, 2008.

VISSER, W. *Design: one, but in different forms*. Design Studies, v.30, n.3, p.187-223, 2009.

WEILL-FASSINA, A.; RABARDEL, P.; DUBOIS, D. *Représentations pour l'action*. Octares Editions, 1 ed., Toulouse, France, 1993.

WIKIPÉDIA. *Comissionamento*. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Comissionamento>, s/d.

WISNER, A. *Le diagnostic en ergonomie ou le choix des modèles opérants en situation réelle de travail*, Relatório 28, Laboratório de Ergonomia e Neurofisiologia do Trabalho, CNAM, Paris, 1972.

_____. *Por dentro do trabalho : Ergonomia, método e técnica*. Editora FDT-Oboré, São Paulo, 1987.

_____. *Arrêtons d'opposer cause technique et cause humaine*. Santé et travail, n.2, p.29-34, 1991.

WOODS, D.; COOK, R. *Teoria do erro humano*. In.: VIDAL, M.; CARVALHO, P. (Org.), *Ergonomia Cognitiva: Raciocínio e decisão no trabalho*. Rio de Janeiro, Editora Virtual Científica, 1 ed., 2008.

WULFF, I. *Implementing Ergonomics in Large-Scale Engineering Design: Communicating and Negotiating Requirements in an Organizational Context*. Doctoral

Thesis, Department of Industrial Economics and Technology Management – Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, 1997.

_____; **RASMUSSEN, B.; WESTGAARD, R.** *Ergonomic criteria in large-scale engineering design – I: management by documentation only? Formal organization vs. designers' perception.* Applied Ergonomics. v.30, n.3, p.191-205, 1999a.

_____. **RASMUSSEN, B.; WESTGAARD, R.** *Ergonomic criteria in large-scale engineering design – II: Evaluating and applying requirements in the real world of design.* Applied Ergonomics. v.30, n.3, p.207-221, 1999b.

_____; **RASMUSSEN, B.; WESTGAARD, R.** *Documentation in large-scale engineering design: information processing and defensive mechanisms to generate information overload.* International Journal of Industrial Ergonomics, v.25, n.3, p.295-310, 2000.

XIAOYI DAI, C.; WELLS, W. G. *An exploration of project management office features and their relationship to project performance.* International Journal of Project Management, v.22, p.523–532, 2004.

YIN, R. K. *Estudo de Caso – Planejamento e Métodos.* Trad. Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre, Bookman, 2001.

ZACHARIASSEN, S.; KNUDSE, S. *Systematic approach to occupational health and safety in the engineering phase of offshore development projects – Experience from the Norwegian petroleum activity.* Society of Petroleum Engineering International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, SPE 73881, Kuala Lumpur, Malaysia, 2002.

ANEXO A

DETALHAMENTO DA ANÁLISE DA DEMANDA

O processo produtivo

O processo produtivo da plataforma é iniciado com a ascensão do petróleo direto dos poços, instalados no fundo do mar, até a plataforma através de tubulações. O produto que chega à plataforma é na verdade uma mistura de água, óleo, gás e sedimentos.

Esta mistura passa por diversos processos de separação ainda na plataforma de forma a obter gás e óleo separados no final do processo. A separação se inicia pelo direcionamento do óleo para dois aquecedores de produção, o que permite que o petróleo entre no separador de produção, também conhecido como separador de primeiro estágio. Através do controle de variáveis como pressão, temperatura, nível de interfaces óleo/água e gás/óleo, do tempo de residência e, ainda, utilizando-se um agente desmulsificante, separam-se as fases óleo, água e gás que são tratadas isoladamente nos sistemas subsequentes. Este processo está esquematizado na Figura 38.

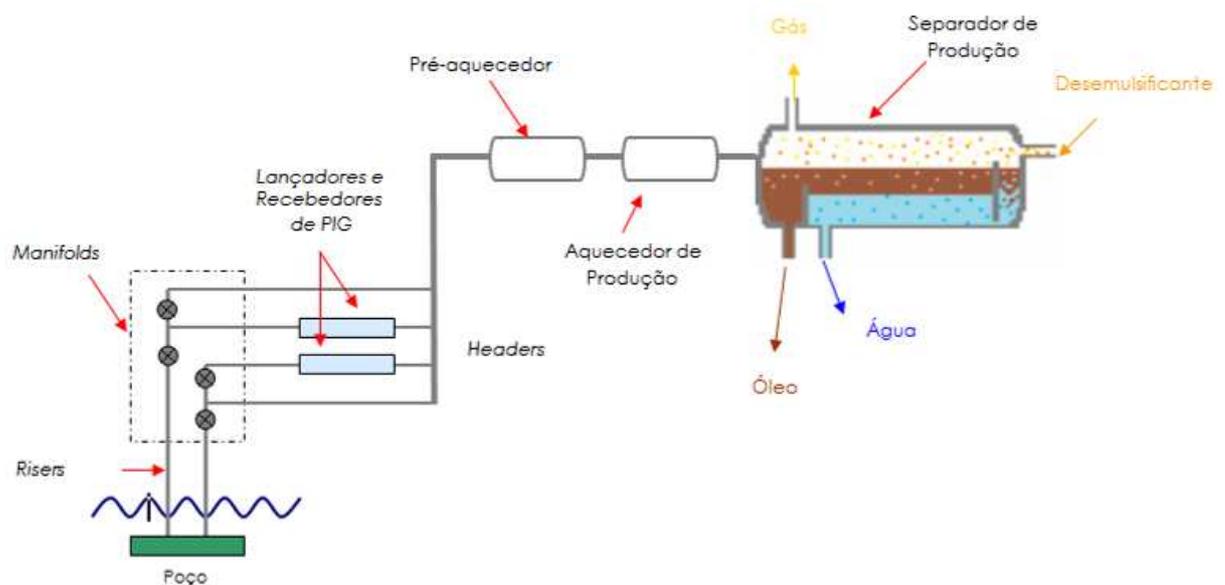


Figura 38 – Fluxo do petróleo do poço até o separador de produção

O óleo segue para o tratador onde passa por um campo elétrico para desmulsificação e enquadramento do teor de água e sedimentos, como por

exemplo o sal, presentes no óleo. O óleo que sai do tratador de óleo é resfriado em um trocador de calor, e na sequência passa pelo separador atmosférico, que é o último estágio de estabilização do óleo.

Finalmente o óleo segue para os tanques de carga da plataforma, onde é aliviado através do *offloading*, que consiste no seu bombeamento para um navio aliviador e ocorre em períodos que podem variar de 3 a 7 dias. Esta operação tem uma duração média de 24 horas. A Figura 39 expõe o fluxo do óleo desde o separador de produção até o envio ao navio aliviador.

De forma similar ao óleo, após passar pelo separador de produção, também ocorre o tratamento do gás. Esse tratamento consiste de dois processos principais: a desidratação (retirada de umidade) e a compressão do gás.

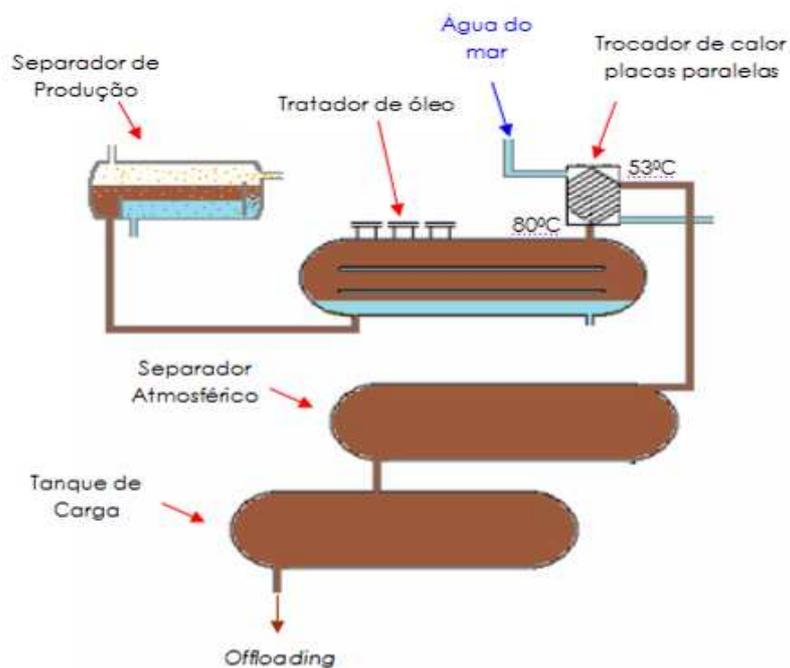


Figura 39 – Tratamento do óleo

Após sair do separador de produção, o gás carrega uma quantidade de umidade que precisa ser retirada antes de chegar ao compressor, a fim de evitar danos aos equipamentos. O processo de desidratação / compressão ocorre em três fases e após

o último estágio de compressão o gás é encaminhado para exportação ou para o envio às tubulações de gás *lift*²⁶, conforme exposto na Figura 40.

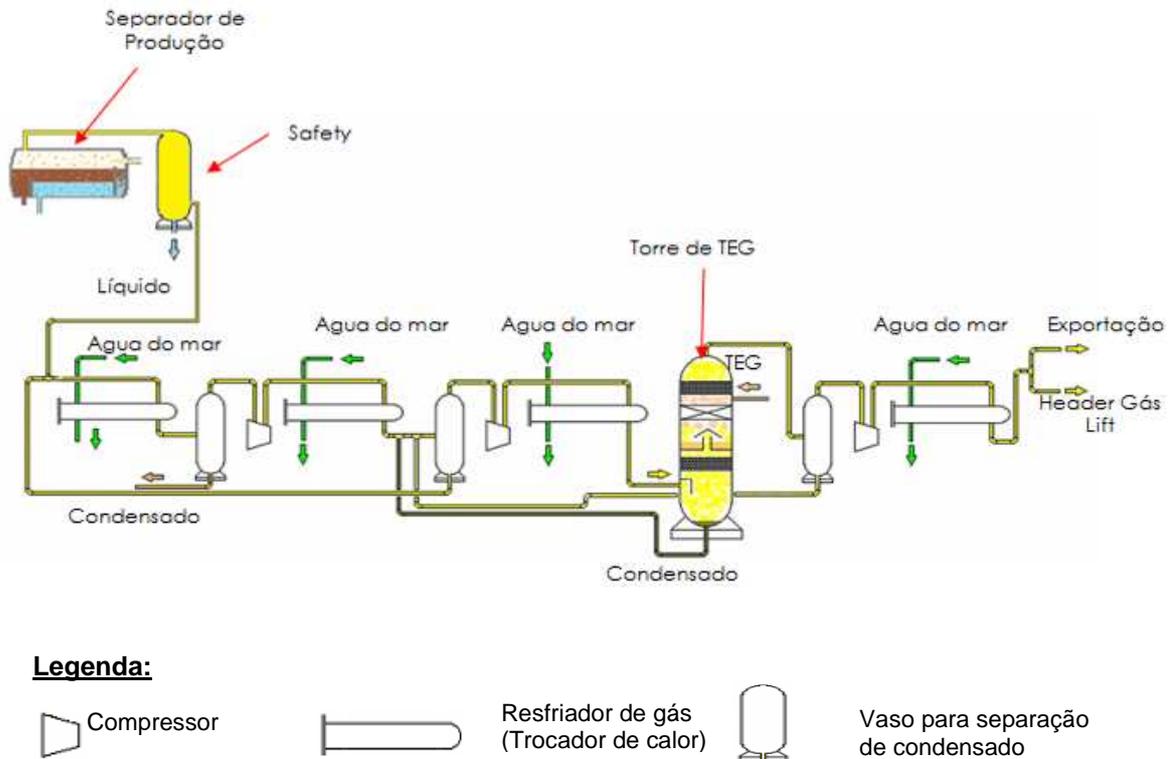


Figura 40 – Tratamento do gás

Ainda no separador de produção tem início o tratamento da água produzida para que esta possa ser descartada sem causar danos ao meio ambiente. A água oleosa entra numa bateria de hidrociclones onde parte do óleo carregado pela água é removido e reciclado para o sistema de tratamento de óleo. A água, quase isenta de graxas e óleos, passa então pelo pré-aquecedor de óleo antes de entrar no flotador, que é o equipamento responsável pelo polimento final do tratamento de água produzida. Antes de ser descartada para o mar, a água produzida é armazenada em um tanque estrutural da FPSO, conforme pode ser observado na Figura 41.

²⁶ Gás *lift* é o gás que é injetado nos poços para aumento da produção de óleo.

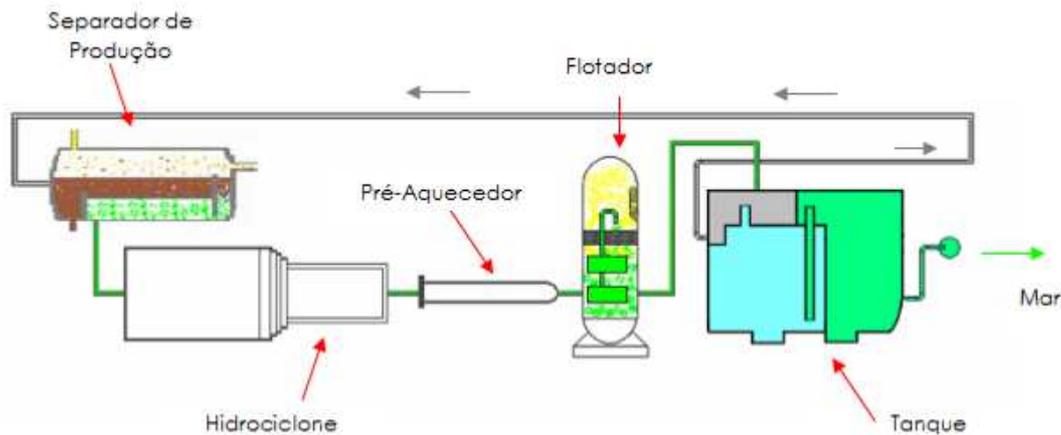


Figura 41 – Tratamento de água produzida

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA PLATAFORMA

A plataforma é comandada por um Gerente da Plataforma, conhecido como GEPLAT, responsável pelo controle da área de produção, de manutenção, de facilidades, de embarcação além das áreas técnicas, da hotelaria e saúde e toda atividade própria ou contratada executada a bordo. A Figura 42 apresenta a estrutura hierárquica observada na plataforma visitada.

Cada um desses setores é responsável por uma atividade específica, conforme descrita abaixo e possui uma equipe formada por um coordenador e diversos técnicos.

- Atividades relacionadas com a produção, englobando a extração de óleo, gás, água, a separação dos mesmos e seus respectivos tratamentos.
- Atividades relacionadas com as utilidades elétricas e não elétricas, que englobam atividades essenciais para manter a vida da tripulação da plataforma, tais como: geração de energia, tratamento de esgoto, dessalinização da água e outras.
- Atividades relacionadas com a embarcação, que são responsáveis pela estabilidade do navio e o descarregamento de óleo (*offloading*), entre outras.
- Atividades de manutenção, que atuam em paralelo com as outras áreas. Este

setor é responsável por manutenções tanto na área de produção, como facilidades e embarcação.

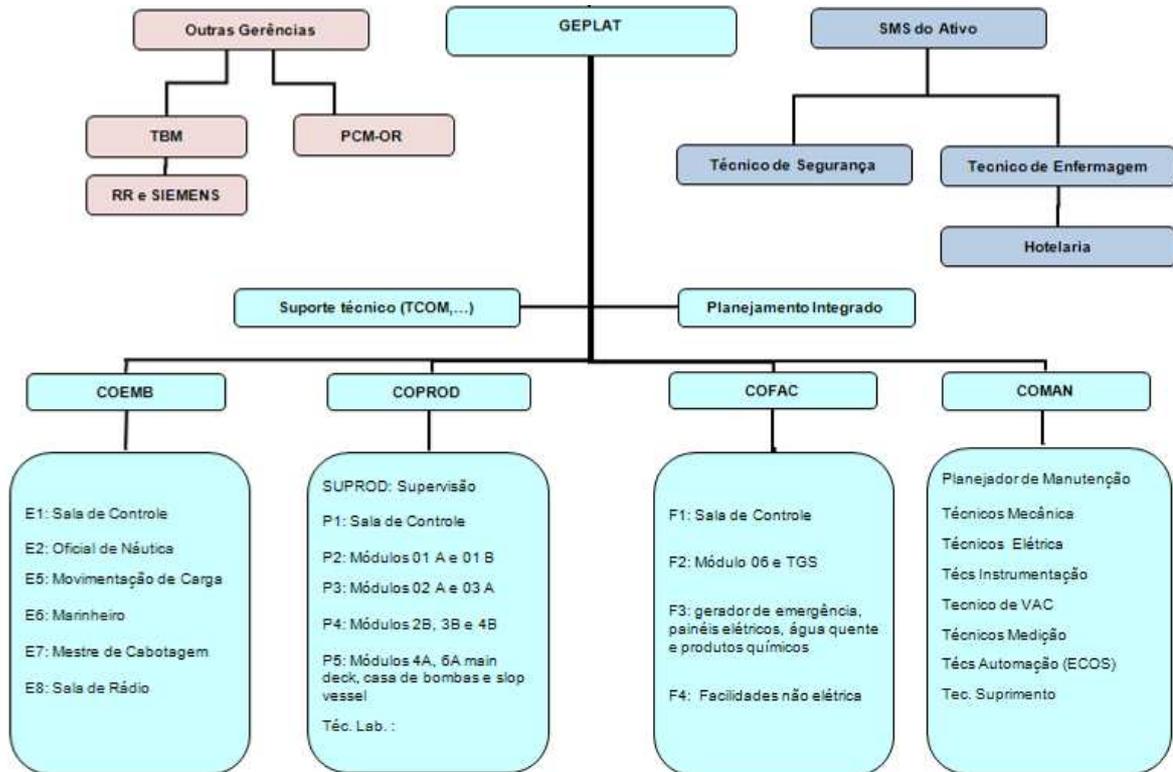


Figura 42 – Organograma da plataforma visitada

Os setores possuem divisões internas dando responsabilidades distintas para cada técnico, como pode ser observado na Figura 43, onde é apresentada a distribuição de responsabilidades da equipe de produção, sendo cada técnico responsável por uma área da plataforma.

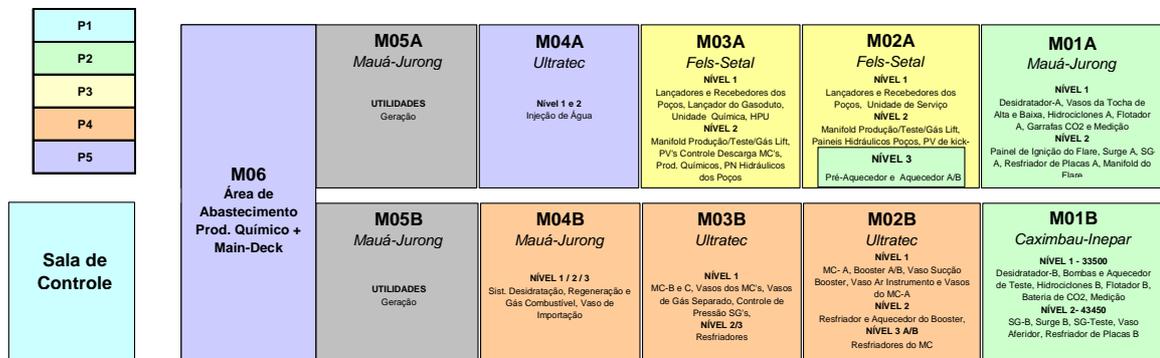


Figura 43 – Distribuição de responsabilidades da equipe de produção

POPULAÇÃO A BORDO

A plataforma utilizada como situação de referência teve seu projeto desenvolvido para uma população embarcada de até 140 tripulantes. Porém, ainda durante o projeto viu-se a necessidade de ampliação desta capacidade, o que foi solucionado com a transformação dos camarotes duplos em camarotes quádruplos, o que elevou a capacidade da plataforma para 194 tripulantes.

Porém, na fase de comissionamento²⁷ da plataforma se fez necessário o embarque de equipes de manutenção, principalmente instrumentistas, responsáveis pelos testes e partidas dos equipamentos, prática comum nos primeiros anos de produção. A fim de atender a esta necessidade foi solicitada a autorização da marinha para ampliação da capacidade de pessoas à bordo, o que foi atendido com a instalação de contêineres chamados de MTA (Módulos Temporários de Alojamento) ampliando a capacidade de acomodação para 236 pessoas. Esta capacidade foi reduzida em 2008 com a estabilização da produção da plataforma. Durante o desenvolvimento deste trabalho, em um dos dias analisados, a equipe embarcada possuía a formação apresentada na Figura 44.

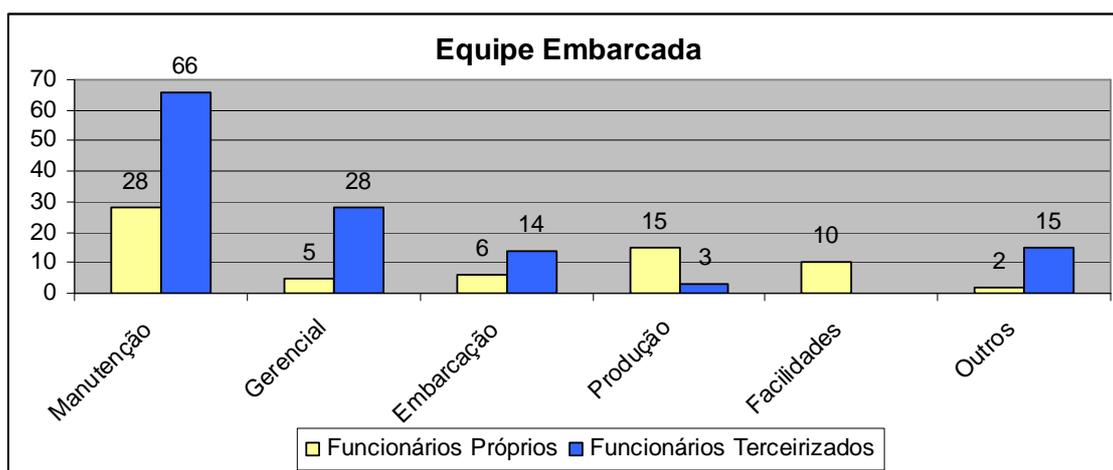


Figura 44 – Equipes embarcadas na plataforma analisada

A equipe nomeada como “Outros” na figura acima é composta por pessoas que embarcam para realização de trabalhos esporádicos.

²⁷ Comissionamento – Etapa de preparação e início da produção

ANEXO B

DESCRIÇÃO SUCINTA DAS ÁREAS ANALISADAS

Sistema de Lançamento e Recebimento de PIG

O sistema de lançamento e recebimento de PIGs é responsável pela limpeza²⁸ dos dutos de produção. As baixas temperaturas a que as linhas estão submetidas geram o acúmulo de compostos orgânicos (parafina) no interior dos dutos, que, com o passar do tempo, reduz a capacidade de escoamento do óleo nos dutos, sendo necessária a limpeza das suas paredes internas.



Figura 45 – Sistema de Lançamento e Recebimento de PIG

Sistema de TEG

O sistema de trietileno glicol (TEG), ou glicol, tem a função de retirar a umidade presente no gás entre o segundo e o terceiro estágio de compressão, evitando danos ao compressor. A Figura 46 apresenta alguns momentos de atuação do operador neste sistema.



Figura 46 – Planta de glicol

²⁸ O PIG tipo limpeza é uma espuma. Há também o PIG instrumentado, utilizado para monitorar a integridade de oleodutos e gasodutos.

Sala de Utilidades

A sala de utilidades (Figura 47) é conhecida como “praça de máquinas” nas plataformas FPSO em função de ser o local onde se localizavam as bombas no navio que deu origem à plataforma, ou também apelidado informalmente de “submundo” por se localizar no fundo do navio.

Geralmente esta sala fica localizada abaixo do módulo de acomodações, onde fica a maior parte dos equipamentos responsáveis pelas facilidades da plataforma, tais como sistema de ar condicionado, tratamento de água (dessalinização), aquecimento de águas para o processo, tratamento de esgotos (SEWAGE), armazenamento e tratamento de resíduos contaminados, bombas de incêndio, etc.



Figura 47 – Visão geral da sala de utilidades

Turbogeradores

Os Turbogeneradores (TGs) que possuem motores de combustão e turbinas, são os equipamentos responsáveis pela geração de energia principal da plataforma. Eles ficam localizados em um módulo chamado de Geração e possuem alguns equipamentos importantes como as turbinas, a unidade de combustível líquido (diesel), unidade de lubrificação, sistema de descarga (WHRU), HOOD e sala de controle.



Figura 48 – Equipamentos do Módulo de Geração

Gerador de Emergência

O gerador de emergência, ou o moto-gerador (MG), é o sistema responsável por manter o abastecimento de energia para os sistemas essenciais da plataforma em casos de falhas ou interrupções na distribuição principal. Todos os equipamentos deste sistema ficam concentrados em dois ambientes: o primeiro onde fica o moto-gerador e o segundo onde ficam seus painéis de comando (Figura 49).



Figura 49 – Ambientes do Gerador de Emergência

Casa de Bombas

A casa de bombas (Figura 50) está localizada no fundo do navio, abaixo do prédio *Office* do módulo de acomodações. É um local confinado, mal iluminado e com ruído elevado em função do funcionamento das bombas lá existentes, tais como as bombas de exportação, utilizadas no *offloading*, e as bombas de lastro.

O acesso à casa de bombas é feito através de escadas e por ser uma área

confinada²⁹, a descida até este ambiente deve ser monitorada via rádio pelo operador da sala de controle, além de ser necessária a utilização de equipamentos de medida de gases tóxicos em função da possibilidade de geração de H₂S.

Neste ambiente são realizadas principalmente as atividades de limpeza de filtros e drenagem de dalas e pocetos³⁰.



Figura 50 – Casa de Bombas

Área de Movimentação de Cargas

As atividades de movimentação de cargas consistem no recebimento, envio e transporte de todo o material que chega à plataforma, seja por meio marítimo ou aéreo. Para o desenvolvimento destas atividades existem algumas áreas destinadas ao recebimento e transporte destas cargas, conforme pode ser observado na Figura 51.

²⁹ Área confinada – “Um espaço confinado é qualquer área não adequada para ocupação normal de seres humanos, ela pode apresentar riscos potenciais conhecidos e até desconhecidos, sua característica principal é a de oferecer dificuldades para adentrar e sair do seu interior, elevando-se desta maneira, a sua potencialidade de riscos”. <http://www.scribd.com/doc/6592901/PST29-Trabalho-Em-area-Confinada>

³⁰ Dala e Poceto – locais situados no fundo da casa de bombas e da sala de utilidades onde se acumulam os líquidos de qualquer vazamento de linhas e bombas destas áreas. O nível de líquidos nestes espaços são monitorados através de sensores.



Figura 51 – Área de movimentação e recebimento de cargas

Demais pontos críticos

Conforme dito anteriormente, outros pontos críticos comuns em diversos ambientes e subsistemas da plataforma foram identificados tais como deslocamentos em escadas, atuação em válvulas e manipulações em painéis elétricos. Tais pontos foram analisados levando em consideração as dificuldades enfrentadas pelos operadores durante a realização de suas atividades, como por exemplo, a dificuldade de acesso ao volante das válvulas (Figura 52), ou dificuldade de visualização das informações nos painéis elétricos (Figura 53) ou problemas relacionados à falta de acesso e escadas para alcance de dispositivos (Figura 54).



Figura 52 – Dificuldades para acesso aos volantes de válvulas



Figura 53 – Dificuldades para visualização das informações nos painéis elétricos



Figura 54 – Falta de acesso para acionamento de dispositivo

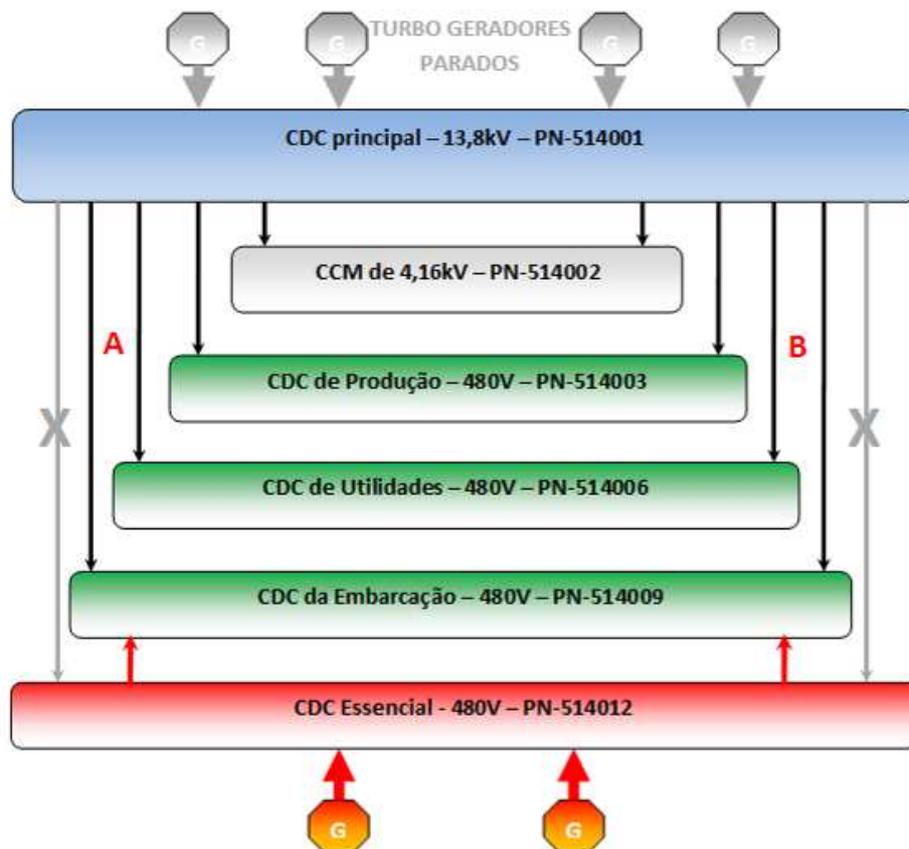
ANEXO C

EXEMPLO DE UM DOS CAPÍTULOS DO CADERNO

DENOMINADO AET

Gerador de emergência

O gerador de emergência, ou o moto-gerador (MG), é o sistema responsável por manter o abastecimento de energia para os sistemas essenciais da plataforma em casos de falhas ou interrupções na distribuição principal. Os MGs são dois motogeradores movidos a óleo diesel que estão ligados ao CDC Essencial. Neste caso, com os turbogeradores inoperantes, os geradores de emergência passam a ser a principal fonte de energia da FPSO (Figura 55).



Legenda: CDC - Centro de distribuição de carga
CCM - Centro de controle de motores

Fonte da legenda: ET -3418.00-5140-700-PPC-005

Figura 55 – Situação de emergência: geradores de emergência em funcionamento

A sala do gerador de emergência da P-43 fica no *main deck* do módulo de acomodações, no prédio da hotelaria (V69), conforme pode ser observado na Figura 56.

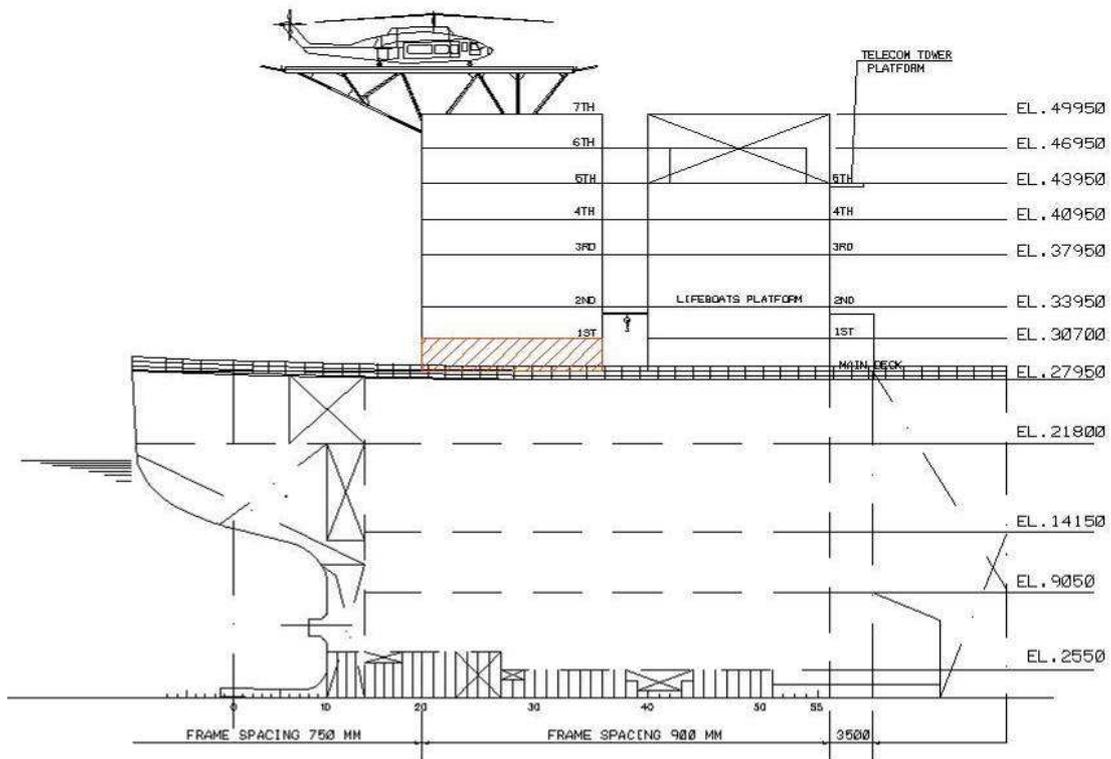


Figura 56 – Localização da sala do gerador de emergência

Como pode ser observado na Figura 57, o gerador de emergência possui três ambientes distintos: a sala onde estão localizados os geradores de emergência, o mezanino onde está localizado o tanque de diesel que abastece o MG e a sala de painéis elétricos de onde eles são acionados. Estes ambientes são interligados.

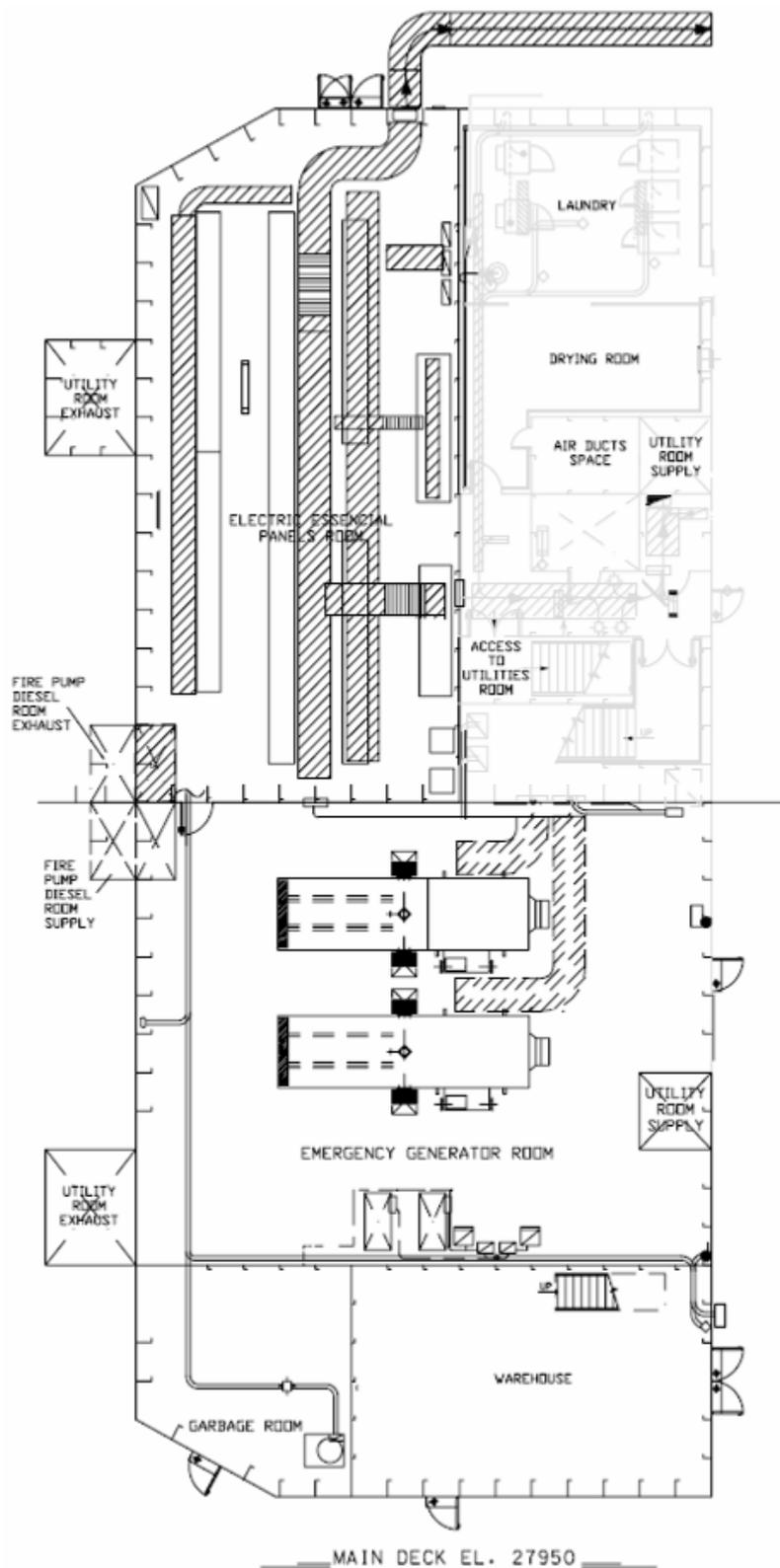


Figura 57 – Planta baixa do gerador de emergência da P-43

A sala do gerador de emergência pode ser acessada pela sala de painéis essenciais ou pelo corredor entre os prédios do módulo de acomodações. O acesso à sala de painéis essenciais

pode ser feito pelo *main deck* ou pelo primeiro andar no prédio da hotelaria, sendo que o acesso pelo primeiro andar está ligado diretamente ao mezanino da sala de painéis.

No gerador de emergência atuam os operadores da equipe de facilidades, principalmente o F3 e as equipes de manutenção elétrica e mecânica.

Determinantes gerais das atividades

O gerador de emergência só é acionado quando os quatro turbogeradores param de funcionar ou o circuito de fornecimento principal está inapto para distribuição.

A sala do gerador de emergência da P-43 é dividida em três ambientes distintos:

Sala do motogerador – Onde se encontram fisicamente os motos-geradores e seus subsistemas.

Esta é a sala na qual ficam os motogeradores (MGs) movidos a diesel que trabalham a 1800 RPM (Figura 58). O local possui um nível de ruído de até 108 dB, exigindo dupla proteção auditiva. Segundo a Análise Preliminar de Riscos – Higiene Ocupacional (APR-HO), o operador que atua nesta sala durante o funcionamento do MG se expõe a um risco físico (ruído) de categoria III, ou seja, é uma exposição crítica e que pode levar à surdez.



Figura 58 – Sala do gerador de emergência

Quando o MG está em funcionamento, a sala conta com uma ventilação forçada por *dampers*.

Dentro desta sala são realizados testes dos geradores semanalmente. Para tal o operador precisa ligar o MG e verificar alguns parâmetros no próprio gerador durante seu funcionamento (Figura 59), ficando exposto cerca de 15 minutos ao elevado ruído e ao calor. Esta sala também possui um baixo nível de iluminação. Por exemplo, em frente ao painel do MG A foi registrado apenas 12 lux.



Figura 59 – Leitura dos parâmetros do MG e seu painel

Sala dos painéis essenciais – Sala de onde são acionados os motogeradores.

Essa sala de painéis essenciais fica ao lado da sala dos geradores de emergência. Sua função é fazer uma distribuição de 480 V de emergência, como mostrado anteriormente na Figura 55. Ela apresenta problemas de iluminação semelhantes aos da sala de painéis essenciais do módulo 06, com painéis mal iluminados (como 15 lux em frente ao cubículo +20 do painel PN 514012A) e outros com reflexos em função da luminária (Figura 60).



Figura 60 – Sala de painéis (iluminação insuficiente e luminárias que geram reflexos)

Também há chaves de acionamento com difícil acesso, algumas muito elevadas para a altura do contingente de manutenção. Os mantenedores precisam usar, muitas vezes, bancos ou escadas para acessá-las.

Outro problema observado nesta sala é a leitura de parâmetros em dispositivos analógicos. Alguns estão posicionados na parte alta dos painéis causando dificuldade para sua leitura, além de ocorrerem frequentes erros de paralaxe, conforme pode ser observado na Figura 61.

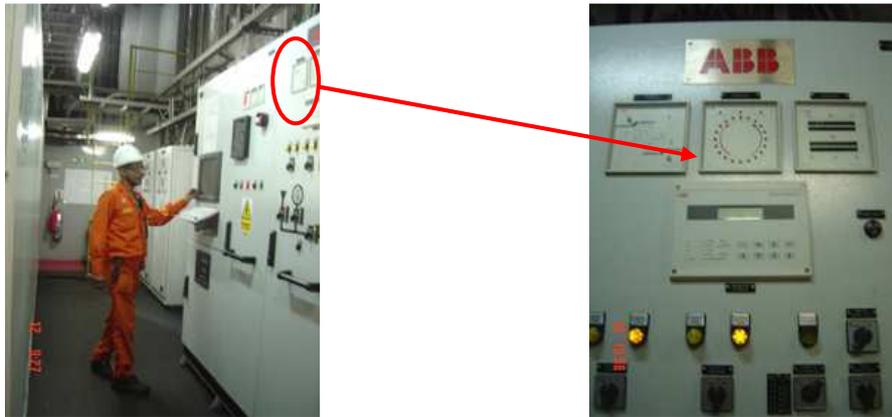


Figura 61 – Leitura de dispositivos nos painéis elétricos

Existe um mezanino nesta sala onde estão localizados os transformadores. O acesso à este mezanino se dá por uma escada vertical ou por fora da sala de painéis, através das escadas externas ao prédio.



Figura 62 – Acesso ao mezanino

Como a sala de painéis possui um dispositivo contra incêndio com liberação de CO₂, em caso de emergência o operador deve sair da sala, que fica escura em apenas 30 segundos. Porém não existe uma rota de fuga demarcada.

Mezanino de tanque de diesel – Mezanino onde está localizado o tanque de diesel, combustível do MG, além de radiadores e outros subsistemas.

Os geradores de emergência são dois motogeradores movidos a óleo diesel. Este óleo fica armazenado num tanque que fica localizado em um mezanino dentro da sala do MG e que precisa ser drenado, evitando que os resíduos acumulados no fundo do tanque sejam enviados para o MG.

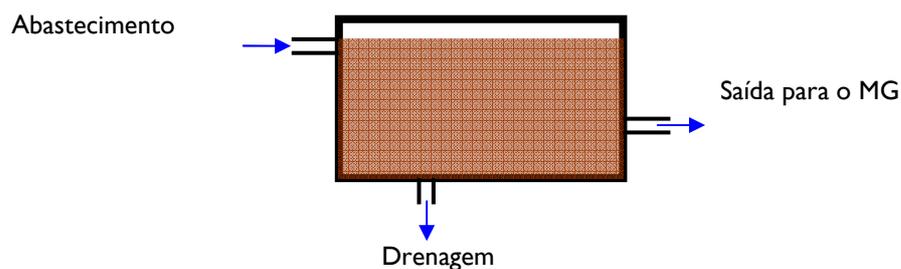


Figura 63 – Esquema do fluxo de óleo no tanque de diesel

Situações de Ações Características

O gerador de emergência é um sistema essencial para a garantia de funcionamento dos sistemas básicos e essenciais à sobrevivência das pessoas à bordo. Levando em consideração a importância da confiabilidade deste sistema, foi feita uma análise das atividades realizadas pelos operadores ligadas à este sistema, que redundou na seleção e observação das seguintes situações de ação características:

- Inspeção mecânica dos subsistemas e itens do MG.
- Inspeção elétrica nos painéis.
- Partida do gerador de emergência.

Inspeção mecânica dos subsistemas e itens do MG

QUADRO SINTÉTICO DE ANÁLISE DO TRABALHO		
TAREFA: INSPEÇÃO MECÂNICA DOS SUBSISTEMAS E ITENS DO MG		
OBJETIVO: Verificar se estão preparados para funcionamento em caso de emergência.		
OPERADOR: F3		LOCAL: Sala do gerador de emergência
FREQUÊNCIA: Semanal em cada MG (A e B)		
FATORES DE CRITICIDADE		
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Acesso (AC)</i> • <i>Postura (PS)</i> • <i>Problema com iluminação (IL)</i> 		
FLUXOGRAMA DA TAREFA REAL		
⇒		Operador vai até a sala dos MGs.
◇	IL + PS	Checa a pressão do ar de partida no leitor digital.
⇒		Caso a pressão esteja baixa, o operador vai até o compressor.
○		Liga o compressor.
D		Aguarda a pressurização.
○		Desliga o compressor.
⇒		Segue para próximo do MG.
◇	PS	Verifica se as válvulas estão alinhadas para abastecimento de combustível no MG.
○	PS	Caso não esteja, manipula as válvulas deixando-as alinhadas para passagem de combustível para o MG.
◇		Verifica se o dispositivo indicador de alinhamento do ar de partida está direcionado para o MG.
○	AC	Caso o dispositivo esteja fechado, o operador deve “resetar” a máquina e rearmar o alinhamento.

◇		Verifica o nível do óleo de cárter.
○		Se o operador verificar que o nível está abaixo do nível especificado para um bom funcionamento do motor, o operador deve acionar o setor de manutenção mecânica para que o nível seja completado (geralmente realizado anualmente).
◇		Verifica o nível do óleo lubrificante no motor de partida.
➔		Sobe a escada vertical até o mezanino do tanque de diesel.
○	PS	Drena o óleo condensado dos gases de escape.
➔		Sai da sala dos MGs.

ANÁLISE DA ATIVIDADE

Antes do acionamento do gerador de emergência é necessário que o operador faça algumas verificações de pontos importantes que estão detalhados a seguir.

Dentre os pontos de verificação mecânica estão:

1. Checar o ar de partida. O ar de partida é responsável por girar o motor de arranque. O ar deve estar pressurizado entre 24 e 29 bar. O operador verifica em um dispositivo qual é a pressão do ar, conforme pode ser observado na Figura 64. O dispositivo de leitura está posicionado próximo a uma lâmpada que ofusca a leitura.



Figura 64 – Verificação da pressão de ar de partida

Caso a pressão esteja abaixo de 23 bar, o operador precisa ligar o compressor a diesel (Figura 65). O operador precisa, assim, esperar a pressurização do ar de partida.



Figura 65 – Compressor de ar de partida

2. Checagem do alinhamento de óleo combustível. O operador precisa verificar se o diesel está

alinhado para o motor do MG. Para tal, verifica-se o posicionamento de duas válvulas: uma de entrada de combustível no MG e outra de retorno do combustível excedente para o tanque. É necessário que o operador permaneça agachado durante esta checagem (Figura 66).



Figura 66 – Alinhamento do diesel

3. Alinhamento do ar. O operador precisa subir sobre uma tubulação para conseguir alcançar a chave de “reset” que está a 1,80 m de altura (Figura 67).



Figura 67 – Alinhamento do ar

4. Drenagem do óleo condensado dos gases de escape. Esta drenagem é realizada mensalmente. O operador precisa subir a escada de acesso ao tanque de diesel para abrir a válvula de dreno. Esta atividade é realizada para que o óleo não saia junto ao ar de escape. Durante esta atividade o operador precisa ficar agachado, conforme pode ser observado na Figura 68.



Figura 68 – Dreno do óleo condensado junto ao ar de escape

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Também se deve drenar o tanque de diesel antes da partida do gerador. Para a realização desta atividade o operador precisa subir por uma escada vertical (Figura 69).



Figura 69 – Escada de acesso ao tanque de diesel

O operador sobe a escada vertical, abre a válvula de dreno (Figura 70), espera cerca de dois minutos até que a quantidade suficiente de óleo possa ter sido drenada e desce a escada. Esta válvula de dreno é dura e o operador acaba pisando sobre ela para que ele não fique agachado e fazendo força durante o tempo de drenagem.



Figura 70 – Válvula de dreno do tanque de diesel

RECOMENDAÇÕES PARA A SITUAÇÃO ATUAL (P-43)

- i. Para o sistema de partida do gerador é recomendada a existência de pequena escada (móvel ou fixa) para acesso pelos dois lados do gerador ou patamares de acesso em torno dos locais onde ocorram tais inspeções. Este acesso evitará que o operador pise no corpo do equipamento (Figura 71), assumindo posturas inadequadas e danificando-os, como, por exemplo, próximo à válvula de alinhamento do ar de partida. A Figura 72 mostra o espaço existente para a instalação deste patamar.

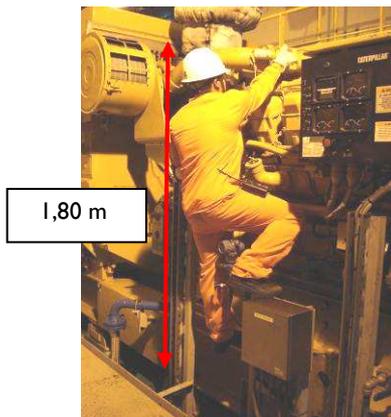


Figura 71 – Situação atual

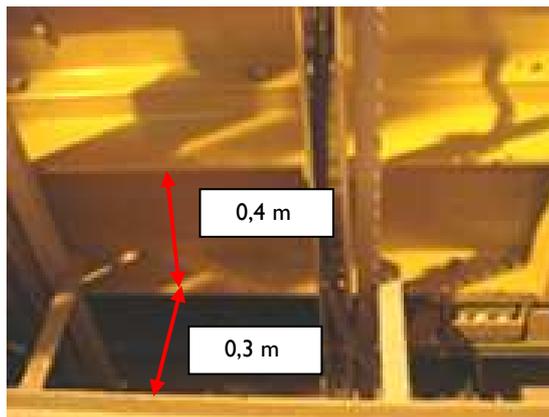


Figura 72 – Local proposto para instalação do degrau

Sugere-se que a estrutura possua dois degraus e siga as dimensões da Figura 73.

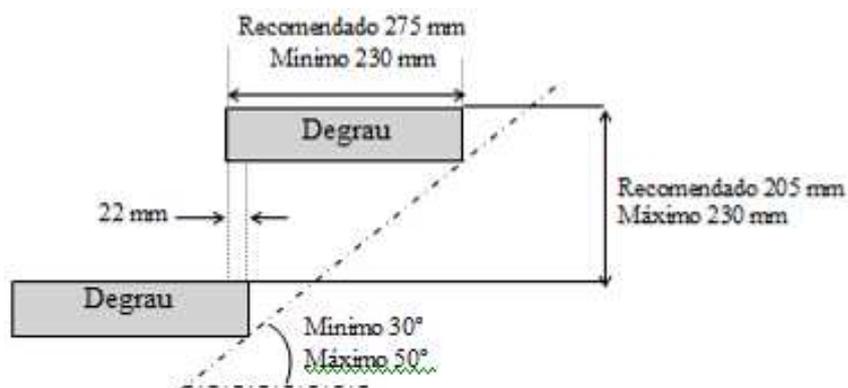


Figura 73 – Dimensões para projeto de escada
Adaptado da norma ABS 2003

- ii. Modificar o posicionamento das luminárias instaladas próximas aos locais de leitura de parâmetros do MG e instrumentos de medição, evitando a utilização de lanternas portáteis. Posicionar a luminária que está em frente ao mostrador de pressão de ar de partida junto à viga indicada na Figura 74 e o mais próximo possível da coluna localizada à sua frente. Também recomenda-se verificar a possibilidade de baixar o medidor, posicionando-o ao alcance do operador.



Figura 74 – Proposta

O esquema da Figura 75 apresenta um novo posicionamento para a luminária.

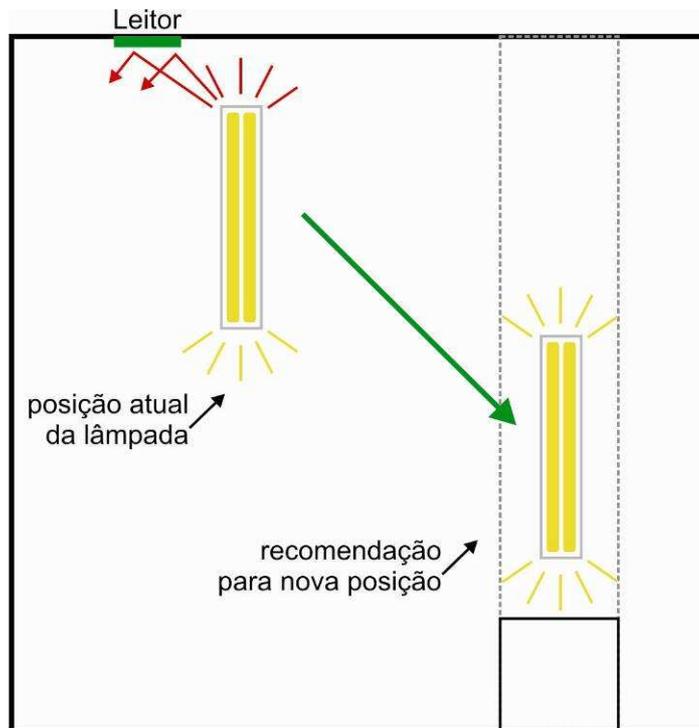


Figura 75 – Novo posicionamento da luminária

RECOMENDAÇÕES PARA PROJETO E MONTAGEM

- i. Recomenda-se localizar o tanque de diesel o mais próximo possível do MG, de preferência no mesmo nível, evitando posicioná-lo em mezaninos. Em casos onde for necessária a utilização de mezaninos para o tanque de diesel, recomenda-se a utilização de escadas com inclinação inferior a 50° facilitando o deslocamento do operador, principalmente em situações de emergência.
- ii. Localizar a válvula de dreno do tanque de diesel no mesmo piso do MG, facilitando o seu manuseio para a remoção dos sedimentos sólidos acumulados no fundo do tanque. Sugere-se válvulas do tipo *self-close / auto-fechante*.
- iii. Recomendam-se projetos de tanques de diesel com base cônica e o ponto de saída do diesel posicionado acima da sua base, evitando envio de sedimentos para o motogerador.
- iv. Prever escada ou patamar de acesso próximo aos locais onde ocorrem inspeções do sistema de partida do MG, evitando que o operador pise no corpo do equipamento, assumindo posturas inadequadas e danificando-os.
- v. Prever um sistema de ventilação adequado para a sala do gerador de emergência, evitando danos à equipamentos e mantendo uma temperatura adequada na sala durante o funcionamento do gerador.
- vi. Prever iluminação próxima aos locais de leitura de dados e aos instrumentos de medição, evitando a utilização de lanternas portáteis.

Inspeção elétrica nos painéis

QUADRO SINTÉTICO DE ANÁLISE DO TRABALHO TAREFA: INSPEÇÃO NOS PAINÉIS PARA PARTIDA DO MG

OBJETIVO: Verificar se os dispositivos estão preparados para funcionamento.

OPERADOR: F3

LOCAL: Sala de painéis essenciais

FREQUÊNCIA: Semanal em cada MG (A e B)

FATORES DE CRITICIDADE

- Acesso (AC)
- Postura (PS)
- Problema com iluminação (IL)

FLUXOGRAMA DA TAREFA REAL

⇒		Operador segue para a sala de painéis essenciais.
◇		Verifica se o disjuntor está pronto para operar, ou seja, se o disjuntor está ligado e fora de manutenção.
⇒		Vai até o painel de controle dos MGs.
◇	IL	Verifica se a válvula de saída de combustível do tanque de diesel está aberta, abrindo-a em caso negativo.
◇	IL	Verifica se o led do carregador de baterias está aceso.
⇒		Sai da sala de painéis essenciais.

ANÁLISE DA ATIVIDADE

Em seguida, o operador segue para as verificações na parte elétrica, que são elas:

1. Verificação das válvulas do tanque de diesel. O operador verifica se a válvula de saída do tanque de diesel está aberta. Esta verificação é feita no esquema presente no painel elétrico (Figura 76).

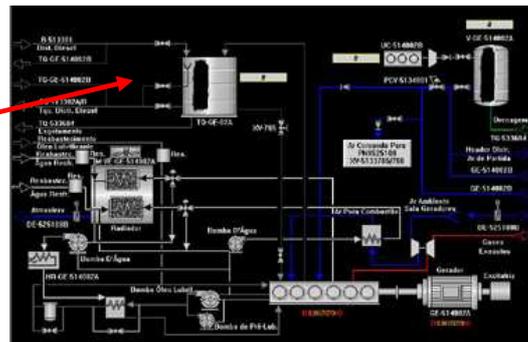


Figura 76 – Tela com esquema de abastecimento

2. Verificação do painel de retificador/carregador. O operador verifica se o led do carregador de baterias está aceso, ou seja, se está apto para carregar caso o gerador não ligue (Figura 77).



Figura 77 – Carregador de baterias

Após a realização destas verificações, o operador inicia a partida do MG.

A iluminação próxima a determinados painéis, que chega a 15 lux próximo ao painel PN 514012A (+20), é inadequada para a leitura dos instrumentos e displays. Além disso, em muitos dos painéis, quando se consegue uma boa distância e ângulo para leitura, a iluminação provoca reflexões. Este problema também ocorre na sala dos MGs durante a leitura de parâmetros.

RECOMENDAÇÕES PARA PROJETO E MONTAGEM

- i. Prever iluminação adequada para visualização dos *displays* de painéis e instrumentos de medição, assim como projeto de posicionamento das luminárias na sala de painéis que não gere reflexos nos *displays*. Caso o *layout* não favoreça o projeto de iluminação, sugere-se a utilização de luminária com haletas parabólicas, reduzindo a possibilidade de reflexos. Além disso, com a iluminação adequada, evita-se o uso de lanternas.

Partida do gerador de emergência

QUADRO SINTÉTICO DE ANÁLISE DO TRABALHO		
TAREFA: PARTIDA DO GERADOR DE EMERGÊNCIA		
OBJETIVO: Manter o gerador de emergência apto para funcionamento automático em caso de emergência.		
OPERADOR: F3	LOCAL: Sala do gerador de emergência e painéis essenciais	
FREQUÊNCIA: Semanal em cada MG (A e B)	PROCEDIMENTO: PE-3EA-06448-D	
FATORES DE CRITICIDADE		
<ul style="list-style-type: none"> • Ruído (RU) • Problemas com iluminação (IL) 		
FLUXOGRAMA DA TAREFA REAL		
⇒		Operador vai para a sala de painéis essenciais.
○		Faz o sincronismo dos painéis, geralmente de maneira automática, mantendo a botoeira pressionada.
◇		Acompanha o <i>display</i> que vai apresentando um sinóptico.
D		Aguarda de 10 a 15 minutos para o MG estabilizar na barra.
○	IL	Preenche na ficha de acompanhamento alguns valores do sinóptico .
⇒		Segue para a sala dos MGs.
○	RU	Anota os parâmetros apresentados no painel do motor.
⇒		Segue para a sala dos painéis essenciais.
D		Aguarda cerca de 30 minutos.
⇒		Começa o desligamento do MG apertando botões no painel.
D		Aguarda o desligamento e resfriamento do MG automático.
⇒		Sai da sala de painéis essenciais.
ANÁLISE DA ATIVIDADE		
<p>○ teste dura aproximadamente 40 minutos, dos quais cerca de 15 minutos o operador fica diretamente exposto ao ruído e calor gerados pelo MG.</p> <p>○ acionamento do MG pode ser automático ou manual. Normalmente é deixado em modo automático, pois é naturalmente conveniente por não precisar da intervenção do operador, além da partida do gerador ocorrer mais rapidamente. Porém, nas rotinas de teste este acionamento também é realizado manualmente, para verificar se o sistema está operacional. A alimentação do gerador é feita a diesel, havendo um tanque para armazenamento deste combustível.</p> <p>Antes do acionamento do gerador de emergência é necessário que o operador faça algumas verificações de pontos mecânicos e elétricos.</p>		

Para dar partida no MG com os TGs ligados, deve ser feito o sincronismo entre as barras de transmissão (fase, frequência, amplitude). Há duas modalidades de sincronismo:

Sincronismo automático: é quando o sincronismo entre os painéis é controlado pelo painel que dá a partida no gerador. O operador mantém as botoeiras pressionadas e há o controle digital do sincronismo. O operador só acompanha o display que vai apresentando um sinóptico (Figura 78).

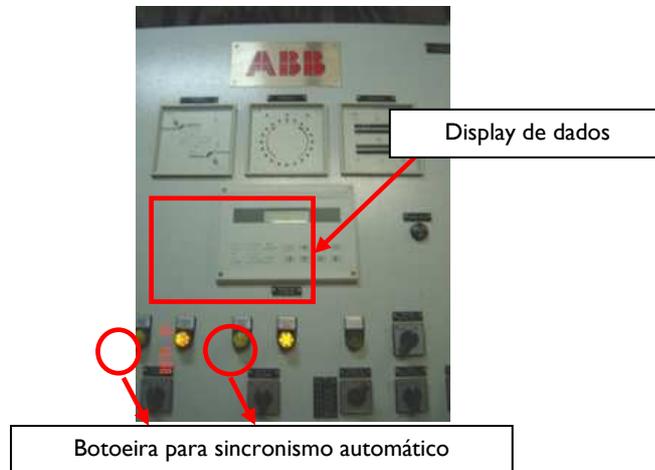


Figura 78 – Sincronismo automático

Sincronismo manual: o sincronismo é feito em malha aberta com instrumentação analógica (ponteiros na leitura da tensão, frequência e fase).

Para o sincronismo manual, o operador muda a tela do painel para a tela do sistema de combustível e, em seguida, seleciona o sistema para manual, conforme Figura 79 (A).

A seguir, o operador dá a partida no moto-gerador através da botoeira, conforme mostrado na Figura 79 (B). Então o operador aciona o botão de excitação do sistema e acompanha a abertura dos dampers de ventilação da sala.

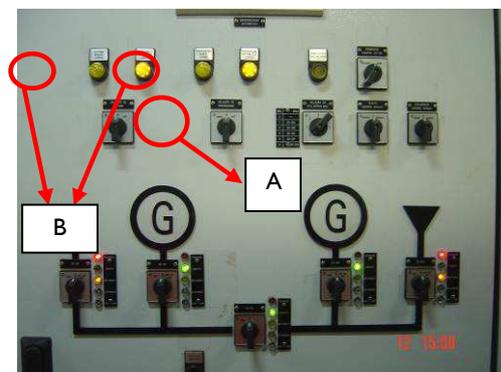


Figura 79 – Seleção do sincronismo manual.

O operador passa então a verificar a tela de “Diagrama Unifilar Geral” (Figura 80) para acompanhar o momento da partida do gerador.

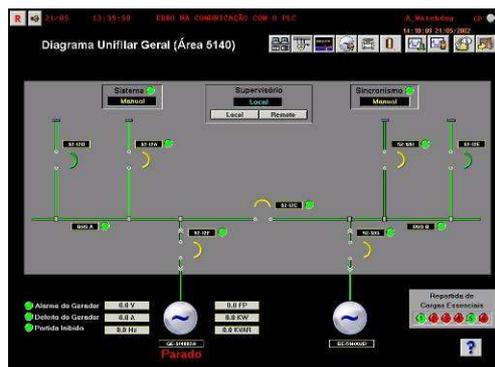


Figura 80 – Tela de acompanhamento

Em seguida é selecionado o disjuntor correspondente ao MG que está sendo ligado e também é selecionado o disjuntor para o acionamento do sincronismo manual (Figura 81).

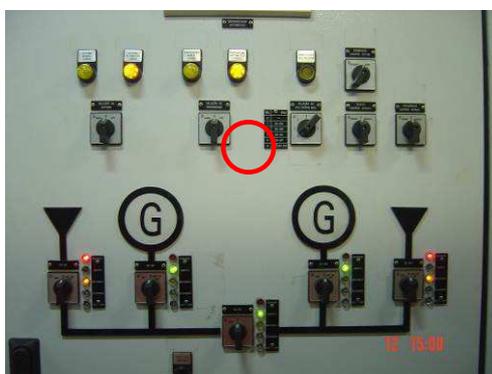


Figura 81 – Seleção do disjuntor

Para o ajuste de fase, há *leds* formando um círculo, chamado de sincronoscópio (Figura 82), que vão piscando em sentido horário. Quando as duas senóides ficam defasadas de 0° , um botão logo abaixo começa a piscar indicando que o sincronismo pode ser realizado. O operador deve apertá-lo e, desta forma, realizar o sincronismo manualmente. Este sincronismo é dito em malha aberta, pois foi o operador que deu a informação ao sistema de quando as duas senóides estavam em fase.



Figura 82 – Sincronismo manual

O operador fecha então o disjuntor e, assim, colocou o moto gerador na barra.

Há um transiente de 10 a 15 minutos, ou seja, leva esse tempo para o MG estabilizar na barra. Logo após, o operador preenche na ficha de acompanhamento alguns valores do sinóptico (Figura 83) e do painel do motor (Figura 59, anteriormente citada). O operador leva cerca de 15 a 20 minutos fazendo a anotação dos

recomendação é feita em função da necessidade de consulta a documentos técnicos como plantas, normas e procedimentos, além do uso de computadores portáteis para testes de painéis. Sugere-se a utilização do modelo existente nas salas do TGCP com tampo de fórmica e estruturas de madeira com as dimensões de 1,00 m x 0,70 m e 0,8 m de altura (Figura 86).

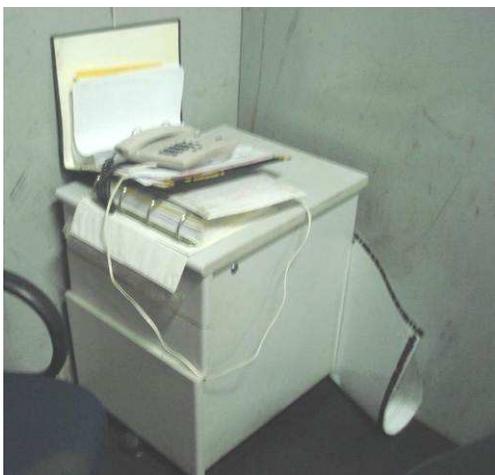


Figura 85 – Situação atual

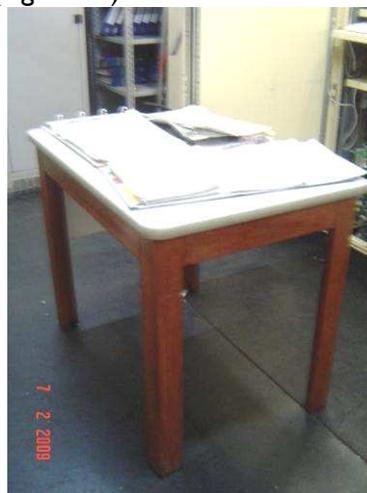


Figura 86 – Proposta

RECOMENDAÇÕES PARA PROJETO E MONTAGEM

- i. Recomenda-se a existência de uma mesa, uma bancada ou um apoio dentro da sala de painéis do gerador, mesmo que este seja desmontável, a fim de não configurar um espaço habitado. Esta recomendação é feita em função da necessidade de consulta a documentos técnicos como plantas, normas, e procedimentos, além do uso de computadores portáteis para testes de painéis.
- ii. Prever iluminação próxima aos locais de leitura de dados e aos instrumentos de medição, evitando a utilização de lanternas portáteis.
- iii. Recomendações gerais para projeto das salas de painéis elétricos em geral se encontram na RT (Recomendações Técnicas) de Salas de Painéis Elétricos.

falta de um local apropriado para consultas à documentos e apoio de computadores portáteis utilizados durante as manutenções rotineiras.

ANEXO D

EXEMPLO DE UM DOS CAPÍTULOS DO CADERNO DE
RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS – RT

Gerador de Emergência

O gerador de emergência é o equipamento responsável por manter o abastecimento de energia para os sistemas essenciais da plataforma em casos de falhas ou interrupções na distribuição principal, ou seja, com os turbogeradores inoperantes.

No gerador de emergência atuam os operadores da equipe de facilidades e manutenção. No geral, há pelo menos um gerador de emergência em cada plataforma, podendo existir um gerador de emergência reserva ou um gerador auxiliar, dependendo da opção adotada em cada plataforma.

O gerador de emergência é acionado através de painéis de controle ou de forma automática em caso de emergência. Os painéis geralmente ficam em uma sala separada porém próxima ao gerador, protegida do ruído e do calor gerado pelo MG (moto-gerador).

Em períodos de funcionamento normal dos turbogeradores, as tarefas principais dos operadores se resumem à partida semanal dos geradores de emergência a fim de mantê-los em boa condição de funcionamento.

As principais inter-relações do operador responsável por esta área se dão com:

- Os operadores responsáveis pelos turbogeradores.
- As equipes da sala de controle, em especial com a equipe de facilidades.
- As equipes de manutenção elétrica e mecânica.

Configurações típicas de uso

- Rotina de inspeções mecânicas – Nesta rotina o operador necessita verificar vários subsistemas localizados dentro da sala do gerador de emergência, como o sistema de ar comprimido e o sistema de diesel, necessitando para tal se apoiar sobre equipamentos por falta de acesso e assumir muitas vezes posturas inadequadas, conforme pode ser observado na Figura 87 e na Figura 88.



Figura 87 – Alinhamento do ar



Figura 88 – Alinhamento do diesel

- Rotina de inspeções elétricas – A inspeção elétrica ocorre dentro da sala de painéis do gerador de emergência e visa a verificar os fatores essenciais e a diagnosticar a existência de problemas no sistema elétrico. Os principais fatores verificados são a carga existente nas baterias para partida, a pressão de ar de partida disponível, o nível

de combustível nos tanques e se a válvula de liberação do combustível está liberada. Caso um desses fatores esteja indisponível é providenciado o seu reparo. A atividade consiste em acionar botões nos painéis *touchscreen* (Figura 89 e Figura 90).



Figura 89 – Leitura de dados



Figura 90 – Carregador de baterias

- Partida do gerador de emergência – Esta é uma manutenção preventiva realizada no gerador a fim de checar o seu funcionamento e garantir sua operação em caso de emergência, eliminando possíveis problemas. A realização desta atividade gera coleta de dados no sinóptico apresentado nos painéis (Figura 91). Também requer a permanência do operador dentro da sala do gerador, enquanto este permanece em funcionamento, o que expõe o operador a calor e ruído gerados pelo equipamento, principalmente durante a tomada de dados, conforme pode ser observado na Figura 92.



Figura 91 – Coleta de dados no sinóptico



Figura 92 – Leitura dos parâmetros do MG

- Drenagem do tanque de diesel – O diesel recebido nas plataformas passa por um sistema de filtros e centrífugas a fim de remover partículas sólidas que acarretam problemas aos geradores. Porém, mesmo com o processo de tratamento existente, o diesel ainda pode conter partículas ao chegar aos tanques de armazenagem dos geradores, demandando a drenagem frequente dos condensados depositados no fundo do tanque. A drenagem do tanque consiste em abrir a válvula que fica na base do tanque e mantê-la aberta durante cerca de dois minutos.

Condicionantes e variáveis de projeto

- Acesso ao tanque de diesel – O acesso à válvula de dreno do tanque de diesel define os deslocamentos, as posturas assumidas pelos operadores na operação de drenagem do tanque de diesel e as ações que precisam ser feitas na operação de drenagem do tanque.
- Acesso aos pontos de verificação – A falta de projetos adequados para acesso aos pontos de verificação ocasiona deslocamentos por cima de tubulações ou equipamentos.
- Sistema de ventilação da sala do gerador – A ausência ou inadequação do sistema de ventilação pode acarretar desconforto térmico nas atividades realizadas durante o funcionamento do gerador.
- Iluminação próxima aos pontos de leitura de dados – Um sistema de iluminação insuficiente próximo aos pontos de leitura de dados de dentro da sala do gerador, tais como a leitura do nível de ar de partida, pode dificultar ou até mesmo impedir a leitura dos mesmos.

Normas e regulamentações de referência

ABS – American Bureau of Shipping

Guidance Notes for the Application of Ergonomics to Marine Systems. 2003.

Seção 13: Application of Ergonomics to Design.

ASTM – American Society for Testing and Materials

F 1166-07 – Standard Practice for Human Engineering Design for Marine Systems, Equipment, and Facilities.

Seção 10: Workplace Arrangements

Seção 11: Access Aids: Stairs, Handrails, Railings, Vertical Ladders, Ramps, Doors, Lightening Holes, Hatches, Kick-Out Panels, Passageways and Walkways, and Work Platforms

Seção 17: Maintenance

MTE – Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho

NR 12 – Máquinas e Equipamentos

NR 17 – Ergonomia

PETROBRAS

→ Normas:

N-2079 – Safety Criteria for Ventilation and Air Conditioning Design for *Offshore* Units

→ Especificações Técnicas:

ET-3000.00-I300-94I-PCI-001 – Critérios Gerais para Arranjo de Unidades de Produção

Recomendações

Sala dos geradores de emergência

- Localizar o tanque de diesel o mais próximo possível do MG, de preferência no mesmo nível, evitando posicioná-lo em mezaninos. Em casos onde for necessária a utilização de mezaninos para o tanque de diesel, recomenda-se a utilização de escadas com inclinação inferior a 50° facilitando deslocamento do operador, principalmente em situações de emergência.
- Localizar a válvula de dreno do tanque de diesel no mesmo piso do MG facilitando o seu manuseio para a remoção dos sedimentos sólidos acumulados no fundo do tanque. Sugere-se válvulas do tipo *self-close* / auto-fechante.
- Projetar os tanques de diesel com base cônica e o ponto de saída do diesel posicionado acima da sua base, evitando envio de sedimentos para o moto gerador.
- Prever escada ou patamar de acesso próximo aos locais onde ocorrem inspeções do sistema de partida do MG, evitando que o operador pise no corpo do equipamento assumindo posturas inadequadas e danificando-os.
- Prever um sistema de ventilação adequado para a sala do gerador de emergência, evitando danos a equipamentos e mantendo uma temperatura adequada na sala durante o funcionamento do gerador.
- Prever iluminação próxima aos locais de leitura de dados e aos instrumentos de medição, evitando a utilização de lanternas portáteis.

Sala de painéis de controle do MG

- Prever iluminação adequada para visualização dos displays de painéis e instrumentos de medição, assim como projeto de posicionamento das luminárias na sala de painéis que não gere ofuscamento nos displays. Caso o layout não favoreça o projeto de iluminação, sugere-se a utilização de luminária com haletas parabólicas.
- Prever a existência de uma mesa, uma bancada ou um apoio dentro da sala de painéis do gerador, mesmo que seja desmontável, a fim de não configurar um espaço habitado. Esta recomendação é feita em função da necessidade de consulta a documentos técnicos como plantas, normas e procedimentos, além da necessidade de utilização de computadores portáteis para testes de painéis.

ANEXO E

EXEMPLO DE QUESTIONÁRIO UTILIZADO NAS PLATAFORMAS VISITADAS

TURBO GERADOR	
PERGUNTA	RESPOSTA
Quantos turbogeradores têm na plataforma?	
Qual é o fabricante e modelo?	
Existe alguma porta de acesso ao <i>plenum</i> ?	
Como ocorre a troca de filtros das bombas de diesel?	
Ela ocorre com que frequência?	
Os TGs funcionam à diesel mesmo quando a plataforma está em operação (para economia de gás)?	
Como é o acesso ao <i>struts</i> (descarga) do TG? Existe alguma porta que ligue a parte externa do <i>hood</i> ao <i>struts</i> ?	
Os diferentes TGs podem ser acionados de uma mesma sala (TGCP)? Seus comandos são compartilhados?	
Existe mesa e cadeira dentro da sala TGCP?	
Segundo os funcionários, seria ou é importante tê-la?	
Onde fica o ponto de abastecimento de sabão (cartrox) e água estilada para a lavagem do TG?	
Onde fica o ponto de coleta de amostra de água suja do TG (que é coletada após da lavagem)?	
Este ponto de coleta tem bom acesso?? Dá para o operador acessá-lo sem precisar agachar-se?	
Como é feito o abastecimento da unidade de lubrificação da GG (Geradora de Gás) do TG?	
O operador entra em contato com o óleo sintético (cancerígeno) durante o abastecimento?	
Como é o acesso à instrumentação que fica abaixo da turbina (no hood)?	
A altura abaixo da turbina é suficiente para que um operador faça manutenção nos instrumentos?	
Outras informações:	