

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**INTERAÇÃO ENTRE ERGONOMIA E PROJETO: O TRABALHO DO OPERADOR
DE DESCOQUEAMENTO EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO**

Daniela da Silva Rodrigues

**SÃO CARLOS - SP
2012**

**INTERAÇÃO ENTRE ERGONOMIA E PROJETO: O TRABALHO DO OPERADOR
DE DESCOQUEAMENTO EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**INTERAÇÃO ENTRE ERGONOMIA E PROJETO: O TRABALHO DO OPERADOR
DE DESCOQUEAMENTO EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO**

Daniela da Silva Rodrigues

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte do requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. João Alberto Camarotto

**SÃO CARLOS - SP
2012**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

R696ie Rodrigues, Daniela da Silva.
Interação entre ergonomia e projeto : o trabalho do
operador de descoqueamento em uma refinaria de petróleo /
Daniela da Silva Rodrigues. -- São Carlos : UFSCar, 2012.
115 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2012.

1. Ergonomia. 2. Construção social. 3. Análise
ergonômica do trabalho. 4. Petróleo - refinarias. I. Título.

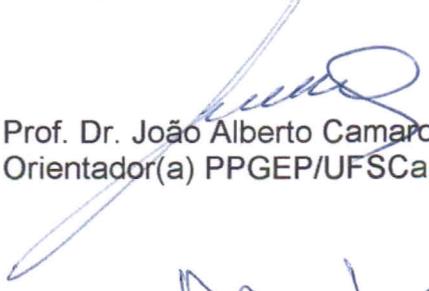
CDD: 658.542 (20ª)

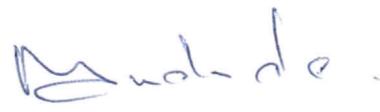


FOLHA DE APROVAÇÃO

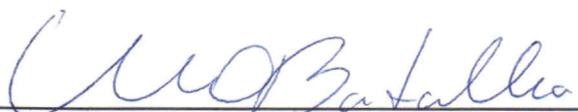
Aluno(a): Daniela da Silva Rodrigues

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 27/09/2012 PELA
COMISSÃO JULGADORA:


Prof. Dr. João Alberto Camarotto
Orientador(a) PPGE/UFSCar


Prof. Dr. Rodolfo Andrade Gouveia Vilela
FSP/USP


Prof^a Dr^a Andréa Regina Martins Fontes
DEP/UFSCar/Sorocaba


Prof. Dr. Mário Otávio Batalha
Coordenador do PPGE/UFSCar

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, fonte de todas as coisas, que me deu força, perseverança e me permitiu chegar até aqui.

À minha família, minha mãe Eli e meu pai Isael, por acreditarem e me apoiarem nas minhas escolhas em todos os momentos, incondicionalmente. Em especial à minha avó Cyrilla que em todos esses anos torceu por mim.

Ao meu amado Carlos Eduardo, pela compreensão e paciência nos momentos mais difíceis e que me mostrou que a distância é um mero detalhe quando existe amor.

Ao professor e orientador João Alberto Camarotto pelos ricos ensinamentos e disponibilidade em todas as horas que precisei. Muito obrigada!

Aos professores do SimuCAD e Ergo&Ação: Menegon, Camarotto e Mian pela oportunidade de me despertar para a Ergonomia. E a todos os colegas do grupo de pesquisa.

Ao Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar, especificamente ao PPGEP. Agradeço ao Robson, Raquel e mais recentemente à Karina pela atenção.

Aos professores presentes em minha banca: Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela, que aprendi a admirar pela sabedoria, competência e pela humildade com que sempre tratou a todos, mas também pela grande contribuição para o meu trabalho; Agradeço também à Prof.^a Andréa Regina Martins Fontes, pela imensurável contribuição neste trabalho, pela amizade, por participar da minha formação em ergonomia, pelos ensinamentos e pelas inúmeras reflexões nas estradas de Santos, sem a qual não teria conseguido.

Aos melhores amigos que fizeram parte dessa trajetória: Daniel Cruz, Ana Bruno, Luiz Tonin, Aline Franceschini, Daniel Braatz, Silvana Salomão, Michel Silvério, Juliana Sá, Clariana Ruy Speretta, Janaina Baldissera, Mirela Figueiredo, Syrilla Morales de Menezes, Marcos de Oliveira Junior.

E aos amigos distantes, mas que de alguma forma estiveram presentes: Elaine da Silveira Leite, Fábio Moraes, Carolina Mariano, Raquel Saccon.

À minha amiga-irmã Jennifer Tahan, que esteve comigo em todos os momentos, apoiando, incentivando, sempre presente nas alegrias e nas dificuldades oferecendo um ombro amigo. Obrigada flor!

Aos colegas de trabalho da equipe de campo da refinaria que auxiliaram nesse processo.

Aos queridos amigos do CEREST de Piracicaba pela compreensão nessa reta final: Clarice Bragantini, Mara Takahashi, Ecléa Bravo, Tatiana Mendes e a todos os demais colegas. Em especial à Mara pela oportunidade de um novo despertar para minha atuação profissional.

À Cristina pela revisão e disponibilidade.

Enfim, aos profissionais da refinaria pela atenção, em especial ao engenheiro Carlos Alberto Cáceres e ao enfermeiro Sérgio Renato Pacheco Albero.

RESUMO

Este trabalho, desenvolvido a partir de uma parceria entre o grupo de pesquisa em ergonomia Ergo&Ação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e uma refinaria de petróleo, localizada no estado de São Paulo, Brasil, apresenta como foco a interlocução entre a ergonomia e projeto diante da situação de trabalho do operador de descoqueamento. A origem dessa demanda está relacionada à ocorrência de acidentes de trabalho na unidade de coque da refinaria, especificamente na operação de descoqueamento. Visando contribuir para a compreensão dos fatores condicionantes e determinantes e os mecanismos de funcionamento dessa operação, buscou-se sistematizar as ações dos operadores e utilizar a percepção destes no desenvolvimento do processo de projeto. Os pressupostos teóricos foram pautados no processo social de projeto, no método da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), alinhado às diretrizes e padrões corporativos de Saúde, Meio Ambiente e Segurança (SMS) da refinaria e na Abordagem da Atividade Futura (AAF). Os resultados apontam duas racionalidades distintas que orientam os projetistas da refinaria no desenvolvimento dos processos de projetos de concepção da empresa. A interação entre ergonomia e projeto nos projetos de concepção favoreceu a construção coletiva, possibilitando que a ergonomia trabalhasse como um membro integrador dos conflitos de valores, representando os diferentes atores nesse processo.

Palavras-chave: Ergonomia. Construção coletiva de projeto. Análise ergonômica do trabalho. Refinaria de petróleo.

ABSTRACT

This work, developed by a partnership between Ergo&Ação ergonomic group from the Federal University of Sao Carlos and an oil refinery from the state of Sao Paulo, Brazil, has as its primary focus the dialogue between ergonomics and design in the face of a decoking operator work situation. The origin of this demand is related to the occurrence of accidents that happened in the coking unit of the refinery, specifically during the decoking operation. To contribute to the understanding of the determinants and conditioning factors and the mechanisms of this operation, we attempted to systematize the actions of the operators and use their perceptions in the development of the design process. The theoretical background for this work was based on the social process of design, on the Ergonomic Workplace Analysis method (EWA), that is aligned with the corporative guidelines and standards of Health, Safety and Environment of the refinery, and on the Future Activity Approach. The results show two distinct rationales that guide designers of the refinery in the development of conceptual design processes of the company. The interaction between ergonomics and design in the conceptual designs favored the collective construction, enabling ergonomics to act as a member that integrates the conflict of values, representing the various actors in this process.

Key words: Ergonomics. Collective construction design. Ergonomic work analysis. Oil refinery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A articulação entre as abordagens descendentes e ascendentes	15
Figura 2 - Desenvolvimento de projeto com e sem a participação da ergonomia.....	19
Figura 3 - Fluxograma do processo de refino de nível 1	24
Figura 4 - Fluxograma do processo de refino de nível 2	24
Figura 5 - Fluxograma do processo de refino de nível 3	25
Figura 6 - Fluxograma do processo de refino de nível 4	26
Figura 7 - Cruzamento das disciplinas preconizando um conceito interdisciplinar da Ergonomia	33
Figura 8 - Condições e consequências do trabalho.....	36
Figura 9 - Simulação de atividade futura utilizando programa computacional Jack da UGS-Siemens.....	45
Figura 10 - Método da Análise Ergonômica do trabalho	51
Figura 11 - Operador de campo e operador da unidade	64
Figura 12 - Operador da terceirizada	64
Figura 13 - Abertura do topo do reator	65
Figura 14 - Painel eletrônico de controle.....	66
Figura 15 - Visão do operador de campo ao operar o painel.....	66
Figura 16 - Troca de ferramenta para corte	67
Figura 17 - Fechamento do reator.....	68
Figura 18 - Cabine de referência A	70
Figura 19 - Painel da cabine	71
Figura 20 - Rota de Fuga	71
Figura 21 - Cabine de referência B.....	72
Figura 22 - Visualização da haste.....	72
Figura 23 - Restrição do espaço de trabalho.....	73
Figura 24 - Ciclo de Vida do Projeto e Processo.....	83
Figura 25 - Influência e Investimento X Fases do Projeto	84
Figura 26 - Lógica ascendente e descende no processo de projeto	86
Figura 27 - Planta do Sexto Andar	88
Figura 28 - Espaço de trabalho para a bancada.	90
Figura 29 - Zonas de alcance	90
Figura 30 - Fluxo de tratamento de anomalias (demandas registradas para intervenção).....	96
Figura 31 - Duas formas de racionalidades operando o trabalho	99
Figura 32 - Diferentes articulações entre abordagens descendentes e ascendentes	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Procedimentos e etapas desenvolvidos na AET da operação de descoqueamento	53
Quadro 2 - Descrição das etapas da tarefa do operador de descoqueamento e os principais procedimentos executados em cada etapa do processo	61
Quadro 3 - Aplicação do instrumento EWA na atividade do operador de campo, do processo de descoqueamento da UCP I.....	74
Quadro 4 - Inadequações presentes na situação de trabalho do processo de descoqueamento da UCP I.....	80
Quadro 5 - Iluminância (em lux) para cada grupo de tarefas visuais	91

LISTA DE ABREVIATURAS

AAF – Abordagem da Atividade Futura

ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AET – Análise Ergonômica do Trabalho

ANP – Agência Nacional do Petróleo

API – American Petroleum Institute

CCI – Central de Controle Integrado

CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidente

DEP – Departamento de Engenharia de Produção

DRT – Delegacias Regionais do Trabalho

EWA – Ergonomics Workplace Analysis

FAI – Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FI – Facilidade e Investimento

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GUT – Gravidade, Urgência e Tendência

IEA – Internaional Ergonomics Association

NR – Normas Regulamentadoras

PI – Indicadores de Pressão

RTA – Relatório de Tratamento de Anomalia

SDCD – Sistema Digital de Controle Distribuído

SELF – Sociedade de Ergonomia de Língua Francesa

SGI – Sistema de Gestão de Investimento

SGM – Sistema de Gestão de Mudanças

SISA – Sistema de Informações do Abastecimento

SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde

UCP – Unidade de Processamento de Coque

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UFCC – Unidade de Fluidizado de Craqueamento Catalítico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	ANTECEDENTES	11
1.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.3	JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS DA PESQUISA	16
1.4	METODOLOGIA DE PESQUISA	18
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	22
2.1	O REFINO DE PETRÓLEO	22
2.1.1	A Unidade de Processo de Coque e os Riscos no Trabalho	27
2.2	ERGONOMIA, SAÚDE E PRODUTIVIDADE.....	31
2.3	ERGONOMIA E PROJETO DE CONCEPÇÃO	40
2.4	A ABORDAGEM DA ATIVIDADE FUTURA (AAF) E SIMULAÇÃO	42
2.5	ERGONOMISTAS E PROJETISTAS: CONSTRUÇÃO DE UM CONHECIMENTO MÚTUO	46
3	ABORDAGEM DA SITUAÇÃO ESTUDADA	50
3.1	ORIGEM DA DEMANDA	55
3.1.1	Caracterização da Demanda do Descoqueamento.....	57
3.1.2	A Unidade de Descoqueamento	58
3.1.3	A Organização do Trabalho.....	58
3.1.4	O Trabalho Prescrito do Operador de Descoqueamento	59
3.1.5	Descrição da Tarefa do Operador de Campo.....	63
3.2	A ANÁLISE DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA	69
3.2.1	A Cabine de Referência A	70
3.2.2	A Cabine de Referência B	72
3.2.3	Síntese da Análise da Tarefa	74
3.2.4	Análise da Atividade e Reformulação da Demanda.....	76
3.2.5	Diagnóstico.....	80
3.2.6	O Processo de Projeto da Refinaria	82
4	PROCESSO DE CONCEPÇÃO DE PROJETO: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	86
4.1	APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO I.....	87
4.2	APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO II	94
4.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	97
4.3.1	Diferentes Paradigmas de Processo de Projeto na Refinaria.....	98
4.3.2	Ergonomia como Articuladora de Conflitos no Processo Social	101
4.3.3	Integração Ergonomia, Projeto e Uso.....	103
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
5.1	CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS OBJETIVOS	105
5.2	LIMITAÇÕES E PESQUISAS POSTERIORES	107
	REFERÊNCIAS	108

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa insere-se no contexto de uma refinaria de petróleo brasileira localizada no estado de São Paulo, durante o primeiro semestre de 2009, fruto de uma parceria entre o grupo de pesquisa em ergonomia ERGO&AÇÃO do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos – DEP/UFSCar e a empresa.

O foco foi verificar como a incorporação da ergonomia da atividade pode influenciar no trabalho do projetista no desenvolvimento do processo do projeto de concepção, que neste caso, relaciona-se à atividade do operador de descoqueamento.

A atividade de trabalho do operador de descoqueamento trata-se da remoção do coque de dentro dos reatores – um tambor de aço com diâmetro de seis a doze metros e com altura de aproximadamente vinte metros – realizada através de uma operação semi-automatizada por um jato de água de alta pressão, que promove a quebra do coque. Os reatores funcionam em pares, pois enquanto um está operando o outro está parado para a realização da limpeza dos resíduos de coque, chamado de coque verde do petróleo.

No ano de 2006, a unidade na qual se desenvolvia essa operação (Unidade de Processamento de Coque I – UCP I) foi elencada pelos operadores e também pela supervisão como um local onde as condições de trabalho consistiam em exposições aos riscos ocupacionais, como físicos, químicos, mecânicos, inerentes a essa atividade de trabalho. Os principais agravantes são a presença de vapores quentes no ambiente durante a abertura manual do reator, além da exposição a substâncias químicas, por exemplo, o benzeno.

A demanda, neste caso, está atrelada a um acidente de trabalho ocorrido no momento em que o operador abria o reator para iniciar o processo de descoqueamento, a alta pressão do jato de água quente atingiu-o, provocando lesões graves e desencadeando o Relatório de Tratamento de Anomalia (RTA), documento de averiguação de acidentes da refinaria.

Esse contexto, assim como outros incidentes, suscitou ações no sentido de promover intervenções ergonômicas nos locais que, inicialmente, foram apontados pelos próprios operadores, supervisores de área, dentre outros. Entretanto, o mapeamento de toda a refinaria contou com a parceria do grupo de pesquisa em ergonomia ERGO&AÇÃO. Destaca-se que a princípio o setor de desenvolvimento de projetos da refinaria procurou responder essas demandas de ergonomia, orientando-se pela sua própria abordagem com relação à construção de projetos e soluções. Em sequência, com a participação do grupo de pesquisa em

ergonomia ERGO&AÇÃO, tanto na priorização das demandas quanto no desenvolvimento de projetos e apresentação de intervenções, buscou-se incorporar a ergonomia da atividade no processo de concepção do projeto.

De modo geral, a participação da ergonomia em processos de projeto em refinarias vem ocorrendo através do desenvolvimento de projetos de inovações tecnológicas, necessidade de construções de novas unidades dentro das refinarias, dentre outros. Entretanto, culturalmente os ergonomistas são solicitados no momento em que as etapas de projetos já estão avançadas e com as estruturas bem detalhadas (etapa de construção/execução), fatores que dificultam as suas contribuições.

Destaca-se que a ergonomia tem a função de trazer a visão da atividade dos operadores para a mesa de discussão e promover negociações no sentido de garantir melhores condições de trabalho a esses operadores. No entanto, com a sua introdução tardia nos processos de projeto, a participação dos ergonomistas restringe-se às inadequações de uso (DUARTE, 2002a), quando a situação já foi modificada e a solução implantada.

Assim, parte-se do pressuposto de que o projeto é uma construção social que possibilita a confrontação dos diferentes pontos de vista dos atores no desenvolvimento do projeto, cada um com seus saberes e especialidades, no intuito de favorecer um ambiente de trocas e de conhecimento coletivo.

No âmbito da refinaria em questão, normalmente se priorizam informações técnicas, resultando no baixo envolvimento das representações dos operadores ou usuários e demais atores, desconsiderando-se os constrangimentos presentes na situação de trabalho, suas particularidades, sobrecargas e variabilidades.

Dentre os projetos de espaços e/ou situações de trabalho desenvolvidos pela refinaria, este estudo aborda o processo de projeto referente à demanda do operador de descoqueamento, por se tratar de um local, conforme já mencionado, com potenciais de riscos à saúde e à segurança do operador.

Nesse sentido, a descrição sobre o estudo da atividade do operador de descoqueamento pretendeu caracterizar essa operação, identificar os fatores de riscos aos quais os operadores estão submetidos durante a operação e discutir com os projetistas como tais constrangimentos presentes na atividade podem ser minimizados a partir da elaboração do projeto e do desenvolvimento de soluções.

A fim de compreender o trabalho do operador de descoqueamento, utilizou-se o método da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), visando entender a atividade através de observações *in loco* com registros fotográficos e filmagens das situações, além de entrevistas

semi-estruturas com os operadores, a fim de obter informações sobre a execução de sua tarefa e sua percepção de sobrecargas na atividade. Além disso, as consultas às normas e às prescrições vinculadas a essa tarefa, o levantamento do ambiente de produção, organização do trabalho e entrevistas com os supervisores são importantes para compreender o processo produtivo, mas também entrevistas com os projetistas visando o entendimento do desenvolvimento do processo de projeto.

Por outro lado, para responder às demandas da operação de descoqueamento dos atores envolvidos no projeto de concepção, destaca-se a necessidade de buscar por situações semelhantes de trabalho, referenciais para a elaboração do projeto, de modo a auxiliar na identificação de limites e critérios para a concepção.

Em projetos de concepção, uma das abordagens utilizadas é a Abordagem da Atividade Futura - AAF (DANIELLOU, 2002b), que visa identificar situações de referência com características próximas à da situação estudada, bem como verificar possíveis variabilidades e sobrecargas e antecipar os problemas operacionais. A escolha da situação de referência, neste caso, orientou-se pela proximidade e semelhança da operação, por isso a refinaria elencada apresentava dois tipos de projetos implantados na operação de descoqueamento.

Por fim, com as informações colhidas, tanto com a análise do trabalho do operador de descoqueamento quanto com a aplicação AAF, tem-se a finalidade de discutir dois métodos de desenvolvimento de projeto de concepção dentro das refinarias: a) sem a incorporação da ergonomia e b) com a participação da ergonomia.

Diante desse cenário, a ênfase está na articulação das necessidades, tanto dos operadores ou usuários quanto dos projetistas, envolvidas na concepção dos espaços de trabalho, com o objetivo de verificar como a introdução do ergonomista como um ator social pode influenciar no processo de concepção de projeto, utilizando-se da ergonomia da atividade.

1.1 Antecedentes

A Indústria de Petróleo Brasileira, criada na década de 50¹, é composta por um sistema complexo de instalações, compreendendo várias etapas em seu processo produtivo: exploração, perfuração, produção, refino, armazenamento, transporte e distribuição.

¹ Em outubro de 1953 criou-se a Petrobras (Petróleo Brasileiro S.A.) e instituiu-se o monopólio estatal do petróleo no Brasil. Fonte: Agência Nacional do Petróleo.

No tocante às indústrias de refino, estas são compostas por um conjunto de fábricas que transformam o petróleo bruto em uma variedade de derivados do produto, como gasolina automotiva, gasolina de avião, óleo diesel, gás de cozinha, gás natural, coque, nafta petroquímica, dentre outros (FERREIRA e IGUTI, 2003, p.16).

Tal indústria apresenta grande relevância no contexto econômico em seus diversos segmentos e, no que diz respeito ao processo de refino, de acordo com o Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, desenvolvido pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) em 2011, o país ocupava posição de destaque, com grande capacidade de refino – 2,1 bilhões de barris/dia ou 2,3% da capacidade mundial.

As refinarias de petróleo brasileiras estão distribuídas em todo território nacional, suas quatorze unidades juntas apresentaram no ano passado a maior produção de petróleo e gás natural da história do país, com, aproximadamente, 768 milhões de barris de petróleo e 24 bilhões de metros cúbicos de gás natural (ANP, 2011).

Segundo a ANP (2011), a refinaria em estudo representa atualmente 8% da produção de derivados de petróleo no Brasil, com a capacidade de processar até 170 mil barris de óleo por dia. Em plena expansão, iniciará a construção de três novas unidades produtivas.

Todo esse cenário implica em alterações significativas, tanto no ambiente como na organização de trabalho da refinaria, distribuídas entre as categorias de operação (unidade de processo), equipe administrativa (técnicos, auxiliares em administração, em contabilidade e computação), equipes de laboratório e de segurança industrial, além de engenheiros, profissionais da saúde, dentre outros.

A atual configuração do mundo do trabalho reflete diretamente sobre os trabalhadores das refinarias, também chamados de operadores ou petroleiros, a intensificação e precarização das condições laborais, impactando não somente nos processos de produção e na saúde dos trabalhadores, mas, também, nos aspectos organizacionais do trabalho e na forma em que estão estruturados.

As mudanças no processo produtivo ocorrem sob a influência de transformações na organização industrial e, no contexto das refinarias, difundem-se, principalmente, pelo fenômeno da reestruturação produtiva e flexibilização baseada na reengenharia (ANTUNES, 2010), culminando em implantação de inovações tecnológicas e organizacionais.

Nesse sentido, o novo rearranjo nessas indústrias incorpora a um ambiente de trabalho, já caracterizado por Ferreira e Iguti (2003) como complexo, contínuo, de caráter

coletivo e perigoso, aspectos de gestão relevantes e que estabelecem condições de trabalho diversas e de diferentes exigências aos operadores. Destaca-se que a presença de penosidades e de risco de acidentes é uma constante, visto que as atividades dos petroleiros são bastante complexas e perigosas.

Por se tratar de uma indústria de processo contínuo, com unidade de processo em sistema fechado, ocorre uma desconexão de ritmo de trabalho e ritmo de produção, o que implica, de acordo com Araújo (2001), aproximar a produção real da capacidade das máquinas e equipamentos, e, paralelamente, fazer funcionar ininterruptamente o processo, reduzindo as paradas para manutenção.

Assim, as tarefas dos operadores estão vinculadas ao processo (monitorar e controlar equipamentos) e são estabelecidas a partir da integração que este realiza diante das exigências técnicas e organizacionais presentes nas situações de trabalho específicas.

Essas influências sobre o trabalho dos operadores da refinaria refletem diretamente na prática dos ergonomistas, uma vez que, ao serem inseridos na empresa, terão de responder às questões relacionadas tanto à saúde e à segurança dos trabalhadores, quanto aos aspectos de produtividade.

Nessa perspectiva, as intervenções realizadas em refinarias de petróleo brasileiras envolvendo a ergonomia apresentam como principal objetivo o estudo da modernização tecnológica dentro dessas indústrias (DUARTE, 1994; FIGUEIREDO et al., 2007; DUARTE, et al. 2010); a identificação de variabilidades, a antecipação aos funcionamentos do processo e a dimensão coletiva do trabalho (DUARTE, 1994; ARAÚJO, 2001). Entretanto, a sua inserção, considerando esse contexto, vem ocorrendo progressivamente, como mostram os estudos realizados por Lima (1999), Duarte (2000), Fontes et al. (2008), Bittencourt, Carvalho e Duarte (2010).

Além disso, a ergonomia vem se incluindo nos processos de concepções nas refinarias em projetos de novas instalações de dispositivos técnicos, visando melhores condições de trabalho (BRAATZ, 2009). O viés da ergonomia de concepção permite, de acordo com Duarte (2002a, p.13), a busca do conhecimento da realidade de trabalho como uma estratégia para antecipar os problemas futuros passíveis de surgirem na operação, quando as necessidades dos diversos especialistas não são inseridas desde as etapas iniciais do projeto a ser concebido, enquanto existem margens de manobras para a criação de novas soluções.

1.2 Caracterização do Problema

No ano de 2009, as indústrias de refino brasileiras receberam a diretriz do corporativo da empresa que dispõe sobre a introdução da ergonomia de concepção em todas as áreas da refinaria. A partir desse momento, surgiu uma nova perspectiva de ações e procedimentos para incorporar a ergonomia em projetos a serem concebidos, como em projetos de desenvolvimento tecnológico, visando à realização de estudos ergonômicos de novas unidades produtivas, de modernizações tecnológicas, dos sistemas operacionais e de empreendimentos futuros.

Na visão de Duarte (2002a, p. 15) nas indústrias de processos contínuos (ICP), como as refinarias, os projetos são de construções complexas e de grande diversidade, o que dificulta a descrição a partir de um modelo ou método único de projeto. Em projetos industriais, destaca-se uma característica tradicional que é a separação entre a concepção (estudos preliminares) e a execução (situações já definidas), que reflete diretamente na decisão de quais atores irão participar das etapas do projeto e em que momento cada um deles será solicitado. Nesse processo de desenvolvimento de projetos vários são os problemas de concepção, conforme cita Duarte (2002a, p. 13):

- a) Problemas de saúde e fadiga decorrentes da inadequação dos meios de trabalho à atividade;
- b) Riscos de acidentes relacionados a dificuldades de representação do estado real das instalações, sobretudo durante os períodos de operação;
- c) Insuficiência de formação dos membros das equipes de operação;
- d) Disfuncionamentos quando da partida das instalações e longo tempo até a estabilização do funcionamento do processo, dentre outros.

Normalmente, na abordagem tradicional, caracterizada como descendente ou *top-down*, os projetistas supõem que sua representação do ambiente é idêntica à daqueles que vão operar o sistema de produção. A não consideração da lógica de utilização reforça as dificuldades de adaptação e aumenta o risco de acidentes e de incidentes de trabalho. Além disso, muito poucas indicações são fornecidas sobre as características pretendidas em torno da organização do trabalho, não se consideram as exigências do trabalho futuro e as restrições às quais estarão submetidos os futuros operadores. (DUARTE, 2002a, p.17). Para Maline (1994), nessa abordagem o trabalho é considerado variável de ajuste e não variável de ação.

Destaca-se, contudo, que para a ergonomia é de suma importância considerar os operadores dentro das situações de projeto. Para tanto, outra perspectiva, a abordagem ascendente ou *botton-up* considera a necessidade de incorporar características da atividade de trabalho desde as etapas iniciais do projeto, bem como possibilita esclarecer as escolhas a serem feitas em relação à concepção dos sistemas técnicos e dos postos de trabalho. (DUARTE, 2002a, p. 18).

Nesse sentido, a ênfase está na articulação entre necessidades de operadores/usuários e necessidades dos projetistas das diferentes especialidades envolvidas na concepção dos espaços de trabalho, que muitas vezes pode ser conflituosa. Entretanto, não se trata simplesmente de aumentar a quantidade de informação a ser considerada no projeto, mas de integrar as necessidades de usuários e projetistas (DUARTE, et al., 2008a, p.62). A **Figura 1** apresenta a utilização simultânea das duas abordagens.

Figura 1 - A articulação entre as abordagens descendentes e ascendentes



Fonte: Maline (1994).

Esse cenário torna-se incompatível se existir uma prevalência da abordagem descendente entre os projetistas na elaboração de suas especificações de projeto, ou seja, uma manutenção de intervenções tecnicistas que não considera os conhecimentos sobre o funcionamento do homem no trabalho, os determinantes da tarefa e suas implicações. Para Duarte (2002a, p.19) a combinação das abordagens descendentes e ascendentes permite a descrição e compreensão das inter-relações entre os diferentes componentes do projeto, ampliando a capacidade de antecipação e margens de manobra para mudanças nos projetos e

minimizando, ao longo do processo de concepção, as incertezas relacionadas à eficácia do funcionamento do sistema futuro.

Diante dessa realidade, emerge a necessidade de compreender como a abordagem ascendente pode fazer parte do uso de métodos e técnicas dos projetistas, a fim de que as informações da atividade de trabalho possam integrar o conteúdo do projeto a ser concebido. Além disso, emerge também a necessidade de entender como os processos de projeto se rearranjaram com a introdução da ergonomia desde suas fases iniciais, a partir da diretriz de 2009 implantada na refinaria, buscando responder as questões: 1) Como eram os projetos antes e depois da introdução da diretriz de ergonomia de concepção?; 2) Quais são os aspectos favoráveis e desfavoráveis para introduzir o conceito dessa diretriz nos processos de projeto?; e 3) Como desenvolver um conhecimento interdisciplinar considerando os prazos e custos nos processos de projeto?

A ergonomia, nesse contexto, reconhece a existência da complexidade advinda do mundo do trabalho. Para Béguin (2008a, p.73) sua contribuição está em sua capacidade de enriquecer e transformar as representações e os modelos implícitos que os projetistas mobilizam sobre o trabalho e os operadores. Já para Maline (1994) um dos papéis essenciais dos ergonomistas ao longo de um processo de projeto é prover informações técnicas e organizacionais, colocando em evidência as consequências prováveis sobre as futuras condições de realização de trabalho.

Béguin (*op. cit.*) menciona que tanto os projetistas quanto os usuários podem contribuir com a concepção de espaços e/ou situações de trabalho sobre a base de suas próprias competências e de suas diversidades. De certo modo, o papel da ergonomia permite que conflitos entre os atores do processo de projeto ocorram de forma positiva, viabilizando um processo de construção social, onde as lógicas de cada ator tendem a ser questionadas e direcionadas para buscas de soluções, favorecendo, assim, o desenvolvimento do projeto.

1.3 Justificativa e Objetivos da Pesquisa

A refinaria onde se desenvolveu este estudo apresenta um histórico de incorporar as ações ergonômicas quando o processo de projeto encontra-se na etapa de detalhamento e execução/implantação, entretanto, por decisão da empresa, este estudo da demanda do operador de descoqueamento foi realizado com participação do ergonomista e demais atores desde as etapas iniciais de seu desenvolvimento.

Este fato é de suma importância para que as ações dos diversos atores do processo de projeto se tornem efetivas, na medida em que a identificação das condições e dos processos de trabalho são realizadas precocemente, tornando possível a verificação de constrangimentos e inadequações de dispositivos técnicos na situação de trabalho, aspectos relevantes na concepção de novas instalações.

Entre os fatores que influenciam essa relação, destacam-se as dificuldades de disseminação da cultura em ergonomia dentro das refinarias de petróleo, restringindo a demanda de forma institucional, o que dificulta a incorporação dos saberes nas etapas de projeto, em função de prazos, tempo, custos. Contudo, sua participação precoce permite maior efetividade, desmistificando a imagem negativa de sua atuação como campo de conhecimento que não coopera para o andamento de projetos, ou ainda, que busca apenas apontar problemas, colocando dificuldades nos prazos e recursos do projeto, o que reflete também na não realização de um processo de projeto social.

Maline (1994) ressalta que a participação da ergonomia nos projetos deve ocorrer o quanto antes, uma vez que, quanto mais avançado está o desenvolvimento desses, menor é o espaço de manobras para alterações.

Além disso, a interação entre os diferentes atores – ergonomistas, projetistas, operadores, entre outros – nos projetos de concepção dos sistemas produtivos é essencial para alinhar as metas de desempenho destes sistemas às reais características de sua operação – ambiências físicas, restrições operacionais, necessidade de manutenção, acessibilidade, dentre outros (DUARTE, 2002a).

BÉGUIN (2008a) alerta para o fato de que a condição para a aproximação do projeto e uso se sustenta na necessidade de reconhecimento mútuo das contribuições específicas destes diferentes atores e, particularmente, dos usuários finais dos novos dispositivos.

As discussões acerca dessa temática são relevantes na medida em que, dentro do contexto da ergonomia de concepção, o processo de projeto possa ser entendido como um processo cíclico (Béguin, *op. cit.*), no qual as atividades dos projetistas e dos usuários e suas representações e saberes se fundem dinamicamente ao longo das etapas do projeto, e evoluem a partir de um conceito único, a fim de favorecer a aproximação entre projeto e ergonomia.

Nesse sentido, torna-se importante essa participação dos ergonomistas, como menciona Braatz (2009), nos projetos da indústria de petróleo nos primeiros momentos da concepção. Para Béguin (2008a) os futuros dispositivos prescreverão uma atividade correspondente, bem como suas condições de uso.

A importância da ergonomia nesse processo está no fornecimento de conhecimentos sobre o homem no mundo do trabalho, identificando possíveis constrangimentos nas interações entre os dispositivos técnicos e os usuários, além de possibilitar a antecipação de problemas operacionais, visando minimizar as inadequações na situação de trabalho.

Essa estratégia tem finalidade de incorporar ao processo de concepção aspectos do trabalho, as variabilidades que realmente existem nos locais de trabalho de matéria-prima, de máquinas, de produtos ou do ambiente, a diminuição dos riscos de incoerências funcionais, de modo a possibilitar a aproximação entre as especialidades envolvidas na negociação do projeto. Assim, esta pesquisa tem como objetivos:

Geral:

Verificar como a introdução do ergonomista como um ator social do processo de projeto pode influenciar na concepção de espaços de trabalho, à luz da ergonomia da atividade.

Específicos:

- Identificar como os dados advindos da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) são incorporados ao conteúdo do projeto;
- Comparar as abordagens de projeto a partir dos cenários com e sem a participação da ergonomia;
- Avaliar a contribuição/papel da ergonomia em processos de projeto.

1.4 Metodologia de pesquisa

Este trabalho faz parte de uma parceria entre o grupo de pesquisa Ergo&Ação/DEP/UFSCar da Universidade Federal de São Carlos e a refinaria de petróleo onde foi desenvolvida esta pesquisa. O detalhamento dessa parceria será descrito no capítulo 3.

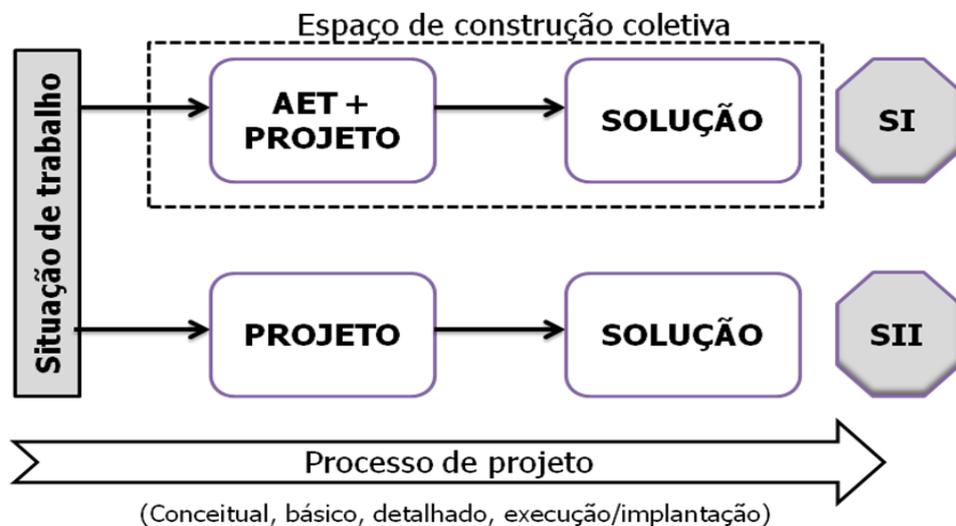
O ponto de partida para o desenvolvimento desta pesquisa foram as observações da situação real de trabalho dos operadores de descoqueamento da refinaria em questão, realizadas no primeiro semestre de 2009. Buscou-se, a princípio, entender as estratégias e enfrentamentos que os operadores adotavam diante de sua situação de trabalho. Para tanto, objetivando compreender a sua atividade e o entendimento da demanda do ponto de vista dos operadores, utilizou-se como método a AET, tal como descrita por Guérin et al. (2001).

Através dessa análise foi possível identificar a necessidade de intervenção nas condições de trabalho, devido aos constrangimentos encontrados nessa situação. Diante disso, com base na Abordagem da Atividade Futura – AAF (DANIELLOU, 2002b), buscou-se situações de referência em outra refinaria, que apresentassem características próximas e possibilitassem contribuir com os projetistas na construção no novo projeto.

As perguntas que se buscou responder foram: *Como as informações advindas da análise da atividade influenciaram os projetistas no desenvolvimento de um projeto de concepção? Como os projetistas incorporaram essas informações nos projetos?*

Para responder a essas questões, utilizou-se o estudo do processo de projeto da situação de trabalho do operador de descoqueamento, de acordo com a **Figura 2** a seguir:

Figura 2 - Desenvolvimento de projeto com e sem a participação da ergonomia



A partir da análise da situação de trabalho, duas situações (SITUAÇÃO I e SITUAÇÃO II) foram propostas para o desenvolvimento do processo de projeto de acordo com as etapas habituais de procedimentos de projetos da refinaria: conceitual, básico, detalhado e execução/implantação.

Assim, os dados da análise ergonômica do trabalho (AET) do operador de descoqueamento e da análise da situação de referência foram sistematizados e as informações discutidas com o projetista do setor de engenharia da refinaria de petróleo, que através de uma construção coletiva e progressiva entre os atores envolvidos no projeto construíram a solução, caracterizando a SITUAÇÃO I.

Em contrapartida, o desenvolvimento do projeto na SITUAÇÃO II segue o modelo tradicional e orienta-se pela sistemática de planejamento e projetos da refinaria. Neste caso, as solicitações para intervenção nas condições de trabalho são feitas pelos operadores que, através de um sistema denominado Sistema de Gestão de Mudanças (SGM), encaminham suas demandas ao setor de engenharia da refinaria. Nesse processo, o operador que solicitou a modificação somente irá saber se o seu pedido foi aceito ou não quando o produto ou a modificação for entregue ou feita. Não há uma elaboração coletiva para compreensão dos diferentes componentes do projeto e o projetista desenvolve uma construção mais técnica, não incorporando ao projeto as diferentes necessidades dos atores, o que gera, *a posteriori*, inadequações de uso. Esses dados foram coletados através de entrevistas com os projetistas. Resumidamente, os estudos das situações de projeto apresentam-se da seguinte maneira:

- a) SITUAÇÃO I: considera a reestruturação da demanda, as análises da tarefa e da atividade do operador de descoqueamento e a situação de referência, bem como a lista de padrões e procedimentos de projetos da refinaria;
- b) SITUAÇÃO II: baseia-se na demanda original da empresa e na lista de padrões e procedimentos de projetos da refinaria.

Os resultados apontaram para a existência de duas visões no processo de desenvolvimento de projeto da refinaria: a abordagem descendente (*top-down*), predominante dentro desse contexto, e a abordagem ascendente (*bottom-up*), que foram exemplificadas nesta pesquisa conforme citados anteriormente: (a) processo de projeto com a participação da ergonomia e b) processo de projeto sem a incorporação da ergonomia.

De acordo com Duarte (2002a, p.18), na abordagem mais técnica, as definições e os objetivos já foram discutidos entre os projetistas, os quais desconhecem e não incorporam a percepção dos trabalhadores sobre a sua atividade de trabalho em etapas iniciais do projeto. Por outro lado, a abordagem ascendente aborda as questões vindas daqueles que

realizam o trabalho *‘pode ajudar a esclarecer as escolhas a serem feitas em relação à concepção dos postos de trabalho’*.

1.5 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos. No **Capítulo I** são apresentados uma breve introdução, contendo uma contextualização do problema, a justificativa, objetivos da pesquisa e o resumo da metodologia utilizada para o desenvolvimento deste estudo. Para compreender a atividade de descoqueamento, utilizou-se o método da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), para auxiliar na compreensão da atividade e Abordagem da Atividade Futura (AAF) e para identificar situações de referência com características análogas às que se está projetando.

No **Capítulo II** são apresentados o cenário da indústria de refino de petróleo, os conceitos de ergonomia e suas diferentes escolas, além dos três campos de atuações ou especialidades. Também consta uma breve apresentação sobre o binômio da ergonomia: saúde e produtividade. No tópico ergonomia e projeto de concepção são discutidos a construção social e conhecimento mútuo dentro de um processo de projeto, com o foco nos atores sociais, visando compreender como realizam suas representações diante da concepção de um artefato. É apresentada a AAF, de modo a auxiliar no estudo da situação de referência.

O **Capítulo III** especifica a metodologia, os procedimentos para coleta de dados como observações da atividade por meio de filmagens, fotografias e entrevistas semi-estruturadas com os operadores de descoqueamento para entender a atividade de trabalho desse operador sob a ótica da AET, com uma descrição sobre a demanda, tarefa e atividade de trabalho, e também dos discursos dos operadores sobre o seu trabalho. Apresenta ainda a análise da situação que serviu de referência para aspectos do projeto.

No **Capítulo IV** são apresentados os resultados da comparação entre as abordagens de projeto diante dos cenários com e sem a participação da ergonomia no desenvolvimento do projeto de concepção vinculado à demanda do operador de descoqueamento locado na Unidade de Coque I da refinaria. Os resultados estão fundamentados na fala dos engenheiros.

O **Capítulo V** finaliza o estudo com uma discussão sobre a participação da ergonomia e os conflitos entre os atores durante o processo de concepção do projeto, mas também apresenta a necessidade de articulações entre as diferentes abordagens, lógicas e representações que participam dessa construção do desenvolvido do projeto.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Este capítulo visa apresentar reflexões sobre questões relacionadas ao desenvolvimento de processo de concepção a partir da interação entre ergonomia e projeto, intermediados pela ergonomia da atividade e pelo conceito de participação coletiva e aprendizagem mútua no que diz respeito ao estabelecimento de um espaço de confrontação e de articulação entre os atores envolvidos no processo, a fim de melhorar as condições reais de trabalho.

Para tanto, pretende-se expor os principais riscos presentes na refinaria de petróleo e as nocividades da tarefa do operador da unidade de coque e como as condições do processo produtivo influenciam direta ou indiretamente nas questões de saúde e trabalho. Além disso, busca-se apresentar brevemente os conceitos e fundamentos da Ergonomia Situada e como estes podem auxiliar na identificação dos problemas e riscos presentes nas condições de trabalho, os quais refletem diretamente nos operadores.

Por fim, apresentam-se autores que buscam estabelecer uma articulação entre os atores sociais nas concepções de projetos a partir de uma reflexão sobre a atividade futura, numa tentativa de flexibilizar a participação mútua, em busca de uma interação social e de saberes dentro desse processo de concepção de projetos.

2.1 O Refino de Petróleo

O petróleo está vinculado, especialmente, aos setores mais produtivos da economia mundial, sendo um dos principais produtos de crescimento de países capitalistas. De acordo com a ANP (2011), entre as maiores indústrias de petróleo do mundo, a indústria petrolífera brasileira ocupa o terceiro lugar e destaca-se pela crescente capacidade de refino. Em fevereiro de 2012 a ANP divulgou que a produção de petróleo no Brasil foi de aproximadamente 2,205 milhões de barris/dia, permanecendo, pelo terceiro mês consecutivo, acima de 2,2 milhões de barris/dia. O aumento foi de aproximadamente 6,9% na produção de petróleo em comparação com o mesmo mês em 2011.

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos composta de diversos tipos de moléculas formadas por átomos de hidrogênio e carbono e, em menor parte, de oxigênio, nitrogênio e enxofre, combinados de forma variável, conferindo características diferenciadas aos diversos tipos de crus encontrados na natureza, que não têm aplicação comercial, sendo o

refino, através de sua destilação, o que permite transformá-lo em derivados para o consumo (ANP, 2011).

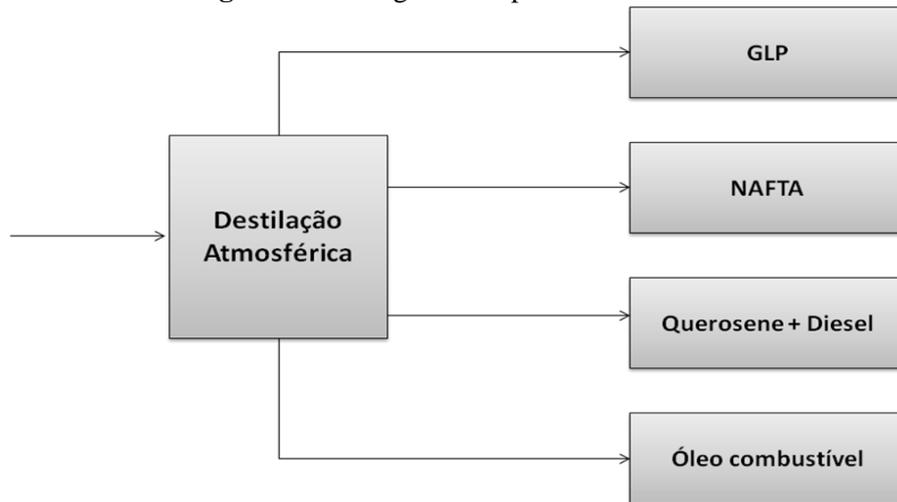
Ainda de acordo com a ANP (*op. cit.*), o refino de petróleo é um conjunto de processos físicos e químicos que objetivam a transformação dessa matéria-prima em derivados, que assumem diversas formas, como gasolina, diesel, gás de cozinha, combustível de aviões, óleos combustíveis e lubrificantes, solventes e parafinas, entre outros produtos, através de processos diferenciados de refinação e tratamento.

Esse processo começa pela destilação atmosférica, onde ocorre o pré-aquecimento do petróleo e o fracionamento do óleo cru a ser processado em toda e qualquer refinaria, resultando como derivados: gás, GLP, nafta, gasolina, querosene, óleo diesel e resíduo atmosférico. Nessa etapa são necessários grandes investimentos em obras e infraestrutura: os oleodutos, os gasodutos, as estações coletoras de petróleo e as instalações de tratamento para separação da água, óleo e gás, além de terminais petrolíferos. O resíduo atmosférico, fração mais pesada obtida no fundo da torre de destilação atmosférica, após novo aquecimento, é submetido a um segundo fracionamento a vácuo, no qual são gerados cortes de gasóleos e um resíduo de vácuo, conhecido como óleo combustível (ANP, 2011).

Assim sendo, petróleos mais leves fornecerão uma maior produção de gasolina, gás e nafta (matéria-prima de petroquímicas usada na fabricação de plásticos), ao passo que os petróleos pesados originam maiores volumes de óleo combustível e coque, como é o caso da refinaria em questão. A seguir (**Figura 3**) são apresentados os fluxogramas de produção no refino de petróleo para exemplificar o processo supracitado, de acordo com a ANP (2011).

O fluxograma a seguir demonstra a primeira etapa empregada nos esquemas de refino de petróleo, a destilação atmosférica, também chamada de destilação direta. Esse processo promove a separação dos derivados leves e médios existentes no petróleo: GLP, nafta, querosene e diesel e óleo combustível, entretanto não apresenta flexibilidade para mudança de produção, a não ser a troca do petróleo, e não atende aos requisitos mais restritos de qualidade dos produtos, o que é feito apenas com a seleção mais criteriosa da matéria-prima.

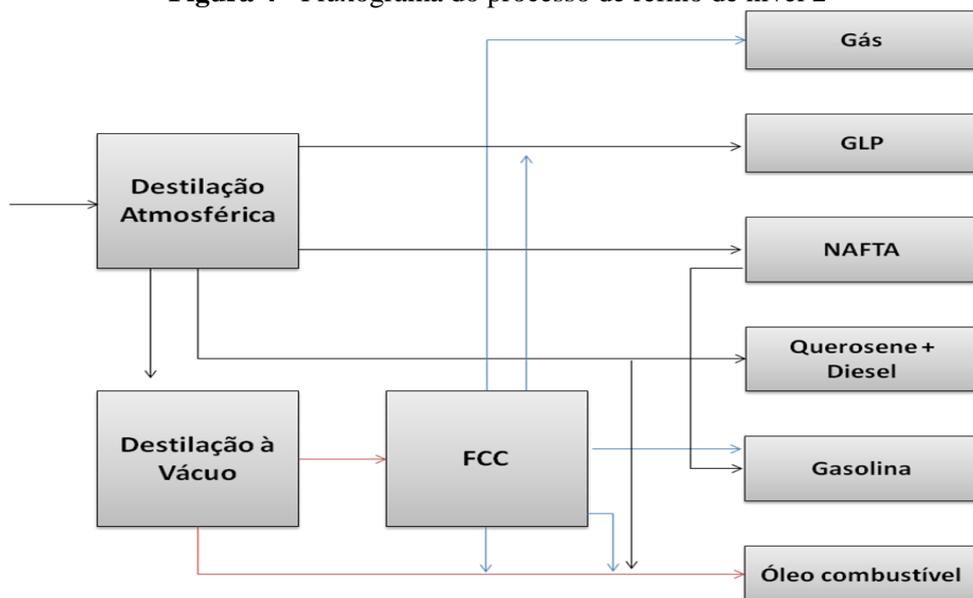
Figura 3 - Fluxograma do processo de refino de nível 1



Fonte: Documento interno da empresa.

Em comparação ao esquema anterior, este fluxograma (**Figura 4**) apresenta uma configuração mais avançada, com a introdução da destilação a vácuo, processo este que possibilita produzir cortes de gasóleo que alimentam o processo de Craqueamento Catalítico Fluido (FCC). Neste último, dois produtos nobres são gerados: o GLP e a gasolina, sendo esta de qualidade intrínseca superior à obtida na destilação direta. Trata-se de um processo de refino mais flexível, mas pode apresentar dificuldades para enquadramento de produtos em especificações mais rigorosas.

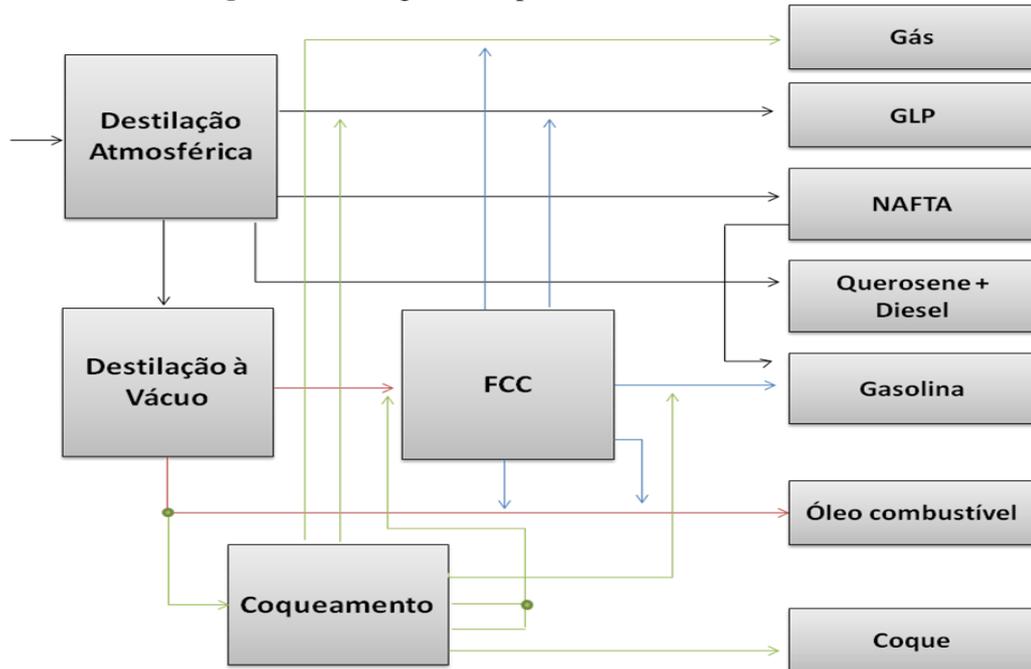
Figura 4 - Fluxograma do processo de refino de nível 2



Fonte: Documento interno da empresa.

O esquema de produção apresentado a seguir é mais flexível (**Figura 5**), por incorporar em relação ao processo anterior o coqueamento, que transforma uma fração de menor valor (resíduo de vácuo) em produtos mais nobres: GLP, gasolina, nafta e óleo diesel. A fração geradora de óleo diesel está incorporada à carga do FCC. Nessa configuração ocorre a geração de coque, produto menos nobre do fracionamento do petróleo.

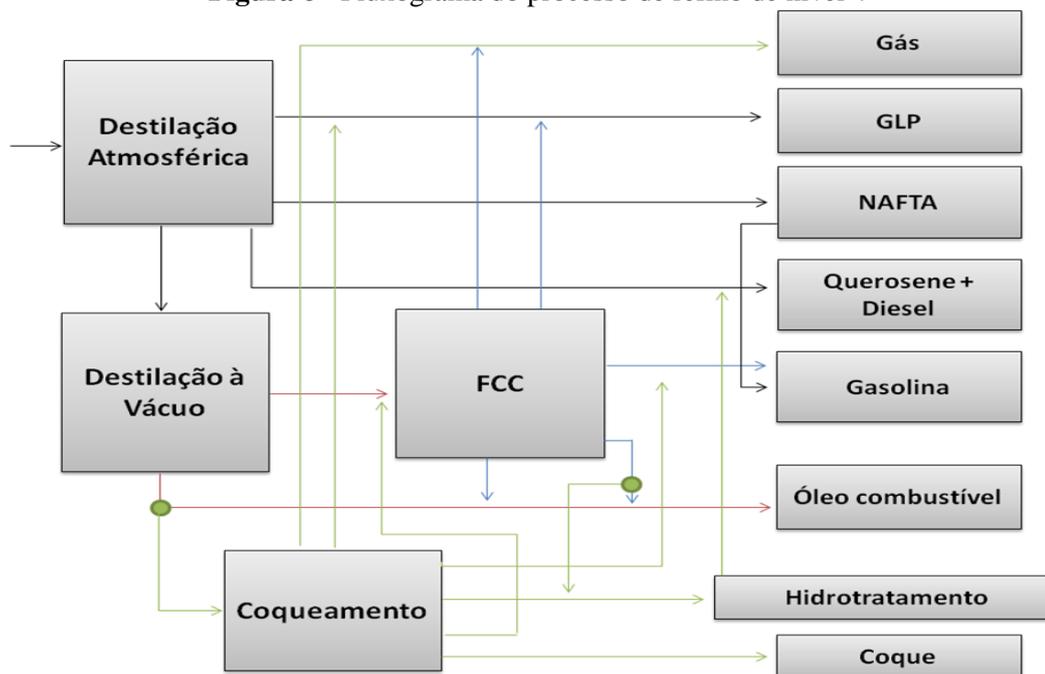
Figura 5 - Fluxograma do processo de refino de nível 3



Fonte: Documento interno da empresa.

Este último fluxograma de produção (**Figura 6**) é o mais flexível de todos por incorporar o processo de hidrotratamento de frações médias geradas na etapa do coqueamento, possibilitando o aumento de óleo diesel de boa qualidade. Este processo permite um maior equilíbrio na produção de gasolina e de óleo diesel, pois desloca parte da carga que seria direcionada ao FCC (processo produtor de gasolina) e a encaminha para o Hidrotratamento, gerando uma maior produção de óleo diesel e menos gasolina.

Figura 6 - Fluxograma do processo de refino de nível 4



Fonte: Documento interno da empresa.

Em suma, o processo de refino de petróleo trata da separação da matéria-prima (bruta) dos diferentes tipos de hidrocarbonetos presentes em sua composição. Na etapa inicial do refino, o petróleo bruto é aquecido e as diferentes cadeias são separadas de acordo com suas temperaturas de evaporação, seguindo as etapas de destilações, atmosférica e a vácuo, craqueamento catalítico fluido (FCC), tratamento e coqueamento.

As frações geradas na torre de destilação a vácuo são utilizadas como cargas de outros processos de refino que visam, principalmente, a obtenção de produtos de menor peso molecular e maior valor agregado. Exemplos clássicos desses processos são o craqueamento catalítico fluido (FCC) de gasóleos de vácuo, que apresenta como principais produtos o GLP e a gasolina, e o coqueamento de resíduo de vácuo, que gera GLP, nafta e óleo diesel. As correntes obtidas nesses processos de craqueamento (catalítico, no exemplo da **Figura 3**, e térmico, na **Figura 4**) são também enviadas para unidades de tratamento, onde se transformam em produtos acabados. Resumidamente pode ser descrita da seguinte forma, de acordo com documentos internos da refinaria:

- Destilação fracionada: consiste na fração de vários componentes do petróleo bruto, que por apresentar tamanhos e pesos distintos, também irão apresentar temperaturas de

ebulição diferentes. A destilação fracionada é uma etapa importante do processo de refino.

- Craqueamento Catalítico Fluido: neste processo ocorre à separação de grandes cadeias de hidrocarbonetos em frações menores, sendo o principal produtor de gasolina. O FCC pode ser térmico (grandes cadeias de hidrocarbonetos são aquecidas a altas temperaturas) ou catalítico (uso de catalisador para aumentar a velocidade da reação de craqueamento).
- Tratamento: consiste no tratamento de frações destiladas para que as impurezas dos compostos orgânicos com enxofre, nitrogênio, oxigênio, água, metais dissolvidos e sais inorgânicos sejam removidos.
- Coqueamento: este processo possibilita a produção de óleo diesel de boa qualidade, entretanto transforma os resíduos mais pesados em coque. Os resíduos ou produtos da unidade de destilação a vácuo são transferidos à unidade de coque para o craqueamento térmico, de modo a produzir gás úmido, gasolina e coque. Tal operação pode ser realizada através de processos como o de fluido ou de coqueamento. Na unidade de coque, a carga é enviada à torre de fracionamento, onde todos os componentes mais leves do que o produto destilado são removidos. Na seqüência, o produto, em forma de vapor, é coqueado a 380 °C (720 °F), e o coque é cortado, retira-se toda a água, resultando no coque verde de baixo valor agregado.

2.1.1 A Unidade de Processo de Coque e os Riscos no Trabalho

O processo de coqueamento é de suma importância para as refinarias, uma vez que é capaz de transformar grandes volumes do resíduo de vácuo, oriundos da etapa da destilação a vácuo, em produtos como o GLP, NAFTA e Óleo Diesel de boa qualidade, mesmo desencadeando a produção de coque verde, produto acabado de menor valor agregado. Nessa cadeia, o coque é utilizado como combustível substitutivo ao carvão vegetal nas indústrias cimenteiras e em siderúrgicas e também na indústria química para fabricação de pilhas, carbonetos de silício, de eletrodos de alumínio e outros.

Nesse processo, a unidade opera com o objetivo de aumentar a conversão dos resíduos de destilação do petróleo (resíduos de vácuo, resíduos atmosféricos), transformando-os em produtos mais leves e de maior valor agregado. A carga (resíduos) é bombeada para o interior de uma torre, chamada de torre combinada, onde é aquecida (a temperatura pode variar de 485 a 515 °C) e desemboca em reatores isolados com mais ou menos 30 metros de altura e 7,3 metros de diâmetro. O fluxo de alimentação através da torre é contínuo e a distribuição é alternada entre dois reatores. (MACIEL FILHO e SUGAYA, 2001).

Assim, o reator de coque opera com 2,5 a 3,5 kgf/cm² e aos pares de forma a permitir operações alternadas e em batelada. Dessa forma, enquanto um reator está operando (20/24 horas de ciclo) o outro está fora de operação para resfriamento, descoqueamento ou aquecimento de forma a permitir que a operação da unidade seja contínua.

Esse contexto revela que o refino de petróleo é caracterizado pelo seu processo contínuo e de acordo com Ferreira (2002, p.65) pode assim ser definido em função de existirem aspectos que se interagem isolados ou juntos, bem como o aspecto do grau de qualificação profissional desses operadores.

Nesse processo, faz-se necessário evitar a deposição de coque nas paredes dos reatores. Para impedi-lo, injeta-se vapor, o que provoca alta turbulência e aumenta a velocidade no interior do reator, não permitindo a deposição de coque. Por outro lado, o sistema de descoqueamento é hidráulico e utiliza jato d'água de alta pressão para abrir um orifício no coque depositado dentro do reator, possibilitando o furo na carga de coque.

Esta operação tem alto impacto ao nível das emissões atmosféricas e de consumo de água (cerca de 50 litros por barril). Embora seja uma unidade de alto consumo energético, esta, devido à produção de gases quentes, permite sempre a sua utilização como coogeração, gerando algum rendimento adicional. Esse método tende a favorecer a produção de gasolinas de alta octanagem (SZKLO, 2005).

Nesse sentido, como enfatiza Araújo (2001), o potencial de riscos à saúde na operação de coqueamento está nas exposições ao pó de coque, aos hidrocarbonetos aromáticos, monóxido de carbono e benzeno. Além dos riscos físicos e químicos apontados, cabe mencionar os riscos de acidentes decorrentes de quedas de nível, escorregões, choques mecânicos com componentes das instalações, queimaduras por contato com materiais quentes e choques elétricos. As características das unidades existentes numa refinaria de petróleo obrigam os operadores a se movimentarem frequentemente por estruturas, tubulações e equipamentos em espaços restritos, confinados ou em alturas elevadas, aumentando o risco de acidentes mecânicos e térmicos.

O trabalho desenvolvido em refinarias de petróleo revela que os operadores estão constantemente em contato com produtos inflamáveis e tóxicos, sob condições anormais de temperatura e pressão, de modo a prevalecer a atenção e tensão, exigindo todo o tempo à compreensão do que está acontecendo, trocando informações sobre o funcionamento do processo, a percepção do estado dos equipamentos, se as operações já foram feitas ou não. Numa unidade de processo, as transformações físicas e químicas ocorrem dentro de equipamentos, grandes, numerosos e complicados, em geral interconectados, num sistema fechado. Nada é visível e o saber torna-se indireto, apesar da existência de indicadores, como termômetros, manômetros, indicadores de nível, dentre outros, colocados em diferentes pontos do processo, que fornecem indicações de algumas transformações que estão ocorrendo. Entretanto, somente esses indicadores não bastam, os operadores se utilizam de outros como cheiros e ruídos diferentes, a posição de uma válvula, vibração de um motor, a cor de uma amostra, a temperatura de um equipamento, o sinal de um colega (FERREIRA, 2002, p.66)

No ponto de vista de Burgess (1997) os principais riscos em refinarias são incêndio e explosão. Em situação de normalidade, o maior potencial de exposição é verificado quando os operadores transitam pela unidade para coletar amostras de correntes de processos, particularmente aquelas ricas em altas concentrações de benzeno.

Dentre as substâncias presentes nas refinarias (gases, vapores e líquidos tóxicos), o benzeno está na composição do gás no processo de coque, pois é utilizado na síntese de substâncias químicas básicas. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2012) o benzeno é um produto químico que é naturalmente encontrado em petróleo bruto em níveis até 4 g/l e está predominantemente na fase de vapores dispersos no meio ambiente. É um hidrocarboneto cíclico aromático, líquido, volátil e altamente inflamável e o principal meio de contaminação do ser humano é através da inalação.

Essa substância produz diversos danos ao organismo humano, decorrentes da intoxicação aguda ou crônica, além de ser uma substância cancerígena. A exposição ao benzeno por longo prazo gera efeitos tóxicos sobre o organismo, particularmente sobre o sistema hematopoiético. Ademais, estudos epidemiológicos de exposição de trabalhadores ao benzeno demonstraram uma relação causal entre a exposição de benzeno e a produção de leucemia mieloide (OMS, 2012).

Apesar da existência da Norma Regulamentadora – NR 15, publicada com modificações através da Portaria nº 203 de 28 de Janeiro de 2011 pelo Ministério do Trabalho e Emprego (2012), com o objetivo de regulamentar os procedimentos relativos à vigilância da saúde dos trabalhadores expostos ao benzeno, adoecimentos e intoxicações relativos a essa substância

ainda são uma questão de saúde pública que carece de prevenção e ações sobre os determinantes e condicionantes presentes nos processos de trabalho.

Além disso, outros riscos iminentes em refinarias de petróleo, no processo de refino, estão relacionados aos incêndios e explosões, bem como queimaduras devido aos hidrocarbonetos. Nesse sentido, os operadores se expõem a riscos ocupacionais e situações de periculosidade, aumentando a probabilidade de ocorrência de acidentes e doenças, visto que o acidente é entendido como uma rede de fatores e de situações que se interagem e estão presentes no sistema muito antes de sua ocorrência (ALMEIDA, 2004; ALMEIDA, 2006).

Acidentes ocorrem constantemente nas refinarias, sejam de proporções maiores como o da refinaria do Rio de Janeiro, onde, conforme cita Costa (2011), no dia 30 de março de 1972, ocorreram três explosões em três tanques de gás liquefeito de petróleo (GLP), ocasionado muitas vítimas e grandes destruições; ou de menores ampliações: vazamentos, disposição inadequada de resíduos, transporte de produtos perigosos.

Tais acidentes geram impactos não somente aos operadores, mas à sociedade e ao meio ambiente. Segundo Freitas, Porto e Gomez (1995), os acidentes químicos ampliados produzem múltiplos danos em um único evento e têm o potencial de provocar efeitos que vão além do local e do momento de sua ocorrência.

Destaca-se que a relação risco – operador – tarefa (operação) está intimamente ligada às gestões organizacionais e, de acordo com Assunção e Lima (2003), a organização do trabalho, ao impor um quadro rígido para as realizações das tarefas, diminui as possibilidades do trabalhador de evitar a exposição aos riscos, potencializando o caráter de nocividade à situação de trabalho.

Diante desse contexto, uma refinaria de petróleo apresenta riscos iminentes que se potencializam pela presença de variabilidades e da complexidade de seu sistema de produção. Os operadores realizam ajustes no processo de maneira contínua, tentando estabelecer estratégias de modo a conseguir dar conta de sua tarefa e dos imprevistos inerentes a sua atividade de trabalho.

Somado a isso, além dos requisitos básicos de conhecimentos para operar uma planta de refino de petróleo, são exigidos destes operadores esforços físicos para abrir e fechar válvulas manualmente e não apresentar fobia de alturas para subir em escadas comparáveis a prédios de mais de vinte andares (FARTES, 2002).

Para além das cargas físicas e organizacionais inerentes ao trabalho dos operadores, existem as exigências cognitivas presentes não somente nas manutenções ou pequenos reparos no processo, mas também no caráter imprevisível dos acontecimentos

(FERREIRA, 2002, p.67), que, muitas vezes, implica para o operador a percepção de aspectos e fatores invisíveis ao trabalho. Além disso, a atividade desenvolvida na central de controle em telas de Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) é de alta demanda cognitiva e de interface entre os operadores.

Para Abrahão et al. (2009) os operadores são confrontados a tarefas diferenciadas que exigem competências distintas, mas cuja articulação se torna essencial para o cumprimento dos objetivos. Entende-se que existe uma interseção entre as competências, que permite coordenar ações conjuntas, favorecendo a comunicação no sentido de transmitir informações, antecipar ações, resolver problemas e tomar decisões.

É no nível mais elementar da atividade, cognitivamente atrelada às percepções, aos gestos e movimentos dos operadores, que se mantém instalada a capacidade de realizar um controle eficiente do processo (BOUYER, 2011).

Assim, uma refinaria de petróleo é altamente complexa, pelas situações já anteriormente citadas, mas também por sua característica aleatória, onde a atividade dificilmente é definível. Como enfatiza Ferreira (2002, p.66): “a imprevisibilidade é intrínseca ao sistema e não uma falha do sistema. Os sistemas complexos são imprevisíveis e a incerteza é uma de suas características”.

2.2 Ergonomia, Saúde e Produtividade

A Ergonomia surge como disciplina entre 1939 e 1945, durante a Segunda Guerra Mundial, associada às necessidades de guerra, focada no desenvolvimento de aviões mais adaptados às características individuais (repostas humanas, cinesiológicas e biomecânicas), carregados de novas tecnologias para alcançar a eficácia combativa, tão almejada naquele momento histórico, e a facilidade de manobra por um número maior de pilotos. Ou seja, na busca de formas tradicionais de resolução do conflito entre homens e máquinas – a seleção e o treinamento, bem como quando se exacerbam as incompatibilidades entre o progresso humano e o progresso técnico (MORAES; SOARES, 1989).

O foco principal dessa época era adaptar a máquina ao homem, em função, conforme afirma Vidal (2003), da falta de compatibilidade entre o projeto das máquinas e dos dispositivos e os aspectos mecânico-fisiológicos do ser humano.

A busca pela eficácia do desempenho humano conduziu à constituição da disciplina ergonomia, contemplando na sua teoria e metodologia questões relacionadas à

anatomia, fisiologia, psicologia, medicina industrial, higiene industrial, design de engenharia e arquitetura.

Para Montmollin (2005), designa-se como a Ergonomia Clássica ou *Human Factors*, que se apresentou no contexto americano e britânico de guerra acima citado, aquela que evidencia sua centralidade na componente humana dos sistemas Homem-Máquina, tendo como objetivo a generalização dos resultados na relação homem e ambiente de trabalho, pela eliminação das variáveis inerentes às funções/tarefas consideradas, destacando a medida quantitativa e permitindo a interpretação desses resultados por comparação das variáveis obtidas.

Em contraposição, na década de 50, na França, surgiu a *Société d'Ergonomie de Langue Française* (SELF), com a visão de que a ergonomia teria outra centralidade de ação: a atividade.

Já não se consideraria as funções de modo isolado, mas sim os comportamentos e os raciocínios, tal qual se apresentam nas situações reais de trabalho, priorizando entender a situação na globalidade e não apenas aos postos de trabalho, ou aos dispositivos técnicos como máquinas, ferramentas ou software. (MONTMOLLIN, 2005, p. 106).

A compreensão da atividade não estava pautada na unidade da ciência, mas, sim, transcorria pelo cruzamento de diferentes disciplinas (**Figura 7**) que se fundem em um campo de conhecimento e se comunicam para a intervenção nas melhorias de trabalho (WISNER, 2004, p.35).

Figura 7 - Cruzamento das disciplinas preconizando um conceito interdisciplinar da Ergonomia



Fonte: Elaborado a partir de Wisner (2004).

A perspectiva interdisciplinar evita tanto o isolamento como a confusão das disciplinas, mas deixa a questão da unidade e a dos limites da ergonomia (WISNER, 2004, p. 36).

Para Abrahão et al. (2009) a ergonomia pode ser entendida como uma disciplina que tem por objetivo transformar o trabalho, em suas diferentes dimensões, adaptando-o às características e aos limites do ser humano. Supera a concepção da análise homem-máquina e mostra os limites em que apenas o trabalho físico era considerado, revelando a complexidade do trabalhar e a multiplicidade dos fatores que o compõe.

A especialidade da ergonomia reside na sua tensão entre dois objetivos: um centrado na organização e no desempenho, que pode ser apreendido sob diferentes aspectos: eficiência, produtividade, confiabilidade, qualidade; e o outro direcionado para as pessoas com preocupações com segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação. Nenhuma outra disciplina explicita tão claramente este duplo objetivo, ergonomistas podem tender mais para um do que para outro desses objetivos, ninguém pode pretender ser ergonomista se ignorar um desses objetivos (FALZON, 2007).

Nesse sentido, a ergonomia como disciplina apresenta três campos de atuação, designadas especialidades ou áreas de especialização, podendo se dividida em: ergonomia física, ergonomia cognitiva e ergonomia organizacional. A *Internacional Ergonomics Association* - IEA (2011), ao apresentar as especialidades, define:

ERGONOMIA FÍSICA: Está preocupada com a anatomia humana, antropometria, características fisiológicas e biomecânicas e como esses aspectos se relacionam com a atividade física. Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, trabalho, distúrbios osteomusculares relacionados, layout do local de trabalho, segurança e saúde.

ERGONOMIA COGNITIVA: Relacionada com os processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, conforme afetam interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação humano-computador, confiabilidade humana, stress e treinamento que podem estar relacionados ao sistema homem-design.

ERGONOMIA ORGANIZACIONAL: Associada com a otimização do sistema sócio-técnico, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas, e processos. Tópicos relevantes incluem a comunicação, gestão de recursos, projeto do trabalho, jornada de trabalho, trabalho em equipe, novos paradigmas de trabalho, cultura organizacional, organizações virtuais, teletrabalho e gestão da qualidade.

Entendida através desse caráter multidisciplinar, capaz de abranger diferentes conhecimentos, a ergonomia, ao longo de sua evolução, apresentou diferentes definições. De acordo com as sociedades que a representam pode ser definida como segue:

A ergonomia é definida como uma disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos e os outros componentes de um sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar da pessoas e o desempenho global dos sistemas (*INTERNACIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, IEA, 2011*).

A ergonomia é um estudo da adaptação do trabalho às características fisiológicas e psicológicas do ser humano (*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA, ABERGO, 2011*).

A ergonomia constitui o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia (*WISNER, 1987*).

Diante do exposto, as condições de trabalho tornam-se um dos focos da ergonomia, não somente nos processos de produção e na saúde dos trabalhadores, mas também nas formas com que suas organizações estão estruturadas.

Nota-se que o foco das intervenções em ergonomia está relacionado com problemas de saúde ou de produtividade e expressam uma solicitação social, que no ponto de vista dos atores envolvidos (especialidades) nem sempre são coerentes (MENEGON, 2000).

O equilíbrio entre saúde e produção tem sido uma questão de grande relevância para os ergonomistas. Na prática, existe uma contradição entre essas duas dimensões, revelando que o favorecimento de uma pode ocorrer em detrimento da outra.

Para Lima (2000), conciliar saúde e eficiência depende de negociações sociais e não há uma solução técnica capaz de favorecer esse consenso. A produção e a saúde são relativamente conflitantes, de modo a apresentarem-se como alternativas, ou prioriza-se a saúde ou a produção. O princípio ergonômico fundamental é que a produção deve se acomodar às características, limites e capacidades dos homens e não o contrário. Entretanto, há uma exceção na afirmação de que produção e saúde são contraditórias, a reconciliação pode ser possível quando se trata de processos de produção mecanizados ou automatizados.

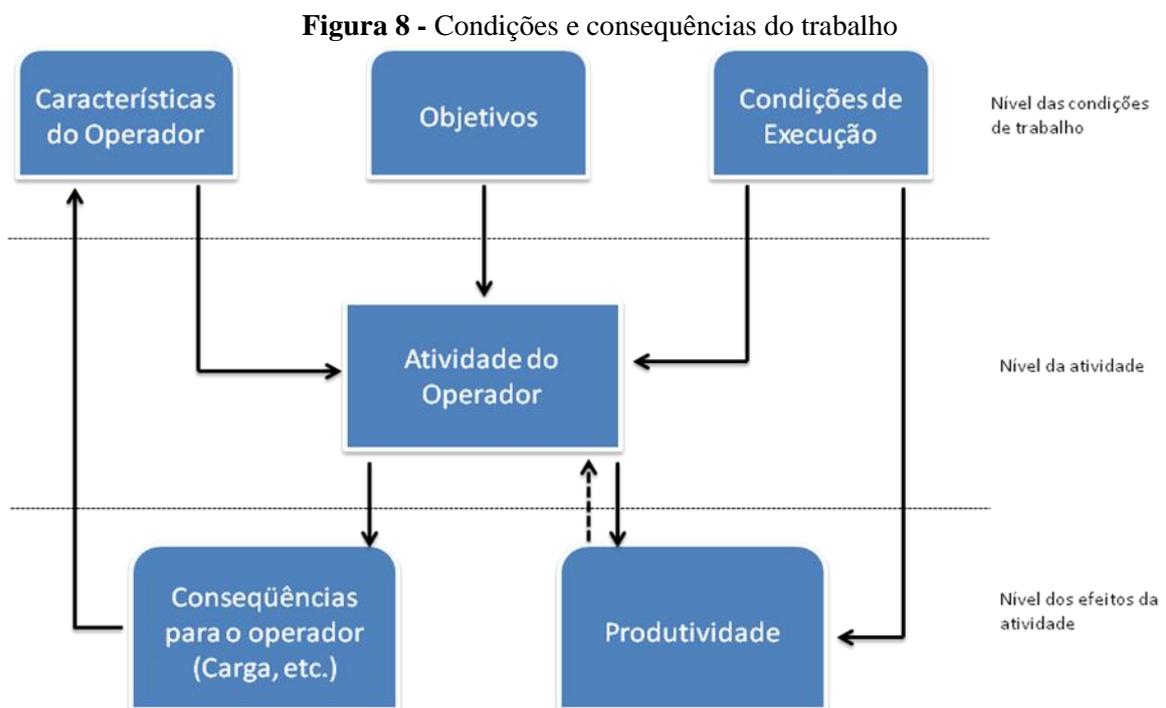
Nesse sentido, o papel da ergonomia é promover o equilíbrio entre essas duas dimensões. Nas palavras de Doppler (2007), a ergonomia, através de seus objetivos, suas ferramentas e métodos, tem a função de estabelecer um vínculo consistente entre a saúde e a produtividade. A ação do ergonomista, ao transformar o trabalho, está na atuação de negociações e nos determinantes dos riscos, em nível de prevenção, visando melhorar a eficácia do sistema de trabalho, procurando favorecer a saúde vista como um processo de desenvolvimento.

Em linhas gerais para se alcançar o equilíbrio entre saúde e produção, exigiria dos trabalhadores uma ênfase maior sobre suas capacidades para o favorecimento da produtividade, resultando, segundo Dejours (1987), em uma busca individual e coletiva sobre o conteúdo do trabalho, a divisão das tarefas, a divisão dos homens, não necessariamente deixando de implicar prejuízos à saúde dos trabalhadores.

O trabalho é nocivo quando as margens postas pela organização do trabalho constroem o trabalhador e reduzem suas possibilidades de construção da saúde, que depende das possibilidades que os seres humanos têm para evitar os riscos, atenuá-los ou eliminá-los durante a realização das suas tarefas, bem como de desenvolver as suas competências que sustentam as estratégias de enfrentamento ou de regulação desses riscos. Entretanto, nos sistemas produtivos, para alcançar os objetivos traçados, os trabalhadores

podem realizar as tarefas mesmo em situações penosas, perigosas ou que agridem sua integridade moral (ASSUNÇÃO e LIMA, 2003).

Nesse sentido, as condições de trabalho podem ser vistas como um conjunto de fatores que determinam a conduta do trabalhador. Estes fatores são construídos pelas exigências impostas aos trabalhadores (LEPLAT e CUNY, 2005). E, como ressalta Dejours (2004), podem trazer influências sobre o desenvolvimento individual dos trabalhadores. A **Figura 8** a seguir mostra a relação entre os níveis trabalho e atividade e os efeitos/consequências ao trabalhador.



Fonte: Adaptado de Leplat e Hoc (2005, p.144).

A **Figura 8** representa os fatores relacionados às exigências do trabalho, apresentadas no nível das condições de trabalho, e as consequências para o trabalhador (cargas físicas, mentais e psíquicas, e organizacionais) a partir de sua atividade, respondendo a duas racionalidades: as exigências da empresa (produtividade) e as exigências do operador, que, de certa forma, busca criar estratégias para dar conta dos imprevistos e de sua tarefa, vislumbrando amenizar os efeitos negativos a sua saúde, apontados ao nível dos efeitos da atividade.

Por outro lado, os efeitos do trabalho podem desenvolver a capacidade dos trabalhadores de agir sobre eles mesmos e sobre o campo profissional, através de aspectos vitalizadores da atividade de trabalho, isto é, das condições em que o trabalho assume sentido

e mobiliza a subjetividade e os potenciais humanos de modo a representar assim uma fonte de vitalização e, portanto, de saúde (CLOT, 2006 apud SELIGMANN-SILVA, 2011).

Ressalta-se, neste tópico, que além das condições de execução (meios técnicos, regulamentos a observar), o ambiente, de modo geral, pode apresentar fatores determinantes sobre as condições de trabalho, e desencadear consequências (benéficas ou negativas) e imposições aos trabalhadores. Para Seligmann-Silva (2011, p.83) as influências sobre o trabalhador dependerá da organização do trabalho e de que maneira os conteúdos das atividades, bem como a divisão das tarefas, serão repassados aos trabalhadores. A forma como ocorre a articulação entre organização-processo é fundamental tanto para a produção quanto para a saúde dos trabalhadores.

Para THÉBAUD-MONY (2010) há uma sublimação, em particular, dos efeitos nocivos inerentes às situações laborais pela falta de entendimento do real do trabalho quando não se considera mais as margens de manobra, individual e tão pouco as coletivas, para modificar as condições de trabalho.

Nessa perspectiva, as contribuições da ergonomia estão na introdução de melhorias das situações de trabalho, que se dão pela via da ação ergonômica que busca compreender as atividades dos indivíduos em diferentes situações de trabalho com vistas à sua transformação (ABRAHÃO, 2000).

Posto isto, pretende-se expor brevemente os conceitos e fundamentos da Ergonomia da Atividade, e como estes podem auxiliar na identificação dos problemas e riscos presentes nas condições de trabalho, os quais refletem diretamente nos operadores. Sob orientação desse aporte teórico, são tecidos a seguir os pressupostos adotados neste trabalho.

A Ergonomia Situada tem como premissa o olhar para a atividade dos operadores em situações efetivas de trabalho, possibilitando a construção desta, tanto de forma individual quanto coletiva, a partir do ponto de vista dos trabalhadores. Segundo Lima e Jackson (2004, p. 11) o interesse pela abordagem da Ergonomia Situada foi sua

[...] proposta teórico-metodológica de resolver e tratar os problemas das condições de trabalho a partir da compreensão das atividades dos trabalhadores, isto é, do seu 'trabalhar'. Esse engajamento social contribuiu substancialmente para mostrar a inteligência prática dos trabalhadores, a importância do coletivo e a necessidade de desenhar sistemas de produção a partir de visão ampla do homem, tradicionalmente reduzido a suas componentes físicas.

Essa vertente procura se desenvolver, pois desde seu surgimento sua maior preocupação tem sido a eliminação ou limitação dos efeitos indesejáveis à saúde dos trabalhadores e o desempenho das organizações. Para isto se baseia na análise da atividade em situações de trabalho, ou seja, a atividade situada em seu contexto técnico e organizacional (LAVILLE, 2007, p. 28).

Tem seus pressupostos pautados, como mencionam Guérin et al. (2001, p. 17), na “fundamentação dos estudos das situações e das características dos indivíduos em seu ambiente de trabalho”, visão antagônica dos estudos apresentados diante de contextos industriais supracitados na breve descrição do surgimento da Ergonomia.

Caracteriza-se como um conjunto de conhecimentos sobre o ser humano e, simultaneamente, uma prática de ação cuja metodologia é centrada na atividade, objetivando contribuir para melhorar as condições de trabalho e a saúde do trabalhador, auxiliando-o desenvolver suas competências, seu desempenho e o da organização, enriquecendo desta forma o diálogo social (ABRAHÃO e ASSUNÇÃO, 2002).

Wisner (1998) aponta que as questões de ergonomia estão muito mais relacionadas à saúde dos trabalhadores, na relação saúde-doença. Segundo o mesmo autor, durante os anos 50 na França, estudos feitos em postos de trabalho abrangeram não só a relação do trabalhador com a empresa, mas também as outras questões voltadas aos problemas de condições e saúde do trabalho.

A ergonomia considera os trabalhadores como atores do processo de trabalho, da construção de sua saúde e de suas competências. Procura a partir de seus pressupostos teórico-metodológicos por em evidência o trabalho real em relação ao prescrito, não apenas para destacar as diferenças, mas para fazer evoluir os dispositivos técnicos, os meios de comunicação, o conteúdo dos empregos e formações (GUÉRIN et al., 2001, p. 8).

Essa abordagem conta com a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), método que fornece a possibilidade de uma análise das estratégias – regulações executadas pelos operadores – ao realizar uma atividade. Além disso, considera as duas lógicas presentes no contexto do trabalho: operadores e suas experiências e a empresa, com suas regras de funcionamento, o núcleo duro das organizações, presentes nas situações de trabalho. Tal análise busca, no conjunto de conhecimentos sobre o homem, o entendimento do trabalho real exercido pelos trabalhadores em resposta à tarefa prescrita pela organização.

Por trabalho prescrito, entende-se como uma perspectiva externa ao trabalhador, o que para Dejours (2004) é, de certo modo, responder a uma tarefa delimitada por pressões (materiais e sociais), e mesmo que o trabalho seja bem concebido, a organização

do trabalho seja rigorosa, os procedimentos sejam claros, é impossível atingir a qualidade se as prescrições não forem respeitadas. De fato, as situações comuns de trabalho são permeadas por acontecimentos inesperados, panes, incidentes, anomalias de funcionamento, incoerência organizacional, imprevistos. Existe sempre uma discrepância entre o prescrito e a realidade concreta da situação.

O trabalho real pode ser entendido como o estudo da atividade em situações de trabalho, com vistas à observação de comportamentos, situações de sobrecarga, modos operatórios, variabilidades e estratégias possivelmente adotadas pelo operador. Segundo Montmollin (2005, p. 106) é uma perspectiva da ergonomia centrada na atividade, pois:

Já não se consideram as funções de modo isolado, mas sim os comportamentos (os gestos, o olhar, as palavras) e os raciocínios..., tal qual eles se apresentam nas situações reais de trabalho, atuais ou a conceber. Trata-se, portanto, de atender a situação na globalidade e não apenas aos postos de trabalho, ou aos dispositivos técnicos como máquinas, ferramentas e software. Ao contrário do que acontecia anteriormente, já não é o utilizador destes dispositivos que é tomado em conta, mas a sua utilização por parte do operador.

Diante desse cenário, os ergonomista se debruçam sobre a análise em campo da atividade de operadores específicos em tarefas específicas, considerando os aspectos psicológicos do trabalho, tais como o entendimento da tarefa, a resolução de problemas, a fadiga mental e a tomada de decisões. Os próprios trabalhadores participam diretamente do estudo, descrevendo sua atividade (DARSES e MONTMOLLIN, 2006 apud ALMEIDA, 2011).

É notório que a lógica empregada pela Abordagem Clássica ignora as especificidades do funcionamento humano e suas variabilidades (GUÉRIN et al., 2001, p. 2), posto que a Abordagem Situada, como relata Abrahão (2000, p. 1), defende que as variabilidades são inerentes a toda atividade, e sua consideração propicia uma melhoria das condições de trabalho, flexibilizando e reduzindo a polarização imposta pelo trabalho prescrito, cuja referência é, geralmente, um operário médio, bem treinado, que trabalha em um posto estável.

Torna-se importante considerar o trabalho não somente como custo, mas como fonte de valor, e nele integrar a evolução da saúde e das competências dos trabalhadores (GUÉRIN et al., 2001, p. 14).

Entende-se competência como uma fonte de aprendizado, considerando as variabilidades e a autonomia dos operadores. O sujeito não está passivo em seu trabalho, integra a atividade com as suas habilidades e conhecimentos tácitos que nem sempre são visíveis ou simbolizados nas situações de trabalho. Para Ferreira e Dal Rosso (2003, p. 7) tais particularidades do sistema homem-tarefa somente podem ser consideradas na vertente da ergonomia da atividade, cujo olhar está para além das representações redutoras do homem, possibilitando “identificar os traços reveladores da concepção de indivíduo que orienta a práxis ergonômica”.

Na sessão seguinte pretende-se expor alguns conceitos sobre a ergonomia e projeto, ambos de concepção, e como projetos são desenvolvidos sob a ótica da refinaria através de seus procedimentos e técnicas predominantes. Destaca-se a participação da ergonomia no processo de projeto com envolvimento participativo e mútuo, na tentativa de construir uma relação entre os atores do processo. Ainda relacionado à ergonomia de concepção, pretende-se elencar a importância da atividade futura nesse contexto, bem como a busca pela situação de referência e o uso da simulação.

2.3 Ergonomia e Projeto de Concepção

Segundo Dorst e Dijkhuis (1995), existem dois paradigmas principais para descrever um processo de projeto: o primeiro, ‘teoria da resolução de problemas’, é voltado para a ciência e introduz o paradigma da racionalidade técnica, para um processo que busca o escopo dos passos dados na direção da solução, e é limitado pela capacidade de processamento de informação do sujeito da ação; e o outro paradigma, ‘a reflexão em ação’, descreve a atividade de projeto como um processo único, cabendo ao projetista a habilidade de determinar como cada problema deve ser tratado. Baseado na percepção humana e no pensamento, enxerga o processo de projeto como uma “conversação reflexiva com a situação”. O processo de projeto é uma situação em que o projetista se encontra dentro, vivenciando, experimentando, descobrindo e revelando.

Para Béguin (2007, p. 317), ao conceber um projeto, deve-se seguir uma intenção, considerar uma mudança a operar, transformar, conduzir e realizar essa mudança de forma orientada, distinguindo: projeto (elaboração da intenção) e condução do projeto (passando por vários esboços até a realização concreta da intenção).

Nas palavras de Daniellou (2004), projetar não é somente resolver problemas, mas antes de tudo, construí-los. Sendo assim, de acordo com Wisner (2004) e Guérin et al. (2001), o processo de projeto utiliza-se de meios racionais de busca, mas também das análises das verbalizações dos usuários.

Na perspectiva de Béguin e Duarte (2008, p. 11) a concepção está pautada em três processos: invenção, desenvolvimento e inovação. Para esses autores existem três planos de análise da concepção, uma vez que a invenção se situa no universo mental dos projetistas, o desenvolvimento representa o gerenciamento do projeto que reenvia ao ato da concepção em suas diferentes dimensões organizacionais (temporalidade, diferenciação de tarefas e de atores, gestão da interdependência) e a inovação centrada principalmente nas relações de recomposição entre as atividades que ocorrem em diferentes meios como um novo artefato, um novo processo ou um novo produto.

De acordo com Béguin (2008b) na vertente da concepção inovadora ou de inovação, tal abordagem articula as racionalidades dos usuários e dos projetistas. Entretanto, em projetos de concepção os projetistas/engenheiros concebem os dispositivos técnicos, determinam os procedimentos do trabalho futuro e pré-definem as tarefas (DANIELLOU, 2002a, p. 29).

A dupla construção técnica e social da intervenção é a condição necessária para que os resultados de análise do trabalho conduzam os atores da empresa a transformar suas representações do trabalho, requisito para as transformações de seus determinantes (DANIELLOU, 2004, p. 186).

A vertente social visa posicionar o ergonomista em relação aos diferentes atores do processo de concepção e permitir que se desenvolvam interações entre eles, já a construção técnica consiste em reunir os elementos que possibilitam abordar a atividade futura dos usuários do sistema (DANIELLOU, 2007a, p.304).

O estudo somente de técnicas, a individualização da tarefa, a decomposição do trabalho, estruturada de modo a prevalecer o menor número de atividades, tornando-as simples e fáceis, viabilizando sua execução sem qualificação ou mesmo com treinamentos rápidos e por fim, uma padronização do que fazer para favorecer a checagem do que está sendo feito, tornam o trabalho alienado e desprovido de autonomia e subjetividade.

Esse cenário para Alves (2011) é a captura da subjetividade, a moldagem e o direcionamento do pensamento dos trabalhadores em conformidade com a racionalização da produção.

O que se propõe nessa pesquisa é o que Broberg (2008a) defende como transformações sociotécnicas nos locais de trabalho, ou seja, não definir somente as propriedades do artefato, mas também a atividade correspondente e as condições de uso.

Dentro dessa perspectiva, Béguin e Duarte (2008, p. 13) enfatizam que o uso de uma novidade técnica produz um conhecimento novo que não é completamente possível de se identificar *a priori*, de modo a se tornar necessária a construção de interfaces entre projetistas e usuários.

Torna-se necessário “configurar o usuário”, no sentido de distinguir o usuário projetado e o usuário real, uma vez que o projetista desenvolve hipóteses sobre o contexto e sobre o sistema utilizado e define os usuários, prescrevendo como os mesmos se relacionam com a nova tecnologia (BROBERG, 2008a, p.54).

Béguin (2004) ressalta que durante o processo de concepção raramente os projetistas consideram a prática do trabalho dos operadores. Para Béguin (*op. cit.*) a construção do projeto deve se basear na análise da atividade, visando a concepção de sistemas técnicos ou organizações futuras através de uma construção coletiva.

Quando o ergonomista atua mais a montante dos projetos, emerge uma necessidade de que ele apresente características da situação de trabalho como referência e elementos técnicos para a elaboração desse projeto. Trata-se, como menciona Béguin (2007, p. 322) de antecipar os elementos da atividade (situação de referência), prevalecendo aqueles que estarão presentes na situação futura.

Por fim, a demanda pela participação de ergonomistas em processos de projeto de novas instalações e situações produtivas fez suscitar em pesquisadores, representantes de sindicatos e trabalhadores na França, na década de 80, a necessidade de um novo método para a ergonomia em resposta ao surgimento de trabalhos complexos, como o trabalho futuro, culminando na criação de uma nova abordagem.

2.4 A Abordagem da Atividade Futura (AAF) e A Simulação

Abordagem da Atividade Futura (AAF) é uma reflexão sobre a atividade futura, que procura situações, tidas como referência, de modo a detectar, através de análise, fontes de diversidade e variabilidade que poderiam ser subestimadas no processo de concepção. Objetiva-se antecipar as dificuldades, as margens de manobra, o espaço de

trabalho do interior do qual a atividade poderá ser realizada após a concepção do sistema (DANIELLOU, 2007a, p. 310).

O desenvolvimento dessa abordagem através do levantamento de situações características irá condicionar a atividade, antecipar e prever manobras do futuro sistema (DANIELLOU, 2002b, p.76). As etapas desse método foram descritas no capítulo I no item metodologia.

As referências para a concepção servem de parâmetro para a identificação das possíveis variabilidades na tarefa do trabalhador, assim como as exigências técnicas e organizacionais presentes na situação de trabalho, identificando diversos aspectos e constrangimentos a serem considerados no desenvolvimento desses projetos (DANIELLOU, 2007a, p. 310). Elas podem, de acordo com o mesmo autor, comportar classicamente três aspectos:

- 1) REFERÊNCIAS DESCRITIVAS: o ergonômista deve assimilar formas de variabilidade prováveis no futuro sistema e transmitir a lista das situações de ação características que os operadores terão de gerir.
- 2) REFERÊNCIAS PRESCRITIVAS: o conhecimento se encontra suficientemente estabilizado para ser possível prescrever um resultado (antropometria, iluminação, etc.).
- 3) REFERÊNCIAS DE PROCEDIMENTOS: o ergonômista prepara a sequência de sua intervenção, ele assinala as próximas etapas da metodologia (simulação) e indica os recursos que serão necessários para essas etapas.

Desse modo, eleger os critérios para selecionar a situação de referência torna-se fundamental para o processo de concepção, uma vez que esta será utilizada como referencial para o desenvolvimento dos novos projetos.

Toda intervenção ergonômica numa situação existente visa contribuir com a definição de uma situação futura mais favorável, seja no caso de uma transformação limitada da mesma situação, ou no da concepção de novos meios de trabalho (DANIELLOU e BÉGUIN, 2007, p. 287).

Em projetos envolvendo a concepção industrial devem ser consideradas todas as situações possíveis em função das variabilidades de produtos, máquinas, ambientes e operadores. O que pode ser realizado por meio da reconstituição das atividades futuras a serem desenvolvidas pelos trabalhadores (DANIELLOU, 2002b).

É de grande relevância a atuação do ergonomista em campo com o intuito de compreender de fato as situações de referência e de se articular com os demais envolvidos no processo de projeto. Braatz (2009) relata a importância da existência de espaços de interação entre aqueles que executam atividades em situações típicas com os grupos de projeto, possibilitando a reconstrução da atividade e concepção de cenários futuros.

Cabe ao ergonomista assegurar que os critérios identificados em situações de referências serão contemplados na execução do projeto, no sentido de antecipar as condições de risco e de constrangimentos, as quais os operadores estarão submetidos, bem como auxiliar nas representações dos meios de trabalho.

Para avaliar possíveis formas da atividade futura, o ergonomista se baseia em simulações, sejam elas maquetes em tamanho natural, plantas ou em experimentações com a participação dos operadores, utilizando-se de roteiros para que seja possível analisar a atividade. Por isso, o ergonomista utiliza-se de métodos que permitam a antecipação do efeito da implantação dos novos meios de trabalho, o que pode ser realizado por meio do uso de simulações (DANIELLOU, 2007a, p. 311).

A simulação tem como principal objetivo produzir prognóstico sobre possíveis dificuldades que os operadores venham a enfrentar na atividade futura. Sendo assim, é possível afirmar que a simulação na ergonomia está relacionada às situações de trabalho, inclusive na concepção de postos de trabalho (BRAATZ, et al., 2006; FONTES, et al., 2006).

Além disso, as simulações também possibilitam a antecipação dos riscos e das disfunções que emergirão com o novo projeto, bem como a produção de conhecimentos e confrontação das ideias entre os diferentes participantes (BRAATZ, 2009). As simulações podem ser desenvolvidas dos seguintes modos, de acordo com Daniellou (2007a, p.311):

- 1) Aceitabilidade social: simulação pelos participantes do projeto, uma vez que esta se dará em um ambiente sociável, suscetível de divergências;
- 2) Escolha dos participantes: a simulação se dará de modo que estes participantes representem as diferentes competências pertinentes ao futuro sistema;
- 3) Prefiguração: ocorre por meio de materiais (plantas, maquete, protótipo, figuras representando o homem) do futuro sistema;
- 4) Elaboração de roteiros: a partir de situações de ação característica prováveis, que servirão de base para a simulação.

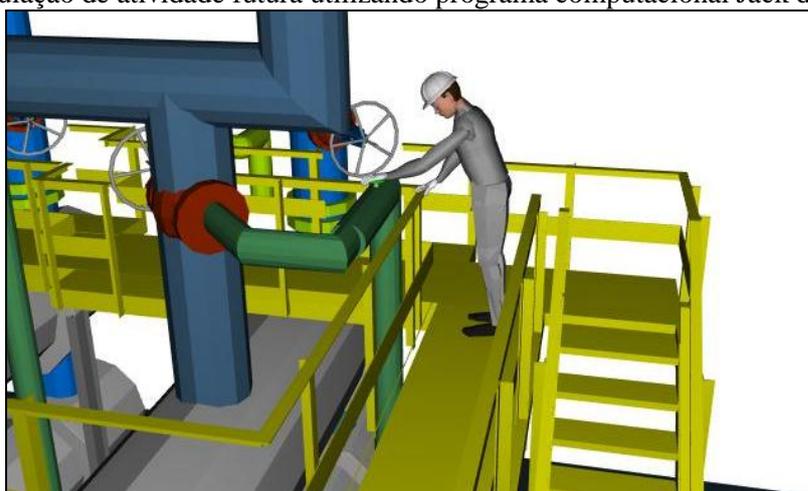
Nessa perspectiva, o papel da simulação no processo de concepção é importante, principalmente nas negociações entre os atores de projetos.

Os métodos de intervenção na concepção de novas situações consideram que o conhecimento das situações existentes não é suficiente para avaliar as soluções propostas num processo de concepção ou reconcepção. Toda transformação do meio de trabalho leva a uma modificação da atividade e não é possível adaptar meios de trabalho à atividade observada. O ergonomista precisa dispor de métodos que permitem antecipar o efeito da implantação dos meios de trabalho, como a simulação. (DANIELLOU e BÉGUIN, 2007, p. 291).

Conforme cita Daniellou (2007b), o objetivo das simulações é aproximar a atividade futura dos utilizadores e identificar os problemas susceptíveis de pôr-se em termos de saúde ou de eficácia. O autor ainda destaca que a simulação permite minimizar os riscos que o novo ambiente pode acarretar à saúde dos operadores. Assim, a análise da atividade futura visa antecipar os possíveis constrangimentos, representações, variabilidades, modos operatórios e sobrecargas vinculadas ao trabalho.

Uma das formas de representação é através da construção de cenários da atividade futura como meios de confrontação com os usuários e possibilidade de interação entre os diferentes atores no desenvolvimento do projeto, podendo ser feitos por simulações, utilizando-se de desenhos, maquetes físicas ou eletrônicas, protótipos, software de simulação humana e outros. A **Figura 9** ilustra um programa computacional de simulação humana em um ambiente de trabalho em concepção.

Figura 9 - Simulação de atividade futura utilizando programa computacional Jack da UGS-Siemens²



Fonte: Grupo de pesquisa Ergo&Ação.

² *Software Jack da UGS-Siemens*: Ferramenta computacional de modelagem e simulação humana, tecnologia computacional utilizada em projetos de pesquisa e extensão do grupo Ergo&Ação, do Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar.

Especificamente, pode-se aplicar a simulação humana na concepção de situações produtivas futuras, permitindo analisar aspectos dinâmicos da execução da tarefa, a interação entre pessoas e o local onde se desenvolve suas atividades de trabalho (TORRES, 2007).

O uso da simulação revela-se como instrumento de significativa importância para reflexão sobre o contexto do trabalho, na tentativa de prever situações de sobrecarga e de presença de constrangimentos, além de comportamentos e estratégias possivelmente adotadas pelo operador.

Ressalta-se que o uso desse tipo de ferramenta aporta os benefícios da realidade virtual e da computação gráfica a aplicações nas áreas de projeto de instalações industriais e na concepção, avaliação e implantação de sistemas de produção (BRAATZ, 2009; SILVÉRIO, 2011).

2.5 Ergonomistas e Projetistas: Construção de um Conhecimento Mútuo

A importância de se considerar as visões dos atores dentro do processo de concepção de projeto está para além de uma proposta de integração, mas no sentido de tentar desvendar os conhecimentos específicos e as complementaridades de cada especialidade no processo de concepção.

Entende-se o processo concepção de projeto nesta pesquisa como uma construção social (BUCCIARELLI, 1996), em que o mais importante não é o produto resultante, mas as pessoas que o fizeram – suas visões de mundo e os meios que escolheram para conceber o novo objeto.

Nessa perspectiva, diferentes participantes no processo de projeto implicam em pessoas com diferentes competências, responsabilidades, habilidades e interesses que habitam mundos distintos. Embora estejam trabalhando sobre o mesmo projeto, eles veem o objeto diferentemente (BUCCIARELLI, 2002). Assim, a construção do processo de projeto torna-se coletiva e mútua na tentativa de instituir uma troca de saberes de modo a contribuir no produto final, dentro de um espaço de negociação e de conflitos de interesses.

Para Broberg (2008b), em projetos participativos, as visões de diferentes perspectivas e competências são compartilhadas e as expectativas e necessidades mútuas possibilitam a elaboração de melhores condições de trabalho possíveis para a nova instalação, além de permitir o envolvimento dos diversos atores no processo.

Integrar a ergonomia no processo de projeto, de modo a se relacionar dinamicamente com outras disciplinas, realizando interfaces entre as etapas de projeto permite a inter-relação entre as partes envolvidas nesse processo, que é baseado na participação do usuário. Além disso, em processo de projetos participativo entre os atores, destaca-se a aplicação de cenários de uso destinados a estimular processos de trabalho e a participação da ergonomia na nova instalação (BROBERG, *op. cit.*).

Nesse contexto, a criação de relações entre os atores se torna de extrema importância, e o ergonomista entende que o funcionamento do homem e sua atividade em situação constituem variáveis que devem ser integradas pelos projetistas, tornando-se atores da concepção (BÉGUIN, 2007, p.317).

Os atores da concepção não agem de forma a considerar a individualidade de cada um, de modo a ignorar com frequência os constrangimentos e modo de trabalho uns dos outros. Cabe ao ergonomista agir de forma articulada, permitindo que todos tenham conhecimento das etapas de desenvolvimento dos projetos, do que se espera de cada fase e dos constrangimentos profissionais de cada um (DANIELLOU, 2007a, p.307).

Lima, Resende e Vasconcelos (2009, p.530) relatam a existência de uma pressão sobre os responsáveis pela elaboração de projetos para incorporar a perspectiva do operador em projetos de concepção, o que culminou em novos arranjos metodológicos para esse processo, organizados em três eixos:

- 1) PROJETO CENTRADO NO CONSUMIDOR/CLIENTE: o consumidor/cliente é mantido no centro do processo de desenvolvimento de produtos, através de estratégias de marketing, fidelização, pesquisa de opinião e participação direta do cliente, respeito ao consumidor, melhoria da qualidade e da confiabilidade dos produtos, customização e desenvolvimento de produtos personalizados. O princípio fundamental dessa abordagem é a contribuição da presença, física ou pensada, do consumidor/cliente desde o início da concepção e durante todas as etapas de desenvolvimento.
- 2) PROJETO CENTRADO NAS NECESSIDADES DOS USUÁRIOS/CLIENTES: A reviravolta da qualidade também recoloca o cliente no centro da produção e do desenvolvimento de produtos, considerando desta vez tanto o cliente interno quanto o externo. Nesse caso já se nota um avanço em relação ao reconhecimento das necessidades dos trabalhadores enquanto usuários ou parte integrante de um processo de produção. Trata-se de viabilizar a presença efetiva do cliente no processo de desenvolvimento de produtos e no processo de produção.
- 3) PROJETO CENTRADO NA ATIVIDADE DE UTILIZAÇÃO: As relações antes consideradas em termos de categorias de “cliente”, “consumidor” ou “usuário”

manifestam-se agora em práticas, na utilização cotidiana do produto ou posto de trabalho. Não é indiferente que o sujeito seja convocado a participar do processo de projeto como um sujeito falante, capaz de expressar opiniões e necessidades, ou como um sujeito que, além da ação comunicativa, interage com o produto ou instrumento de trabalho em uma atividade prática.

Apoiados no terceiro eixo, a interação do usuário com os demais atores apresenta-se de forma mais efetiva. Os mesmos autores acima citados defendem que o projeto centrado na atividade de utilização possibilita que o sujeito se articule de diferentes formas – situações reais de usabilidade – perspectiva da atividade – co-produção, de modo a estabelecer critérios de concepção diferenciados.

Esse cenário revela que as transformações do estado do artefato podem ser realizadas com o movimento ascendente (*bottom-up*), onde existem mais precisões de detalhes e descendentes (*top-down*), onde as margens de manobras são reduzidas. Este é o paradoxo existente e diante disso a ergonomia contribui com a análise da atividade de trabalho mais criteriosa quando o projeto não está detalhado. Portanto, agir na concepção é construir um modelo mais bem fundamentado do funcionamento do homem e de seu trabalho.

Para Béguin (2008a, p.73) é importante não definir somente as propriedades do artefato, mas também a atividade correspondente e as condições de uso, pois a concepção é um processo contínuo e permanece no uso. O autor apresenta três diferentes etapas nas quais a ergonomia pode contribuir na concepção:

- 1) CRISTALIZAÇÃO: todo dispositivo técnico, todo procedimento cristaliza uma representação, um modelo de usuário e sua atividade.
- 2) PLASTICIDADE: o real do trabalho ultrapassa sempre o modelo que foi construído, deixar aos trabalhadores a possibilidade de tornar o dispositivo técnico mais eficaz. Conceber sistemas flexíveis e plásticos.
- 3) DESENVOLVIMENTO: durante o desenvolvimento ocorre uma evolução, uma gênese de maneiras de fazer e pensar. Os trabalhadores desenvolvem recursos para a sua ação, evolui e adapta a forma de trabalho com significados e valores deles próprios. Nesse sentido, modificam consideravelmente o processo de concepção.

Essas etapas definem uma diversidade de ações a serem usadas no interior de um processo de concepção no qual a concepção não tem início nem fim, mas é vista como um processo cíclico, onde o projetista ou usuário fecunda o trabalho do outro, colocando um movimento sobre a função e o uso do que será concebido (Béguin, 2008a, p.76).

Para Béguin (2008b) uma característica do processo de concepção dialógico é que este deve ser cíclico. Por um lado, o projeto é inicialmente um conceito, uma intenção, uma vontade em relação ao futuro; por outro lado, estas intenções têm que ser concretamente realizadas em ação, de modo a atender às ideias iniciais em movimento vindas de um cenário de conflitos de interesses, a fim de incorporar ao resultado (objeto a ser concebido) a visão do projetista depois de ter confrontado com os trabalhadores ou usuários finais. Assim, no processo de concepção de projeto é importante garantir um espaço dialógico para o desenvolvimento do artefato futuro e da atividade futura.

Nesse sentido, torna-se de suma importância considerar as representações dos diferentes atores, suas especificidades, as contribuições mútuas, possibilitando um espaço de trocas entre os envolvidos nesse processo. Em especial, deve-se considerar as contribuições dos trabalhadores e usuários finais. Pois como enfatiza Lima (2000) para realizar suas tarefas, os trabalhadores desenvolvem uma série de habilidades, conhecimentos e competências que se traduzem em determinadas formas de utilização do corpo, que repercutem sobre a vida dos indivíduos. Tudo isso se dá de formas específicas de divisão técnica e social do trabalho que a um só tempo possibilitam e delimitam o desenvolvimento das potencialidades individuais.

Esse contexto revela que em função da experiência, um usuário estabelece interações entre os artefatos, pois dispõe de um conjunto de saberes organizados, não necessariamente visíveis na atividade de trabalho, mas disponíveis na memória do usuário como um saber tácito. Em verdade, quando existe a confrontação dessas representações (diferentes atores do processo) na elaboração das especificações de projeto, torna-se possível a reestruturação dos pontos de vista de cada um do grupo de atores envolvidos no processo.

3 ABORDAGEM DA SITUAÇÃO ESTUDADA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, buscou-se uma abordagem metodológica que permitisse compreender as relações e a atividade dos operadores do descoqueamento dentro do contexto específico (refinaria), suas opiniões, as formas com que interpretam a realidade de trabalho e suas interações com o sistema.

A partir disso, a presente pesquisa caracteriza-se, do ponto de vista da abordagem do problema, como qualitativa. Tal abordagem permite uma aproximação fundamental entre sujeito e situação de trabalho, uma vez que ambos são da mesma natureza: ela se envolve com empatia aos motivos, às intenções, aos projetos dos atores, a partir dos quais as ações, as estruturas e as relações tornam-se significativas (MINAYO e SANCHES, 1993).

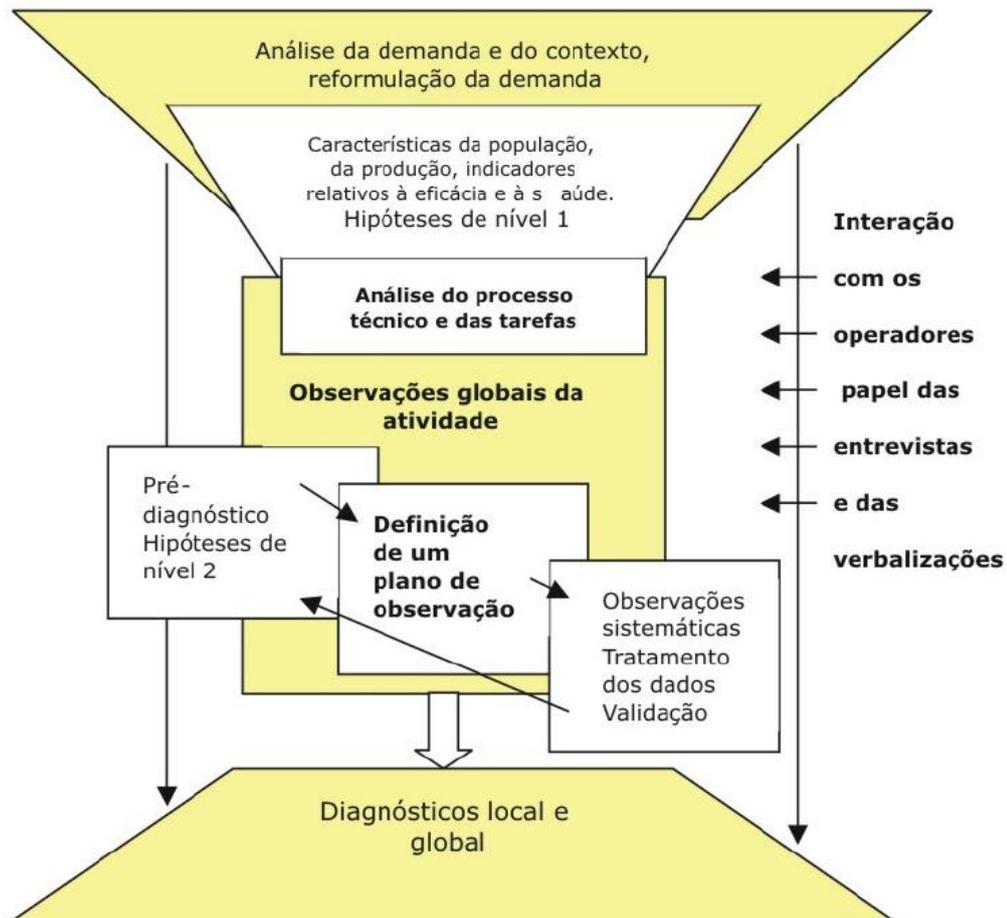
A pesquisa qualitativa tem maior força na validade dos dados coletados, já que a observação dos sujeitos, por ser acurada, e sua escuta em entrevista, por ser em profundidade, tendem a levar o pesquisador bem próximo da essência da questão em estudo (TURATO, 2005). Por isso, a abordagem qualitativa se adapta melhor em pesquisas na área de ergonomia, por permitir maior interação entre sujeitos e pesquisador, considerando a subjetividade do sujeito, dentro de um processo de construção social e de transformações e estratégias feitas pelos próprios trabalhadores.

Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa é exploratória, pois envolveu levantamento bibliográfico, entendimento sobre os procedimentos utilizados em entrevistas para a realização da análise ergonômica e busca por exemplos práticos realizados em outras refinarias de petróleo. Por fim, do ponto de vista de seus procedimentos técnicos, é do tipo estudo de caso, uma vez que esse método busca compreender de forma mais detalhada a situação e a atividade de trabalho do operador da cabine de descoqueamento. Para Yin (2001) o estudo de caso tem por finalidade tentar esclarecer porque as decisões foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados alcançados.

A pesquisa se norteou pelo método da AET, de acordo com escopo do programa de ergonomia, realizado em parceria com o grupo ERGO&AÇÃO da UFSCar.

As etapas seguidas nessa pesquisa são as preconizadas pela AET que se apresentam de acordo com Guérin et al. (2001, p.87) em: (a) Análise da demanda; (b) Análise da tarefa; (c) Análise da atividade, inseridas nesta etapa a autoconfrontação/validação e (d) Diagnósticos. A **Figura 10** a seguir apresenta essas etapas.

Figura 10 - Método da Análise Ergonômica do trabalho



Fonte: Adaptado de Guérin et al. (2001).

A coleta de dados desta dissertação se deu por meio de entrevistas semi-estruturadas, filmagens e fotos do trabalho em contexto real. Quando isso não foi possível, solicitou-se ao operador a simulação da atividade.

A técnica de entrevista é muito utilizada em estudos de caso. Segundo Duarte, (2002b), este tipo de pesquisa exige a realização de entrevistas, quase sempre longas e semi-estruturadas, pois ainda de acordo com a mesma autora, à medida que se colhem os depoimentos, vão sendo levantadas e organizadas as informações relativas ao objeto de investigação e, dependendo da quantidade e qualidade delas, o material de análise se torna cada vez mais consistente.

É uma técnica dinâmica e flexível, útil para apreensão de uma realidade e para a descrição de processos complexos nos quais o entrevistado está ou esteve envolvido (DUARTE, 2008b).

Além disso, utilizou-se de técnicas de validação durante o processo de intervenção ergonômica, com o objetivo de verificar se as informações colhidas no real do trabalho eram representativas e revelavam o ponto de vista dos trabalhadores.

A validação é uma oportunidade para o ergonomista enriquecer sua compreensão das situações, feita através da confrontação entre os operadores observados e os ergonomistas. Ao final, apresentam-se as constatações ou mesmo os diagnósticos criados por esses atores que posteriormente serão difundidos para a empresa (DANIELLOU e BÉGUIN, 2007). Vale ressaltar que se entende a validação como um processo dinâmico, envolvendo as fases de análise e projeto de forma complementar e cíclica.

De acordo com Wisner (2004), o aparecimento da autoconfrontação e a validação abre portas para a interpretação e para a busca do sentido do trabalho em resposta àqueles que estão imersos no ambiente laboral e que, muitas vezes, não têm o poder da palavra e da verbalização.

Através do discurso foi possível buscar o real significado de ações dos operadores e compreender as formas de agir sobre a situação de trabalho. Segundo Nogueira (2001), através da verbalização é possível obter conhecimento do contexto estudado e do seu funcionamento, assim como identificar, neste caso, as variabilidades que estão presentes nas situações reais de trabalho, possibilitando as intervenções ergonômicas.

Para Montmollin (1984) o discurso dos operadores, tanto no início da análise como na validação da implantação, é uma fonte de dados indispensável à ergonomia, sendo a linguagem a expressão direta dos processos cognitivos utilizados pelo operador para realizar a tarefa.

Por se tratar de um estudo de ergonomia de concepção, uma das recomendações vinculadas à teoria é a busca por situações de referência ou semelhantes à estudada para identificar características próximas a da situação que será concebida, como uma forma de auxiliar a compreensão do trabalho e de identificar eventuais variabilidades na tarefa do operador, bem como as estratégias empregadas por ele para enfrentá-las. Na perspectiva de Daniellou (2002b) a análise, dessa maneira, poderia antecipar os constrangimentos da atividade futura possível.

Assim, recorreu-se à proposta apresentada por Daniellou (2002b, p.76) para realizar a análise da situação de referência, de acordo com as seguintes etapas: (a) Levantamento prévio das características do sistema que vão condicionar a atividade; (b) Previsão de manobras que os diferentes operadores provavelmente terão que efetuar sobre o

futuro problema; (c) Tentativa de previsão da atividade que eles deverão realizar para efetuar estas manobras.

A identificação de tais critérios nessa análise foi vista como um meio de interpretação das dificuldades encontradas baseada na atividade de trabalho, no sentido de antecipar as consequências sobre a saúde do trabalhador e aspectos relacionados à produção. Neste caso, foi selecionada uma situação semelhante ao objeto de estudo desta pesquisa.

A busca pela situação de referência pode ser feita de diversas formas, como menciona Daniellou (2007a), as análises podem ocorrer através de simples visitas, entrevistas e documentos e, por fim, em algumas será possível realizar verdadeiras análises. No caso em questão, a análise de situação de referência foi desenvolvida conforme descrita no **Quadro 1**.

Por fim, a importância tanto da análise da atividade quanto da situação de referência para o desenvolvimento da pesquisa foi que esses dados foram transformados em recomendações/informações sobre a tarefa e/ou a atividade de descoqueamento, visando o entendimento de quais informações são consideradas na elaboração das especificações de projeto.

O **Quadro 1** a seguir descreve as etapas e procedimentos realizados na coleta de dados, referente à operação de descoqueamento da refinaria em questão, mas também às etapas do estudo da situação de referência.

Quadro 1 - Procedimentos e etapas desenvolvidos na AET da operação de descoqueamento

Procedimentos / Etapas	Operação de Descoqueamento Refinaria do Caso	Operação de Descoqueamento Refinaria de Referência
<u>Contato inicial</u>	Via telefone diretamente com o operador da unidade, com consequente agendamento da visita ao local. Período: março de 2009.	Via email eletrônico com o responsável pela equipe de ergonomia da refinaria, com consequente agendamento da visita ao local. Período: março de 2009.
<u>Análise da demanda</u>	Entendimento da origem da demanda, a fim de verificar se ela é de caráter coletivo ou não, e mensurar as dimensões do problema.	Busca por situação de referência, de modo a identificar os constrangimentos presentes na situação de trabalho elencada e auxiliar o favorecimento do entendimento da demanda.
	Pesquisa de documentos internos de procedimentos prescritos para a operação de descoqueamento seguidos pelos padrões do sistema	Pesquisa de documentos internos de procedimentos prescritos para a operação de descoqueamento seguidos pelos padrões do sistema integrado de

<p><u>Análise da tarefa</u></p>	<p>integrado de padronização da refinaria, além de consulta dos procedimentos específicos da atividade de furo do reator e troca de ferramentas. Observação, filmagens e entrevista com os operadores de campo.</p>	<p>padronização da refinaria, além de consulta dos procedimentos específicos da atividade de furo do reator e troca de ferramentas. Observações, filmagem e entrevistas com os atores que executam a operação de descoqueamento, com a finalidade de levantar às características do dispositivo, as variabilidades previsíveis do sistema, as restrições relacionadas ao posto de trabalho (frequência da operação, horário – dia ou noite, etc.), além das necessidades prováveis dos operadores.</p>
	<p>Aplicação do instrumento de avaliação de risco Ergonomic Workplace Analysis - EWA a fim de identificar os principais constrangimentos presentes nessa situação de trabalho.</p>	
<p><u>Análise da atividade</u></p>	<p>Visitas à área acompanhadas pelo operador da unidade de coque para coleta de dados, através de filmagem de todo o processo de descoqueamento, entrevistas com os operadores de campo, com a finalidade de entender as reais atividades executadas pelo operador. Foram feitas cinco visitas nos dias 10, 12, 18, 19 e 25 de março de 2009.</p>	<p>A visita foi realizada nos dias 28 e 29 de abril de 2009. A análise foi acompanhada pelo operador da unidade, pelo responsável pela equipe de ergonomia da refinaria de referência, além dos ergonomistas da equipe da refinaria do caso. A análise baseou-se nas observações da situação, entrevistas com os operadores, filmagens e fotografias do processo de descoqueamento.</p>
<p><u>Validação</u></p>	<p>Visita do dia 25 de março de 2009 utilizada para validação das observações realizadas durante a análise da tarefa e a análise da atividade.</p>	<p>Confrontação junto aos operadores da situação encontrada na refinaria do caso com a situação de referência.</p>
<p><u>Diagnóstico / Recomendações</u> construídas em conjunto com os atores para elaboração da especificação do projeto</p>	<p>Síntese das observações, buscando construir uma nova representação para a situação global.</p>	<p>Síntese das observações, buscando construir uma nova representação para a situação global.</p>
<p><u>Entrevistas com os projetistas</u></p>	<p>Entrevista abertas com os projetistas sobre a sua atividade de trabalho, no que diz respeito ao desenvolvimento de projetos, análise de documentos e dados de projeto.</p>	<p>Com a finalidade de entender o processo de projeto</p>

A sessão seguinte trata do estudo do operador de descoqueamento, com a descrição sobre a origem dessa demanda, seu processo produtivo, a organização dos operadores e sua tarefa, com conseqüente elaboração de especificação do projeto de intervenção na situação de descoqueamento pelo projetista da refinaria e reestruturação da demanda, mas sem execução e implantação até o presente momento.

3.1 Origem da Demanda

Este estudo é fruto de uma parceria entre o grupo de pesquisa em ergonomia Ergo&Ação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a refinaria de petróleo, que se deve, conforme descreve Silvério (2011, p. 51)³, à criação dos programas de gerenciamento de riscos ergonômicos das unidades de refino de petróleo, que faz parte do trabalho voltado à prevenção de riscos ocupacionais integrados à gestão de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS). Nesse sentido, foram estabelecidas diretrizes corporativas que permitiram a gestão dos programas de ergonomia nas diferentes refinarias do país, incluindo a refinaria onde se desenvolveu este estudo.

Os principais objetivos do programa foi elaborar um levantamento de demandas ergonômicas nas diversas áreas da refinaria (Norte, Sul, Leste e Oeste), a fim de melhorar as condições de trabalho.

Como forma de atender às exigências definidas pelo corporativo da empresa, as unidades de refino de petróleo iniciaram um processo de estruturação das equipes de ergonomia internas às unidades.

Diante disso, a refinaria em questão estruturou um subcomitê de ergonomia representado por trabalhadores de diferentes áreas (manutenção, engenharia, gerência, recursos humanos, entre outros), com a finalidade de identificar situações que apresentassem constrangimentos aos trabalhadores e promover intervenções para a minimização desses fatores. Essa identificação foi possível por meio das gerências setoriais, que juntamente com os operadores fizeram o mapeamento das situações de risco.

Em seguida, os riscos de cada situação de trabalho (entendida como demanda pelos profissionais da refinaria) eram cadastrados em um sistema corporativo: o Sistema de Informações de SMS do Abastecimento (SISA), totalizando 226 demandas relacionadas às mais diversas áreas como: administrativa (posto informatizado, bancadas de laboratório);

³ As informações descritas sobre a parceria são retiradas de SILVÉRIO (2011).

equipamentos (válvulas, painéis de controle, cabine de ponte rolante) e acessibilidade (escadas e plataformas).

As 226 demandas tiveram diversas origens e foram registradas por diferentes motivos: notificações do não cumprimento de requisitos legais; inspeções das Delegacias Regionais do Trabalho (DRT); inspeções da área de SMS; encaminhadas pelos próprios operadores ou pelos supervisores; levantadas pelos sindicatos ou pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA); devido à introdução de novas tecnologias ou mudanças no processo de produção, projetos de novas instalações; de ocorrências acidentais; de taxas de absenteísmo, dentre outras.

Diante desse cenário, os integrantes do subcomitê decidiram pela contratação de especialistas externos à unidade de refino, para que os mesmos auxiliassem na realização das intervenções.

Nesse momento, em agosto de 2006, iniciou-se a participação do grupo de pesquisa Ergo&Ação, por meio de um contrato estabelecido com a refinaria, via Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FAI). Este contrato objetivava a estruturação de uma equipe de ergonomia externa à refinaria, com o intuito de auxiliar o subcomitê de ergonomia na realização das intervenções e, assim, cumprir com as diretrizes e os padrões estabelecidos pelo corporativo da empresa.

A equipe de ergonomia contratada, juntamente com o subcomitê, fez uma priorização das demandas para dar início ao processo de intervenção, que abrangeu demandas relacionadas à acessibilidade dos operadores das mais variadas áreas, como a de radares no teto dos tanques de estocagem, válvulas de drenagem, bloqueios, entre outros. Destaca-se que essa priorização referente às demandas considerava a metodologia de uma matriz de gravidade de risco da própria refinaria. Assim, a avaliação do risco, bem como as ações de intervenção de cada demanda foi realizada a partir do critério da empresa.

Vale ressaltar que o grupo Ergo&Ação desenvolve pesquisas viabilizando projetos com o objetivo de equacionar problemas de saúde e produtividade, desenvolver competências no interior das organizações, parceiras e realizar pesquisas gerando conhecimento acerca da realidade objetiva das atividades de trabalho. Por fim, suas pesquisas e ações têm a finalidade de promover estudos e gerar conhecimento científico a partir da generalização da prática profissional de ergonomistas.

3.1.1 Caracterização da Demanda do Descoqueamento

A demanda está relacionada à atividade de trabalho do operador de descoqueamento de uma Unidade de Coque (UC) numa Refinaria de Petróleo, localizada no estado de São Paulo.

No ano de 2006 ocorreram alguns registros de incidentes na Unidade de Coque I, onde existe a operação de descoqueamento, que foram encaminhados ao setor de saúde e segurança pelos próprios operadores. Nesse primeiro momento eram registros de choques mecânicos contra estruturas do local, devido à falta de iluminação e a grande vaporização durante a abertura do reator.

A operação de descoqueamento apresenta condições de trabalho inadequadas, com exposições dos operadores aos riscos ocupacionais, como físicos, químicos, mecânicos, etc. Entretanto, os principais agravantes são a presença de vapores quentes no ambiente durante a abertura manual do reator, devido à liberação de substâncias químicas, como o benzeno.

Diante desse contexto, a demanda foi registrada no banco de dados SISA da refinaria para que intervenções fossem realizadas nessa situação de trabalho. De acordo com critérios de uma matriz de gravidade utilizada pela empresa, a operação de descoqueamento foi classificada como grave, mas com alto investimento para transformar a situação, por exigir a elaboração de um projeto de concepção para responder a demanda inicial.

Em entrevista com o projetista foi constatado que durante a abertura do reator para iniciar o processo de descoqueamento, o operador foi atingido por um jato de alta pressão de água quente, provocando lesões graves na região da face e desencadeando a abertura do Relatório de Tratamento de Anomalia (RTA), documento de averiguação de acidentes da refinaria.

Apesar dos incidentes e do acidente ocorrido na unidade de descoqueamento, até o ano de 2009 o local não foi priorizado como foco de intervenção, seja para questão de segurança ou ações ergonômicas. Somente com a introdução da diretriz de 2009 do corporativo da empresa, a qual dispõe sobre a introdução da ergonomia de concepção em todas as áreas da refinaria, que surgiu uma nova perspectiva de ações e procedimentos para incorporar a ergonomia em projetos a serem concebidos. No caso da operação de descoqueamento, não bastava apenas fazer adequações no local de trabalho, mas, sim, um novo projeto da situação de maneira global envolvendo ações de concepção.

Nesse momento, as demandas foram re-priorizadas com destaque para os projetos de concepção vinculados às áreas de coque: 1) a intervenção na operação de descoqueamento: 2) na ponte rolante e 3) na adequação do laboratório de análises da refinaria.

3.1.2 A Unidade de Descoqueamento

A produção de coque pode ser feita por dois tipos de processo: coqueamento retardado e o coqueamento fluido. Ambos envolvem a decomposição térmica de hidrocarbonetos de cadeias longas oriundos de unidades de destilação. O fluxo produtivo do processo envolve reações primárias (conversão de gás em nafta e destilados médios) e reações secundárias (formação de coque). Conforme descrito no capítulo 2.

Essas reações acontecem nos reatores ou tambores, que são os equipamentos destinados a promover o coqueamento da carga combinada pré-aquecida no forno. Após o processo da formação do coque, o reator passa pelo processo de descoqueamento, que é a remoção do coque formado de dentro dos reatores.

Esta unidade opera com carga de 2.600 m³/d e com um sistema de resfriamento dos reatores, caracterizando-se como um sistema fechado. O gás gerado no processo (200.000 Nm³/d) é enviado para UFCC ou, na impossibilidade, são feitas manobras operacionais para ser colocado na rede de gás combustível.

Tal processo ocorre a cada 22 horas, com duração de aproximadamente 4 horas, dependendo das variabilidades (vazamentos, equipamentos com problemas tendo que ser operados manualmente, falhas no sistema de segurança, obstrução de tubulações, excesso de vapor durante o descoqueamento, tipo de carga, etc). A operação de descoqueamento é realizada no sexto andar da UC, num ciclo contínuo, ou seja, quando um reator está descoqueando, o outro recebe a carga da unidade.

3.1.3 A Organização do Trabalho

Os operadores da unidade de coque trabalham no sistema de turno (7h30min às 15h30min / 15h30min às 23h30min / 23h30min às 7h30min). Em alguns casos a operação é iniciada por um operador de um turno e finalizada por outro do turno seguinte.

Eles executam rotinas de vistoria de área que incluem inspeções para verificação de anormalidades, bem como diversas manobras na unidade: partida, parada e

operação dos fornos, vistoria na área do pátio de bombas, vistorias nas torres, na operação do sistema de aquecimento e resfriamento do reator, na operação do sistema de água, na operação do sistema de remoção de enxofre do gás.

O trabalho é dividido entre 5 grupos, cada um com três operadores. Em cada grupo, dois operadores trabalham na planta da unidade de coque e um operador trabalha na Central de Controle Integrado (CCI). O supervisor determina junto com os operadores quanto à distribuição dos locais de trabalho, fazendo uma escala prévia da área de trabalho destinada a cada um. Cada grupo tem autonomia para definir a sua forma de organização de trabalho.

Assim, a operação de descoqueamento envolve diversos operadores, que se subdividem em:

- Operador da central de controle integrada (CCI): operador que controla algumas variáveis do processo;
- Operadores da unidade de coque: operadores que são responsáveis inicialmente pelo comando do processo, por isso permanecem no local para verificar equipamentos, acionar aberturas de válvulas, elevação de rotação de bomba, etc. Cabe a esse operador a responsabilidade pelo processo, delegando apenas a atividade de operação de descoqueamento aos operadores de campo;
- Operador de campo (equipe de empresa terceirizada): responsável por realizar o descoqueamento (retirada do coque do reator com água em alta pressão), através da movimentação de uma lança, monitorada pelo operador via painel eletrônico.

A operação de descoqueamento é controlada pelo operador da unidade, que se reporta ao operador de campo devido à necessidade de controle do ciclo de descoqueamento.

Para segurança do operador de campo, todo esse processo é monitorado pela CCI, onde contém alarmes para sinalizar variáveis operacionais e de segurança, como possíveis anormalidades/variabilidades durante a operação.

3.1.4 O Trabalho Prescrito do Operador de Descoqueamento

A unidade de coque da refinaria tem suas normas e padrões de operação pré-definidos e essas informações são passadas a todos os operadores que executam qualquer

procedimento/intervenção no processo produtivo. O processo de descoqueamento integra ações dos operadores da CCI, da unidade de coque e do campo.

Nesse sentido, a expectativa da unidade em relação aos operadores é de que eles atuem de forma segura, sem impactos às instalações durante o descoqueamento do reator. Espera-se que a qualquer mudança do padrão de descoqueamento, os operadores entrem em contato com o responsável da unidade ou façam o registro no relatório de turno e emitam solicitações de manutenção quando entenderem ser necessário.

O início do processo se dá pelo fechamento da válvula do reator a ser descoqueado, procedimento realizado pelo operador da CCI. Na sequência, os operadores da unidade e de campo fazem a medição do espaço livre no interior do reator e passam essas informações para o operador da CCI. A próxima etapa trata da abertura do bloqueio de água da linha para realizar o resfriamento do reator, através da abertura manual de válvula localizada no 6º andar, local do descoqueamento, feita pelo operador da unidade. Como consequência o mesmo operador precisa acionar no painel do 6º andar o botão da válvula Nordberg de 4” e verificar se a válvula de 2” está fechada. O operador da CCI acompanha remotamente a indicação na tela do painel do descoqueamento. Por fim, o operador da CCI controla a pressão da água para que ocorra o furo do coque, material depositado dentro do reator. Após o furo, o operador de campo também realiza o corte do coque e observa o depósito desse material na rampa de acesso localizada no térreo da unidade. As etapas da tarefa do operador, com procedimentos a serem realizados, são assim descritos pela refinaria, de acordo com o **Quadro 2** a seguir:

Quadro 2 - Descrição das etapas da tarefa do operador de descoqueamento e os principais procedimentos executados em cada etapa do processo

ATIVIDADE	COMO FAZER	ASPECTO E IMPACTO DE SMS	PREVENÇÃO, MITIGAÇÃO OU CONTROLE
1- Fechar a válvula do reator a ser descoqueado.	Na CCI ou campo, fechar a válvula de acordo com o reator a ser descoqueado.	Não se aplica.	Não se aplica.
2- Medir o espaço livre no interior do reator.	Introduzir a trena no interior do reator, através do flange de topo, até o peso da ponta da trena tocar o leito de coque. Aferir a medida em relação ao bocal de topo. Efetuar essa medição no mínimo em 3 pontos diferentes do leito de coque. A medida deverá ser a média aritmética das três medidas. Notificar o operador da CCI sobre o valor obtido.	RISCO: Lesão pessoal	Adotar posição segura durante a medição. Utilizar mangueira de ar de serviço, junto ao flange de topo, para expulsar o vapor.
3- Abrir o bloqueio de água da linha de descoqueamento.	No campo, no 6º andar, abrir o bloqueio de água de descoqueamento para o reator a ser descoqueado.	Não se aplica.	Não se aplica.
4- Acionar o botão de abertura da válvula NORDBERG (painel do 6º andar).	Na área, acionar o botão de abertura da Nordberg de 4" (no painel do 6º andar) e aguardar que acenda a lâmpada sinalizadora vermelha, indicando que a válvula de 4" está aberta, e apagando a lâmpada sinalizadora verde que indica válvula de 2" fechada.	RISCO: Rompimento da junta e/ou rompimento do mangote da válvula com risco de choque mecânico para o operador.	Inspeção visual. No caso de vazamentos parar a bomba de descoqueamento.
5- Furar leito de coque no interior do reator.	Controlar o giro da haste até furar todo o leito de coque. Após completar o furo, levantar a haste lentamente (a rotação da haste nesta fase deverá ser mantida acima dos 8 e 10 rpm e 2 a 4 metros por minuto para subida da haste)	Pressurização brusca do reator ocasionando excesso de vaporização no 6º andar.	Máscara de ar.
6- Substituir ferramenta de furar pela de corte.	Trocar a ferramenta de furo pela de corte. Abrir a placa guia. Substituir a ferramenta de furar pela de corte. Após a substituição da ferramenta de furar pela de corte, colocar a haste / ferramenta no interior do reator até atingir aproximadamente o meio do tambor.	Não se aplica.	Não se aplica.

7- Cortar o leito de coque no interior do reator.	Repetir os itens 3, 4 e 5 novamente. Ajustar o giro da haste entre 4 a 8 rpm e de 2 a 4 metros por minuto no deslocamento de elevação e descida da haste. Cortar seções (camadas) de coque de 3 metros de altura a partir da camada mais alta, subindo e descendo a ferramenta até que todo o coque desta camada seja removido.	Não se aplica.	Não se aplica.
8- Utilizar prolongador da haste de descoqueamento.	Caso ocorra obstrução do fundo do reator ou alguma pedra fique presa na saia, mudar a NORDBERG para a válvula de 2", subir a haste de descoqueamento, retirar a ferramenta de descoquear, acoplar o prolongador na haste, conectar a ferramenta de furar e desobstruir o fundo do reator.	RISCO: lesão pessoal.	Verificar situação da saia de descoqueamento. Verificar e retirar as pessoas do 1º andar.
9- Certificar-se do término do descoqueamento.	<p>Após visualmente não se verificar mais queda de coque na rampa e o ruído no interior do reator ser de água contra chaparia, acionar a Nordberg de 4" para 2", bloquear ar para o giro da haste de descoqueamento.</p> <p>Abrir placa guia e verificar visualmente o interior do reator com rabicho de luz (24 V). Caso ainda haja coque, retornar ao item 8, procurando remover o restante de coque até a limpeza total, certificando-se com nova visualização descrita anteriormente.</p> <p>Obs.: <u>Nunca</u> autorizar o fechamento do reator sem que se tenha a certeza que não há mais coque no interior do mesmo.</p>	RISCO: Lesão pessoal.	Adotar posição segura durante a visualização ao interior do reator. Utilizar mangueira de ar de serviço, junto ao flange de topo para expulsar o vapor.
10- Parar o sistema de descoqueamento.	Subir a haste de descoqueamento até retirar do interior do reator. Solicitar aos encanadores a remoção da ferramenta de corte. Bloquear o ar de serviço para o 6º andar.	Não se aplica.	Não se aplica.

Fonte: empresa

É notório que as tarefas desenvolvidas pelos operadores da unidade de descoqueamento exigem o monitoramento constante, via painel de controle, dos reatores e ferramentas utilizadas na operação.

Este estudo foca a atividade do operador de campo, responsável por movimentar a haste (28 metros) do reator, controlar sua subida e descida, seu giro, além da troca de ferramenta para furo ou corte do produto (procedimentos 5, 6, 7, 8 e 9 descritos no **Quadro 2**). Somado a isso, ele precisa observar a saída do coque do interior do reator para a rampa no andar térreo. A seguir será descrita a atividade do operador de campo, em virtude da demanda inicial estar atrelada à solicitação feita por esses operadores.

3.1.5 Descrição da Tarefa do Operador de Campo

O processo de descoqueamento envolve diversos procedimentos com a participação dos operadores da unidade e da CCI, até a etapa do furo e corte do coque, realizada pelo operador de campo. Nesse sentido, antes do início do processo ocorre o procedimento de baixa da pressão do reator, antecedendo a sua abertura, feito pelo operador da CCI, que passa a informação via rádio ao operador da unidade. Essas informações são acompanhadas *in loco* para verificar as variações pelo painel eletrônico via indicadores de pressão (PI) instalados na área. Cada reator tem um PI que possibilita a identificação da pressão, no entanto, em um reator o PI é digital e no outro é de ponteiro, que não passa uma marcação precisa. Neste caso, a informação da pressão é confirmada pelo operador da CCI. Além disso, antes de liberar a abertura do reator o operador da unidade verifica os equipamentos, a rotação das bombas, abre as válvulas, ou seja, procedimentos 1, 2, 3 e 4 do **Quadro 2**, que fica sob sua responsabilidade.

Se ocorrer alguma falha o operador da unidade, pode interromper o processo pelo painel eletrônico (tela de alarme e de intertravamento) ou o operador da CCI intervém pelo comando remoto. Tais falhas podem ocorrer, por exemplo, na abertura da válvula, devido à existência de sensores que podem parar o motor. Inicialmente esse processo é acompanhado pelo operador da unidade e operador de campo, como mostra a **Figura 11**.

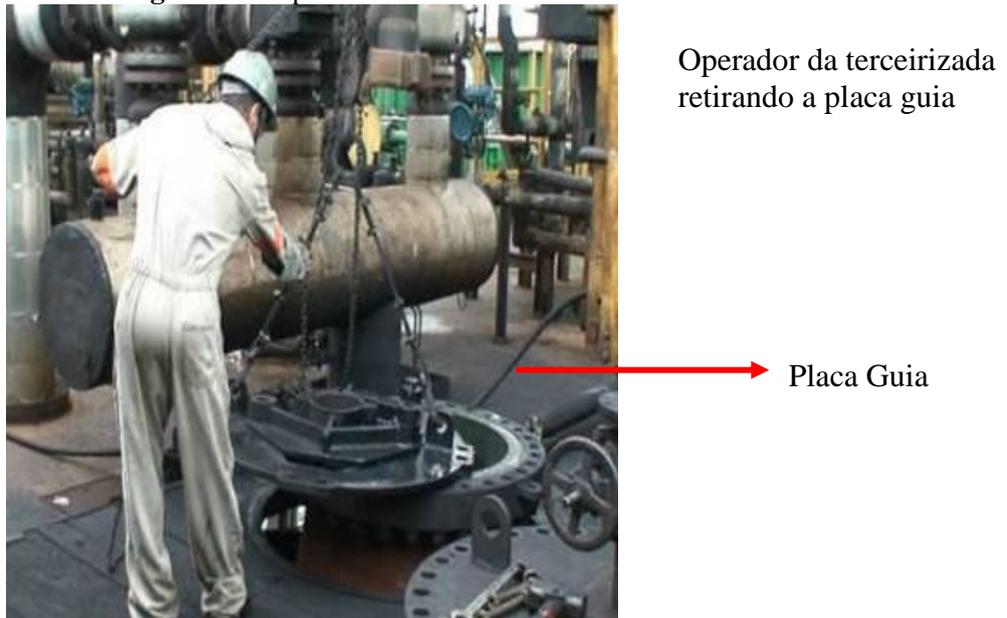
Quando a pressão atinge o valor ideal, não especificado pelo operador, inicia-se a abertura do reator realizada manualmente pelo operador de campo e sua equipe (empresa terceirizada, contando com três operadores para realizar essa tarefa), a fim de ajudar na despressurização do reator. Com isso, o reator sofre um processo de resfriamento,

possibilitando a sua abertura, com conseqüente retirada da placa guia (**Figura 12**) com utilização de uma ferramenta pneumática (placa que fecha a “boca” do reator). Esse procedimento de abertura é feito noventa minutos antes do início do descoqueamento e é acompanhado pelo painel eletrônico do local pelos operadores da unidade e de campo.

Figura 11 - Operador de campo e operador da unidade



Figura 12 - Operador da terceirizada



Durante a etapa de abertura do reator, por questões de segurança, certa quantidade de água não será drenada para que a vaporização não ocorra de forma brusca. Enquanto o coque estiver imerso na água não ocorrerá grande vaporização, mas como a água está em alta temperatura, ela emana vapor e dificulta a tarefa dos operadores no momento da abertura. A abertura de fundo do reator segue os mesmos procedimentos da abertura de topo, os operadores retiram a placa usando ferramenta pneumática e também existe grande vaporização (**Figura 13**).

Figura 13 - Abertura do topo do reator



Intensa vaporização durante a abertura do topo do reator.

Ao terminar o processo de abertura, o operador de campo inicia a furação e corte do coque no interior do reator. Todo esse processo é realizado e controlado via painel eletrônico. Os parâmetros para esse processo são: velocidade da haste e rotação da ferramenta (de furo ou corte) acoplada na ponta da haste em contato com o coque. Todo esse procedimento dura aproximadamente 4 horas.

Os comandos de movimentação da haste são feitos via painel eletrônico (**Figura 14**), entretanto o operador precisa acompanhar visualmente o processo, para garantir que a parte superior da haste não se choque com a boca do reator, o que ocasionaria a parada do processo.

Figura 14 - Painel eletrônico de controle



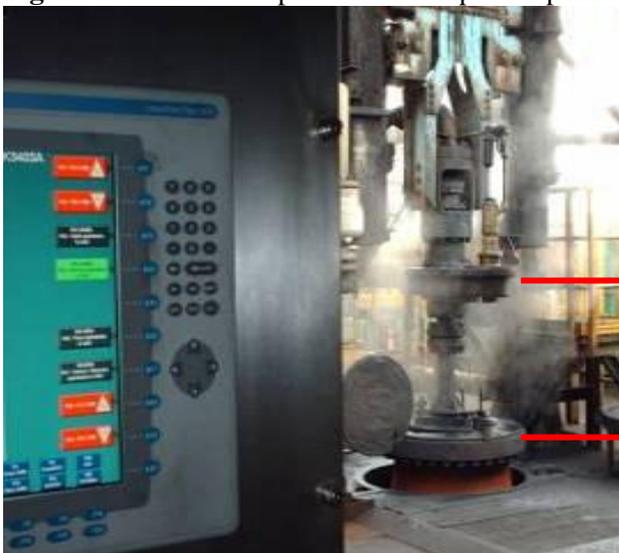
Painel eletrônico de controle

Operador de campo

Ergonomista

A haste é de 28 metros e possui marcações a cada metro, possibilitando ao operador saber, não precisamente, em que altura se encontra a furação. Quando a haste se aproxima da boca do reator, o operador começa a observar a rampa do térreo pela janela do sexto andar para verificar a quantidade de vapor e água que descem pela rampa. A vaporização na rampa auxilia o operador a constatar se ocorreu o furo do coque dentro do reator. Acompanhar esse processo visualmente é de suma importância para que o operador tenha domínio do andamento do descoqueamento. A **Figura 15** mostra a visão do operador de campo.

Figura 15 - Visão do operador de campo ao operar o painel



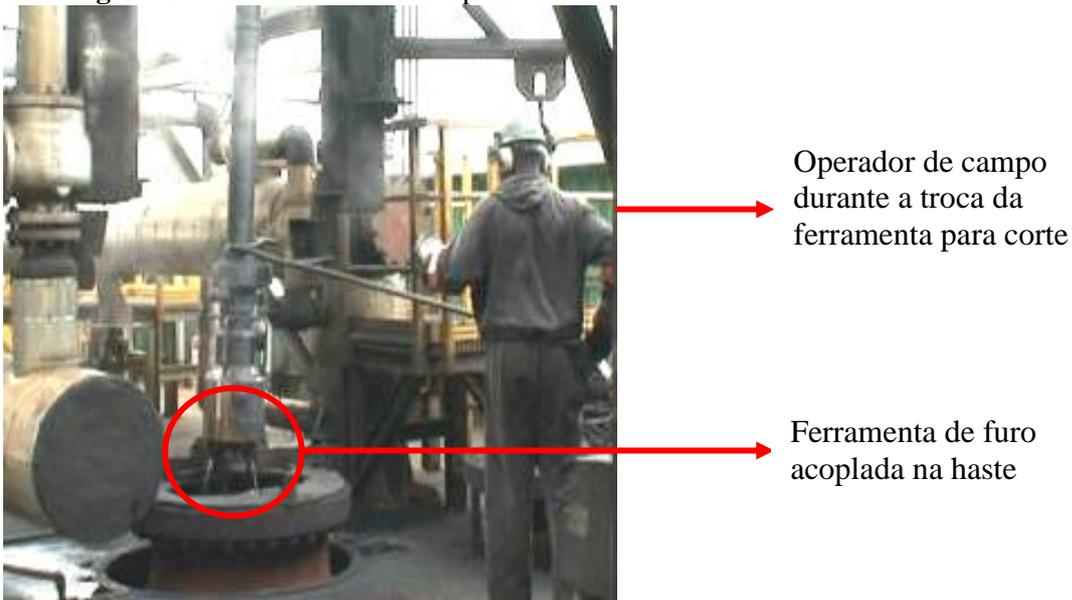
Visão do operador de campo quando está operando o painel. É importante a observação da haste nesse processo.

Parte superior da haste

Boca do reator

Ao verificar que ocorreu o furo do coque, o operador precisa trocar a ferramenta da haste para corte. Assim, a haste é totalmente retirada de dentro do reator, para que ocorra a troca da ferramenta (**Figura 16**). O contato com o leito do coque eleva a temperatura da ferramenta exigindo do operador o manuseio cuidadoso e o auxílio do ar comprimido para diminuir a temperatura da ferramenta. A atividade demanda grande esforço físico.

Figura 16 - Troca de ferramenta para corte



Ao inverter a ferramenta, o operador inicia o corte do coque, que precisa ser cortado em pedras com o tamanho aproximado de 10 cm, por isso a importância de observar pela janela a qualidade das pedras depositadas na rampa no térreo. Além disso, o operador precisa estar atento ao processo, pois a movimentação da haste (subida e descida) também é monitorada visualmente. No painel eletrônico o operador regula a rotação da ferramenta de corte acoplada à haste e a sua velocidade. Quando a haste atinge o limite de 23 metros o operador cessa a descida, pois se este limite for ultrapassado a bomba de água desarma, alterando a pressão de dentro do reator e inviabilizando o corte do coque.

Ao final do processo de descoqueamento ocorre o fechamento do reator. Para esse procedimento o operador de campo usa ferramenta pneumática, devido aos flanges (parafusos) serem grandes e demandarem alto esforço físico para fechar o reator. Antes de fechar o reator, o operador da unidade e o operador de campo verificam se ainda existe coque em seu interior, pois só pode ser fechado se estiver vazio (**Figura 17**).

Figura 17 - Fechamento do reator

Operador de campo

Operador da unidade

Através das observações da atividade de trabalho do operador de descoqueamento, das filmagens e do entendimento da tarefa, das questões relativas ao contexto e ao ambiente de trabalho, como as exigências técnicas e organizacionais, destacam-se alguns constrangimentos presentes nessa situação de trabalho: vaporização, presença de gases tóxicos, exigências posturais e de força, dentre outros. Esse local é foco de intervenção ergonômica com a possibilidade dos atores envolvidos (operadores, ergonomistas e engenheiros) atuarem a partir da concepção do projeto e, por isso, torna-se importante realizar a análise das situações de referência tanto para a identificação dos principais constrangimentos presentes na atividade do operador de descoqueamento, quanto para elementos prévios para os requisitos de projeto.

Assim, a análise da situação de referência permite antecipar as dificuldades, as margens de manobra, o espaço de trabalho do interior do qual a atividade poderá ser realizada após a implementação do sistema (DANIELLOU, 2007a).

A busca pela situação de referência objetiva identificar eventuais variabilidades na tarefa do operador e, além disso, as estratégias empregadas por ele para enfrentá-las. Tais variabilidades são estabelecidas a partir da integração que o operador realiza das diferentes exigências técnicas e organizacionais presentes, bem como do estado do sujeito, decorrente tanto da habilidade e da experiência, quanto das condições momentâneas do operador (DANIELLOU, 2002b).

Nesse sentido, a situação de trabalho que envolve o operador do descoqueamento escolhida é muito semelhante ao que foi descrito no início deste tópico, pois

também trata de uma refinaria, porém com suas especificidades e com soluções já implantadas referentes à atividade do operador de campo.

3.2 A Análise da Situação de Referência⁴

A situação de referência analisada refere-se ao processo de descoqueamento de outra refinaria da região sudeste. As visitas foram realizadas nos dias 28 e 29 de abril do ano de 2009. A análise da atividade, as observações, bem como as entrevistas e filmagens totalizaram doze horas.

Esta atividade de descoqueamento dura em média 2,5 a 3,0 horas, podendo chegar a até 4 horas. Apresenta o mesmo processo de produção de coque, mas com diferente variação no ciclo de recebimento de carga pelo reator, com frequência de operação em média de doze horas, sendo realizada pelos operadores duas vezes ao dia.

Semelhante à outra refinaria, a operação de descoqueamento também é realizada no sexto andar da unidade. Neste pavimento estão localizadas duas cabines e quatro reatores. Cada uma delas é utilizada pelo operador para controlar dois reatores. O ambiente também apresenta quatro casas de motores pneumáticos de içamento (chamadas de “casa de turbinetas”), cada uma para cada reator. Há um banheiro para a utilização dos operadores. O acesso pode ser feito por um elevador de carga, um elevador de passageiros, ou por escadas inclinadas ou de marinheiro. É bem ventilado, com condição de luminosidade adequada durante o dia, entretanto no período noturno a iluminação é deficiente, prejudicando a realização da atividade.

Durante o processo, os vapores provenientes do descoqueamento ficam dispersos no ambiente, prejudicando a visualização da área, principalmente devido às eventuais vaporizações bruscas vinculadas aos pontos quentes no leito do coque. O nível de ruído varia de acordo com o local onde o operador se encontra: 90 decibéis dentro da cabine, 98 decibéis próximo à boca do reator na subida da haste, 108,5 decibéis na casa de turbineta durante a subida da haste.

O processo de descoqueamento é feito em duas etapas: fase de furo e fase de corte, com troca de ferramentas para ambos os procedimentos. Durante a troca de ferramenta o nível de vapor se intensifica, comprometendo totalmente o acompanhamento visual do

⁴ Os dados sobre a situação de referência foram cedidos pelo responsável da equipe de ergonomia da refinaria analisada.

processo, de modo a obrigar o operador a sair várias vezes da cabine para acompanhar o procedimento e retornar para efetuar o comando necessário.

Diferentemente da outra refinaria, nessa unidade existem duas cabines para o operador permanecer durante a operação de descoqueamento. Para a primeira foi realizada um estudo ergonômico, com elaboração de projeto e implantação da nova cabine. Já a segunda ainda não sofreu intervenções de melhorias. Por esse motivo o local foi elencado como a Situação de Referência para o desenvolvimento deste estudo. No item a seguir apresentam-se as duas situações de referência da cabine de descoqueamento: Referência A e Referência B.

3.2.1 A Cabine de Referência A

A cabine tem um formato retangular, possuindo uma área aproximada de 2,76 m², com dimensões de 2,30 m de largura e 1,20 m de comprimento (**Figura 18**). Sua estrutura é de fibra de vidro e possui janelas na parte da frente e dos fundos, além de um recorte em material transparente na lateral. Possui ainda uma porta lateral com uma abertura transparente.

Figura 18 - Cabine de referência A



Cabine de referência A demonstrando a curvatura do vidro e o ângulo de visão do operador de dentro da cabine.

Dentro da cabine há uma bancada de metal, composta por uma base inferior e um painel inclinado na superfície. O painel ocupa uma área aproximadamente de 1,04 m², e nele estão instalados as alavancas e os controles utilizados na atividade. A parte inferior da

bancada é fechada por duas portas frontais, sendo que seu interior é usado para alocação das instalações dos manjões, possuindo ainda um espaço que é utilizado para armazenagem de objetos, como lâmpadas. No painel (**Figura 19**) constam os controles de dois reatores, sendo que cada reator possui no painel: uma alavanca de reversão, uma alavanca de freio estacionamento, uma alavanca de freio serviço, uma alavanca de comando de içamento e um conjunto de botoeiras.

Figura 19 - Painel da cabine



Painel na posição horizontal, com as alavancas de comando respeitando zona de alcance do operador.

Com relação à rota de fuga do setor de descoqueamento, ela está localizada dentro da cabine de abertura manual, assegurando ao operador uma descida rápida e segura, quando necessário (**Figura 20**).

Figura 20 - Rota de Fuga



Rota de fuga localizada no interior da cabine

3.2.2 A Cabine de Referência B

Apesar da existência da cabine na situação de referência B (**Figura 21**), que ainda não sofreu intervenções ergonômicas, esta atividade não pode ser realizada de dentro da cabine em função da necessidade de visualização da haste, que é comprometida devido à cobertura da cabine, mas também em relação à vaporização, que no reinício do descoqueamento é intensa.

Figura 21 - Cabine de referência B



Anteparo que dificulta a visão do operador na observação do movimento da haste

Ao programar a subida e descida da haste o operador precisa acompanhar a sua movimentação (**Figura 22**) e como existe o obstáculo (cobertura da cabine), como anteriormente mencionado, ele acompanha todo esse processo de fora da cabine. Assim, o plano de observação no alto obriga o operador a ficar grande parte do tempo com extensão de pescoço.

Figura 22 - Visualização da haste

Operador permanece fora da cabine para conseguir visualizar a haste.



Devido às condições de visualização deficiente de dentro da cabine, o operador acompanha a maior parte da atividade do lado de fora, onde o campo visual é mais eficiente. Porém o nível de ruído se intensifica na parte exterior, pois no interior da cabine são 90 decibéis (aberta) e em torno de 88 (fechada), na parte externa próximo ao reator 98 decibéis e na casa de turbineta aproximadamente 108 decibéis.

Além disso, o espaço interno não permite que a atividade seja feita na posição sentada (**Figura 23**), obrigando o operador a permanecer em pé durante todo o processo. Alguns comandos são feitos nos painéis e outros em válvulas localizadas do lado de fora da cabine, exigindo que o operador saia da cabine para acioná-los. Para realizar esse procedimento sem sair da cabine o operador utiliza a abertura da janela, para que não fique exposto aos vapores que são liberados pelo reator e ao nível elevado de ruídos, bem como à possibilidade de ser atingido por objetos como ferramentas ou coque. O desconforto gerado pelo espaço restrito e pela ventilação deficiente impede que o operador permaneça fechado na cabine para amenizar o ruído e obter mais atenção às chamadas via rádio, fato de extrema importância para a atividade. Nesse sentido, esta cabine não atende aos requisitos mínimos para a execução do descoqueamento, além do conforto e segurança.

Figura 23 - Restrição do espaço de trabalho



Restrição do espaço de trabalho, apresentando dificuldades de circulação, andamento da atividade no manuseio das alavancas e impossibilidade de a alternância de postura, sentado e em pé.

Por fim, a análise da atividade de trabalho do operador de descoqueamento, tanto da situação da refinaria foco do estudo quanto na situação de referência, permitiu identificar os condicionantes da atividade na tentativa de prever situações de sobrecarga e da presença de constrangimentos, além de comportamentos e estratégias possivelmente adotadas pelo operador. Este levantamento é utilizado como hipótese de diagnóstico e/ou referencial

que serão passados ao projetista (objeto de estudo desta pesquisa) para que possa auxiliá-lo no desenvolvimento do projeto da cabine de descoqueamento.

3.2.3 Síntese da Análise da Tarefa

Os riscos e sobrecargas presentes nas situações de trabalho do operador de campo foram melhores sistematizados com a aplicação do instrumento Ergonomic Workplace Analysis (Ahonen et al., 1989) - desenvolvido pelo Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional e adaptado pelo grupo de pesquisa Simucad - ERGO&AÇÃO (2002) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O EWA agrega diferentes conhecimentos em sua base teórica: fisiologia do trabalho, biomecânica ocupacional, aspectos psicológicos, higiene ocupacional e o modelo sociotécnico da organização do trabalho. Entretanto, o instrumento não esgota todas as possibilidades em termos de fatores de risco e das penosidades que podem estar presentes em uma situação de trabalho, porém abrange de forma ampla as dimensões físicas, cognitivas, organizacionais das fontes de sobrecargas, bem como questões ambientais no trabalho.

O **Quadro 3** apresenta as categorias do EWA, com pontuações de 1 a 5, sendo que as pontuações de 1 a 3 indicam o menor desvio em relação à condição ótima, e as pontuações de 4 a 5 indicam o foco das intervenções ergonômicas.

Quadro 3 - Aplicação do instrumento EWA na atividade do operador de campo, do processo de descoqueamento da UCP I

EWA – ERGONOMIC WORKPLACE ANALYSIS										
Item	Variável				Fator de Risco					
1	Espaço de Trabalho				N/A	1	2	3	4	5
	Comentários: <i>No local as telas estão posicionadas de maneira que o operador só consegue operá-la em pé, pois sua posição dificulta o trabalho sentado. O local é pouco iluminado; com ruído intenso; temperaturas elevadas, devido a vaporização durante a abertura de topo; com três rotas de fuga; com restrições para espaço de circulação, pois atrás das telas de controle existe o painel de tripe. O processo de descoqueamento dura quatro horas.</i>									
2	Atividade Física Geral, Levantamento, Carregamento e Aplicação de Força				N/A	1	2	3	4	5
	2A Trabalho Leve	2B Trabalho Pesado	2C Levantamento de Carga	2D Carregamento						
		4								
Comentários: <i>2A e 2B Atividade Física Geral: Ao final do descoqueamento ocorre o fechamento do reator, os funcionários retiram a placa usando ferramenta pneumática, e posiciona o flange de topo (flange de 60 polegadas). Tanto para o topo quanto para o fundo. Essa é uma atividade de grande esforço físico e por isso geralmente é feita por dois funcionários. Para posicionar o flange na parte inferior do reator é manual e é muito pesado. Nas duas atividades o funcionário sofre com a vibração da ferramenta.</i>										

3	Posturas de Trabalho e Movimentos						N/A	1	2	3	4	5
	3A Pescoço - Ombro	3B Costas	3C Quadril - Pernas	3D Cotovelo - Punho	3E Punho - Mão	3F Pernas - Pés	3G Estabilidade Postural					
		4	3	4		4						
Comentários:												
<p>3B Costas: <i>O funcionário permanece em pé durante toda a atividade, que implica em dores nas costas, pernas e pés. A manutenção estática da postura pode acarretar em compressão dos vasos sanguíneos, com diminuição acentuada da irrigação muscular, gerando dor e fadiga muscular.</i></p> <p>3C Quadril - Pernas: <i>O espaço para as pernas deve seguir padrões que garantam alternância de postura.</i></p> <p>3D Cotovelo - Punho: <i>Os assentos são desconfortáveis e sem ajustes, inadequados para o tipo de atividade. A região lombar e torácica devem estar apoiadas no encosto próprio da cadeira para evitar os constrangimentos que são prejudiciais a saúde do trabalhador. O apoio para os braços é importante, pois previne lesões. (ângulo entre braço e antebraço deve estar próximo de 90 graus)</i></p>												
4	Ferramentas Manuais e Outros Equipamentos						N/A	1	2	3	4	5
	Comentários:											
4E Vibração: <i>A ferramenta pneumática é utilizada no fechamento da parte superior e inferior do reator e causa vibrações no corpo inteiro no funcionário.</i>												
5	Cargas Cognitivas						N/A	1	2	3	4	5
	5A Atenção e Vigilância			5B Tomada de Decisão								
	3			3								
Comentários:												
<p>5A Atenção e Vigilância: <i>O funcionário precisa estar constantemente atento ao processo. Ao dar comandos no painel, acompanha visualmente a alteração da haste (subida e descida). A haste do descoqueamento tem algumas marcas, a cada 1m ela tem uma marcação, pela altura da haste sabe-se mais ou menos como está a furação. Quando chega próxima a placa guia (boca do reator) o trabalhador começa a observar a rampa (térreo) pela janela do sexto andar, e verificar a quantidade de vapor e água que saem. Com essas informações ele tem condições de saber se já furo o reator ou não. Além disso, é necessária a visão/observação da qualidade das pedras que estão sendo cortadas e depositadas na rampa, para isso o funcionário se desloca até a janela para observar o tamanho do coque. Ele precisa também controlar a velocidade e rotação da haste, dando comandos no painel e verificando visualmente.</i></p> <p>5B Tomada de Decisão: <i>O funcionário trabalha com rádio na mesma faixa que os operadores do coque I e qualquer problema - alteração no sistema, qualquer condição adversa àquela da permissão de trabalho - eles acionam os operadores e a operação que atua a partir desse momento. A Central de Controle Integrado (CCI) visualiza o trabalho que está sendo feito durante o descoqueamento.</i></p>												
6	Cargas Organizacionais e Repetitividade						N/A	1	2	3	4	5
	6A Repetitividade Cíclica	6B Repetitividade Diversificada	6C Conteúdo do Trabalho	6D Regulação no Trabalho	6E Comunicação entre Trabalhadores e Contatos Pessoais							
			3		2							
Comentários:												
<p>6C Conteúdo do Trabalho: <i>O funcionário realiza a tarefa de corte do coque no interior do reator. Para isso dá os comandos no painel e controla a alteração da haste (subida e descida, velocidade e rotação da ferramenta). O funcionário desce a haste com a ferramenta para furar o leito de coque para sair esse produto. Depois do furo o funcionário sobe a haste para inverter a ferramenta para corte. O coque precisa ser cortado em um tamanho de aproximadamente 10 cm, por isso é importante que ele tenha a visão lá de cima da rampa.</i></p> <p>6D Regulação no Trabalho: <i>O processo de descoqueamento é um trabalho contínuo, por isso os funcionários que operam a haste fazem poucas pausas durante seu turno de trabalho. O tempo é reduzido, inclusive aquele dispendido para as necessidades fisiológicas do funcionário. Não há água no local, para ir ao banheiro o funcionário aciona a operação (operadores do Coque I), eles ligam para pessoal da terceirizada e o parceiro de trabalho vai até o local e ocupa o lugar do funcionário para que ele possa ir ao banheiro.</i></p> <p>6E Comunicação entre Trabalhadores e Contatos Pessoais: <i>Os funcionários trabalham com rádio na mesma frequência que os operadores do Coque I.</i></p>												

7	Risco de Acidente	N/A	1	2	3	4	5
	Comentários:						
	<p><i>O funcionário da terceirizada necessita de cuidados para não se queimar durante a tarefa, porque a vaporização é grande, a temperatura é alta. O EPI que protege, para o funcionário, muitas vezes atrapalha, pois os óculos embaçam com muita facilidade dificultando sua visibilidade.</i></p> <p><i>O vapor cobre toda a área e não se tem visão do local. A temperatura é elevada e com baixa visibilidade na procura de uma saída, pelo tato, o funcionário acaba sofrendo graves queimaduras. Por isso, a rota de fuga tem que permitir que o funcionário não precise passar pelo local com vapor, como acontece atualmente.</i></p>						

3.2.4 Análise da Atividade e Reformulação da Demanda

Através de entrevistas com os operadores de campo – utilizando-se da análise da atividade, de acordo com as etapas propostas por Guérin et al. (2001) –, da técnica de filmagem, de fotografias do local de trabalho e entrevistas abertas, foi possível identificar os principais constrangimentos presentes nessa situação de trabalho. Durante o desenvolvimento dessa etapa as verbalizações dos operadores foram essenciais para a identificação dos constrangimentos.

A operação de descoqueamento tem passado por modificações nas suas condições de trabalho, com o objetivo de promover melhorias relacionadas à segurança e ao conforto dos operadores de campo. Há tempos atrás o descoqueamento (movimentação das hastes) era feito por guinchos acionados manualmente, atualmente é realizado através de comandos em painel eletrônico.

Entretanto, mesmo com todas as mudanças realizadas nesse local, as condições de trabalho ainda são inadequadas. Além da dificuldade que o operador apresenta na visibilidade durante o descoqueamento pela excessiva vaporização na abertura do reator, o operador de campo também fica exposto a altos níveis de ruído, eliminação de gases prejudiciais à sua saúde, baixa iluminação – demandas iniciais desses operadores.

Com relação ao ambiente, existe a presença de vapores, inerentes ao processo, proveniente do topo do reator, devido à furação e o corte do coque. Esta etapa gera a formação de nuvem de vapor que toma grande parte do sexto andar, reduzindo o campo de visão do operador e elevando a temperatura do local, expõe o operador a riscos de queimadura, além de dificultar o caminho em caso de tentativa de fuga. Existem três rotas de fuga, as quais possuem restrições de espaço de circulação e sua localização obriga o operador a atravessar pela nuvem de vapor. O acesso ao sexto andar é feito por elevadores de carga ou por elevadores de passageiros, ou ainda, por escadas de marinheiro. São disponibilizados

equipamentos de proteção individual, mas os óculos de segurança, por exemplo, muitas vezes embaçam com facilidade devido ao vapor, dificultando a visibilidade do operador, aspecto importante nesse processo. A seguir a verbalização do operador:

O mau resfriamento do coque num ciclo mais rápido prejudica esse processo. A água quando chega atingir o coque que está quente exala muito vapor, a pressão é alta, a temperatura é muita alta, chega a 200 graus. Não tem como você sair daqui, o vapor cobre toda a área, o sexto andar inteiro, você não tem visão para nada. Já teve ocasiões de parceiros meus se queimarem por causa do vapor. Cobre tudo isso daqui e a área é cheia de equipamentos, com o vapor você não tem visão, você vai pelo tato, procurando saída até você encontrar e nessa ocasião você vai se queimando, como os reatores estão no meio da rota de fuga hoje impedem a sua passagem. Você está correndo a favor do perigo (Operador de Campo).

Ao longo das observações da atividade do operador de descoqueamento, destaca-se que antes de iniciar o processo existe a abertura de topo e fundo do reator, executado por dois operadores para retirada da placa guia, fazendo uso de uma ferramenta pneumática, que gera vibrações por todo o corpo dos operadores. Por outro lado, para evitar a vaporização intensa, os operadores deixam plugados alguns parafusos na placa guia e liberam os outros, subindo um pouco a placa de forma que o vapor comece a sair. Ao observarem que a vaporização diminui, eles soltam os outros parafusos, removem os flanges de topo do reator, descem a haste de descoqueamento e começam a drenar o reator.

Observações sobre o espaço de trabalho revelaram a presença de constrangimentos que anteriormente não existiam. Antigamente a movimentação da haste era manual e no local existia abertura do piso (gradil), que permitia a observação do coque na rampa, sem o deslocamento do operador. A instalação do painel eletrônico em outro lugar e na posição vertical, localizado simetricamente entre os reatores A e B, obriga o operador a se deslocar até a janela para visualizar o tamanho das pedras de coque, além de dificultar o acompanhamento do operador de todo o processo de modo geral, em especial a movimentação da haste. Todo o processo de descoqueamento dura aproximadamente quatro horas. A seguir o operador de campo faz menção ao tempo de exposição em pé e sobre a possibilidade de adaptações no posto de trabalho.

Para exercer todo serviço de corte do coque é cansativo, porque você tem que ficar em pé, se locomovendo de um lado para o outro e como não tem visão daqui (perto

do painel) tem que ir para janela, olhar e ver se o coque ficou muito fluido ou não (Operador de campo).

É viável uma cadeira mais alta que esta que está aqui (Operador de campo).

Como somos seres humanos também devemos ter um ou dois minutos de descanso, porque trabalhar em pé é cansativo. Ficar quatro horas em pé é muito cansativo (Operador de campo).

Com o decorrer do processo de análise da atividade foi possível verificar que os operadores estão constantemente atentos ao ambiente, aos seus sinais, mas também à visualização do procedimento de descoqueamento de uma forma geral. Pela altura da haste eles conseguem identificar em que altura está o corte do coque, os sons emitidos pelo impacto do jato de água no reator identificam a eficiência do corte. O operador menciona:

Você trabalha aqui com a audição porque os ouvidos aqui são seus olhos. Você não tem como olhar dentro do reator, você tem que ouvir onde é corte, onde a água bate na chapa e onde a água bate no coque. Quando a água bate na chaparia ela tem um som característico e quando ela bate no coque o som é outro (Operador de campo).

Ao dar o comando para subir a haste, o operador observa a rotação da ferramenta e velocidade pelo painel, além de verificar o tamanho da pedra. A observação do tamanho das pedras que estão sendo cortadas e depositadas no pátio de estocagem demonstram a qualidade do coque. Para o operador de campo “...quando está cortando o coque você tem que ter uma visão daqui de cima. Olhar o tamanho das pedras é importante, pois nos dá condições de saber como está o coque...”.

Além da velocidade da haste, existe o parâmetro da rotação que o operador precisa monitorar durante o processo de descoqueamento. O operador consegue deixar a rotação em modo automático em 6 rpm, o que para ele seria o ideal. O mesmo não acontece com a velocidade, que precisa ser controlada durante todo o processo. A velocidade da haste fica em torno de 2,5 m/s, porque se a movimentação da haste for mais rápida as pedras são cortadas em tamanho maior, mas o resultado almejado são pedras menores. O operador realiza o corte de cima para baixo, cortando três metros com 6 rpm, sempre calculando a velocidade de subida e descida da haste.

Não é necessário subir rápido, se você quiser subir rápido pode subir, quer subir devagar sobe devagar, o importante aqui é você alargar o furo central que você fez. Eu desço devagar e subo rápido para não trabalhar no mesmo caminho, você ganha

mais tempo, porque você faz corte em alturas diferentes, não faz o mesmo caminho e eu creio que vai mais rápido (Operador de campo).

Eu trabalho sempre com subidas e descidas variáveis, faz corte diferentes e trabalha sempre o tamanho de coque: pedras grandes, pedras pequenas. Atingiu certa altura que você acha que deve parar e subir a haste, você pode subir. Porque provavelmente se você olhar pela janela para ver o tamanho das pedras que caem na rampa, em algum momento vai descer só água não vai ter mais coque na rampa (Operador de campo).

Há também a exposição ao ruído intenso em função dos guindastes que estão localizados em salas ao lado do painel eletrônico. Esses guindastes movimentavam a haste quando ainda não existiam os painéis eletrônicos. Essas salas não são utilizadas durante o processo do descoqueamento atualmente. Outro aspecto é a iluminação muito deficiente no local. O operador ressalta essa questão:

[...] de dia é legal porque a gente aproveita a claridade, mas à noite a iluminação não é boa e precisamos olhar dentro do reator, o que dificulta essa atividade. À noite a gente se vira com a claridade que tem, porque algumas lâmpadas estão queimadas (Operador de campo).

O processo de descoqueamento é contínuo e em função das exigências do trabalho as pausas dos operadores se tornam pouco recorrentes. O tempo é reduzido inclusive para as necessidades fisiológicas do operador. Para ir ao banheiro o operador de campo aciona outro operador para ficar no seu lugar. No local não existe bebedouro.

É cansativo porque você está exposto ao calor, à temperatura, não tem água, para ir ao banheiro nós acionamos a operação, eles ligam para o nosso pessoal e o meu parceiro de trabalho vem até aqui e ocupa o meu lugar para eu poder ir ao banheiro. Tem que sentar um pouco, descansar um pouquinho e tomar uma água (Operador de campo).

Outra atividade penosa nesse processo é a troca de ferramentas de furo e corte para dar andamento ao descoqueamento. A ferramenta de furo é colocada na haste pelos operadores de campo enquanto ocorre a abertura do topo, a troca da ferramenta para corte ocorre depois que o coque foi perfurado. Essa atividade exige grande esforço físico.

Diante de todo esse processo, verifica-se que os operadores não seguem as prescrições da maneira apresentada pela gestão, pois existem as variabilidades nos

dispositivos técnicos, como quebra de uma ferramenta ou mau funcionamento do painel, que não são consideradas pela organização.

Nota-se que as características particulares de cada operador interferem na maneira de construir seu modo operatório. Um operador mais experiente consegue interpretar com mais facilidade os sinais observados durante a tarefa, por exemplo, ele pode dar mais atenção a alguns procedimentos em detrimento de outros, sem interferir no andamento do processo. Para Guérin et al. (2001), seria a maneira com que os operadores enfrentam a diversidade e as variações presentes nas situações de trabalho.

Por fim, outros constrangimentos foram constatados através da fala dos operadores, como aspectos relacionados ao espaço de trabalho, exigência postural, grande nível de atenção no processo, além daqueles inicialmente mencionados: exposição a altos níveis de ruído, vapores, gases tóxicos e iluminação. Sendo assim, esses fatores foram agregados às demandas iniciais para compor o diagnóstico local e global da situação de trabalho em análise. Vale ressaltar que as observações de campo, a demanda, as hipóteses finais foram validadas com os operadores e reformuladas durante todo esse processo de análise.

3.2.5 Diagnóstico

As questões apontadas pela análise da atividade do operador de campo no processo de descoqueamento são importantes para fundamentar as ações de intervenção na situação de trabalho. As especificações e recomendações para o desenvolvimento do processo projeto compõem-se pela síntese das observações pautadas pelo método da AET e da situação de referência, confrontando as diferentes lógicas e os atores envolvidos nesse processo, visando construir uma nova representação para a situação global. Foram diagnosticados inadequações na operação de descoqueamento, conforme **Quadro 4** a seguir.

Quadro 4 - Inadequações presentes na situação de trabalho do processo de descoqueamento da UCP I

Diagnóstico		
Inadequações	Categorias	Considerações e Recomendações para projeto
Posicionamento das telas, cadeira inadequada, visibilidade do processo	Espaço de Trabalho	O posicionamento das telas atualmente não possibilita alternância postural, e o operador permanece em pé durante toda a operação. Faz-se necessário a modificação na disposição de painel para que contemple o trabalho em pé e sentado;

(movimentação da haste)		A cadeira é inadequada para esse trabalho; A localização do painel também dificulta a visão do operador durante o processo de descoqueamento, pois ele necessita visualizar a movimentação da haste e o tamanho das pedras que são depositadas na rampa.
Pausas durante a tarefa	Ritmo de trabalho	O trabalho torna-se cansativo por ser contínuo e ter poucas pausas durante todo o processo. Incorporar no desenvolvimento do projeto ações junto à organização do trabalho.
Grande exigência de esforço físico	Aplicação de força	A atividade de fechamento do reator demanda grande esforço físico, muitas etapas são executadas manualmente, tornando a atividade muito penosa. As ferramentas pneumáticas são pesadas e causam vibrações por todo o corpo do operador.
Exposição a ruído, temperatura e gases; baixa iluminação.	Riscos ambientais	Há grande exposição a ruídos em função dos guindastes localizados ao lado do painel eletrônico; alta temperatura em função da grande vaporização que toma todo o ambiente; contato com gases prejudiciais à saúde no momento do furo do coque; iluminação no local deficiente, pois existem lâmpadas queimadas. Por ser uma atividade contínua pode ocorrer à noite, dificultando ainda mais o trabalho do operador de campo. Na execução do projeto garantir conforto térmico para o operador durante todo o processo de descoqueamento, bem como isolamento aos gases e vaporização.
Risco de acidente	Localização das rotas de fuga	Diversas vezes durante o descoqueamento o local é coberto por uma nuvem de vapor em alta temperatura. O operador, para sair do sexto andar, passa por essa nuvem para alcançar a saída ou rota de fuga. Já ocorreram acidentes como choque mecânico e queimaduras, devido à localização da rota de fuga. Recomenda-se uma realocação da rota de fuga para evitar esse tipo de acidente.

Resumidamente, de acordo com os determinantes da situação de trabalho analisada as cargas de trabalho relacionam-se às operações:

- A troca de ferramentas é determinante na carga de trabalho em termos de aplicação de força;
- O fechamento do reator com o uso da ferramenta pneumática é determinante na carga de trabalho em termos da vibração transferida para o operador;
- A exposição a ruído, temperatura, gases tóxicos e baixa iluminação são determinantes na carga de trabalho em termos de riscos ambientais aos operadores;
- A operação no painel e visualização das pedras do coque são determinantes na carga de trabalho na manutenção constante da postura em pé;

- A percepção do ‘som da chaparia’ colidindo no reator é determinante na carga de trabalho em termos de qualidade do processo;
- O ambiente perigoso é determinante na carga de trabalho pelo medo de queimadura ou outros acidentes;
- A característica do processo contínuo é determinante na carga de trabalho em termos de falta de autorregulação do operador na dinâmica da tarefa;
- A atenção ao processo de movimentação e velocidade das hastes é determinante na carga de trabalho em termos de qualidade do corte e continuidade do processo.

As recomendações exemplificadas no **Quadro 4** e os determinantes compreendem as necessidades elencadas pelos operadores de campo do processo de descoqueamento relacionadas à sua atividade de trabalho. Essas etapas da análise, a partir da construção coletiva, permitem antecipar o funcionamento técnico e a atividade futura dos operadores de campo. A partir desses dados, duas situações (SITUAÇÃO I e SITUAÇÃO II), conforme descritas no capítulo I, foram propostas para o desenvolvimento do processo de projeto, que é descrito a seguir.

3.2.6 O Processo de Projeto da Refinaria

As fases⁵ do processo de projeto das refinarias de petróleo estão associadas ao valor do projeto⁶, sendo classificadas como projeto de pequeno porte, médio e grande porte, neste último caso diz respeito a construções de unidades de processo inteiras. Nesta pesquisa o processo de projeto de concepção relacionado à situação de trabalho do operador de descoqueamento está classificado como pequeno porte.

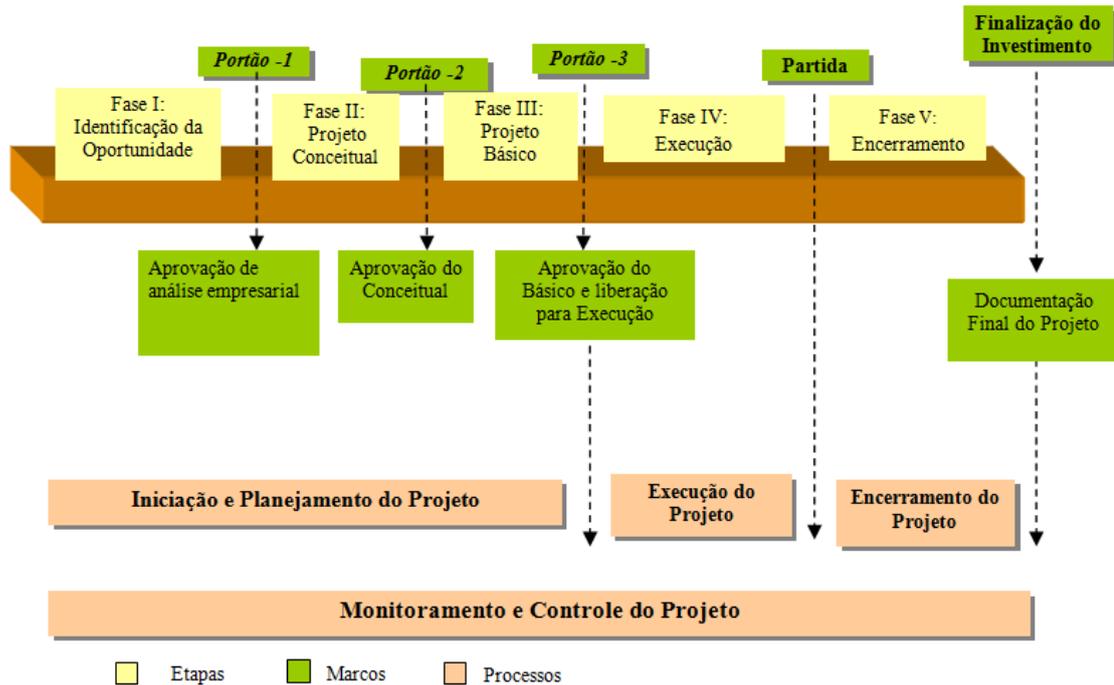
O ciclo de vida do projeto, de acordo com a Sistemática de Planejamento, Aprovação e Acompanhamento de Projetos da Refinaria (2005)⁷, contém várias fases e estas são cumpridas progressivamente, com seus respectivos portões de decisão, que viabilizam a continuidade do processo, como demonstra a **Figura 24** a seguir.

⁵ As etapas de processo de projeto, neste caso, são as seguintes: início do projeto; projeto conceitual; projeto básico; projeto detalhado; construção e montagem; e validação.

⁶ Os projetos de pequeno porte são os que estão inseridos em até 5 milhões de dólares; os de médio porte estão entre 5 a 50 milhões e o de grande porte acima de 50 milhões de dólares.

⁷ Documento Interno. Estratégia e Desempenho Empresarial: Sistemática de planejamento, aprovação e acompanhamento de projetos de investimento do sistema da refinaria, revista 3, 2005.

Figura 24 - Ciclo de Vida do Projeto e Processo



Fonte: Documento interno da empresa.

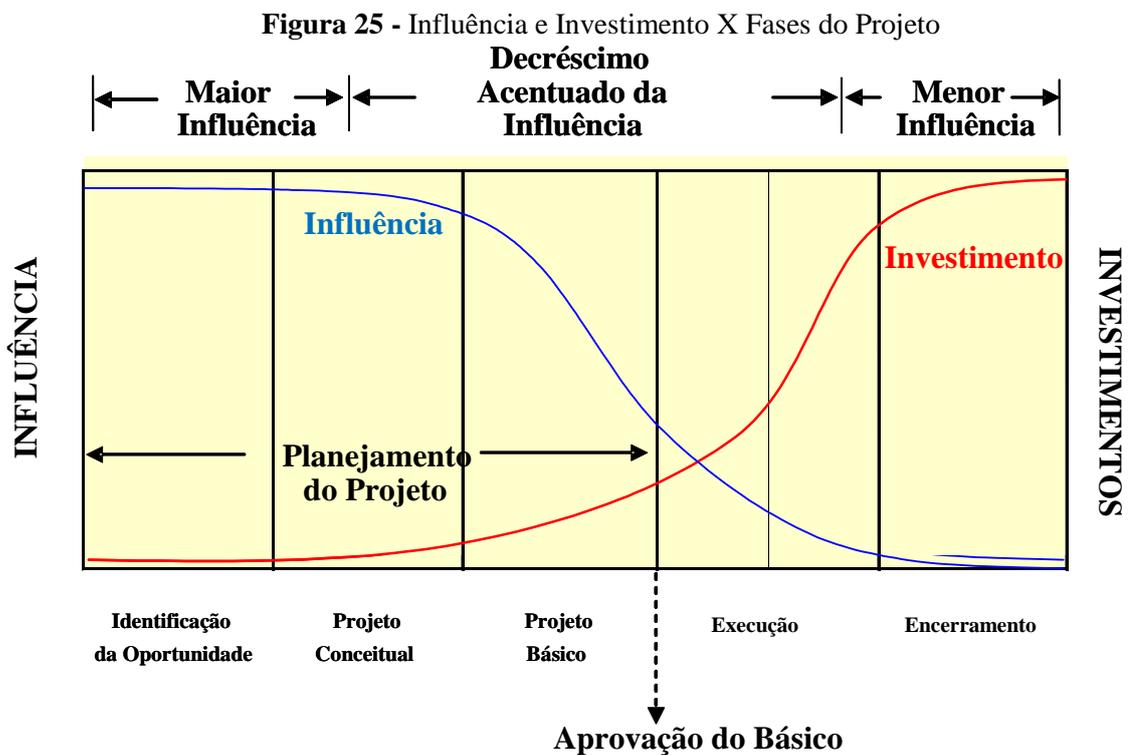
Para cada fase exige-se maior grau de definição do projeto, pois as informações disponíveis para a elaboração de suas estimativas se tornam mais completas à medida que o projeto progride. As fases representam os processos do projeto, que são monitorados e controlados ao longo de seu desenvolvimento, ou seja, durante todo o período de investimento do projeto. Os portões representam avaliações gerenciais em cada etapa para dar prosseguimento no processo. Vale ressaltar que em cada fase existe um portão de decisão, as quais estão associadas a quatro opções de projeto: (a) **cancelamento** - caso não seja mais viável ou não se alinhe aos objetivos corporativos; **adiamento** - caso haja mudanças temporárias no ambiente do negócio, onde novas informações poderão permitir que o projeto seja reativado no futuro; **reciclagem** - caso haja necessidade de estudos adicionais antes do projeto seguir para a próxima fase; e **prosseguimento** - caso as análises realizadas sejam favoráveis.

A participação da ergonomia em projetos de refinarias, tradicionalmente ocorre através de intervenções corretivas em situações e atividades de trabalho passíveis de serem previstas.

No desenvolvimento de projetos, pouco se encontra a participação da ergonomia desde as etapas iniciais, inviabilizando uma atuação mais plena sob o olhar da atividade, restringindo as ações pontuais e corretivas. Entretanto, se aplicada em fases

preliminares, possibilitaria a identificação de possíveis constrangimentos e inadequações de uso e de dispositivos técnicos, que são aspectos relevantes na concepção de novas instalações. Destaca-se que o conhecimento da realidade do trabalho se torna importante para o êxito de projetos, na medida em que possibilita a antecipação de problemas operacionais.

Em contexto de refinarias, esse entendimento está claro, quando apontam a necessidade de estudos aprofundados para a escolha de melhores alternativas de concepção de projetos durante as fases iniciais. A postergação de decisões e a introdução de modificações relevantes nas fases mais avançadas, quando é alta a realização de investimentos, implicam em altos custos e numa menor flexibilidade para atuação nas suas consequências. A **Figura 25** a seguir mostra que as influências e intervenções sobre o projeto decrescem ao longo das fases de projeto.



Fonte: Adaptado de documento interno da empresa.

A **Figura 25** representa graficamente os comportamentos do grau de influência e do nível de investimento em cada uma das fases ao longo do ciclo de vida de um projeto. Observa-se que as decisões tomadas nas fases iniciais têm grande influência nos resultados do projeto, apesar do pequeno percentual de investimento alocado. Nas fases subsequentes, o grau de influência é reduzido, enquanto o nível de investimento se eleva.

Assim, diante do que foi descrito, pretende-se apresentar no tópico de resultados a participação da ergonomia, a partir de um espaço de construção coletiva, no processo de projeto de concepção de espaços de trabalho relacionado à atividade de descoqueamento, bem como o desenvolvimento do projeto da mesma situação seguindo os procedimentos e o modelo tradicional de elaboração de projetos, orientados pela sistemática de planejamento e projetos da refinaria, conforme apresentado no tópico 3.2.6 O Processo de Projeto da Refinaria.

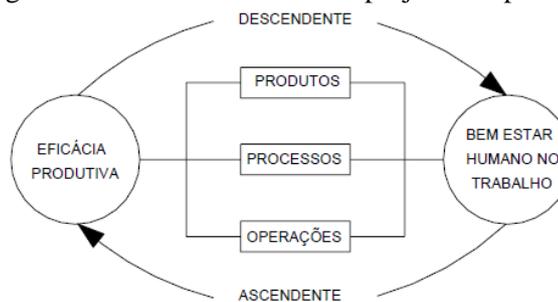
4 PROCESSO DE CONCEPÇÃO DE PROJETO: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da fase de análise da AET, com foco no trabalho do operador de campo, e da análise da situação de referência constituíram o diagnóstico global, que sintetizaram e fundamentaram as recomendações e as especificações para o desenvolvimento do processo de concepção de projeto da situação de trabalho estudada. A partir da construção coletiva, identificada na Situação I, a abordagem utilizada para a concepção do projeto aproximou-se da perspectiva da construção social (perspectiva ascendente), visto que no desenvolvimento da análise, ao longo de todo o seu processo, foi possível agregar interpretações coletivas. Segundo Daniellou e Béguin (2007), a intervenção ergonômica é uma coprodução entre ergonomistas e outros atores, individualmente ou em instâncias coletivas. Para atingir os objetivos da intervenção o ergonomista precisa trabalhar com a diversidade de pontos de vista, tanto na interação com os usuários/operadores quanto dentro de grupos de trabalho.

Por outro lado, com o desenvolvimento pautado no modelo tradicional de execução de projetos de engenharia, o da racionalidade técnica (perspectiva descendente), a Situação II evidenciou um direcionamento de projeto no qual as definições e objetivos são discutidos entre os projetistas, sem a participação dos demais atores envolvidos (operadores, ergonomistas, etc), uma vez que essa perspectiva está desvinculada do processo de trabalho específico.

Para Menegon (2003), a perspectiva descendente relacionada ao projeto de engenharia segue a lógica da eficácia produtiva, priorizando processos e operações. Já a perspectiva ascendente, o autor cita que está relacionada com as disciplinas antropocêntricas, voltadas para as questões do bem estar humano. A **Figura 26** apresenta essas duas lógicas.

Figura 26 - Lógica ascendente e descende no projeto dos processos de trabalho



Fonte: Menegon (2003, p.11).

Ainda, para o mesmo autor, considerar a perspectiva ascendente para desenvolvimento de projetos significa, a princípio, estabelecer os parâmetros e as condições favoráveis ao trabalho, em suas dimensões físicas e mentais, ou, ao menos, estabelecer a quais nocividades estão submetidos os sujeitos numa situação de trabalho.

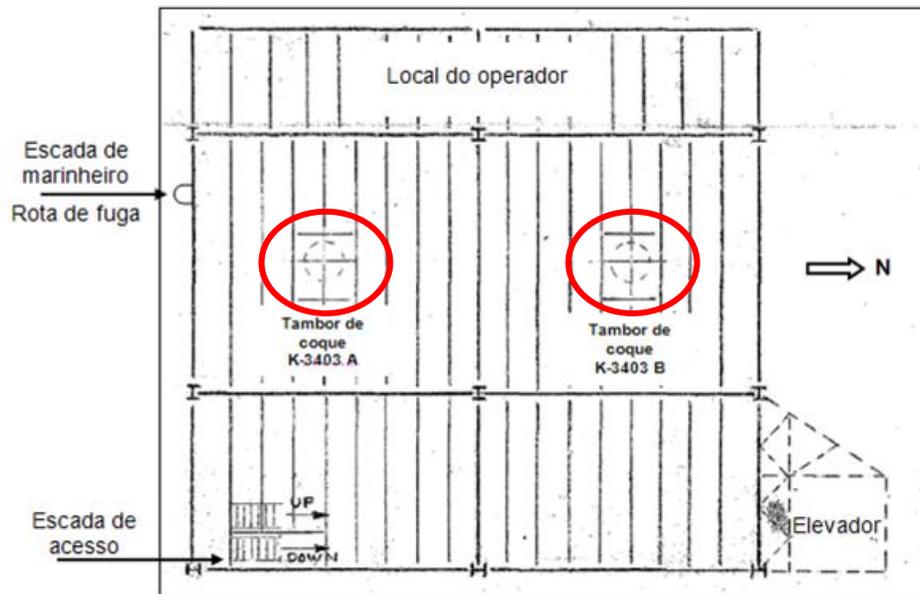
A lógica ascendente em situações produtivas favorece a verbalização dos sujeitos envolvidos no processo de projeto e permite que os trabalhadores sejam atores da concepção (BÉGUIN, 2007). Nesse sentido, os resultados apresentados buscam realizar as abordagens e perspectivas de racionalidades utilizadas em processos de projeto na refinaria de petróleo, mas também evidenciar as barreiras e os facilitadores existentes na aceitação dos dados advindos da AET no processo de elaboração do projeto. Ressalta-se que para compreender o desenvolvimento do processo de projeto, foi realizada uma entrevista aberta com o projetista da refinaria e esses dados também compõem os resultados.

4.1 Apresentação da Situação I

A Situação I teve como ponto de partida um espaço de construção coletiva desde o início desse processo de intervenção ergonômica – da identificação da demanda à elaboração da especificação de projeto –, que contou com a participação de diferentes atores ao longo dessa construção, tais como engenheiros, ergonomistas, operadores de campo, operadores da manutenção e elétrica, dentre outros. Esse espaço foi construído através de reuniões e encontros semanais *in loco* para discussão do andamento do projeto e identificação das necessidades dos operadores de campo.

Nesse contexto, o projetista do setor de engenharia da refinaria de petróleo começou a elaborar suas estratégias para o desenvolvimento do projeto a partir das informações previamente construídas no coletivo. Para pensar no desenvolvimento da especificação, o projetista inicialmente buscou identificar o local – observação da planta, **Figura 27**, onde seria a modificação do espaço de trabalho e a proposta de intervenção ergonômica. Conforme já constatado nas análises, o descoqueamento é realizado no sexto andar da Unidade de Coque (UC), por isso a importância de conhecer os acessos do local, que poderiam favorecer ou não os deslocamentos dos materiais até lá.

Figura 27 - Planta do Sexto Andar



Fonte: projetista da empresa.

Os acessos encontrados foram três: escada marinheiro, localizada mais próxima ao reator A e uma escada de acesso, ambas ao lado sul, de acordo com a planta do sexto andar; e o elevador, acesso prioritário, localizado ao lado norte, mais próximo ao reator B. Para o projetista, os acessos ao sexto andar era uma questão a ser analisada antes de especificar o projeto, já que era uma demanda inicialmente registrada no banco de dados SISA, em função das rotas de fuga não favorecerem os operadores no momento de vaporização, mas também devido à movimentação do material até o local. Por isso, o projetista menciona a sua preocupação:

Existem três possibilidades de saída do sexto andar: o elevador de acesso, ao norte, e as duas escadas, ambas a sul (uma de acesso e outra de marinheiro para fuga). Os painéis de operação ficam a oeste simetricamente entre os topos dos reatores de coque. Em caso de emergência, o operador tem sua rota de fuga passando próximo ao reator sul A, o que inviabiliza a fuga, caso a emergência ocorra neste reator (Projetista).

Atualmente não existe nada para proteger o operador da exposição ao ruído e da formação de nuvem de vapor proveniente do topo do reator, quando se realizam as operações de furação, corte, abertura do flange superior, troca de ferramenta ou purga do reator. Durante as operações citadas há a possibilidade de formação de nuvem de vapor que toma grande parte do sexto andar, reduzindo o campo de visão do operador e expondo-o a riscos de queimadura e/ou choques contra equipamentos,

ferramentas, tubulações e outros objetos que possam estar em seu caminho em caso de tentativa de fuga (Projetista).

Com relação à situação de trabalho, a participação do projetista na análise da atividade permitiu a identificação das reais necessidades do operador de campo. Com as informações advindas da AET e com a reformulação da demanda, diagnóstico a partir das observações *in loco*, as recomendações para a especificação do projeto puderam abarcar os constrangimentos no campo físico (exigências posturais, esforço físico), as questões de espaço de trabalho (posicionamento das telas, assentos inadequados, visibilidade e percepção do processo), ritmo de trabalho, riscos ambientais (iluminação, vaporização, ruído, temperatura, rotas de fuga), além das questões de utilidades (ausência de sanitários no local, água potável, etc.).

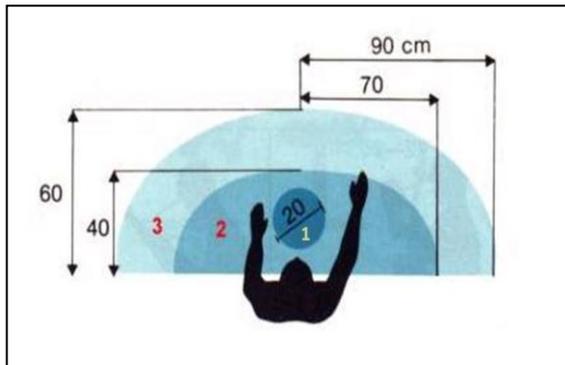
Nesse processo de análise a etapa de busca pela situação de referência em outra refinaria também auxiliou no processo de elaboração da especificação, em especial, na sugestão de projeto de uma cabine, já que na situação de referência estudada existia a cabine de descoqueamento em operação. Essa etapa foi de suma importância para que o projetista identificasse alguns critérios de concepção. Além disso, outro aspecto que foi elencado sobre a situação de referência está vinculado à experiência do projetista de ter participado de outro estudo sobre cabine, vinculado ao desenvolvimento de uma cabine para ponte rolante. Nesse sentido, o projetista destaca:

Na outra refinaria foi usado vidro a prova de bala e curvo para a cabine, mas isso tem um custo muito alto e para a nossa realidade ficaria inviável. Por isso foi pensado em usar vidro plano e duplo. Outro ponto é que muita coisa do que eu pensei em fazer para a cabine de descoqueamento foi porque já havia feito o projeto da cabine de ponte rolante e as referências serviram para mim (Projetista).

A situação de referência permitiu ainda que o projetista observasse algumas modificações já realizadas no processo de descoqueamento como a implantação de bancadas, visibilidade do processo e isolamento do operador do ambiente externo, rota de fuga, dentre outros. Com relação à existência de bancadas, o posicionamento do painel ficaria disposto na posição horizontal, o que minimizaria os constrangimentos aos quais os operadores estão expostos na situação atual. Na especificação do projeto, a bancada deve possibilitar o acoplamento dos painéis de controle existentes, mas também permitir a alternância de posturas (sentada e em pé) do operador. Para o projetista, a construção da mesma deve seguir

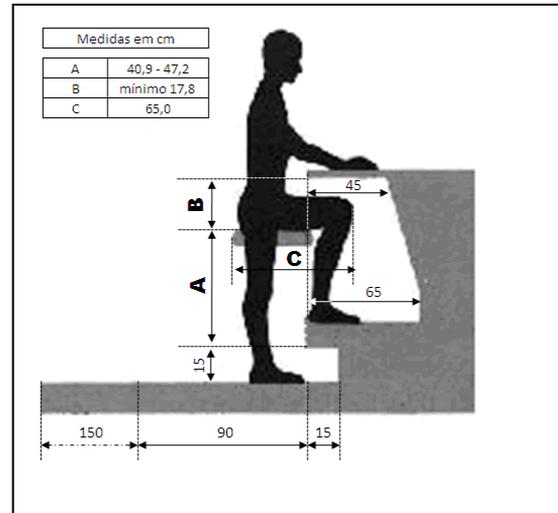
as recomendações de alcance e espaço para as pernas e passagem conforme a **Figura 29**, sendo considerada com área ideal neste projeto, a área de número 2; e a **Figura 28**, considerando também o espaço lateral necessário para as pernas, que deve ser de no mínimo 60 cm.

Figura 29 - Zonas de alcance



Fonte: Ahonen (1989).

Figura 28 - Espaço de trabalho para a bancada.
Admite posturas de trabalho em pé e sentado



Fonte: Ahonen (1989).

Além disso, o projeto também tem que contemplar os requisitos necessários para a manutenção dos painéis, tais como facilidade de acesso e espaço de trabalho para manutenção. É importante salientar que estão representados os espaços necessários para circulação dos operadores. O espaço mínimo de circulação é de 60 cm, mas o ideal é entre 100 e 150 cm, como mostrado na **Figura 28**.

Outro aspecto observado na AET trata da visibilidade do processo, pois a localização atual dos painéis de operação dificulta o campo visual do operador. Para o projetista, a melhor proposta de modificação dos painéis foi a encontrada na situação de referência, com relação à disposição em bancadas. O projetista destacou que nesse local, em função dos acessos, não seria possível a colocação da cabine, porque a estrutura é pronta e, por esse motivo, não seria possível deslocá-la até o sexto andar. Nesse sentido, a sua proposta foi a de colocar paredes frontais, que garantiriam o isolamento do operador do ambiente externo, com a maior área envidraçada possível, com duas portas laterais, de modo que todas as alterações não limitem o campo visual frontal do operador.

Já com relação à visualização da rampa de saída na parte inferior dos reatores, o projetista propôs duas câmeras (uma para cada reator) e uma tela de TV no interior da cabine para que o operador possa visualizar a imagem das câmeras. Por fim, na

parede oeste (parte posterior da cabine) deve existir uma janela envidraçada com abertura, para a visualização do pátio de coque.

O isolamento do operador também foi uma preocupação do projetista durante a elaboração do projeto, especificamente a questão do ruído, iluminação, temperatura e vaporização do ambiente. Com relação à iluminação, foi ponderada a partir da atividade que seria desenvolvida no interior da “cabine”, atrelada à operação do painel. Se a iluminação for muito intensa, pode ofuscar o brilho dos painéis e provocar reflexos nos vidros. Para a parte externa a intensidade de iluminação teria que atender o monitoramento da ferramenta de corte, além da observação da saída de coque e água pelo flange inferior do tambor (no pátio de coque – térreo).

Para o projetista, no desenvolvimento das atividades rotineiras a iluminação da “cabine” deve apresentar pouca intensidade de luz, a fim de evitar reflexos na tela dos painéis e nos vidros. A sua proposta foi a Classe A – ambientes de pouca permanência dos operadores. Entretanto, quando houver a necessidade de realizar anotações, a sua sugestão foi a Classe B – trabalhos normais: escritórios e fábricas. Conforme **Quadro 5** a seguir:

Quadro 5 - Iluminância (em lux) para cada grupo de tarefas visuais

	ILUMINÂNCIA (lux)	TIPO DE AMBIENTE / ATIVIDADE
CLASSE A (áreas de uso contínuo e/ou execução de tarefas simples)	20 - 30 - 50	- ruas públicas e estacionamentos
	50 - 75 - 100	- ambientes de pouca permanência
	100 - 150 - 200	- depósitos
CLASSE B (áreas de trabalho em geral)	200 - 300 - 500	- trabalhos brutos e auditórios
	500 - 750 - 1.000	- trabalhos normais: escritórios e fábricas
	1.000 - 1.500 - 2.000	- trabalhos especiais: gravação, inspeção, indústrias de tecidos
CLASSE C (áreas com tarefas visuais minuciosas)	2.000 - 3.000 - 5.000	- trabalho contínuo e exato: eletrônica
	5.000 - 7.500 - 10.000	- trabalho que exige muita exatidão: placas eletro-eletrônicas
	10.000 - 15.000 - 20.000	- trabalho minucioso especial: cirurgia

Fonte: ABNT, NBR 5413 (1992).

Deve-se considerar nos cálculos de iluminação:

- Número de lâmpadas utilizadas (utilizar maior número de lâmpadas de baixa intensidade ao invés de poucas lâmpadas de alta intensidade);
- Disponibilizar as lâmpadas na posição perpendicular ao campo de visão do operador;
- Preferência pela iluminação indireta;

- No mínimo dois interruptores: um para iluminação parcial (iluminação mínima durante a atividade normal) e outro para acender o restante das lâmpadas (iluminação máxima).

Outro fator determinante para o isolamento do operador foi a temperatura. Nesse aspecto não é possível caracterizar um clima ótimo para um ambiente, pois existe uma subjetividade no critério de conforto térmico. Levando em consideração os fatores determinantes e a variabilidade do estado de conforto, para o projetista a melhor alternativa para a climatização do ambiente foi a possibilidade de regulação da temperatura e da umidade relativa do ar através de um sistema de ar condicionado. Neste sentido, o sistema a ser utilizado no projeto deve permitir que a temperatura do ar dentro da “cabine” seja regulada entre 20 °C e 25 °C, possibilitando o controle da umidade relativa do ar entre 30% e 70%.

Além disso, o projeto também deve contemplar a influência dos ruídos externos, porém não desconsiderando que os sinais inerentes à operação fazem parte do entendimento do operador sobre o andamento do processo. Por isso, a proposta do projetista foi reduzir a intensidade de ruído para os níveis aceitáveis dentro de um escritório. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) recomenda que para escritórios e salas de computadores o nível de ruído deva estar entre 45 decibéis e 60 decibéis.

Outro critério considerado foi a proposta de uma nova rota de fuga, ligando o sexto ao quinto andar, no mesmo local onde está localizado o operador, conforme foi mostrado na **Figura 27**, planta do sexto andar. Essa rota de fuga deve estar no interior da “cabine”, sendo uma escada inclinada de dois patamares, pela exigência de menor esforço físico em comparação à escada marinheiro. Para o projetista, a escada pode ser constituída de aço carbono ou de resina reforçada com fibra de vidro. Ele ainda ressaltou que a rota de fuga foi o foco dessa intervenção, pelo contato dos operadores com os vapores quentes e que, com a observação da situação de referência, pôde adquirir conhecimento sobre a construção da rota de fuga no interior da “cabine”.

Por último, no local não existe bebedouro nem qualquer outro fornecimento de água potável. Como forma de resolver tal constrangimento o operador utiliza-se de uma garrafa plástica. Para o projetista, deve-se prever a colocação de um bebedouro ou outro meio de fornecimento de água potável para os operadores do sexto andar e sanitários. Ele considera que essas são considerações importantes e devem constar como requisitos de projeto.

Diante do exposto, o projetista parte de conflitos que tendem a ser mais significativos para o usuário, uma vez que considera as informações advindas da AET, com a síntese do diagnóstico e a situação de referência, provenientes de uma construção coletiva entre os atores, e viabilizada pela interface entre os operadores – força de trabalho –, os ergonomistas, os projetistas e também pela organização, representada pela supervisão da UC.

No processo de elaboração dos requisitos da “cabine” o projetista procurava ouvir as propostas de solução sugeridas pelos operadores, e ele também fazia sugestões, de modo a se construir uma solução conjunta, para depois encaminhá-la da melhor maneira possível. Priorizou-se a participação dos operadores em todas as etapas do projeto: Conceitual – Básico – Detalhamento, pois não foi possível acompanhar a fase de implantação até o momento.

Para o projetista o operador tem um conhecimento prévio da sua atividade e sabe identificar quais mudanças auxiliariam positivamente no desenvolvimento do seu trabalho. A solução final proposta continha vidros e chapas nas vigas existentes, a fim de possibilitar um espaço melhor e facilitar a construção.

Verificou-se durante esse processo a inviabilidade de se colocar uma cabine já construída no local, devido à dificuldade do acesso, mas também em função do custo. Por isso, fechar o local com vidros e chapas atenderia à demanda dos operadores de descoqueamento, bem como se enquadraria aos indicadores de custo, tempo e material da refinaria.

Outro ponto que se destacou foi a posição do painel de comando. Para o projetista a disposição dos painéis poderia ter sido pensada desde a primeira modificação, pois seus cabos têm folgas, o que viabilizaria sua inversão para a horizontal. Não foi feito porque não se pensou em como o operador iria fazer sua atividade.

Segundo o projetista, o objetivo de uma refinaria é produzir derivado do petróleo na maior quantidade e melhor qualidade possível, sendo assim os operadores necessitam de condições de trabalho adequadas para isso.

Durante o desenvolvimento do projeto da “cabine” na Situação I, os operadores participaram das etapas de projeto conceitual no detalhamento. Destaca-se que a participação dos usuários finais trouxe para as discussões o dia a dia de trabalho e os reais constrangimentos enfrentados no contexto da atividade de trabalho do operador de campo.

4.2 Apresentação da Situação II

Na Situação II o processo de projeto não foge ao habitual, ou seja, segue o processo e etapas de acordo com os procedimentos da refinaria. O projetista desenvolve uma construção mais técnica e nesse contexto seu trabalho volta-se para a inadequação de uso.

O desdobramento dessa demanda nessa Situação acontece da seguinte maneira: o operador faz o pedido de modificação do ambiente de trabalho através do sistema chamado Solicitação de Gestão de Mudanças (SGM) e encaminha para o setor de otimização de processo da refinaria. Esse local realiza o primeiro filtro: se envolver alterações a serem realizadas em processos permanece nesse setor, caso contrário segue para o setor de engenharia.

O segundo filtro trata-se do portão 1 (fase do ciclo de vida do projeto e processo), onde se verifica se a intervenção é necessária ou não, avaliando o custo, o tempo para execução, etc. Se a demanda for aprovada o projeto começa a ser desenvolvido, seguindo as mesmas etapas: conceitual, básico, detalhamento, execução/implantação.

A etapa conceitual do projeto é feita no setor de otimização e as etapas do projeto básico e detalhado são elaboradas no setor de engenharia, sem o apoio da ergonomia, que traria as informações da atividade, relativas ao conjunto de conhecimentos do homem, suas ações e participação social no trabalho. Na verdade, os projetistas podem ou não consultar os operadores, normalmente a inclusão dos operadores e da ergonomia nesse processo não ocorre.

Nesse contexto, o operador que solicitou a modificação no início do processo somente irá saber se o seu pedido foi aceito ou não quando o produto ou a modificação for entregue ou feita. Essa conduta, segundo o projetista, às vezes pode gerar uma insatisfação ao operador, pois a sua solicitação pode não ser atendida. Quando isso ocorre o operador tem o direito de não aceitar a solução proposta pelos projetistas.

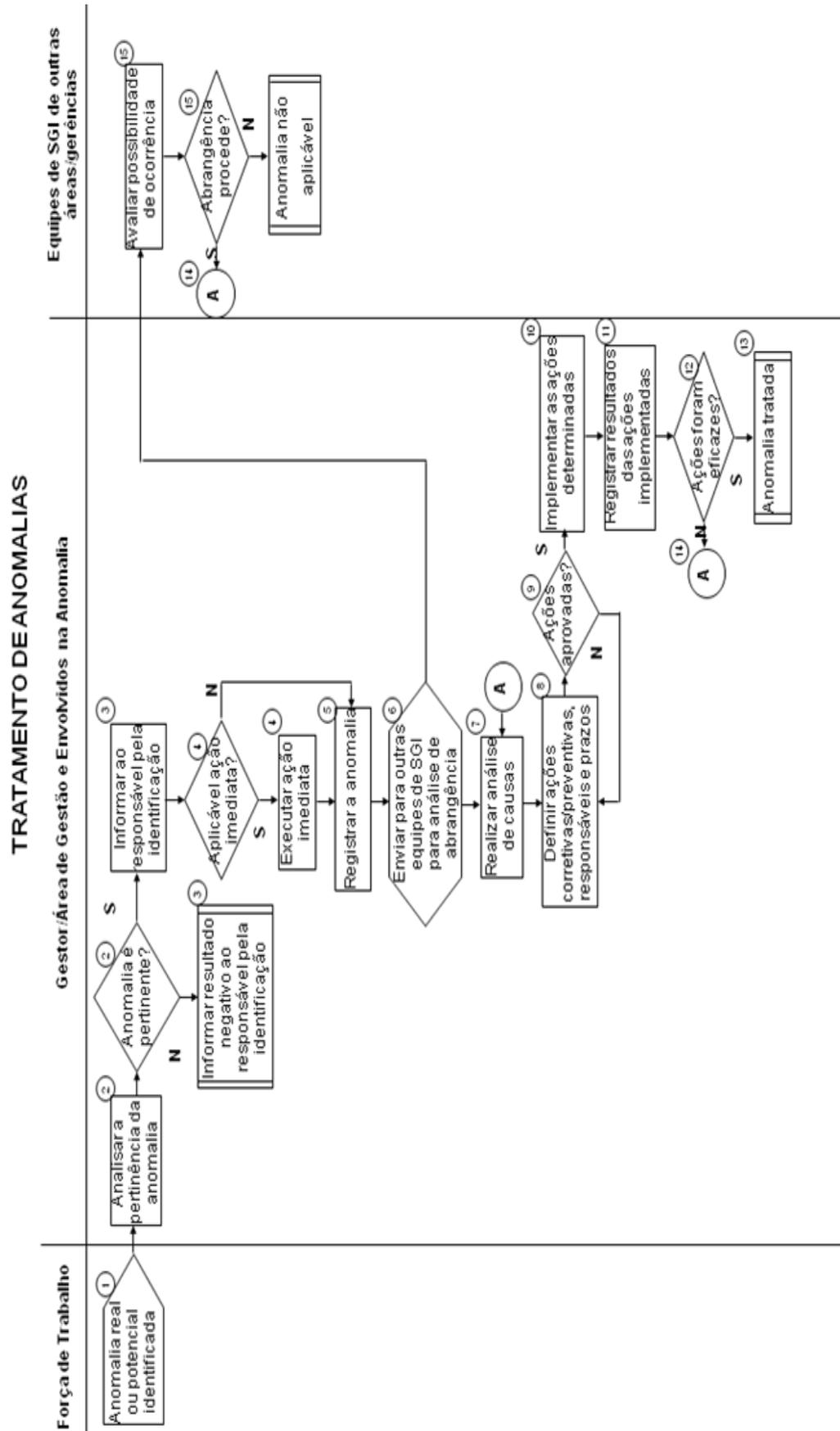
Os projetistas convivem com os operadores no dia a dia de trabalho da refinaria, fato que poderia auxiliar, pela proximidade, no entendimento das demandas e necessidades reais desses operadores. Entretanto, a estrutura, a gestão de projetos, mostra-se engessada e a incorporação da visão dos operadores e da ergonomia nesse processo é entendida como uma etapa demorada, que pode atrasar o andamento do projeto.

As normas e procedimentos disponibilizados aos projetistas são os mesmos e as principais normas consultadas para esse projeto foram as NR-10, NR-13, NR-17, além da

American Petroleum Institute (API). Frente a isso, o projetista pontua que essas são as práticas mais recomendadas, mas não são obrigatórias.

No fluxo de análise de anomalias (demandas que partem dos operadores), seu tratamento é feito ao nível da gestão, que verifica a sua pertinência e informa o responsável do setor de origem da solicitação sobre a anomalia. Ao decidir que a anomalia necessita de intervenção, os gestores fazem o Registro de Tratamento de Anomalias (RTA) e enviam para outras equipes: Sistema de Gestão de Investimentos (SGI) e também para o Sistema de Gestão de Mudanças (SGM), que decidem se a anomalia é aplicável. Em caso positivo, ela retorna para continuar a avaliação e começar a análise das causas. Todo esse processo é realizado sem a participação da ergonomia, inclusive as definições das ações corretivas e preventivas sobre a anomalia e a situação de trabalho, bem como a aprovação dessas intervenções. Com as ações implementadas, ocorre a avaliação e, nesse momento, o operador pode participar do fluxo, finalizando a solicitação inicial, como demonstra a **Figura 30** sobre o Tratamento de Anomalias.

Figura 30 - Fluxo de tratamento de anomalias (demandas registradas para intervenção)



Fonte: Documento interno da empresa.

Destaca-se que para os projetistas, ao seguir o fluxo de encaminhamentos de projetos, a participação da ergonomia não seria necessária para a decisão e priorização das anomalias. A entrada da ergonomia, com a fase de análise das condições de trabalho, seria mais adequada depois da avaliação das equipes de SGI, que avaliam os custos envolvidos e a sua possibilidade de ocorrência, pois, antes disso, poderia ser uma restrição a inserção de pontos relacionados à ergonomia, já que algum acréscimo no valor estimado do projeto poderia impossibilitar as modificações sugeridas pela ergonomia.

Para o projetista, como os projetos de médio porte são desenvolvidos em longos espaços de tempo, seria melhor inserir espaços de confrontação intermediários, ou seja, no decorrer do processo de projeto e não apenas no final da análise da atividade. O projetista comenta um exemplo de desenvolvimento de projeto:

Muitas vezes, a decisão do conceito a ser seguido é ditada antes mesmo da análise da demanda ser feita. A engenharia apresenta uma solução no início da solicitação da anomalia, como ocorreu na demanda da limpeza dos filtros na HDT, quando a engenharia já predeterminou que a solução seria uma plataforma móvel (Projetista).

Nota-se, contudo, que as etapas do processo de projeto são as mesmas (conceitual, básico, detalhamento, execução/implantação), mas em virtude de cada projetista contar com suas experiências, vivências, competências, elas são feitas de modos diferentes.

Assim, na Situação II, não ocorre a participação da ergonomia nas etapas de desenvolvimento do processo de projeto, com exceção da etapa de validações de ações, antes de serem implementadas. Ainda mais, existe o agravante de o projeto começar em um setor e ser finalizado em outro. Apesar disso, os projetistas entendem que a não participação/inclusão da percepção dos operadores nas etapas do fluxo potencializa inadequações de projeto.

4.3 Discussão dos Resultados

A partir dos resultados apresentados no item anterior, a discussão será desenvolvida em três tópicos: comparação entre a visão tradicional de concepção de projeto por meio de modelos e a perspectiva enfocada pela ergonomia situada centrada na atividade; a ergonomia como interlocutora de conflitos no processo de construção coletiva de projeto; e discussão a respeito da integração entre ergonomia, projeto e uso.

Esta estrutura foi montada objetivando analisar os resultados em concordância com o pressuposto da pesquisa de que a construção de um processo social de projeto influenciada pela ergonomia contribua com a incorporação da atividade de trabalho e seus reais condicionantes.

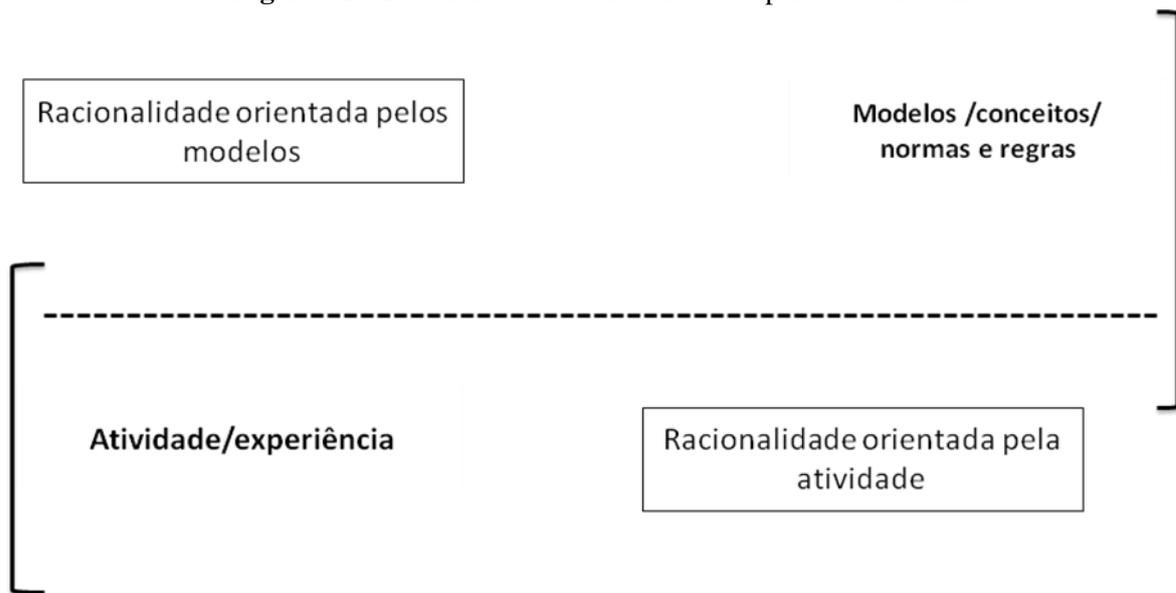
4.3.1 Diferentes Paradigmas de Processo de Projeto na Refinaria

Na concepção de situações de trabalho existem lógicas e racionalidades distintas, que segundo Lima (2005) são formas diferentes de se tratar a realidade da produção, ou seja, a abordagem que tenta dominar as variações pelo aperfeiçoamento contínuo dos modelos e a abordagem que enfatiza a capacidade de regulação das variabilidades pela atividade de trabalho.

No caso apresentado podemos identificar na Situação II a abordagem orientada pelos modelos, e na Situação I a abordagem orientada pela atividade. Na Situação II o processo de construção de projeto segue o procedimento da engenharia da empresa, com um fluxo de análise dos problemas, que são tratados no nível da gestão sob a orientação de uma visão mais técnica. Já para a Situação I existe um envolvimento maior de todos os atores na busca pela compreensão da atividade de trabalho dos operadores de descoqueamento, suas reais necessidades, as estratégias utilizadas para cumprir as exigências da tarefa e os principais constrangimentos envolvidos na situação produtiva de trabalho.

Para Lima (2005) essas abordagens referem-se, por um lado, às práticas e modelos utilizados pelos engenheiros ou organizadores, por meio dos quais se tenta controlar as variações dos sistemas produtivos, perseguindo e estimulando o aperfeiçoamento contínuo dos próprios modelos, normas e padrões; e, por outro lado, à atividade viva dos trabalhadores, os quais devem gerir quotidianamente a variabilidade das situações de trabalho. A **Figura 31** apresenta essas duas abordagens.

Figura 31 - Duas formas de racionalidades operando o trabalho



Fonte: Adaptado de Lima (2005).

O autor considera que essas diferenças estão separadas por uma linha tênue sob a forma de duas racionalidades, em que sua permanência entre o campo conceito/modelo e o mundo real está na escolha do momento forte ou predominante do projeto: ou priorizam-se os modelos, abstraindo as situações reais, ou direciona-se para a atividade inscrita nas situações reais.

De acordo com as duas formas de condução de projeto apresentadas, fica claro nas verbalizações do projetista envolvido no desenvolvimento do projeto da Situação I (construção coletiva do processo) que as informações e os conteúdos das análises da atividade de trabalho do operador de descoqueamento e a participação do projetista desde a etapa de identificação do problema (demanda) permitiram que este ator entrasse em contato com os fatores que condicionavam e determinavam a atividade do operador, aspectos da atividade real que são significativos para o usuário e invisíveis diante de uma verificação superficial baseada na aplicação de um *checklist*.

O projeto analisado na Situação I pode ser definido como 'projeto centrado na atividade da utilização' (LIMA, RESENDE e VASCONCELOS, 2009), pois elencou o saber tácito dos operadores de descoqueamento, bem como as razões de seu modo operatório e os gestos realizados diante das exigências da situação de trabalho.

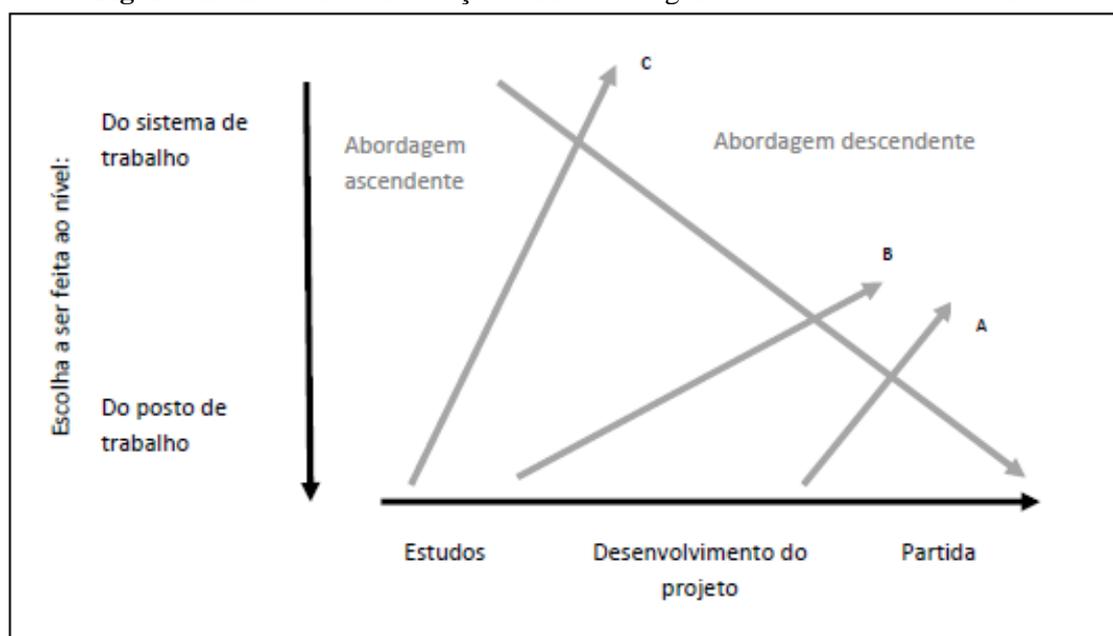
Já no processo de desenvolvimento de projeto sem a participação da ergonomia – Situação II, procedimento que ocorre na maioria dos projetos executados na refinaria –

existe uma construção mais técnica, de acordo com os padrões de engenharia da empresa. No entanto, os operadores são “ouvidos” quando registram a sua solicitação de mudança de ambiente de trabalho, o que, de certa forma, implica em uma participação no projeto. Diferente da Situação I, neste caso, muitas vezes, é reservado aos trabalhadores um papel de “fornecedor” de informações e não de atores participantes do processo de projeto.

Não se pretende com esta pesquisa desconstruir o paradigma de abordagem de projeto pautado na racionalidade dos modelos, mas, sim, discutir, com as duas situações estudadas, a necessidade de realizar um processo de projeto participativo, vislumbrando o que foi proposto por Maline (1994), de buscar um equilíbrio ou de encontrar diferentes formas de articulação entre a visão ascendente (*bottom-up*) e descendente (*top-down*) no cenário de transformações do estado do artefato.

A **Figura 32** apresenta essas diferentes articulações entre as duas abordagens. As linhas A, B e C representam diferentes momentos em que a abordagem ascendente foi incorporada ao projeto. A linha A apresenta uma participação tardia da abordagem ascendente no projeto, já na etapa de desenvolvimento, onde as margens de manobras são reduzidas e as considerações ficam restritas e vinculadas a adaptações no posto de trabalho. A linha B revela que a abordagem ascendente teve início simultâneo ao do projeto, mas somente irá se articular com a abordagem descendente no final do desenvolvimento do projeto, o que inviabiliza as propostas de mudanças e volta-se apenas a correções pontuais, pois muitas decisões sobre o detalhamento do projeto já foram tomadas. Por fim, a linha C mostra que é possível uma construção coletiva entre os atores sociais, pois existe uma articulação entre as abordagens ascendente e descendente desde as fases preliminares do projeto. Para Maline (1994), essa combinação de abordagens permite a identificação de possíveis constrangimentos e inadequações de dispositivos técnicos na situação de trabalho, aspectos relevantes na concepção de projetos.

Figura 32 - Diferentes articulações entre abordagens descendentes e ascendentes



Fonte: Maline (1994).

Considerando-se os três tipos de articulações entre as abordagens acima citadas, foi possível verificar que a Situação I pode ser representada pela Linha C, pois desde o início do processo de intervenção ergonômica – da análise da demanda até a elaboração dos requisitos de projeto – ocorreu a interação entre os atores. A ergonomia, portanto, exerceu um papel de aproximação entre as necessidades dos usuários e projetistas, criando condições metodológicas para os atores se expressarem.

4.3.2 Ergonomia como Articuladora de Conflitos no Processo Social

A participação da ergonomia no processo de concepção de projeto parte do pressuposto da construção com base no conhecimento mútuo (BÉGUIN, 2008a), o que implica na participação dos operadores/usuários, dos ergonomistas, dos projetistas e dos demais atores sociais em todo o processo de projeto e ao mesmo tempo na participação dos projetistas em todas as etapas da análise da atividade, possibilitando que estes entrem em contato com os conflitos advindos da análise, os quais farão parte dos requisitos de projeto.

A condução do processo social não é trivial, notam-se no caso analisado diversos conflitos de interesses e contradições. Nesta lógica, o projeto é entendido como uma negociação em que os atores devem buscar o consenso para direcionar as decisões para a ação (FONTES, 2011). Durante a análise do processo social de projeto na refinaria, foram

observadas diferentes lógicas e representações, conflitos de interesses em torno da situação de trabalho existente a ser transformada, e nesse contexto se constatou que a AET pôde articular os atores e evitar decisões restritas às orientações técnicas ou somente ligadas às necessidades dos trabalhadores.

Bucciarelli (1994) ressalta que o processo de projeto está dentro de ‘mundos objetos’, que se constitui de diferentes pensamentos, ações e interpretações de um determinado problema. A representação desses distintos mundos-objetos implica em confrontações dentro de um espaço de discussão, no qual emergem propostas, divergências, acordos e consensos para a construção coletiva do projeto.

O ergonomista é um ator da concepção como vários outros atores (projetistas, usuários, entre outros), porém sem muita tradição e com um *status* mais fraco do que os engenheiros, projetistas e arquitetos. Ele mobiliza conhecimentos gerais da disciplina e conhecimentos específicos construídos na análise de situações de trabalho. No entanto, a característica integradora da atividade de trabalho, da qual o ergonomista passa a ser conhecedor, aproxima a ação da ergonomia do gerenciamento do projeto. (DUARTE, et al., 2008).

O projeto relacionado à demanda do operador de descoqueamento não alcançou a etapa de implantação, por isso não se pôde precisar quais conhecimentos da análise da atividade ou quais os aspectos relacionados às variabilidades que afetavam a realização do trabalho do operador seriam incorporadas ao projeto. No entanto, ao participar da condução do processo social de projeto com a lógica da atividade, o projetista da Situação I pôde construir coletivamente a solução para a situação a ser transformada, constatando que os operadores possuíam um conhecimento prévio da sua atividade e, por isso, saberiam identificar suas reais necessidades, apontando quais mudanças em seu posto de trabalho resultariam em melhorias significativas na sua situação de trabalho.

Já na Situação II, o projetista conduz seu projeto orientado pela lógica descendente, destacando que, de acordo com os procedimentos e padrões seguidos pelo setor de engenharia da refinaria, não seria necessário incorporar a ergonomia na fase de análise (início do projeto). A sua incorporação seria após as negociações e definições sobre o custo da modificação entre a gestão, inviabilizando qualquer ajuste que gerasse acréscimo no valor estimado do projeto. Neste caso, não existe um desenvolvimento participativo entre os atores envolvidos na concepção do projeto, pois as decisões já foram pré-definidas no nível da

gestão. As mudanças ocorrem, mas poucas são as alterações que atendem às necessidades dos operadores, pois as intervenções limitam-se apenas a correções pontuais.

Por isso, é importante que os ergonomistas ofereçam uma proposta viável para o projeto como um todo e que possam estabelecer uma parceria adequada com as demais disciplinas envolvidas (PIKAAR, 2007). Caso contrário, corre-se o risco de criar uma imagem negativa de sua atuação, como campo do conhecimento que não coopera para o andamento de projetos, ou ainda, busca apenas apontar problemas, colocando em risco prazos e recursos do projeto, além da manutenção de intervenções tecnicistas esvaziadas de conhecimentos sobre o funcionamento do homem no trabalho e suas implicações.

4.3.3 Integração Ergonomia, Projeto e Uso

As transformações e diálogos durante o ciclo de vida do projeto permanecem durante o uso (BÉGUIN e DUARTE, 2008; BÉGUIN, 2008a). Neste estudo não foi possível observar os conflitos no uso do objeto, mas durante a condução do projeto da Situação II, orientada por uma visão mais técnica, constatou-se que a ausência de uma representação global – quando um ator do processo se dispõe a resolver o problema –, pode gerar conflitos no uso do objeto.

Todos os dispositivos técnicos, os artefatos, mobilizam um conhecimento, uma representação, de forma mais ampla que um modelo. A antecipação do funcionamento do homem em sua atividade é parte integrante do processo de concepção (BÉGUIN, 2004).

Não ocorreu na Situação II um processo participativo de desenvolvimento de projeto. Os usuários, ergonomistas, projetistas, entre outros atores, não vivenciaram a construção de uma solução que apreendesse as características dos sistemas técnicos e as atividades dos operadores. Os conflitos identificados na AET e nas situações de referências somente foram compreendidos na Situação I, a partir do olhar sobre o operador de descoqueamento em atividade de trabalho e sobre as características do ambiente; e ao analisar situações semelhantes em outra refinaria, o que auxiliou na identificação das condições de risco e de constrangimentos, além da verificação de inadequações de dispositivos técnicos da situação de trabalho de referência.

Com relação às referências para a concepção do projeto, a Situação I pode ser classificada como Referências Descritiva e Prescritiva (DANIELLOU, 2007a). A primeira

porque foi possível identificar as variabilidades na tarefa do operador, assim como as exigências técnicas presentes na situação de trabalho, que poderiam influenciar na atividade e no projeto da situação futura. Já na referência prescritiva os aspectos evidenciados na situação existente estavam relacionados às características do ambiente de trabalho e não sofriam alterações em função das variabilidades do sistema produtivo. Neste caso, os aspectos considerados nos requisitos de projeto para o detalhamento do posto de trabalho do operador de descoqueamento foram: iluminação, ruído, temperatura, dentre outros.

Assim, pode-se dizer que a condução do processo de projeto da Situação I teve um enfoque social, buscando mudar a condução do projeto, de uma orientação centrada na visão mais técnica para a lógica da atividade, criando espaços de diálogos entre projetistas e usuários, de modo que os atores pudessem contribuir para a concepção com suas próprias competências, saberes, conhecimentos e diversidades. O que poderia resultar numa aproximação do projeto aos usuários finais, influenciar na gestão dos projetos, e em condições de trabalho saudáveis, seguras e ergonômicas (BÉGUIN, 2007).

Para Duarte et al. (2008a), esta forma de condução de projeto é muito diferente da abordagem tradicional de engenharia, em que o projeto é percebido como uma mudança de estado durante a qual um problema é resolvido. Além disso, os autores destacam que a organização de atividades mútuas entre o usuário e os projetistas são tão estratégicas quanto o problema a ser resolvido.

Por fim, cabe ao ergonomista assegurar que os critérios identificados em situações de referências sejam contemplados na execução do projeto, no sentido de antecipar as condições de risco e constrangimentos às quais os trabalhadores ficam submetidos, bem como auxiliar nas representações dos cenários futuros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo baseou-se na temática da concepção de espaços de trabalho, especialmente em processos coletivos. Dentro desse universo buscou-se entender o papel do ergonomista como ator participante nos processos de projeto.

Pautadas na temática apresentada, as considerações sobre as questões de pesquisa de entender como as informações advindas da análise da atividade influenciaram no uso de métodos e técnicas dos projetistas no desenvolvimento de um projeto de concepção e de como os projetistas incorporaram estas informações nos projetos, utilizaram o pressuposto de que a construção do processo coletivo de projeto através do envolvimento de diferentes atores, com seus respectivos saberes, conduziria a uma perspectiva de integrar ergonomia e projeto, o que favoreceria, principalmente, na antecipação das inadequações de uso e dos constrangimentos existentes na situação futura provável.

Nesse sentido, do ponto de vista do problema de pesquisa, concluiu-se que há a predominância de uma visão mais técnica na concepção de espaços e/ou situações de trabalho, resultando em: (1) a dificuldade de aproximação entre o ergonomista e o projetista; (2) a impossibilidade dos atores discutirem as suas diferentes lógicas, inviabilizando os conflitos positivos no desenvolvimento do projeto e; (3) a não incorporação, no projeto, dos conhecimentos sobre o funcionamento do homem no trabalho.

A participação da ergonomia com olhar da atividade pode favorecer a confrontação entre as diferentes formas de abordar o problema, entre os diversos atores e os conflitos presentes durante o processo de projeto, enriquecendo o desenvolvimento do mesmo, na medida em que o projeto possa ser concebido com a contribuição das duas abordagens (descendente e ascendente), sobre as bases de suas próprias competências, experiências e conhecimentos sobre a situação a ser transformada. A mudança do ambiente de trabalho segundo a visão da atividade responde e agrega saberes da ótica de quem executa.

5.1 Considerações acerca dos objetivos

Conforme apresentado na introdução, os objetivos da pesquisa foram: entender como as informações da AET eram incorporadas ao conteúdo do projeto, as principais semelhanças e diferenças das abordagens para a condução do projeto (com e sem a

participação da ergonomia); e qual seria a contribuição ou o papel da ergonomia no processos de projeto da operação de descoqueamento.

Com a participação do projetista na análise da atividade e da situação de referência, as informações da AET foram agregadas à elaboração dos requisitos de projeto, integrando, ainda que parcilamente, as necessidades dos usuários ao projeto. Alguns requisitos elencados na análise não foram incorporados e nem aceitos pelo setor de engenharia da refinaria em função de custo e tempo de desenvolvimento do projeto.

Com relação às diferentes abordagens presentes na concepção de situações de trabalho, esta pesquisa concluiu que predomina uma visão mais tradicional e técnica entre os projetistas da refinaria com métodos bem definidos e com pouca margem de manobra que possibilite a incorporação de conhecimentos de outros atores no processo de projeto.

Com a introdução do projetista desde o início da concepção, buscou-se a perspectiva da racionalidade social, que se baseia no pensamento de que uma visão mais coletiva pode auxiliar na construção do projeto e de seus determinantes. Destaca-se a semelhança nas etapas a serem percorridas para a transformação do espaço de trabalho nas duas abordagens, sendo assim definidas: conceitual, básico, detalhamento, execução/implantação. Entretanto cada abordagem possui seus conceitos próprios, seus métodos, suas técnicas e seus referenciais teóricos, que embasam a construção do projeto.

O objetivo de identificar a contribuição da ergonomia foi atingido durante a condução do projeto, onde existiu um ambiente de trocas e de construção de conhecimento coletivo, que visou à confrontação dos diferentes pontos de vista com potencial de contribuir na antecipação de situações de uso.

Conclui-se que o papel do ergonomista seria de um ator-mediador com a função de negociar os conflitos, promover um espaço de diálogo para a explicitação de pontos de vista ou de interesses dos demais atores sociais, pois detém competências para articular as representatividades tanto da abordagem ascendente quanto da descendente nesse processo de construção de projeto, o que implicaria em uma aproximação do projeto e o uso, concomitantemente, na melhoria das condições de trabalho, na implantação de um posto de trabalho mais saudável e na saúde dos trabalhadores.

5.2 Limitações e pesquisas posteriores

Esta pesquisa pode auxiliar na condução de projetos em que a ergonomia tem a finalidade de especificar artefatos ou sistemas produtivos. Desde o início, esta pesquisa buscou mostrar as diferentes racionalidades (técnica e social) e as implicações na concepção de projeto, quando tais visões não se complementam para a materialização de um novo dispositivo ou artefato.

Os fatores limitadores para integrar a ergonomia nos processos de projeto desde suas etapas preliminares, o que, muitas vezes, não é um procedimento usual, estão vinculados ao custo, tempo de implantação, conhecimento técnico, competências, etc. Na refinaria a ergonomia é vista como um foco de aumento de custos para o projeto final, se incorporada em etapas de decisões e de análise, de acordo com o sistema de fluxo de desenvolvimento de projeto.

Nesse sentido, a ergonomia esteve presente devido à implantação pelo corporativo da empresa de uma diretriz, no ano de 2009, que dispõe sobre a introdução dessa disciplina em processos de concepção. Contudo, não se tratou de uma mudança cultural e organizacional, o que se revelou com o decorrer do tempo, pela ausência de negociação dos interesses dos atores envolvidos, e uma grande dificuldade na interação entre a ergonomia e o projeto.

É importante ressaltar que o fato de a autora ter integrado o processo de construção social de projeto na qualidade de pesquisadora possibilitou captar informações geradas pelo coletivo, explicar os fatores encontrados na análise da atividade de trabalho do operador de descoqueamento, atribuindo-lhe um significado e negociando a necessidade de agregar ao projeto as reais dificuldades encontradas no ambiente de trabalho (FONTES, 2011), como uma forma de melhorar as condições de trabalho e antecipar os problemas operacionais (DANIELLOU, 2002a).

Nesta pesquisa, a autora foi um membro participante do processo social e, para elaboração desta dissertação, fez uma alternância de papéis visando generalizar o singular (HUBAULT, 2004), quando se buscou compreender a atividade do operador de descoqueamento e atuar como interlocutor no processo de projeto.

Destaca-se que a proposta utilizada como caso nesta pesquisa não chegou a ser construída, apenas as especificações como apresentadas no Anexo A, por isso uma continuidade deste estudo seria o acompanhamento do projeto desde o início até a implantação final, para se constatar se as mudanças foram realmente concretizadas no uso.

REFERÊNCIAS

- ABNT/NBR 5413. **Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.
- AHONEN, M; LAUNIS, M.; KUORINKA, T. **Ergonomics Workplace Analysis**. Helsink. Finnish Institute of Occupational Health/Ergonomics Section, 1989, 34p.
- ABRAHÃO, J; PINHO, D.L.M. **Teoria e prática ergonômica: seus limites e possibilidades**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.
- ABRAHÃO, J. Reestruturação Produtiva e Variabilidade no Trabalho: Uma Abordagem da Ergonomia. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 49-54, jan./abr. 2000.
- ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2009. 240 p.
- ABRAHAO, J; ASSUNÇÃO, A. A. A concepção dos postos de trabalho informatizados visando à prevenção de problemas posturais. **Revista de Saúde Coletiva da UEFS**, Feira de Santana, v. 1, n. 1, p. 38-45, 2002.
- ABERGO, Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em: <http://www.abergo.org.br>. Acesso em: 30/10/2011.
- ALMEIDA, R.G. A ergonomia sob a ótica anglo-saxônica e a ótica francesa. **Vértices**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 115-126, jan./abr, 2011.
- _____. Trajetória da análise de acidentes: o paradigma tradicional e os primórdios da ampliação da análise. **Interface, Comunic, Saúde, Educ**, jan/jun, v.9, n.18, p.185-202, 2006.
- _____.; BINDER, M.C.P. Armadilhas cognitivas: O caso das omissões na gênese dos acidentes do trabalho. **Cadernos de Saúde Pública**, 20 (5): 1373-1378, 2004.
- ALVES, G. **Trabalho e Subjetividade – o espírito do toyotismo na era do capitalismo manipulatório**. São Paulo: Boitempo, 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2011. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em 10/10/2011.
- ANTUNES, R. Anotações sobre o capitalismo recente e a reestruturação produtiva no Brasil. **O Avesso do Trabalho**. 2 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2010, v. 1, p. 13-24.
- ARAÚJO, A. J. S. **Paradoxos da modernização: terceirização e segurança dos trabalhadores em uma refinaria de petróleo**. Tese (Doutorado). Centro de Estudos em Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, 2001.
- ASSUNÇÃO, A. A.; LIMA, F. P. A. A contribuição da ergonomia para a identificação, redução e eliminação da nocividade do trabalho. In: MENDES, R. **Patologia do trabalho**. 2a ed. São Paulo: Atheneu, 2003. v. 2, parte III, cap. 45, p. 1767-1789.

BÉGUIN, P. Design as a mutual learning process between user and designer. Interacting with computers, **Elsevier**, 15, 2003, p. 709-730.

BÉGUIN, P. O ergonomista, autor da concepção. In: FALZON, Pierre (Org.). **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. p.317-330.

_____. Argumentos para uma abordagem dialógica da inovação. **Laboreal**, 4 (2), p. 74-84, 2008a. Disponível em: <<http://laboreal.up.pt/revista/artigo.php?id=37t45nSU547112341787:352:81>> Acesso em: 30/10/2011.

_____. Workers-Designers Interactions: A Developmental Approach for an Innovative Design. In: SZNELWAR, L. I.; MASCIA, F. L.; MONTEDO, U. B. (Eds.) **Human Factors in Organizational Design and Management – IX**. São Paulo: Blücher, p. 585-590, 2008b.

BÉGUIN, P., CERF, M. Formes et enjeux de l'analyses de l'activité pour la conception des systèmes de travail. **Revista eletrônica @ctivités**, Vol 1, N° 1, 2004. Disponível em: <<http://www.activites.org>>. Acesso em: 24/09/2011.

BÉGUIN, P; DUARTE, F. J de M F. J. C. M. A inovação: entre o trabalho dos projetistas e o trabalho dos operadores. **Laboreal**, 4, (2), 2008, p. 10-14. Disponível em: <<http://laboreal.up.pt/revista/artigo.php?id=37t45nSU5471123417879622:21>>. Acesso em: 30/10/2011.

BITTERN COURT, J.M.V.Q; CARVALHO, L. B.; DUARTE, F.J.C.M. Integration of Ergonomics Studies into Design Process: A Case Study in Laboratories of Petroleum Research. In: **The SPE International Conference on Health, Safety&Environment in Oil and Gas Exploration and Production**, 2010, Rio de Janeiro. The SPE International Conference on Health, Safety&Envitonment in Oil and Gas Exploration and Production, v. 1, 2010.

BOUYER, G. C. A Linguagem como Instrumento Cognitivo no Trabalho dos Operadores de Processo Contínuo de Produção. **Revista de Produção online**. Florianópolis, SC, v.11, n. 3, p. 779-802, jul./set., 2011.

BRAATZ, D. et al. Avaliação da aplicação de modelagem e simulação humana em projetos de postos de trabalho em estudo ergonômicos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA, 14, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABERGO, 2006. CD-ROM.

BRAATZ, D. **Análise da aplicação de ferramenta computacional de modelagem e simulação humana no projeto de situações produtivas**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal De São Carlos, São Paulo, 163 p, 2009.

BROBERG, Ole. **Workpace Design a framework for the contribution of ergonomics to production engineering**. São Carlos, 15 out 2010. Palestra proferida no XXX Enegep (Encontro Nacional de Engenharia de Produção).

BROBERG, O. Quando o projeto participativo de espaços de trabalho se encontra com o projeto de engenharia em eventos de colaboração mútua. **Laboreal**, 4, (2), 47-58, 2008a. Disponível em: <<http://laboreal.up.pt/revista/artigo.php?id=37t45nSU547112341787:122:61>>. Acesso em: 30/10/2011.

_____. When participatory workspace design meets engineering design in collaborative events. In: SZNELWAR, L. I.; MASCIA, F. L.; MONTEDO, U. B. (Eds.) **Human factors in organizational design and management – IX**. São Paulo: Blücher, 2008b. p. 617-622.

BUCCIARELLI, L. **Designing Engineers**. Cambridge: MIT Press, 1994.

_____. **Designing engineers**. Massachusetts: MIT press, 1996.

_____. Between thought and object in engineering design. **Design Studies**, v. 23, no. 3, 2002.

BURGESS, W. A. Refinarias de Petróleo. In: _____. **Identificação de possíveis riscos à saúde do trabalhador nos diversos processos industriais**. Tradução de Ricardo Baptista. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1997. p. 303-317.

COSTA, P. O Maior Acidente da Refinaria Duque de Caxias (RJ) – Brasil: Um estudo geográfico-histórico. **Revista Geográfica de América Central**, Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica, p. 1-11, 2011.

DANIELLOU, F. A análise da atividade futura e a concepção de instalações externas. In: DUARTE, F. J. C. M. **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro: COPPE/RJ: Lucerna, 2002a. p. 75-83.

_____. Métodos em ergonomia de concepção: A análise de situações de referência e a simulação do trabalho. In: DUARTE, F. **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro: COPPE/RJ: Lucerna, 2002b. p. 29-33.

_____. **A Ergonomia segundo seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

_____. A Ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho. In: FALZON, Pierre. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007a. p. 303-315.

_____. Des fonctions de la simulation des situations de travail en ergonomie. **Activités Revue Électronique**, v. 4, n. 2, 2007b.

DANIELLOU, F; BÉGUIN, P. Metodologia da ação ergonômica: abordagens do trabalho real. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. p. 287-301.

DEJOURS, C. **A loucura do trabalho**. São Paulo: Oboré, 1987.

DEJOURS, C. Epistemologia Concreta e Ergonomia. In: DANIELLOU, F. (Org.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 199-216.

DOPLER, F. Trabalho e saúde. In: FALZON, P. (Ed.). **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. p. 47-58.

DORST, K.; DIJKHUIS, J. Comparing paradigms for describing design activity in Design Studies. **Elsevier Science**, 16 (2) p. 261-274, 1995.

DUARTE, F. J. C. M. **A análise ergonômica do trabalho e a determinação de efetivos:** estudo da modernização tecnológica de uma refinaria de petróleo no Brasil. Tese (Doutorado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 144 p, 1994.

_____. La construction de l'action ergonomique dans le projet de modernisation d'une raffinerie de pétrole. **XXXV Congresso da SELF** – Sociedade de Ergonomia de Língua Francesa, Toulouse, França, v. 01, 2000.

_____. **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo.** Rio de Janeiro: COPPE/RJ: Lucerna, 2002a.

_____. et al. A integração das necessidades de usuários e projetistas como fonte de inovação para o projeto. **Laboreal**, 4, (2), 62-73, 2008a. Disponível em: <<http://laboreal.up.pt/revista/artigo.php?id=48u56oTV658223452898;343;82>>. Acesso em: 29/09/2011.

_____. et al. Recomendações Ergonômicas para o Projeto de Plataforma OFF-SHORE. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, Brasil, out./2010.

DUARTE, J. Entrevista em profundidade. In: DUARTE, J.; BARROS, A. (Orgs.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação.** 2a ed, São Paulo: Atlas, 2008b.

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cad. Pesquisa.** n.115, p. 139-154, 2002b.

ERGO&AÇÃO. **Proposta Técnica:** Ergonomia no Processo de Atendimento da ECT. São Carlos: DEP/UFSCar, 2002.

FALZON, P. Natureza, objetivos e conhecimentos da ergonomia. In: _____. (Ed.). **Ergonomia.** São Paulo: Edgard Blücher, 2007. p. 03-19.

FARTES, V.L.B. Trabalhando e Aprendendo: Adquirindo Qualificação em uma Indústria de Refino de Petróleo. **Educação & Sociedade**, ano XXIII, n. 78, abril, 2002.

FERREIRA, L. L. O Trabalho nos Petroleiros. In: DUARTE, F. **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ: Lucerna, 2002. p. 64-74.

_____.; IGUTI, A. M. **O trabalho dos Petroleiros:** perigoso, complexo, contínuo e coletivo. São Paulo: Fundacentro, 2003.

FERREIRA M. C.; DAL ROSSO, S. A. Sujeito Forja o Ambiente, o Ambiente "Forja" o Sujeito: Mediação Indivíduo-Ambiente em Ergonomia da Atividade, 2003, p. 23-48. In: _____. **A regulação social do trabalho.** Brasília DF: Editora Paralelo 15, 2003. p. 23-48.

FIGUEIREDO, M. et al. 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, 2007.

FONTES, A. R. M. **Ergonomia e Design no Projeto de Espaços de Trabalho: o Balcão de Atendimento dos Correios**. Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos, 2011.

_____. et al. Projeto de guichê de atendimento contextualizado pela análise ergonômica do trabalho. **GEPROS**, v. 2, p.111-124, 2006.

_____. et al. Process of ergonomic intervention in an oil refinery: typification of solutions in the context of ergonomics. In: SZNELWAR, L. I.; MASCIA, F. L.; MONTEDO, U. B. (Eds.) **Human factors in organizational design and management – IX**. São Paulo: Blücher, 2008, p. 217-223.

FREITAS, C. M; PORTO, M. F. S.; GOMEZ, C. M. Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 6 (dez.), p. 503-514, 1995.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo. A prática da Ergonomia**. 2a ed. São Paulo: Edgard Blücher – Fundação Vanzolini, 2001.

HUBAULT, F. Do que a ergonomia pode fazer análise? In: DANIELLOU, F. (Org.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 105-140.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. **The discipline of ergonomics**. Disponível em: <http://www.iea.cc/ergonomics/>. Acesso em: 30/10/2011.

LAVILLE, A. Referência para uma história da ergonomia francófona. In: FALZON, P. (Ed.). **Ergonomia**. São Paulo: Editora Blücher, 2007.

LEPLAT, J; CUNY, X. As Condições de Trabalho. In: CASTILLO, J. J.; VILLENA J. (Org.). **Ergonomia: conceitos e métodos**. Lisboa: Dinalivro, 2005. p. 143-157.

_____.; HOC, J. M. Tarefa e actividade na análise psicológica de situações. In: CASTILLO, J. J.; VILLENA J. (Org.). **Ergonomia: conceitos e métodos**. Lisboa: Dinalivro, 2005. p. 197-211.

LIMA, D. L. M; DUARTE, F.; FEITOSA, V. C. R. A construção da ação ergonômica no projeto de modernização de uma refinaria de petróleo: análise das interações entre operadores, engenheiros e ergonomistas. **IX Congresso Brasileiro de Ergonomia**, ABERGO, Salvador - BA, Brasil, 1999.

LIMA, F. P. A. A ergonomia como instrumento de segurança e melhoria das condições de trabalho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA - ERGOFLO, 1., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 1-11.

_____. **Norma e atividade humana: modelos dinâmicos da prescrição e historicidade das situações de trabalho**. Publicado em Trabalho e abordagem pluridisciplinar: estudos Brasil, França e Argentina. DIEESE/CESIT (Orgs.). São Paulo (DIEESE) e Campinas (CESIT): 2005. pp. 51-68.

_____.; JACKSON FILHO, J. M. Prefácio à edição brasileira. In: DANIELLOU, François. **A Ergonomia segundo seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 2004. p. 11-14.

_____.; RESENDE, A. E.; VASCONCELOS, R. C. Condicionantes sociais do projeto de instrumentos de trabalho: o caso de uma bancada de inspeção. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 529-544, 2009..

MACIEL FILHO, R.; SUGAYA, M. F. A computer aided tool for heavy oil thermal cracking process simulation, **Comp. & Chem. Eng.** 25, p. 683 - 692, 2001.

MALINE, J. **Simuler le travail: une aide à la conduit de projet**. Montrouge: Edições ANACT, 1994. 156 p.

MENEGON, N. L. **Fundamentos conceituais para a análise da atividade de trabalho**. São Carlos: Departamento de Engenharia de Produção, 2000.

_____. **Projeto de processos de trabalho: o caso da atividade do carteiro**. Tese (Doutorado em Produto). COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Caderno de Saúde Pública**, vol.9, n.3, Rio de Janeiro, 1993.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Portaria nº 203 de 28 de Janeiro de 2011**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DDC2FF4012DE162225640D3/Portaria%20n%20%20C2%BA%20203%20\(Altera%20NR-15 Benzeno\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DDC2FF4012DE162225640D3/Portaria%20n%20%20C2%BA%20203%20(Altera%20NR-15%20Benzeno).pdf)>. Acesso em 18 de julho de 2012.

MONTMOLLIN, M. **L'Intelligence de la Tache**. Eleménts d'Ergonomie Cognitif. Berne: Peter Long, 1984.

_____. Ergonomias. In: CASTILLO, J. J.; VILLENA J. (Orgs.). **Ergonomia: conceitos e métodos**. Lisboa: Dinalivro, 2005. p. 103-111.

MORAES, A.; SOARES, M. M. **Ergonomia no Brasil e no mundo: um quadro, uma fotografia**. Rio de Janeiro: ABERGO – UERJ-ESDI – UNIVERTA, 1989.

NOGUEIRA, C. A análise do discurso. In: ALMEIDS, L.; FERNANDES, E. **Métodos e técnicas de avaliação: novos contributos para a prática e investigação**. Braga: CEEP, 2001.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Benzeno**. Disponível em: <http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/benzene/en/>. Acesso em 10 de agosto de 2012.

PIKAAR, R. N. New Challenges: Ergonomics in Engineering Projects. In: PIKAAR, R. N.; KONINGSVELD, E. A. P.; SETTELS, P. J. M. **Meeting Diversity in Ergonomics**. Amsterdam: Elsevier Science, 2007. p. 29-64.

SELIGMANN-SILVA, E. **Trabalho e Desgaste Mental: o direito de ser dono de si mesmo**. São Paulo: Cortez, 2011.

SILVÉRIO, M. **O Uso da Simulação em Ergonomia de Concepção: uma Reflexão a partir do Projeto de uma Cabine de Ponte Rolante em uma Refinaria de Petróleo.** Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal De São Carlos, São Paulo, 124 p, 2011.

SZKLO, A. **Fundamentos do Refino de Petróleo.** Rio de Janeiro: Editora Interciências, 2005.

THÉBAUD-MONY, A. Riscos. **Laboreal**, 6, (1), 72-73, 2010. Disponível em: <<http://laboreal.up.pt/revista/artigo.php?id=37t45nSU54711238:7626984121>>. Acesso em: 29/09/2011.

TORRES, I. **Um formalismo relacional para o desenvolvimento de arranjo físico industrial.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2007.

TURATO, E.R. Métodos qualitativos e quantitativos na área da saúde: definições, diferenças e objetos de pesquisa. **Revista de Saúde Pública**, vol.39, n.3, p. 507-514, 2005.

VIDAL, M. C. R. **Guia para análise ergonômica (AET) na empresa.** Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método.** 2a. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia: método & técnica.** Tradução Flora Maria Gomide Vezzà. São Paulo: Oboré, 1987.

_____. Focus in praise of brazilian ergonomics. **Internacional Journal of Industrial Ergonomics**, p. 415-419, 1998.

_____. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In: Daniellou, F. (Org.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos.** São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 30-53.

ANEXO A

Para o projetista o novo sistema deve contemplar os requisitos de projeto de acordo com a especificação a seguir, que mostra um esboço da cabine de comando pretendida.

