



CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM INSTRUMENTAL PARA O ESTUDO DA
ATIVIDADE DE OPERAÇÃO EM SALAS DE CONTROLE – DA INTERFACE AO
COLETIVO

Léonard Julien Benoit-Gonin

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

Orientadores: Francisco José de Castro Moura
Duarte
François Daniellou

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2011

CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM INSTRUMENTAL PARA O ESTUDO DA
ATIVIDADE DE OPERAÇÃO EM SALAS DE CONTROLE – DA INTERFACE AO
COLETIVO

Léonard Julien Benoit-Gonin

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

Examinada por:

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

Prof. François Daniellou, D.Sc.

Prof. Pascal Béguin, D.Sc.

Prof. Laerte Idal Sznelwar, D.Sc.

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

Prof. Michel Jean Marie Thiollent, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
FEVEREIRO DE 2011

Benoit-Gonin, Léonard Julien

Contribuições da abordagem instrumental para o estudo da atividade em salas de controle - Da interface ao coletivo / Léonard Julien Benoit-Gonin – Rio de Janeiro: UFRJ / COPPE, 2011

XVII, 289 p. : il. 29,7 cm

Orientadores: Francisco José de Castro Moura Duarte

François Daniellou

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro / COPPE / Programa de Engenharia de Produção, 2011.

Referências Bibliográficas: p. 269-283

1. Ergonomia. 2. Controle de Processo. 3. Abordagem instrumental. 4. *Videowall*. I. Duarte, Francisco José de Castro Moura et al. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

À Sheila, cujos esforços e
cumplicidade foram seguidamente
postos à prova, minha gratidão e
admiração.

À Sofia e Manon, pequenos universos
dos quais fiquei privado por mais
vezes do que gostaria.

AGRADECIMENTOS

A realização de um exercício desta envergadura que é construir uma tese de doutorado só é possível com a participação e o envolvimento de inúmeras pessoas. Algumas são citadas aqui, mas todas as outras poderão reconhecer neste documento sua contribuição, seja sob o ponto de vista acadêmico ou pessoal. Meus agradecimentos vão:

Aos professores François Daniellou e Francisco Duarte, por disponibilizarem seu saber e me auxiliarem na pavimentação desta longa trajetória.

Aos professores Francisco Lima e Pascal Béguin e ao Marçal Jackson pelos ensinamentos, questionamentos e valiosos auxílios conceituais e metodológicos.

Às equipes dos laboratórios do Rio e de Bordeaux - Fátima, Zui, Nadège, Nelly - pelo suporte logístico e orientação quanto aos numerosos procedimentos a seguir, mas sobretudo pela boa vontade.

Aos gerentes e coordenadores da empresa estudada pela possibilidade de acesso às situações de trabalho e, principalmente, aos operadores das duas salas de controle pela paciência, transparência e riqueza de informações.

À CAPES e ao CNPq pelas bolsas concedidas no Brasil e no exterior, recursos materiais que permitiram a dedicação necessária à elaboração deste trabalho.

À Sheila, minha mulher, pela estrutura, força e dedicação, atributos sem os quais a caminhada teria sido mais árdua. As minhas filhas e fontes diárias de inspiração, Sofia e Manon, pela sabedoria e incrível compreensão das necessidades do mundo adulto.

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

CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM INSTRUMENTAL PARA O ESTUDO DA
ATIVIDADE DE OPERAÇÃO EM SALAS DE CONTROLE – DA INTERFACE AO
COLETIVO

Léonard Julien Benoit-Gonin

Fevereiro/ 2011

Orientadores: Francisco José de Castro Moura Duarte

François Daniellou

Programa: Engenharia de Produção

Esta tese estuda a atividade de operação em sala de controle, sob o ponto de vista do uso das tecnologias de apresentação de informações. A evolução destas tecnologias, principalmente marcada pela redução da área de exibição de informações operacionais através da substituição dos antigos painéis sinópticos pelos monitores de computador, provocou transformações importantes na atividade dos operadores tais como a perda da visão global e uma crescente exigência da memória de curto prazo. Entretanto, nos dias atuais, novas tecnologias – como os *videowalls*, por exemplo - permitem a exibição de dados operacionais em grandes superfícies, abrindo a possibilidade de suplantar as dificuldades mencionadas acima.

O objetivo deste trabalho é, por um lado, recensear sob que condições tais dispositivos de grande formato podem representar um apoio operacional efetivo, já que na principal situação analisada o *videowall* não era utilizado pelos operadores e, por outro, explorar a influência do processo industrial na utilização da interface de controle de processo. Estas questões são abordadas à luz de duas abordagens conceituais: a da evolução das tecnologias de apresentação de informação em salas de controle e a da abordagem instrumental.

Os resultados a que chegamos mostram que, para ser efetivo, um *videowall* precisa apoiar a construção da visão global do processo, a memória de curto prazo e a atividade coletiva, aspectos que possuem configurações variáveis segundo o processo industrial controlado pelos operadores. A análise das situações sob o ponto de vista da abordagem instrumental permite compreender que a efetivação do uso do *videowall* é também influenciada pelo processo de concepção das telas e que o controle do processo industrial ocorre através da apropriação sistêmica dos artefatos pelos operadores, dos quais deve fazer parte o *videowall*.

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

CONTRIBUTIONS OF THE INSTRUMENTAL APPROACH TO THE STUDY OF THE OPERATIONAL ACTIVITY IN CONTROL ROOMS - FROM THE INTERFACE TO THE COLLECTIVE

Léonard Julien Benoit-Gonin

February/ 2011

Advisors: Francisco José de Castro Moura Duarte
François Daniellou

Department: Production Engineering

This PhD dissertation studies the operational activity in control rooms, from the point of view of the use of the technologies of information presentation. The evolution of these technologies, mainly marked by the reduction of the display area of operational information through the substitution of the old synoptic panels by the computer monitors, caused important transformations in the operational activity such as the loss of the global vision and a rising exigence of the short-term memory. Meanwhile, nowadays new technologies – such as the *videowalls* – enable the exhibition of operational data in large surfaces, giving the opportunity of supporting the above mentioned aspects.

The aim of this paper is, firstly, identify the conditions under which such large screens could represent an effective operacional help, since in the main analysed situation the *videowall* has no operational use, secondly, to explore the influence of the industrial process in the use of the interface. These questions are tackled by two conceptual approaches: the one of the evolution of the technologies of information presentation in control rooms and the one of the instrumental approach.

The results to wich we came show that, in order to be effective, a *videowall* must support the construction of the global vision, the short-term memory and the collective activity, aspects that have different characteristics according to the industrial process controlled by the operators. The analysis of the work situations from the point of view of the instrumental approach allows understanding that the effectiveness of the use of the *videowall* is also influenced by the screen design process and that the control of the industrial process occurs through the systemic appropriation of the artefacts by the operators.

Résumé de la thèse présentée à la COPPE/UFRJ en vue de l'obtention du Doctorat en Sciences (D.Sc.)

CONTRIBUTIONS DE L'APPROCHE INSTRUMENTALE POUR L'ÉTUDE DE
L'ACTIVITÉ D'OPÉRATION EN SALLES DE CONTRÔLE - DE L'INTERFACE AU
COLLECTIF

Léonard Julien Benoit-Gonin

Février/ 2011

Directeurs de thèse: Francisco José de Castro Moura Duarte

François Daniellou

Département: Génie de production

Cette thèse étudie l'activité d'opération en salle de contrôle, du point de vue de l'usage des technologies de présentation d'informations. L'évolution de ces technologies, principalement marquée par la réduction de la surface d'affichage d'informations opérationnelles à travers de la substitution des anciens tableaux synoptiques par les écrans d'ordinateur, a provoqué des transformations importantes dans l'activité des opérateurs tels que la perte de la vision globale et une croissante exigence de la mémoire à court terme. Toutefois, à l'heure actuelle, de nouvelles technologies – comme les videowalls, par exemple - permettent l'affichage de données opérationnelles en grandes superficies, ouvrant la possibilité de surmonter les difficultés citées ci-dessus.

L'objectif de ce travail est, d'une part, recenser dans quelles conditions de tels dispositifs de grand format peuvent représenter un appui opérationnel effectif, étant donné que dans la principale situation analysée le videowall n'était pas utilisé par les opérateurs et, d'autre part, explorer l'influence du process industriel dans l'utilisation de l'interface de contrôle de process. Ces questions sont abordées à la lumière de deux approches conceptuelles: celle de l'évolution des technologies de présentation d'information en salles de contrôle et celle de l'approche instrumentale.

Les résultats auxquels nous sommes arrivés montrent que, pour être effectif, un videowall doit appuyer la construction de la vision globale du process, la mémoire à court terme et l'activité collective, aspects qui possèdent des configurations variables selon le process industriel contrôlé par les opérateurs. L'analyse des situations du point de vue de l'approche instrumentale permet de comprendre que l'effectivité de l'usage du videowall est également influencée par le processus de conception des écrans et que le contrôle du process industriel a lieu à travers de l'appropriation systémique des artefacts par les opérateurs, desquels le videowall doit faire partie.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
DOS GRANDES PAINÉIS AOS MONITORES DE COMPUTADOR	1
NOVAS TECNOLOGIAS, NOVA ATIVIDADE	2
DA TECNOLOGIA-FIM À TECNOLOGIA-MEIO: APORTES DA ABORDAGEM INSTRUMENTAL	5
ELEMENTOS DA ATIVIDADE DE CONTROLE DE PROCESSO ATUAL	6
A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA	7
A ESTRUTURA DO DOCUMENTO	8
I. EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE CONTROLE DE PROCESSO	10
I.1. DOS AUTOMATISMOS À INTERFACE	10
<i>A gestão da interface: um novo elemento da atividade</i>	<i>11</i>
A necessidade de novos conhecimentos	12
As novas demandas atencionais	13
Rumo a uma interface “econômica”	14
I.2. A INTERFACE E SUAS CONSEQÜÊNCIAS PARA A ATIVIDADE	15
<i>A introdução do SDCD e a operação em sala de controle</i>	<i>18</i>
A perda da visão global do processo	18
A perda da capacidade de antecipação	19
A sobrecarga da memória de curto prazo	20
A necessidade de navegação entre telas	21
Os impactos na atividade coletiva	22
Da atuação direta à supervisão remota	24
II. A ABORDAGEM INSTRUMENTAL E OS SISTEMAS DE INSTRUMENTOS	26
II.1. DO HOMEM MARGINAL AO HOMEM CENTRAL	26
II.2. COGNIÇÃO: UM TIPO DE COMPUTAÇÃO?	29
II.3. DA TEORIA DA ATIVIDADE À ABORDAGEM INSTRUMENTAL	34
II.3.1. <i>Do artefato ao instrumento, o ponto de partida</i>	<i>36</i>
II.3.2. <i>O instrumento, entidade mista</i>	<i>37</i>
II.3.3. <i>Os esquemas e sua relação com a atividade</i>	<i>39</i>
II.3.4. <i>Os sistemas de instrumentos</i>	<i>39</i>
II.3.5. <i>A concepção no uso e o desenvolvimento</i>	<i>41</i>
III. DO CONTEXTO DA SITUAÇÃO À CONSTRUÇÃO DA REPRESENTAÇÃO PARA A AÇÃO	49
III.1. O CONTEXTO E A ATIVIDADE DE CONTROLE DE PROCESSO	49
<i>O controle de processo e a dependência do contexto</i>	<i>50</i>

As influências do contexto no comportamento do operador.....	51
Os alarmes e sua adequação ao contexto da ação.....	52
III.2. A ATIVIDADE DE SUPERVISÃO: FUNCIONAMENTO COGNITIVO, PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO E PERCEPÇÃO DO CONTEXTO OPERACIONAL.....	54
III.2.1. <i>Influências do funcionamento do homem</i>	55
Ritmos circadianos e processamento da informação	57
III.2.2. <i>Influências do processo industrial</i>	59
III.2.3. <i>Influências da interface</i>	60
III.3. DA PERCEPÇÃO DO CONTEXTO À CONSTRUÇÃO DE SUA REPRESENTAÇÃO	62
III.3.1. <i>Modelo mental, representação e situation awareness</i>	63
III.3.2. <i>O papel da interface na construção da situation awareness</i>	69
III.3.2.1. <i>Vigilância, interface e situation awareness</i>	72
III.3.2.2. <i>Os alarmes como apoio a uma visão de conjunto</i>	74
IV. CONCLUSÃO DA PRIMEIRA PARTE E PROBLEMÁTICA DA TESE.....	77
IV.1. RETORNO SOBRE O QUADRO TEÓRICO.....	77
IV.2. PROBLEMÁTICA DA TESE.....	80
<i>As questões de pesquisa</i>	80
V. A METODOLOGIA DE OBTENÇÃO, TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS DA ATIVIDADE	82
V.1. O QUADRO METODOLÓGICO	82
V.2. MÉTODOS UTILIZADOS DURANTE OS ACOMPANHAMENTOS DA ATIVIDADE.....	83
V.3. A SITUAÇÃO 'A'	86
V.3.1. <i>O contexto da pesquisa</i>	87
V.3.2. <i>Objetivos da pesquisa</i>	89
V.3.3. <i>Etapas da pesquisa de campo</i>	90
V.3.3.1. <i>Primeira parte: o estudo do processo de concepção de telas para o videowall</i>	90
V.3.3.2. <i>Segunda parte: as observações e o acompanhamento da atividade</i>	91
V.3.4. <i>O papel do ergonomista na situação A</i>	95
V.4. A SITUAÇÃO 'B'	98
V.4.1. <i>O contexto da pesquisa</i>	99
V.4.2. <i>Objetivos da pesquisa</i>	100
V.4.3. <i>Etapas da pesquisa de campo</i>	101
V.4.3.1. <i>Primeira parte: as observações e o acompanhamento da atividade</i>	101
V.4.3.2. <i>Segunda parte: o estudo do processo interno de concepção e melhoria de telas</i>	102
V.4.4. <i>O papel do ergonomista na situação B</i>	104

VI.	A ATIVIDADE DE CONTROLE DE PROCESSO NA SITUAÇÃO A.....	107
VI.1.	O PROCESSO DE CONCEPÇÃO DE TELAS PARA O <i>VIDEOWALL</i>	108
VI.1.1.	<i>As proposições de uso durante a fase de projeto da sala de controle</i>	108
VI.1.2.	<i>Cronologia e evolução do processo interno de concepção de telas para o videowall</i>	111
VI.1.2.1.	Aspectos técnicos.....	111
VI.1.2.2.	Aspectos organizacionais.....	117
VI.1.2.3.	Aspectos da atividade	118
VI.1.3.	<i>Resultados da análise do processo de concepção de telas</i>	121
VI.2.	A ANÁLISE DA ATIVIDADE DE OPERAÇÃO.....	124
VI.2.1.	<i>Descrição global</i>	124
VI.2.1.1.	O funcionamento geral	124
VI.2.1.2.	A organização do trabalho.....	125
VI.2.1.3.	A interface de controle e supervisão	126
VI.2.1.4.	As tarefas.....	132
VI.2.1.5.	As fontes de variabilidade	132
VI.2.2.	<i>As características do processo controlado</i>	133
VI.2.2.1.	A dinâmica temporal do processo	133
VI.2.2.2.	A distribuição geográfica das instalações	134
VI.2.2.3.	A heterogeneidade e simultaneidade de eventos dispersos espacialmente	135
VI.2.2.4.	A dependência das flutuações de consumo e das manutenções	137
VI.3.	A VISÃO GLOBAL DO PROCESSO PARA O OPERADOR DO CONSOLE	140
	<i>A construção da visão global</i>	143
VI.3.1.	<i>A utilização das telas do sistema supervisório</i>	143
VI.3.2.	<i>Os registros e consultas aos livros de ocorrências e ao bloco de notas</i>	152
VI.3.3.	<i>Os gráficos de tendência</i>	154
VI.3.4.	<i>A consulta à programação</i>	159
VI.4.	O APOIO À MEMÓRIA DE CURTO PRAZO	162
VI.4.1.	<i>A utilização do livro de ocorrências</i>	162
VI.4.2.	<i>A utilização do bloco de notas</i>	167
VI.4.3.	<i>A utilização do AOG</i>	169
VI.4.4.	<i>O ajuste de alarmes</i>	170
VI.4.5.	<i>Crônica da atividade: da consideração de elementos dos sub-sistemas à compreensão do todo</i>	171
VI.5.	A CONSTRUÇÃO DA ATIVIDADE COLETIVA	175
VI.5.1.	<i>As relações com o Cotur</i>	176
VI.5.2.	<i>As relações com os operadores de campo</i>	185
VII.	A ATIVIDADE DE CONTROLE DE PROCESSO NA SITUAÇÃO B.....	189

VII.1.	APRESENTAÇÃO – A SALA DE CONTROLE DA REFINARIA.....	189
VII.1.1.	<i>O funcionamento geral.....</i>	189
VII.1.2.	<i>A organização do trabalho</i>	190
VII.1.3.	<i>Descrição geral da equipe de processo.....</i>	190
VII.2.	A ATIVIDADE DE OPERAÇÃO DAS URLS	192
VII.2.1.	<i>A escolha das URLs.....</i>	192
VII.2.2.	<i>Organização e divisão do trabalho na operação das URLs.....</i>	193
VII.2.3.	<i>O funcionamento das URLs</i>	194
VII.2.4.	<i>O uso de monitores e telas</i>	200
VII.2.5.	<i>Principais telas de operação das URLs</i>	200
VII.3.	A ANÁLISE DA ATIVIDADE	204
VII.3.1.	<i>A parada da U-207</i>	204
VII.3.1.1.	<i>A construção da visão global.....</i>	205
VII.3.1.2.	<i>As formas da atividade coletiva e o apoio à memória de curto prazo....</i>	210
VII.3.2.	<i>A partida da U-207</i>	217
VII.3.2.1.	<i>A atividade de operação na partida da unidade.....</i>	218
VII.3.2.2.	<i>A atividade coletiva.....</i>	219
VII.3.2.3.	<i>A construção da visão global das operações.....</i>	229
VII.3.3.	<i>As modificações das telas para adequação de seu conteúdo à atividade</i>	232
VIII.	DISCUSSÃO.....	238
VIII.1.	CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA O USO DO <i>VIDEOWALL</i> NO APOIO À ATIVIDADE DE OPERAÇÃO EM SALA DE CONTROLE	238
VIII.1.1.	<i>O apoio à visão global, à memória de curto prazo e à atividade coletiva.....</i>	238
VIII.1.1.1.	<i>A construção da visão global.....</i>	238
VIII.1.1.2.	<i>Os apoios à memória de curto prazo</i>	240
VIII.1.1.3.	<i>As formas da atividade coletiva.....</i>	241
VIII.1.2.	<i>O processo de concepção de telas.....</i>	242
VIII.2.	INFLUÊNCIAS DO PROCESSO INDUSTRIAL NO USO DA INTERFACE	244
VIII.2.1.	<i>O uso da interface na situação A.....</i>	244
VIII.2.2.	<i>O uso da interface na situação B.....</i>	247
VIII.3.	DOS LIMITES DA INTERFACE À CONSTITUIÇÃO DOS SISTEMAS DE INSTRUMENTOS	248
VIII.3.1.	<i>Exemplos de concepção no uso: a construção dos sistemas de instrumentos....</i>	250
VIII.3.2.	<i>Da disponibilização dos recursos à sua utilização efetiva: a influência do sistema técnico nas gêneses instrumentais.....</i>	254
VIII.3.3.	<i>A concepção para o uso - Do processo de concepção das telas à disponibilização dos recursos para a efetivação do uso do dispositivo.....</i>	256
VIII.3.3.	<i>A situation awareness como objetivo do processo de concepção</i>	258

VIII.4.	POSSÍVEIS EVOLUÇÕES NO USO DO <i>VIDEOWALL</i>	261
IX.	CONCLUSÃO	263
IX.1.	CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA	263
IX.2.	LIMITES DA PESQUISA	266
IX.3.	PISTAS DE APROFUNDAMENTO	267
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	269
	ANEXO I – TRANSCRIÇÕES DE GRAVAÇÕES DA ATIVIDADE E DE PERÍODOS DE AUTO-CONFRONTAÇÃO	284
	ANEXO II – DOCUMENTO OPERACIONAL: PROCEDIMENTO DE PARADA DA URL 207 NO DIA 08 DE JUNHO DE 2009	287

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista frontal da proposta de divisão física do <i>videowall</i> por equipes.	109
Figura 2: Vista frontal da proposta de divisão física do <i>videowall</i> para a equipe do gás, com sugestão de conteúdo para o Cotur e operadores.....	110
Figura 3: Proposta de localização dos consoles das duas equipes, em função das sugestões feitas para o <i>videowall</i> (vista superior).	110
Figura 4: Cronologia do processo de concepção de telas para o <i>videowall</i> e dos acompanhamentos da atividade.....	112
Figura 5: Tela do <i>videowall</i> exibida em outubro de 2007: desenho estático de ambos os sistemas (SE e NE), ainda sem atualização de dados operacionais.....	113
Figura 6: Tela utilizada na inauguração da sala de controle	114
Figura 7: Diagrama unifilar dinâmico dos sistemas de gasodutos do SE e do NE.....	114
Figura 8: Telas exibidas no <i>videowall</i> à época dos acompanhamentos da atividade	115
Figura 9: Tela do <i>videowall</i> com representação esquemática e localização geográfica dos dutos da região NE.....	119
Figura 10:Tela do <i>videowall</i> com representação esquemática dos dutos das regiões SE e NE	119
Figura 11: Tela do <i>videowall</i> com indicação da localização geográfica dos dutos com detalhe para a região SE.....	120
Figura 12: Tela do <i>videowall</i> com representação esquemática dos dutos do NE, indicação da localização geográfica dos dutos e consumo das termoelétricas no SE e NE	120
Figura 13: Tela do <i>videowall</i> com representação geográfica dos dutos do NE e SE, com apresentação de dados de vazão e pressão em cada ponto	121
Figura 14: Posto de trabalho do operador SE com os seis monitores do console e o <i>videowall</i> ao fundo	127
Figura 15: Tela principal do sistema SE (RJ e ES)	128
Figura 16: Tela principal do sistema SE (RJ, SP e MG).....	128
Figura 17: Exemplo de tela secundária - Anel de Gás Residual da REDUC (Sistema RJ)	129
Figura 18: Exemplo de caixa de diálogo para um equipamento específico (Válvula controladora PID-112).....	130
Figura 19: Exemplo de caixa de controle de parâmetros (Controle de vazão do FQI-22)	130
Figura 20: Tela de gráficos de tendência do RJ, MG e SP.....	130
Figura 21: Tela de gráficos de tendência do RJ e ES	131

Figura 22: Vista do <i>videowall</i> dedicado à equipe do gás natural	131
Figura 23: Tabela de rotinas operacionais e administrativas segundo o dia e o turno	139
Figura 24: Seqüência de exploração da interface durante a passagem de turno do dia 14 de maio de 2009	145
Figura 25: Gráfico de tendência do duto Gasbel.....	154
Figura 26: Configuração esquemática do fluxo do gás em todo o sistema.....	172
Figura 27: Configuração esquemática do sistema TECAB/ Reduc.....	177
Figura 28: Extrato da programação de produção para o mês de maio de 2009	180
Figura 29: Configuração esquemática do fluxo do gás Boliviano	181
Figura 30: Consoles das equipes PROCESS e UTIL.....	190
Figura 31: Consoles das equipes MOVGAS e MOVLIQ.....	190
Figura 32 e Figura 33: Console da equipe de Processo.....	191
Figura 34: Leiaute do console da equipe de Processo, com identificação dos equipamentos utilizados.....	192
Figura 35: URLs - Matéria-prima, produtos e macro-processo industrial.....	195
Figura 36: Principais seções de uma URL	196
Figura 37: Pontos de alimentação da torre da U-207	198
Figura 38: Funcionamento esquemático de uma URL	199
Figura 39: Tela principal da U-207	201
Figura 40: Tela do sistema de propano.....	202
Figura 41: Tela do sistema de Peneiras.....	202
Figura 42: Tela do turbo Expansor e Compressor 1.....	203
Figura 43: Forno 2 com painel de controle de partida	203
Figura 44: Tela geral da U-207, com indicação dos principais parâmetros consultados e atuados durante a parada da planta.....	206
Figura 45: Trecho da tela geral de operação com indicação das válvulas de admissão de carga e do campo de controle da variável numérica de abertura	219
Figuras 46, 47, 48 e 49: Localização do botão de shutdown em telas das unidades U-207, U-204 e U-296.....	233
Figura 50: Localização do botão de <i>shutdown</i> na tela do forno 1 da U-298, diferente da localização em outras telas	234
Figura 51: Tela geral do processo, com representação gráfica de todas as unidades industriais.....	235
Figura 52: “Janela” com indicação reunida dos alarmes relativos ao Turbo Compressor	236

Figura 53: “Janela” utilizada para indicação dos eventos que podem impedir a partida do compressor 4 237

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1: Cronologia das observações e indicação das Situações de Ação Características na situação A.....	95
Quadro 2: Cronologia das observações e indicação das Situações de Ação Características na situação B.....	102
Gráfico 1 e Gráfico 2 – Navegação entre telas durante os ajustes de alarmes, em 13 e 14 de maio de 2009	151

INTRODUÇÃO GERAL

APRESENTAÇÃO

A questão que nós abordamos neste trabalho de pesquisa é a das relações entretidas entre os operadores de sala de controle e as tecnologias de apresentação de informações. A atividade de trabalho sobre a qual nós nos debruçamos é o controle de processo contínuo na indústria do petróleo, mais especificamente no transporte de óleo e gás e no processamento de gás natural. A relação homem-máquina será tratada a partir de duas abordagens complementares: uma relativa à evolução das novas tecnologias de apresentação de informações em sala de controle e seu impacto na atividade de operação e outra relativa à atividade mediada por instrumentos.

Ao longo dos últimos 40 anos, a evolução da micro-eletrônica e da informática tem transformado a atividade dos operadores de salas de controle. Mesmo que os sistemas informáticos tenham atingido um alto grau de confiabilidade e de aceitação, a atividade de operação em salas de controle ainda padece de uma compreensão profunda sobre os impactos provocados por esses elementos cada vez mais autônomos e complexos. As transformações na atividade de operação foram muito pronunciadas quando da introdução dos novos sistemas de comando e controle, ainda na década de 80, mas grande parte dos problemas verificados ainda subsiste.

DOS GRANDES PAINÉIS AOS MONITORES DE COMPUTADOR

Os avanços tecnológicos no controle de processo traduziram-se, sobretudo, pela introdução dos automatismos de controle e comando e pela criação das interfaces computacionais. Agora restritas a monitores de computador, estas interfaces substituíram os painéis sinópticos acarretando uma série de conseqüências negativas para os operadores. Esta redução da superfície gráfica de representação do processo, aliada à crescente utilização de

automatismos de controle e de decisão fez-se acompanhar de efeitos indesejáveis na atividade de operação tais como a passagem da informação exposta à informação solicitada, a operação por exceção, a perda da visão global, a sobrecarga da memória de curto prazo. Atualmente, novos desenvolvimentos tecnológicos têm permitido a utilização comercial de grandes superfícies gráficas de apresentação de informações, trazendo a possibilidade de restituir aos operadores algumas das vantagens apresentadas pelos antigos painéis sinópticos.

É em torno desta problemática que esta tese se estrutura. Os resultados empíricos a que chegamos mostram que a simples disponibilização de uma grande superfície para apresentação de informações em sala de controle não é suficiente para que esta seja utilizada operacionalmente. Isto é, as propriedades intrínsecas do artefato não garantem que ele se torne um meio eficaz no apoio à atividade coletiva, na construção de uma visão global das operações ou na redução das exigências da memória de curto prazo, problemas estes oriundos das mudanças tecnológicas nos suportes de apresentação de informações. Além da dinâmica organizacional e das características do processo de concepção, as próprias características do processo a controlar representam um elemento central na utilização dos dispositivos de apresentação de informação.

NOVAS TECNOLOGIAS, NOVA ATIVIDADE

A atividade de controle de processo vivenciou nas últimas décadas rupturas em sua estrutura organizacional, temporal e cognitiva. O que antes se fazia em proximidade com o processo através do acionamento manual de comandos e equipamentos e da utilização de vários sentidos para a construção dos diagnósticos passou a ser feito indiretamente, através de representações mais ou menos adaptadas do processo a operar. Toda uma gama de saberes operatórios, resultado de construções individuais e coletivas ao longo dos anos se vê confrontada a uma nova lógica de operação, na qual o processo em si não muda, mas os meios para acessá-lo tornam-se opacos e inseguros.

Neste momento, surge um novo elemento que se mostrará cada vez mais central na atividade de operação e que irá desorganizar os saberes acumulados dos operadores, obrigando-os à reconstrução de antigos conhecimentos e à criação de novas formas de agir sobre o sistema técnico. Um elemento incontornável, imposto pelos novos desenhos tecnológicos que estão apenas aflorando. É a interface computacional, este novo aparato que se interpõe entre o operador e o processo exigindo-lhe novas habilidades e dispêndios de tempo e atenção muitas vezes custosos.

Esta não será, contudo, a primeira interface com a qual o operador deverá lidar; antes, havia os quadros sinópticos através dos quais os operadores já executavam tarefas remotas. Mas suas propriedades físicas lhe conferiam a possibilidade fundamental para o trabalho de operação de processos contínuos (e para a vida) que é a antecipação. Como diriam Berthoz e Petit (2003), “Le cerveau nous sert fondamentalement à anticiper les conséquences de nos propres actions et des actions d’autrui”. A representação de todo o processo em uma única superfície permitia aos operadores não só manter sob os olhos os principais elementos do sistema e, assim, possibilitar o trabalho cognitivo de relação entre estes elementos, mas também tornava possível o acesso e a utilização de uma representação comum do processo para todos os operadores presentes. A emergência das telas de computador vem, assim, em um primeiro momento, provocar uma série de efeitos negativos sobre o funcionamento cognitivo do operador. Em vez de permitir uma imagem global das instalações, elas introduzem o recorte do processo em diferentes telas, apenas acessíveis individualmente.

Este efeito de perda da visão global do processo provoca a necessidade de construção de novas estratégias operatórias que procurem minimizá-lo. Sob o ponto de vista das conseqüências para a operação, a limitada área de visualização trouxe um aumento das demandas da memória de curto prazo, já que agora o operador precisava memorizar as informações acessadas em telas não expostas simultaneamente. Em virtude da complexidade que caracteriza o controle de processo, esta tarefa mostra-se altamente demandante cognitiva e temporalmente e expõe toda a confiabilidade das operações a uma limitação

do homem, a sua memória de curto prazo. Antes, com os grandes painéis, as exigências da memória eram menores, já que as informações estavam lá, disponíveis, prontas para serem acessadas em um olhar.

A redução da área de exibição das informações fez-se ainda acompanhar de outras conseqüências não menos importantes para a atividade de operação. Graças às peculiaridades técnicas dos automatismos, agora era possível ampliar os pontos de controle sobre o processo introduzindo sinais que apontariam para a não-conformidade dos parâmetros monitorados. Em realidade, ocorreu uma multiplicação exponencial de alarmes, também justificada pelo fato de o operador não possuir mais acesso direto a todas as informações da planta. Como fazer com que ele verifique os desvios, se agora ele só consulta uma tela de cada vez? Assim, surge mais uma característica da operação via interface computacional: a operação por exceção. É o controle pelo desvio, fazendo com que o operador reaja aos acontecimentos e não mais antecipe suas possíveis ações. Agora são os alarmes que estruturam a sua busca por informações, em um movimento que inclui uma intensa navegação entre telas. Passa-se da informação exibida à informação solicitada (Daniellou, 1986).

Do ponto de vista da atividade coletiva, o advento das novas tecnologias também representou uma ruptura considerável. Além da questão do dimensionamento dos efetivos (Duarte, 1994), a própria tecnologia apresentou barreiras a uma coordenação eficiente das atividades entre operadores. Em primeiro lugar, os postos de trabalho supunham a presença de apenas um operador, tornando difícil a co-existência de dois ou mais operadores no espaço de trabalho do console; em segundo lugar, a própria arquitetura do sistema (com um só teclado e às vezes um só monitor) não estimulava a satisfação de mais de uma necessidade informacional de cada vez, principalmente em episódios de exigüidade temporal; em terceiro lugar, a impossibilidade de exibição de várias telas ao mesmo tempo prejudicava a troca de informações e a construção de diagnósticos entre o operador da sala de controle e o operador de área.

As transformações da atividade de operação foram profundas, como se pôde ver, em virtude da introdução das novas tecnologias de apresentação de informações. Mesmo que se possa atribuir diversas vantagens aos novos meios disponibilizados aos operadores e aos projetistas de interfaces tais como flexibilidade para a construção e adaptação dos conteúdos das telas, possibilidade de aumento das informações exibidas e de inserção de diversos recursos gráficos, de maneira geral as primeiras soluções parecem não colaborar para a redução das exigências cognitivas dos operadores.

Em contrapartida, nos dias atuais novos equipamentos de exibição de informações têm ampliado sua aparição em salas de controle. Novas tecnologias óticas têm possibilitado a projeção de imagens sobre grandes superfícies¹ incluindo, ainda, grande parte da flexibilidade e dos recursos das mídias digitais. Passadas décadas das primeiras versões digitais de apresentação de informações surgem agora novas possibilidades de restituir aos operadores as possibilidades de visualização e de tratamento das informações perdidas naquela época. Esta perspectiva faz surgir a problemática da tese, relacionada ao impacto, na atividade de operação, da introdução de um novo dispositivo de grande formato para a apresentação de informações em sala de controle. A simples disponibilização deste dispositivo é suficiente para que este seja (re)integrado à atividade dos operadores? E, em caso negativo, que condições é preciso reunir para que ocorra um uso efetivo?

DA TECNOLOGIA-FIM À TECNOLOGIA-MEIO: APORTES DA ABORDAGEM INSTRUMENTAL

É neste ponto que introduzimos a segunda perspectiva para este trabalho de pesquisa. Apoiados nos conceitos da atividade mediada por instrumentos, ampliamos nossos questionamentos acerca da possível utilização do *videowall*. Em contraposição a correntes de pensamento em parte representadas pelo campo da interação homem-computador (HCI, do inglês Human-Computer Interaction), esta escolha conceitual permitirá analisar e discutir as situações

¹ Por exemplo, o *videowall*, que é um painel composto por vários módulos e em cuja superfície útil se retro-projetam imagens de fontes diversas.

empíricas de um ponto de vista centrado no homem. Aqui, a interface não é vista como o objeto de ação do operador, mas antes como um meio para que este possa chegar aos seus objetivos finais: atuar no processo e desenvolver-se.

A abordagem instrumental oferece bases teóricas que permitem compreender que, por si só, a interface seria apenas um artefato, uma proposição instrumental, fruto do trabalho do projetista sobre uma representação do trabalho prescrito do operador. Mas para que a interface seja incorporada ao conjunto de recursos do operador, é preciso que ocorra um movimento de apropriação deste artefato. E, por sua vez, esta apropriação demanda transformações tanto do artefato quanto do próprio sujeito, na origem de sua utilização. O instrumento seria, então, uma entidade mista, composta pelo artefato e por esquemas de uso do operador.

É este instrumento que media a atividade do operador. Ele é constituído para cumprir uma exigência específica, momentânea ou perene, e pode representar transformações duráveis ou efêmeras em ambos os elementos que o constituem. É através do instrumento que o operador estabelece relações com o objeto de sua atividade, com os outros e consigo próprio. A natureza destas relações é determinada pelo singular momento da ação produtiva, do aqui e agora, mas também representa o acúmulo das experiências passadas, por sua vez moldadas pela história e pela cultura do coletivo profissional e da sociedade onde estas se inserem. Mais uma vez, ocorre um duplo movimento: a conformação do instrumento se submete às condições historicamente situadas, simbólicas e materiais do entorno e, ao mesmo tempo, contribui para sua evolução.

ELEMENTOS DA ATIVIDADE DE CONTROLE DE PROCESSO ATUAL

No caso das salas de controle estudadas, os resultados empíricos mostram que o papel mediador da interface, que a utilização intencional dos meios de apresentação da informação decorre em grande parte do processo controlado.

Diferenças levantadas nas duas situações observadas mostram-se determinantes no grau de utilização da interface e na estruturação de sua apropriação por parte dos operadores.

Mas além do processo, existem ainda outros condicionantes que também moldam a atividade. Por exemplo, parte da literatura internacional voltada ao estudo da atividade de controle de processo mostra, atualmente, uma crescente consideração do contexto operacional para o estudo da atividade. Esta mudança de foco é fundadora da ergonomia francófônica, que se apóia desde seus primórdios a apontar a necessidade de se contrapor as exigências do prescrito e do real na compreensão da atividade. Entretanto, a sua apropriação por diversos autores, notadamente representantes anglo-saxões do estudo sobre a atividade de controle de processo, denota a importância da consideração da situação real como base para a ação do operador e para a busca de soluções projetuais mais efetivas. Neste sentido, o conceito de *situation awareness*² aparece como um quadro conceitual apropriado para o estudo da atividade de controle de processo, a partir do momento em que permite a consideração de seus diversos elementos, intrínsecos e extrínsecos. Veremos como este elemento da atividade, ao mesmo tempo produto e processo cognitivos, pode ser visitado pela abordagem instrumental, em um movimento de concepção e desenvolvimento.

A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Pensar no *videowall* ou em outro suporte de grande formato a partir dos pontos de vista apresentados faz emergir alguns questionamentos, principalmente quando se depara com uma situação de trabalho onde este artefato está disponível ao uso, mas este não ocorre, como no caso da principal situação empírica estudada. Esta limitação circunstancial somada aos caminhos

² Utilizar-se-á, em todo o texto, a expressão em inglês "*situation awareness*" em virtude de sua ampla utilização como tal na literatura. Embora existam traduções do termo em língua portuguesa, tais como "consciência situacional" (Henriqson *et al.*, 2009) ou "consciência da situação", a palavra "consciência" remete a outros sentidos que não só aqueles expressos por "awareness" e poderia ser traduzida por "sense", "conscience" ou "consciousness", afastando-se, assim, do sentido originalmente proposto que é o de ter ciência, conhecimento e percepção da situação.

conceituais traçados faz emergir a problemática da tese, relacionada ao estudo dos elementos que condicionam a atividade de operação à utilização dos dispositivos de apresentação da informação e vice-versa.

Nossa problemática de pesquisa compreende dois eixos de investigação principais:

- 1- O estudo das novas tecnologias no apoio à atividade de operação em sala de controle;
- 2- O estudo das relações entre o processo industrial e a utilização dos dispositivos de apresentação de informações.

O aprofundamento teórico e empírico destes elementos buscará, assim, permitir que se explorem as razões da não-utilização do *videowall* na principal situação estudada ao mesmo tempo em que, a partir da análise da utilização dos atuais dispositivos de apresentação de informações sob as bases conceituais que serão apresentadas, se possa avançar na disponibilização de contribuições à compreensão e ao projeto de futuras situações de trabalho em sala de controle.

A ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente documento está organizado da seguinte maneira: a primeira parte está voltada à delimitação do quadro teórico da tese. A compreensão da evolução das tecnologias de controle de processo e de sua influência sobre a atividade de operação permitirá a emergência das aquisições conceituais sobre quais os impactos das novas tecnologias na atividade dos operadores. Ainda nesta primeira parte, se procederá ao desenvolvimento mais detalhado das bases conceituais que se acredita fornecerem o maior número de elementos para a compreensão da problemática da tese: a atividade mediada por instrumentos como referencial teórico para a análise do uso dos dispositivos de apresentação de informação enquanto meio de ação do operador sobre o processo. Nesta primeira parte, em meio à exploração das inter-relações entre o funcionamento do homem e a percepção do contexto operacional se

mostrará a importância do conceito de *situation awareness* para as atividades de controle de processo.

A segunda parte se destinará a apresentar a metodologia de investigação científica utilizada assim como explorar as duas situações empíricas utilizadas para investigar as questões e hipóteses construídas. Serão apresentadas em um primeiro momento as características da atividade de operação em sala de controle; em um segundo momento serão apresentadas as características gerais dos processos industriais e da atividade nas duas situações visitadas. Finalmente, em um terceiro momento, será feita uma descrição detalhada das duas situações, com especial ênfase sendo dada às análises da atividade. Os acompanhamentos e análises da atividade realizados nas duas salas de controle se desenvolveram tendo como elemento norteador a influência dos sistemas de apresentação de informações na construção da visão global do processo, nas demandas da memória de curto prazo e no apoio à atividade coletiva. Como cada uma das configurações do sistema sócio-técnico responde a estas questões? Em cada uma das situações, quais os elementos que determinam o uso dos dispositivos de apresentação de informações?

As diferenças na atividade de controle de processo nas duas situações serão conceptualizadas e se mostrará como o sistema técnico é determinado e, ao mesmo tempo, determina a atividade dos operadores.

Finalmente, na terceira parte, se discutirão os resultados da pesquisa empírica realizada, confrontando os elementos oriundos das situações reais de trabalho àqueles levantados pela literatura. Ainda nesta parte se colocarão os limites desta pesquisa assim como as possibilidades de aprofundamento e os desdobramentos possíveis para a compreensão de outras situações de trabalho.

I. EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE CONTROLE DE PROCESSO

INTRODUÇÃO

Neste capítulo, mostraremos como a atividade de controle de processo sofreu importantes transformações em virtude da adoção de novas tecnologias de controle e de apresentação de informações. A ampliação do uso dos computadores, possibilitada pelos avanços da eletrônica e da informática, introduziu novos elementos entre o operador e o processo, com conseqüências profundas para a atividade que serão apresentadas.

I.1. DOS AUTOMATISMOS À INTERFACE

A evolução tecnológica no controle de processo se baseou, sobretudo, na ampliação da utilização dos automatismos. Com parte dos comandos sendo executados pelas máquinas, cria-se uma nova necessidade na operação: a supervisão dos processos, atividade que se cristaliza na utilização das novas interfaces computacionais.

As relações entre interface computacional e automatização são absolutamente próximas a ponto de se poder afirmar que a primeira deve a sua existência à segunda. Foi em função da necessidade de atuação no processo e da supervisão do funcionamento dos automatismos sobre o controle do processo que nasce este novo elemento na atividade de operação, antes composta apenas pelos equipamentos e controles e pelos operadores.

Desde a década de 70, são discutidos os possíveis impactos da automatização na atividade de operação. Em um artigo bastante conhecido, Bainbridge (1987) apresenta o paradoxo de que por mais que um sistema seja automatizado, ele sempre será um sistema homem-máquina. A principal ironia da automação é que quanto mais um sistema é automatizado, mais o papel do homem é importante. Este ponto de vista tecnocentrado pode, inclusive, provocar

situações onde a busca por segurança através da redução de erros (já que o controle fica a cargo do sistema técnico, presumivelmente mais estável e mais abrangente que o ser humano) pode levar a uma situação inversa, com a fragilidade de todo o sistema. Este efeito pode ser explicado de diversas maneiras. A partir do momento em que se introduzem máquinas capazes de tomar decisões considerando uma quantidade matemática de itens superior ao que é possível para o homem, e se deixa o homem a cargo da supervisão desta máquina, se provoca uma situação onde é impossível ao homem acompanhar a lógica de atuação da máquina. Esta situação torna-se preocupante caso a máquina se veja confrontada a uma complexidade para a qual ela não foi programada, devolvendo, assim, o controle da situação para o homem que, muito provavelmente, se verá desprovido de recursos cognitivos para levar a bom termo as operações. Além desta falta de transparência dos automatismos, Bainbridge (op. cit.) chama a atenção também para o fato de quanto menos atuação na operação o operador tiver (em função da atuação dos automatismos), menos ele manterá as suas habilidades de controle, afetando ainda mais a situação hipotética descrita acima. Ao nível do processo de concepção, a ironia maior é que, mesmo considerando o homem como ineficiente e não confiável, deixam-se para ele a supervisão dos automatismos e as operações que os projetistas não sabem como automatizar.

Sarter et al. (1997) também mostram que a utilização de sistemas automatizados, previstos para melhorar a precisão e a economia das operações, tem feito surgir falhas e problemas não antecipados. Para estes autores, uma fonte de dificuldades é a interação entre o operador e os automatismos, principalmente no que diz respeito à dificuldade do operador de acompanhar as atividades dos automatismos, como citado por Bainbridge, acima.

A gestão da interface: um novo elemento da atividade

A introdução dos automatismos levou ao afastamento paulatino dos operadores da área. Com isto, a necessidade de controle e supervisão do processo provocou o surgimento de um meio técnico capaz de intermediar as ações do

operador. O aumento da complexidade da divisão de tarefas entre o homem e o computador provocou o aumento da complexidade da própria interface, agora portadora de inúmeros recursos e de um crescente número de informações exibidas.

Diversos estudos mostram que problemas na atividade de controle de processo passam agora inevitavelmente pela questão da interface. Um dos principais problemas bem repertoriados tem relação com a gestão da interface propriamente dita (navegação entre telas, configuração do sistema etc.). Assim, parte da literatura voltada ao estudo do trabalho em sistemas complexos se dedica a compreender as relações existentes entre a interface, o operador e o processo.

A necessidade de manter uma representação atualizada e generalizada sobre um processo complexo faz com que a atividade de supervisão e monitoramento seja cognitivamente exigente por si só (Vicente et al., 2001). A necessidade de gestão da interface nos SDCD³ vem, assim, ampliar as dificuldades imputadas ao operador em sua atividade de operação em sala de controle, já que cria a necessidade de dispêndio temporal e cognitivo para gerir a própria interface, deslocando o foco de atenção do operador de sua atividade principal.

A necessidade de novos conhecimentos

Vicente et al. (op. cit) comparam o impacto de diferentes tecnologias na atividade de operação em duas salas de controle e mostram que o uso de computadores para o controle do processo levou a um importante aumento na quantidade de conhecimentos necessários para operar a interface. Segundo os autores, uma das razões havia sido o fato da apresentação das informações ser feita seqüencialmente. Outra razão estava relacionada à flexibilidade dos próprios equipamentos, já que a mesma informação poderia agora ser exibida de várias formas diferentes: “Conseqüentemente, o operador tem que ter muito mais conhecimento sobre a interface (não sobre a planta) para gerir os graus

³ SDCD - Sistemas Digitais de Controle Distribuído

de liberdade oferecidos pelo projeto flexível da interface⁴". Esta afirmação dos autores mostra que os conhecimentos necessários à gestão da interface somam-se àqueles necessários para operar o processo, que permanecem os mesmos. Isto é, aumentam as demandas de conhecimentos para os operadores, pois mudam os modos de operação, mas não o processo.

As novas demandas atencionais

O advento de sistemas automatizados cada vez mais complexos cria novas demandas de conhecimentos, mas também de atenção, segundo Sarter et al. (1997). Os operadores precisam agora aprender sobre os vários elementos do sistema e sobre a interação entre eles. Além de saber como o sistema trabalha é preciso agora explorar como "trabalhar" o sistema.

Para O'Hara e Brown (2002), trabalhar o sistema significa desempenhar tarefas adjacentes, fruto da necessidade de consideração da interface; são o que este autor chama de "tarefas de gestão da interface" (*management interface tasks*). Segundo estes autores, estas tarefas são secundárias, já que as primárias são a supervisão e o controle do processo. Estas tarefas secundárias podem ser excessivamente demandantes para o operador e, nestes casos, a gestão deste tipo de tarefa pode ter efeitos negativos, já que obriga o operador a alternar o foco de sua atenção entre as tarefas primárias e secundárias, reduzindo a sua performance. Este deslocamento do foco de atenção do operador pode ter também efeitos negativos potenciais para a segurança das instalações e este é, para o autor, um dos principais problemas a resolver através de um bom uso da interface. Os autores fazem, assim, proposições para reduzir a necessidade de gestão da interface com dois vieses distintos: seja focando na própria interface, seja focando no sistema de informações. Isto é, pode-se contribuir para reduzir a gestão efetuando melhorias nas características formais, funcionais (comandos, alarmes etc., mas também telas específicas em função da tarefa a realizar ou em função da ocorrência de uma emergência) e

⁴ No original: "Consequently, the operator has to have much more knowledge about the interface (not the plant) to resolve the degrees of freedom offered by the flexible design of the interface" (p. 853).

estruturais das telas (através de uma organização intrínseca que apóie o operador na busca da informação dentro do sistema) OU através do aumento do número de monitores disponíveis que permitam ao operador por um lado reduzir a navegação entre telas e, por outro, determinar a localização de certas informações, tornando-as fixas, e evitando que o operador precise recorrer à troca de telas para procurá-las. A disponibilização de diversos monitores também aumenta as possibilidades de recuperação de informações e reduz as necessidades de configuração de telas.

Rumo a uma interface “econômica”

Para Bødker (1989), a interface deve promover o desenrolar da atividade sem que o operador precise se dar conta dela (da interface). A autora utiliza-se dos conceitos da teoria da atividade para sugerir a gestão da interface via operações (em contraposição às ações), que são modos econômicos de execução, já que realizados sem planejamento consciente. A interface deve, assim, evitar que as suas características provoquem a ocorrência de movimentos de conceptualização, ou seja, a passagem da ação do operador de um modo inconsciente para um modo consciente, de operações para ações. Mas, ao mesmo tempo em que é necessário evitar que se traga a interface para a “*awareness*” do operador, é preciso dotar a interface de mecanismos que lhe permitam re-focar em sua atividade principal caso a interface venha para o primeiro plano de consciência do operador.

A necessidade de gestão da própria interface como consequência das mudanças tecnológicas parece fazer consenso em correntes de pensamento diversas, como visto acima. Os autores citados externalizam suas preocupações com relação à função da interface, seja de um ponto de vista da atividade futura, seja de um ponto de vista de concepção. Diferentes opiniões emergem, contudo, quando se pensa nos objetivos das interfaces e no modo e na natureza do apoio que estas podem representar para a atividade em sala de controle.

Henry (1998) resume com propriedade a questão da relação entre a interface e o homem, abrindo a possibilidade de se compreender que o verdadeiro trabalho do operador está além da interface: “No fundo, o que vem sempre primeiro, fixando os objetivos a atingir e o engajamento na relação com a máquina, é a vontade de interação entre o homem e o mundo; a interatividade de uma pessoa com uma máquina e os meios com os quais se dota a interface para que ela permita essa interação têm apenas um significado secundário⁵”.

Esta mudança de paradigma encontra ainda outro exemplo consistente na literatura internacional: o título do livro de Bødker (1991) “Through the interface” fala por si só.

I.2. A INTERFACE E SUAS CONSEQÜÊNCIAS PARA A ATIVIDADE

De forma geral, a concepção de um dispositivo determina as condições de trabalho dos operadores que o farão funcionar (Daniellou, 1986). Nas salas de controle das indústrias de processo contínuo, são as tecnologias de controle de processo que moldam a atividade dos operadores.

No início, a operação em sala de controle consistia em acionar os equipamentos de campo ora diretamente, ora por intermédio de quadros de comando, geralmente situados em relativa proximidade com o processo controlado. Esta configuração técnica incluía a manipulação de botões, alavancas e interruptores e, algumas vezes, ocorria o acompanhamento das ações via circuito fechado de TV. Esses antigos quadros de comando, primeira etapa da modernização do controle de processo (e do conseqüente afastamento dos operadores do processo), continham parte dos controles necessários à operação dos equipamentos da área, mas estes eram representados apenas por sua nomenclatura, obrigando os operadores a um esforço constante de

⁵ No original: “*Au fond, ce qui est toujours premier, fixant les objectifs à atteindre et l’engagement dans la relation avec la machine, c’est la volonté d’interaction entre la personne et le monde; l’interactivité d’une personne avec une machine et les moyens dont on dote l’interface pour qu’elle y parvienne n’ont qu’une signification seconde*”.

abstração e memorização que pudesse permitir a construção das relações entre os circuitos e os controladores.

Em uma segunda etapa, os quadros de comando foram substituídos tecnologicamente pelos quadros sinópticos, onde a representação gráfica formal e direta da relação entre os comandos e os equipamentos aliviou os esforços do operador de se construir mentalmente os circuitos e suas relações com as nomenclaturas dos comandos, como ocorria com os quadros de comando. Os quadros sinópticos mostraram-se também eficientes suportes para a representação do processo, permitindo que o operador canalizasse seus esforços cognitivos para além das restrições materiais e logísticas do processo e reduzindo suas necessidades de memorização (Peyrard, 1991). Estas tecnologias de comando tinham como principal desvantagem a falta de flexibilidade, pois a sua aparência e a localização de seus comandos eram fixas e definidas na fase de concepção.

Uma terceira etapa da modernização das salas de controle viu chegar a informática e os computadores. Assim, à medida que foram ocorrendo os avanços tecnológicos da eletrônica e da informática, os automatismos de decisão e controle foram sendo utilizados em maior escala. Paulatinamente, foram sendo reunidos os controles em salas centralizadas, em um movimento que afastou ainda mais os operadores da área ao mesmo tempo em que impôs uma nova lógica de operação. Como sugerem Han et al. (2007), passou-se das interfaces homem-máquina tradicionais para as interfaces homem-computador. Agora, as ações sobre o processo ocorrem por intermédio de teclados e monitores de computador, mas parte das ações é realizada pelos automatismos, provocando modificações importantes na atividade de operação, agora mais voltada à supervisão e ao controle dos próprios automatismos.

Os impactos da crescente utilização destas novas tecnologias não se restringiram, contudo, à ação indireta sobre o processo. Uma importante consequência deste distanciamento do processo está relacionada aos meios disponíveis para o operador perceber o seu entorno operacional, o que antes era possível graças à sua proximidade com o processo. Através da verificação

visual dos equipamentos, acompanhada pelo levantamento de informações auditivas, olfativas, táteis e proprioceptivas o operador construía a sua estratégia de operação através do contato direto com o objeto de sua ação. Com o deslocamento dos controles em direção às salas de comando, tais informações passaram a ser cada vez mais requisitadas aos operadores de área. Contudo, com o posterior movimento de informatização dos meios de produção, as equipes também foram reduzidas (com os automatismos, se imaginou que menos operadores fossem necessários), diminuindo as possibilidades de utilização destes sentidos na construção da situação operacional. Em muitos casos, este tipo de levantamento sensorial de informações não foi substituído por nenhum outro tipo de meio presente nas novas interfaces. Veremos no capítulo III que a redução destes canais de percepção do entorno artificial fez aumentar grandemente a importância da construção de uma representação do processo que permitisse a ação do operador. A interface computacional deve, agora, permitir formas indiretas de representação do processo que levem a uma atuação eficiente, segura e satisfatória do operador.

Para que se possa compreender a história da evolução das tecnologias de apresentação da informação em sala de controle é preciso contextualizá-la. A emergência de tais transformações ocorreu a reboque das evoluções da micro-eletrônica e da ainda jovem informática, mas, por outro lado, aconteceu também de forma mais consciente, em um movimento da engenharia que buscava minimizar os riscos inerentes aos processos eliminando o elo que se acreditava mais frágil: o homem. Fanchini (1991) conclui que é por este motivo principal que o lugar do homem em projetos de automação da engenharia fica sub-estimado. Ela argumenta que quanto maior for o investimento, maior é a importância dada à técnica (o "*noyau dur technique*"), em detrimento da análise das necessidades reais dos operadores. Mas esta busca por maior confiabilidade, precisão e segurança era ainda permeada por um outro elemento, relativo à questão dos efetivos, já que as máquinas substituiriam os operadores humanos, oferecendo possibilidades de redução de custos e de maior controle da produção. A evolução técnica à qual se submeteram as salas de controle segue, assim, diferentes lógicas que não só as da própria

tecnologia. Béguin (2009) constata: “a técnica integra e materializa escolhas sociais, econômicas, políticas⁶”.

Essa ruptura paradigmática provocou uma necessidade de adaptação dos operadores com reflexo em diversas dimensões da atividade. Algumas questões, como, por exemplo, aquelas relativas à interface continuam sendo alvo de estudos até os dias de hoje. As discussões em torno deste tema serão aprofundadas no decorrer deste documento.

A introdução do SDCD e a operação em sala de controle

Em suas primeiras configurações, as novas tecnologias informáticas disponibilizadas para as salas de controle previam apenas um monitor de computador, geralmente disposto em um posto de trabalho que comportava apenas um operador (o chamado posto mono-operador). Nesta época, as tecnologias que sustentavam os automatismos e que permitiam a apresentação de informações ainda não haviam alcançado o desenvolvimento técnico que testemunhamos hoje, com um proporcional aumento de sua confiabilidade (Li e Wieringa, 2000). Nesta época, a introdução dos Sistemas Digitais de Controle Distribuído – SDCD, como eram conhecidos estes novos sistemas de controle baseados no uso de computadores, provocou diversas mudanças na atividade de trabalho dos operadores de salas de controle.

A perda da visão global do processo

Sob o ponto-de-vista operacional, a maior consequência da utilização de um monitor de computador no lugar dos antigos painéis sinópticos foi a perda da visão global. Veremos a seguir como esta característica do novo sistema se desdobra em diferentes impactos na atividade do operador.

A existência de apenas um monitor de computador (geralmente de 21 polegadas) para a apresentação das informações relativas ao processo causou

⁶ No original: “*la technique intègre et matérialise des choix sociaux, économiques, politiques*”.

três problemas principais. Em primeiro lugar, a reduzida área útil não permitia a exibição de uma grande quantidade de informações, principalmente das representações gráficas dos processos, em geral muito extensos espacialmente. Em segundo lugar, a dinâmica dos processos a controlar obrigava à consideração concomitante de inúmeros parâmetros diferentes, situados em locais esparsos pelas instalações o que não era facilitado pela exibição de apenas uma tela por vez. Em terceiro lugar, a exibição de uma nova tela levava ao desaparecimento da tela anterior. A perda de visão global ocorreu assim através da impossibilidade de o operador poder consultar visualmente e ao mesmo tempo diferentes informações situadas em sua maioria em diferentes partes do processo. Como mostra Baril (1999), ao transcrever a verbalização de um operador confrontado às mudanças tecnológicas em uma sala de controle de uma refinaria: “não mudou no princípio, mas com relação à visualização, ela desapareceu⁷”.

Duarte (1994) mostra que em situações de anormalidade, a quebra do processo em diferentes imagens leva à necessidade de presença de mais de um operador para controlar o processo, cada um ocupando-se de uma ou mais partes em monitores independentes do SDCCD.

A perda da capacidade de antecipação

Quais as conseqüências para o operador desta perda de visão global? Uma conseqüência direta sobre a sua atividade foi uma redução substancial de seu poder de antecipação, uma vez que a busca por informações passou a ocorrer de maneira seqüencial e não mais paralela como permitiam os quadros sinópticos. O aumento dos automatismos trouxe consigo também uma possibilidade técnica de um aumento do número de alarmes, fazendo com que a atividade ganhasse contornos muito mais reativos que antecipatórios. Isto é, agora o operador tem uma visão fragmentada do processo e tal fragmentação é ainda mais reforçada pela presença crescente dos alarmes que o fazem acessar diferentes telas do processo com exigências temporais fora de seu

⁷ No original: “ça a pas changé dans le principe, mais pour la visualisation, elle n’y est plus” (p.4).

controle. Woods (1990) compara esta maneira de ver o processo ao ato de olhar pelo buraco da fechadura, gerando um efeito por ele chamado de “*keyhole effect*”. O operador fica, agora, à espera dos sinais provenientes do próprio sistema, já que para se acompanhar a chegada de um problema seria necessário passar por todas as telas do sistema (Baril, 1999).

Ocorre, com a exibição fragmentada do processo, uma incompatibilidade entre os meios técnicos de apresentação da informação e as necessidades de elaboração do estado atual do sistema e de avaliação de suas possibilidades de evolução futura. Em função da dinâmica do processo, da ocorrência de falhas de comunicação dos automatismos e da indisponibilidade de equipamentos é necessária a reconstrução permanente das informações, uma atividade dificultada pelo recorte do processo em partes.

Ao estudar a atividade de operação em termoelétricas, Losif (1968) mostra como a relação entre a ocorrência de disfuncionamentos e a supervisão do processo pode ser útil à antecipação. Ele mostra que quanto mais ocorrem disfuncionamentos, maior é a atividade de supervisão do processo. Este aumento da supervisão provoca um aumento da capacidade de detecção dos sinais de disfuncionamentos e uma conseqüente consideração de um maior número de elementos do sistema, resultando em uma maior capacidade de antecipação. Este movimento observado por Losif de busca por informações deve ser apoiado por um sistema de apresentação de informações que permita a detecção destes sinais, o que não ocorre com o SDCD em virtude da exibição de telas únicas.

A sobrecarga da memória de curto prazo

A presença única do monitor de computador também provocou uma sobrecarga da memória de curto prazo do operador em virtude de duas características da interface. A primeira, relativa à possibilidade de exibição de apenas uma tela por vez e a segunda relativa aos tempos de aparecimento da imagem na tela quando da mudança de telas. De forma geral, para se fazer um retrato atualizado da situação operacional, o operador é levado a obter

informações paralelas de diversos pontos do processo. Em virtude das características do novo suporte informacional, foi necessário o desenvolvimento de inúmeras telas, cada uma delas representando uma parte do sistema ou de seus sub-sistemas. Com isto, a obtenção de informações de todo o processo obrigava o operador a navegar seqüencialmente pelas telas de interesse, fazendo com que houvesse uma sobrecarga da memória de curto prazo podendo levar a uma perda de informações em função da capacidade de armazenamento do operador (variável em função de sua experiência, de sua idade, de seu estado naquele dia, do comportamento do processo etc.). Quéinnec (2002) mostra como a questão do acesso às telas influi na obtenção da informação e na solicitação da memória: “Agora, vai ser necessário associar informações sucessivas. De uma informação distribuída espacialmente, se passa a uma informação distribuída temporalmente. Se solicita a memória de outra forma⁸”. A perda ou a desconsideração de informações poderiam ainda ser agravadas em virtude das exigências temporais da tarefa, principalmente nos casos de incidentes ou outros disfuncionamentos do processo que exigissem uma atuação rápida por parte do operador.

A sobrecarga da memória de curto prazo era ainda subvencionada pelo funcionamento do próprio aparato técnico: cada mudança de tela provocava um efeito de “buraco negro” (Duarte, 1994), já que o aparecimento de uma nova tela poderia durar vários segundos durante os quais nada era exibido. Estes segundos sem exibição de informações obrigavam, assim, à manutenção das informações na memória por maiores períodos de tempo e contribuíam negativamente para o aumento do nível de stress do operador.

A necessidade de navegação entre telas

Em virtude da necessidade de obtenção de informações de diversas partes do processo e em razão da presença de um único monitor, o operador via-se confrontado a uma necessidade importante de navegação entre telas, cuja

⁸ No original: “Maintenant, il va falloir associer des informations successives. D'une information spatialement distribuée, on passe à une information temporellement distribuée. On sollicite la mémoire autrement” (p.8).

variação de volume era função do comportamento do processo. Em momentos particulares da atividade tais como a partida de uma unidade, autores relatam uma intensa troca de telas, chegando à exibição de mais de 6 telas no mesmo monitor por minuto (Duarte, 1994). Aos motivos desta navegação expostos anteriormente (busca por informações, resposta ao aparecimento de alarmes), some-se o fato de as informações não estarem mais disponíveis, ao alcance dos olhos, em um movimento que Daniellou (1987) chamou de “passagem da informação exibida para a informação solicitada”. Baril (1999) mostra que com a passagem aos computadores, a informação deixa de estar globalmente disponível e que esta mudança tecnológica impacta na atividade: “uma das atividades principais do operador passa a ser a procura de informações⁹”.

O'Hara (1990) também aponta para esta nova característica da atividade de operação em salas de controle. Se antes as informações estavam facilmente acessíveis porque fixas em um determinado lugar, agora o operador precisava “navegar” pelas informações presentes no sistema computadorizado.

Os impactos na atividade coletiva

Existem dois aspectos que mantêm relação com as mudanças no trabalho coletivo. Por um lado, a automação reduziu os efetivos obrigando a uma nova repartição de tarefas entre os operadores que ficaram; por outro lado, o próprio advento da tecnologia transformou a relação dos operadores com o processo, levando a uma necessidade de adaptação. As novas configurações tecnológicas das salas de controle conduziram a novas configurações organizacionais. Uma nova disposição dos efetivos se fez perceber em virtude da criação dos postos de trabalho situados na sala de controle. Os operadores agora ficam grande parte do seu tempo de trabalho na sala de controle, muitas vezes “isolados” em seus consoles: é a centralização do comando nos CICs¹⁰. Por sua vez, a substituição do painel sinóptico pelos monitores de computador leva a uma nova forma de interação entre os operadores: os operadores de campo, que antes podiam vir até a sala de controle e acessar diretamente a

⁹ No original : “*une des activités principales de l'opérateur devient la recherche d'informations*”.

¹⁰ CIC – Centro Integrado de Controle

informação que lhes interessava deveriam agora se sujeitar à disponibilidade do operador de console para exibir esta mesma informação (Quéinnec, 2002). Esta situação tinha seus contornos ainda mais realçados em função do número de consoles disponíveis no CIC e em virtude das salas de controle locais muitas vezes não apresentarem informações atualizadas de feedback obtidas diretamente do processo, fazendo que se fizesse necessária a consulta à sala de controle centralizada.

Com o sistema computadorizado, emerge a necessidade de se controlar o processo via telas, o que demanda a atenção exclusiva do operador, já que ele precisa não só responder aos alarmes, mas tentar se antecipar navegando entre telas. Esta tarefa de supervisão de telas modifica a complementaridade entre os operadores do console e os operadores de área em virtude da perda de visualização rápida dos elementos do processo. Ocorre, assim, um duplo movimento de confinamento, segundo Baril (1999): os operadores de console se vêem cada vez mais confinados na sala de controle e distantes do processo que eles devem controlar e os operadores de campo se vêem cada vez mais confinados a uma tarefa onde eles perdem progressivamente a visão de conjunto que lhes permitia prever possíveis dificuldades de produção. Este mesmo autor mostra como a redução das equipes teve repercussão também na questão da segurança das instalações. Focando na questão do trabalho noturno, ele mostra que maiores equipes possibilitam uma melhor repartição das dificuldades e dos problemas ligadas à vigília. O coletivo, neste caso, permite uma gestão móvel de funções, segundo Quéinnec (2002), um movimento vivo de repartição das tarefas.

Um dos maiores impactos da automação e da redução da superfície de apresentação de informações guarda estreita relação com a falta de uma representação comum do estado das instalações que auxilie na regulação da ação coletiva (Duarte, 1994). Este autor mostra que as comunicações entre operadores da sala de controle e aqueles do campo desempenham um importante papel no compartilhamento da informação. Mas ele alerta: com a centralização e a integração das salas de controle, o auxílio observado de

operadores de campo mais experientes a operadores do SDCD pode ser dificultado, já que a sala de controle poderá estar situada longe da área.

Da atuação direta à supervisão remota

A automação dos processos e a conseqüente utilização das interfaces deslocaram a atividade de operação de um controle direto sobre os equipamentos para tarefas de supervisão e monitoramento (Nachreiner et al., 2006). De “dono” do processo, o operador passa a dividir seu tempo entre a área e a sala de controle; esta transformação da atividade, que agora inclui principalmente o monitoramento dos displays de controle faz com que suas atuações no processo só ocorram em função de exigências expressas do sistema (Anderson e Vamsikrishna, 1996). Mas, ao contrário do que propõem estes autores, o monitoramento de displays ou de máquinas e aparelhos não se realiza de forma passiva (Guérin et al., 2001). A exploração visual à origem da atividade de supervisão se caracteriza por uma busca ativa da informação (Daniellou, 1986).

As necessidades operacionais de supervisão somadas às novas configurações coletivas podem representar ameaças à segurança das instalações, principalmente durante os turnos noturnos, onde a maior necessidade de supervisão imputada ao sistema automatizado se combina a uma menor capacidade de vigilância (Quéinnec, 2002).

Para alguns operadores, o fato de não ter mais o processo “na mão” é fonte de desconfiança. Para eles, o controle por instrumentos, a verificação de temperaturas ou a retirada de amostras, por exemplo, são métodos de verificação que fazem referência direta ao processo de produção. Estas ações permitem o acompanhamento em tempo real das modificações dos produtos no processo e lhes parecem assim mais confiáveis do que as informações fornecidas pelo sistema automatizado (Baril, 1999).

CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo, vimos que a introdução de novas tecnologias nas salas de controle provocou transformações importantes na atividade dos operadores. O advento das tecnologias computacionais levou à utilização de monitores de computador no lugar dos grandes painéis sinópticos de outrora. Esta mudança provocou principalmente a perda da visão global do processo e impôs novas demandas para a memória de curto prazo, além de contribuir para a necessidade de reconfiguração da atividade coletiva. Vimos ainda que a atividade nas salas de controle passa a ser preponderantemente voltada à supervisão dos processos através das interfaces, obrigando o operador a construir novos conhecimentos não sobre o processo em si, mas sobre o manejo das tecnologias que agora mediam a sua ação efetiva sobre o mundo externo à sala de controle. Sob o ponto de vista da concepção, vimos que uma das propostas possíveis é fazer com que sejam reduzidas ao máximo as demandas atencionais provocadas pelo uso das interfaces, permitindo que o operador direcione os seus recursos para o atingimento de seus objetivos principais.

II. A ABORDAGEM INSTRUMENTAL E OS SISTEMAS DE INSTRUMENTOS

INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas fizeram-se acompanhar de uma crescente participação dos automatismos nas decisões operacionais. Com os novos papéis dos elementos do sistema ainda por definir, surgem então diversas proposições para a distribuição e atribuição de funções entre o homem e a máquina. Neste capítulo, apresentaremos algumas das correntes conceituais que se propuseram a discutir as relações entre o operador e o sistema, mostrando que, de forma simplista, dois pólos principais foram explorados. Por um lado, correntes de pensamento tecnocentradas debruçaram-se sobre as características técnicas dos sistemas buscando equiparar, a partir dos mesmos parâmetros, o funcionamento e a performance do homem e da máquina. Por outro lado, correntes antropocentradas propõem tratar assimetricamente as duas componentes do sistema, de forma a considerar o homem como elemento central, responsável final sobre a performance do sistema e agente principal da confiabilidade das operações.

II.1. DO HOMEM MARGINAL AO HOMEM CENTRAL

Ao nos debruçarmos sobre as diversas correntes de pensamento que se voltaram para a questão das novas tecnologias em sala de controle, vemos emergir ao menos três pontos de vista diferentes. Existe um grupo com perfil mais tecnicista que persegue a substituição do homem pela máquina e para quem o homem é eminentemente um componente imprevisível, limitado em termos de processamento de informações e sujeito a falhas. Para estes, as máquinas devem ser desenvolvidas de maneira a trazer maior confiabilidade e segurança aos processos industriais, o que se conseguiria subtraindo do homem estas responsabilidades. O trabalho do homem aqui se resume a cumprir as funções não previstas no projeto das máquinas, a fazer o que sobrar

daquilo que não tenha sido feito por elas. É uma função residual, para usar o termo de Rabardel (1995)¹¹.

Um outro ponto de vista que emerge da literatura revista é uma abordagem mais voltada à inclusão do homem nos processos de concepção de sistemas homem-máquina. Este segundo ponto de vista merece destaque por duas razões. A primeira é que muitos dos problemas que surgiram em consequência dos avanços tecnológicos, principalmente da automação, foram elencados e estudados. A segunda é pelo fato de ele ter provocado uma ruptura conceitual importante ao relançar o homem a uma posição central nas relações com a tecnologia. Entretanto, alguns dos estudos que defendem a compreensão dos aspectos humanos da relação homem-máquina ainda o fazem de forma tímida e muitas vezes experimental. A posição central do homem em sua relação bilateral com a máquina não abrange ainda uma compreensão de fato antropocentrada e contextualizada. O homem ainda é visto como um elemento frágil (apesar de flexível), que precisa do apoio de máquinas cada vez mais inteligentes para desempenhar bem o seu papel na produção. Bannon e Bødker (1991) mostram que esta abordagem (uma evolução teórica no campo da HCI¹²) se apóia sobre a análise da tarefa para definir os elementos dos sistemas e que esta análise não é capaz de incluir o conhecimento tácito utilizado pelos operadores e nem determinar como será o desenrolar da ação na atividade futura.

Esta corrente busca, assim, promover o avanço de métodos e conceitos que dêem conta de desenvolver cada vez melhor o lado máquina da relação, agora levando em conta principalmente a tarefa do operador humano e o contexto presumido de sua atividade. Reforçar o manejo da tecnologia através do desenvolvimento de canais de comunicação e de uma correta alocação de tarefas entre homem e máquina que culminem em uma relação de cooperação entre estes dois elementos do sistema é uma das premissas principais deste

¹¹ Para Rabardel, a função residual à qual foi relegado o ser humano pela visão científica tecnocentrada é o ponto de partida principal para o desenvolvimento de uma abordagem antropocentrada dos sistemas técnicos.

¹² HCI: Human-Computer Interaction

campo de estudos. Alguns dos estudos pertencentes a este movimento conceitual promovem claramente uma transferência das capacidades intelectuais do homem para a máquina e advogam que é em virtude das ainda limitadas capacidades cognitivas da máquina que não se chegou ainda a uma situação aonde o homem possa ser plenamente assessorado em seus processos de raciocínio, planificação e resolução de problemas pelo membro inanimado da equipe. Sarter et al. (1997) defendem que não deve ocorrer uma substituição do homem pela máquina, mas antes que esta última deva ser considerada um “membro da equipe¹³”. O tom usado deixa supor que alguns destes autores esperam que as máquinas, um dia, possam desenvolver atividades com uma complexidade equivalente à qual o homem consegue administrar.

Mesmo se dentro da HCI esta visão da cognição humana, ainda na década de 80, começou a fazer emergir algumas insatisfações (como para Norman, 1980), a HCI manteve-se apoiada principalmente em resultados de experimentos de laboratório, onde o comportamento do homem era estudado à revelia de suas interações com outras pessoas e com o contexto natural de trabalho. A influência da psicologia cognitiva e, mais tarde, da engenharia cognitiva (Hoc, 1998) na HCI se objetivava pela suposição principal de que o comportamento cognitivo verificado em laboratório poderia ser transferido para o estudo de situações reais cotidianas.

Aos poucos, a participação de pessoas envolvidas no estudo da interação homem-computador começou a tomar maior vulto, mas esta era ainda calcada em um modelo do homem descontextualizado de sua situação real de trabalho, onde o objeto que servia de base para os desenvolvimentos teórico-metodológicos era o trabalho teórico, estruturado pelos resultados a alcançar.

Em sua maioria, estes estudos necessitam de uma consideração mais abrangente do homem em situação de trabalho, e não incluem aspectos

¹³ No original: “*team player*”.

ligados aos fatores com influência no desenrolar da atividade humana real, contextualizada.

É esta a complementação conceitual promovida pelo terceiro ponto de vista, cujas diretrizes principais serão expostas aqui. Diferentemente do primeiro, que relega ao homem uma posição de “serviçal” da tecnologia e ao contrário do segundo, que vê a tecnologia como o objeto de ação primordial do homem, o terceiro ponto de vista confere à tecnologia um papel de meio através do qual o homem age sobre o seu entorno. Esta mudança substancial de conceito não tira a importância da tecnologia na relação homem-máquina e nem exige de sua compreensão. Mas a máquina não é mais vista como o elemento central da atividade do homem, nem mesmo no que diz respeito à atuação cognitiva e sensora-motriz do elemento humano. Aliás, a tecnologia deve auxiliar o homem justamente fazendo-se mais discreta e até invisível, se possível. A tecnologia, ao contrário do que pregam outras correntes de pensamento, não deve ser o foco principal da atenção do operador; este deve utilizar todos os seus recursos para agir no processo industrial que está supervisionando e controlando. O desenvolvimento da tecnologia deve ser visto então do ponto de vista de seu uso pelo operador. E este uso, na vida real, está sujeito a inúmeras variabilidades que é preciso considerar durante a concepção do aparato técnico. A questão central desloca-se do como promover um melhor encontro entre o homem e a máquina para como permitir que a máquina apóie o homem em sua atividade futura. Este terceiro ponto de vista explora com maior vigor a questão do uso da tecnologia pelo homem e faz desta compreensão da atividade temporal e historicamente situada a sua base de desenvolvimento.

II.2. COGNIÇÃO: UM TIPO DE COMPUTAÇÃO?

Os temas tratados nos parágrafos anteriores mantêm estreita relação com as ciências cognitivas. Mais especificamente, voltam-se as atenções para um importante campo de estudos que teve sua origem nas ciências cognitivas: o campo da HCI.

Um breve percurso cronológico e conceitual da HCI é traçado por Bannon e Bødker (1991) que mostram a importância das ciências cognitivas na composição deste campo científico¹⁴. Os autores descrevem como as ciências cognitivas influenciaram o campo da HCI, principalmente no que diz respeito à consideração da cognição humana como um sistema de tratamento de informações. Os autores argumentam sobre as limitações da HCI citando Pylyshyn (1984) para quem “a cognição humana é um tipo de computação”.

Outra constatação da interação entre a HCI e as ciências cognitivas é feita por Hoc (1998) que descreve a participação da Ergonomia Cognitiva e da Engenharia Cognitiva neste campo de estudos. A HCI foi, assim, palco de forças antagônicas, a primeira mais centrada no homem e a segunda, mais na máquina. Mas Hoc mostra que mesmo a Ergonomia Cognitiva, que com o passar do tempo despreendeu-se da HCI, era em sua origem mais centrada na máquina.

Agora, segundo este autor, a Ergonomia Cognitiva abre-se cada vez mais para a consideração do homem e desloca parte de seu interesse do indivíduo para o coletivo de trabalho. Hoc considera a tarefa de utilizar um programa de computador como um meio para o operador realizar outras tarefas, além da utilização do próprio computador. Este é um movimento claro de contextualização do trabalho do homem, uma tentativa de trazer a questão do uso para um primeiro plano. Esta questão do uso (e conseqüentemente, do contexto), como se verá adiante, é central para o desenvolvimento das proposições conceituais de Bødker (1989), Rabardel (1995), Engeström (1995), dentre outros.

Ainda segundo Hoc (1998), no início da organização da comunidade da Ergonomia Cognitiva, no início da década de 80, o paradigma dominante era o do homem isolado entretendo relações com uma máquina isolada. O contexto das novas organizações do trabalho em sala de controle são visivelmente

¹⁴ A HCI congrega estudos e autores oriundos de diversas tradições, o que faz com que não se possa chamá-lo de campo conceitual, que presumiria uma unicidade de idéias, mesmo que dinâmica.

permeadas por esta visão do trabalho, o que se refletiu, inclusive, na forma de disponibilização dos recursos tecnológicos para os operadores: nas primeiras salas de controle centralizadas, o trabalho de operação era baseado nos postos mono-operador (um operador para um monitor de computador).

Tanto Hoc (1998) quanto Bannon e Bødker (1991) mostram os limites da visão centrada na máquina da HCI. Para Hoc, contudo, o desafio é encontrar um compromisso aceitável entre estas abordagens e aquelas centradas no homem já que, para ele, a Ergonomia Cognitiva precisa considerar tanto a melhoria das condições de trabalho (com foco no homem) quanto a eficácia econômica e técnica (o foco na máquina). O desenvolvimento teórico do autor leva à emergência do conceito de Cooperação homem-máquina, forma pela qual ele acredita ser possível integrar os lados homem e máquina dos sistemas homem-máquina. Após definir três níveis possíveis de cooperação (a cooperação na ação, a cooperação na planificação e a meta-cooperação), o autor argumenta que o objetivo desta cooperação (cada vez mais facilitado pela presença de máquinas cada vez mais “inteligentes”) é melhorar as capacidades adaptativas dos sistemas homem-máquina, através da modificação de funções da máquina para além daquelas da mera assistência.

A Cooperação homem-máquina tem como objetivo não o atingimento do “risco zero”, mas, ao contrário, o provimento de uma capacidade de adaptação da organização ao imprevisto considerando, evidentemente, a gestão do peso cognitivo desta atividade cooperativa e os benefícios em termos de poder adaptativo e de confiabilidade (p.8).

Os impactos para a concepção dos sistemas homem-máquina estão relacionados à superação do componente humano como “resíduo”, para quem restam as funções complexas e mal definidas, já que ele é a parte mais adaptativa e capaz de se moldar aos imprevistos. Segundo o autor, o material de base para a concepção deveria ser a tarefa a executar, incluindo as capacidades do homem e da máquina que não devem, contudo, serem tratados de maneira simétrica em virtude da responsabilidade do homem sobre todo o sistema.

Hoc sugere, contudo, que em virtude das ainda limitadas habilidades cognitivas da máquina, a cooperação ativa entre esta e o homem não pode ser completamente realizada. Mas mesmo assim, ele mostra que os níveis de cooperação relacionados à ação e ao planejamento podem ser alcançados pela interação homem-máquina, ficando apenas o nível da meta-cooperação como um desafio para o futuro, já que demanda um movimento de aprendizado, ainda não satisfatoriamente desenvolvido na componente máquina do sistema.

Um movimento semelhante ao de Hoc pode ser verificado em Sarter et al. (1997), para quem a automação apresenta “surpresas” que põem em dificuldade o operador humano. Estes autores mostram que diversas funções pensadas para os automatismos não se concretizaram, transformando a natureza da atividade do homem e criando-lhe novas dificuldades. Sarter et al. utilizam o termo, mas não propõem explicitamente o conceito de Cooperação Homem-Máquina. Assim como Hoc, estes autores têm como intento principal promover uma maior interação entre o homem e a máquina como forma de aumentar a confiabilidade do sistema homem-máquina.

Contudo, ao contrário de Hoc, Sarter et al. desenvolvem seus argumentos tendo como base uma consideração simétrica entre os dois elementos. A utilização de expressões como “*team players*”, o estabelecimento de uma relação subordinado-supervisor ou, ainda, a atribuição de uma capacidade de fala para as máquinas – “quando eu (a automação) estiver tendo problemas para lidar com a situação¹⁵” deixam clara a sua intenção de transferir, para a máquina, capacidades de inteligência tipicamente humanas.

Mesmo se Hoc é claramente contrário a essa humanização da “inteligência” da máquina, ele também espera, de certa forma, que esta última adquira uma capacidade cognitiva que lhe permita atuar de igual para igual com o homem no campo da tomada de decisão. Isto é, ambos esperam poder, um dia, dotar a

¹⁵ No original: “*when I (the automation) am having trouble handling the situation*”. (p. 8)

máquina de capacidades semelhantes às dos homens de forma a que este possa se concentrar, cada vez mais, na supervisão do processo.

Por maiores que sejam as preocupações destes autores com relação ao papel do homem nos sistemas homem-máquina, estes ainda o fazem utilizando-se de modelos prescritos do homem e de sua atividade. Os conhecimentos e dados a serem considerados durante a concepção de sistemas homem-máquina são ainda muito voltados a uma visão reducionista da interação entre estes dois elementos, já que não incluem sistematicamente a consideração de outros fatores determinantes para o desenvolvimento da atividade.

Uma outra corrente de pensamento distinta das precedentes é a da abordagem da atividade. Em verdade, o uso do singular na frase anterior é inadequado. O mais correto seria dizer “abordagens” da atividade, já que sob uma mesma denominação, situam-se pontos de vista diferentes. Um destes pontos de vista é representado pela abordagem instrumental, cuja base conceitual tem como principal característica a consideração da atividade humana mediada por instrumentos como o processo psicológico principal do desenvolvimento. A singularidade de cada situação vivida pelo homem confere à atividade deste último uma imprevisibilidade cujo desenrolar é sempre alvo de nova construção. Construção de recursos internos, externos, individuais ou coletivos, mas recursos que carregam sempre o peso das práticas passadas, situadas no espaço de uma vida e de toda uma cultura. Esta perspectiva abre caminho para se proceder às atividades de concepção de uma forma mais abrangente, mesmo que não se possa prever todas as formas futuras de organização da ação.

A utilização da Teoria da Atividade por algumas correntes de pensamento da HCI se justifica pela mudança de paradigma que ela permite. Em primeiro lugar, é possível compreender a atividade de uso de um meio técnico a partir da atividade e não a partir do meio técnico: são as particularidades da atividade contextualizada e intencional que determinam o uso do objeto técnico e não apenas as características intrínsecas deste último. Em segundo lugar, o homem é detentor das intenções da ação e responsável por suas

conseqüências, o que não permite uma análise simétrica entre ele e o sistema técnico. Em terceiro lugar, a consideração do contexto exige a compreensão do real, o qual não pode ser substituído por um modelo estático e limitado que não considera os conhecimentos tácitos e o “savoir-faire” mobilizados pelos operadores. Em quarto lugar, a inscrição da intencionalidade na atividade finalizada demanda uma construção cognitiva que ultrapassa os limites do simples tratamento da informação, deslocando o foco do modelo “estímulo-resposta” para um modelo “construção ativa da informação”. Em quinto lugar, deve-se atentar para o caráter evolucionário do desenvolvimento das ferramentas e das competências do homem (Rabardel, 1995) que, em última instância, garantem-lhe a sobrevivência.

II.3. DA TEORIA DA ATIVIDADE À ABORDAGEM INSTRUMENTAL

A principal ruptura que se persegue voltando o foco da discussão teórica para as correntes de pensamento ligadas à Teoria da Atividade é transformar o papel do sistema computadorizado utilizado pelo operador no desenrolar de sua atividade. A questão passa do estudo da relação entre o homem e o sistema para o estudo do uso do sistema no desenrolar da atividade. Como resume Bødker (1997): “Estou preocupado com quando o computador nos ajuda a conseguir algo, não quando fazemos algo para o computador¹⁶”.

A Teoria da Atividade, que tem suas origens na psicologia russa de Vygotsky (1978) e Leontiev (1978), tem duas proposições principais: o desenvolvimento e o funcionamento psicológico do ser humano têm origem nos processos sociais e as relações entre o homem e o mundo não são diretas, mas mediadas por artefatos construídos social e culturalmente (Folcher, 2005). Este modelo do homem pressupõe um homem intencional, cuja atividade é dependente do contexto onde ela se desenvolve e cuja interação com o entorno é mediada por artefatos, que permitem a sua ação. Os artefatos

¹⁶ No original: “*I am concerned with when the computer helps us achieve something, not when we do something to the computer*” (p. 149).

cristalizam práticas passadas e são dotados muitas vezes de estruturas permanentes que compõem as atividades (Folcher, 1999). O desenvolvimento psicológico do indivíduo é, assim, iniciado de fora para dentro: a linguagem, por exemplo, desenvolve-se primeiramente como uma função de coordenação social para então ser utilizada como instrumento interno de estruturação do pensamento.

A abordagem instrumental, que encontra suas origens neste quadro conceitual, propõe como ponto fundamental a colocação do homem no centro dos sistemas técnicos, rompendo com a visão tecnocentrada do homem enquanto “mal necessário” ou, pior, como uma “prótese” da técnica. O homem, aqui, é visto como o elemento de confiabilidade do sistema (e não como o elo frágil), capaz de se flexibilizar e de absorver as variabilidades das situações de trabalho através de sua atividade. Esta abordagem propõe, assim, que a concepção dos sistemas se faça em referência à atividade do homem e que os dispositivos técnicos sejam pensados como ferramentas a serviço do atingimento das ações e metas definidas pelo homem. O sistema técnico, o dispositivo eletrônico, mecânico ou de qualquer outra natureza artificial e construída não possui funções por si só. É o seu uso que lhe confere o status de dispositivo, que lhe permite ser útil, utilizado e desempenhar as atribuições para as quais ele foi projetado e até aquelas não previstas. Segundo Rabardel (1995), “Uma técnica só existe quando ela é praticada, isto é, quando ela passa por alguém que, a tendo aprendido ou inventado, a implementa de maneira eficaz¹⁷”. No mesmo sentido, Bannon e Bødker (1991) argumentam que é o uso que define o objeto e exemplificam como a arqueologia, por exemplo, analisa a localização e outros vestígios (desenhos, referências escritas) que não só a constituição material para classificar os objetos encontrados. Estes autores mostram que um artefato deve ser interpretado como um objeto através do qual o homem desempenha sua atividade, dando-lhe assim, uma função de mediação.

¹⁷ No original: “*Une technique n'existe que lorsqu'elle est pratiquée, c'est-à-dire lorsqu'elle passe par quelqu'un qui, l'ayant apprise ou inventée, la met en oeuvre de façon efficace*”.

II.3.1. Do artefato ao instrumento, o ponto de partida

No parágrafo anterior introduzimos a noção de artefato, que sucintamente pode ser resumido como todo objeto material ou simbólico fabricado pelo homem. Rabardel (1995) amplia esta descrição complementando que o artefato deve ser definido em função de seu uso e não apenas pela sua natureza.

O artefato, produto da criação e da invenção humanas, carrega em si as particularidades dos usos para os quais ele foi pensado e criado. Ele transporta, ao longo das gerações, as aquisições técnicas de uma sociedade cristalizando o uso que lhe foi conferido em um momento histórico e em um contexto produtivo específicos. O artefato não é, entretanto, um resultado acabado, imutável. Através dos usos, ele molda as atividades e é moldado por elas em um processo contínuo de renovação e (re)invenção.

Esse é um aspecto indissolúvel do artefato: o seu aspecto finalizado. Todo artefato tem em sua origem uma função (ou conjunto de funções) construída durante a concepção. Isto é, antes de tudo, o artefato é o produto de um processo explícito e intencional através do qual se projetam os seus usos, considerando os meios pelos quais os objetivos da atividade serão atingidos e para os quais o artefato é o vetor privilegiado. Em situação de uso, o artefato-mediador intermedia vários tipos de relações do homem. Através deste objeto construído, o homem age sobre o objeto-fim de sua atividade, estabelece relações com outros, descobre o próprio artefato e conhece a si mesmo. O artefato incorporado, modificado, adequado, mas também federativo e transformador, torna-se assim o principal componente do desenvolvimento do homem. É ele quem estrutura e molda plasticamente o agir, o pensar e o ser; é ele quem permite o desenho da ação e do pensamento práticos ao mesmo tempo em que impõe os limites para tal.

É importante, contudo, salientar que de um ponto de vista conceitual, o artefato de fato utilizado transforma-se e passa à condição de instrumento. A constituição do instrumento ocorre, assim, graças à concomitância de dois elementos: por um lado, o componente artefactual, material ou simbólico, mas resultado do trabalho (na maioria das vezes social) intencional e situado de

concepção humana e, por outro lado, o componente do uso, representado pelos esquemas psicológicos, os invariantes organizadores da ação do homem sobre o seu entorno. O que faz do artefato um instrumento é a utilização que se lhe dá para o cumprimento de uma ação específica, em um movimento que pressupõe a existência e o uso de uma categoria psicológica de esquemas já ancorados e desdobrados em ações semelhantes.

Esta transformação do artefato em instrumento não ocorre, contudo, com a anuência automática dos projetistas e das estruturas organizacionais clássicas. Para muitos, esta modificação de funções toma a forma de “desvios”, em muitos casos com conotação negativa. Para a ergonomia, este movimento de atribuição de funções diferentes daquelas previstas pela racionalidade técnica do projeto expõe o distanciamento entre o prescrito e o real e emerge através de catacreses. Para ela, a catacrese é a expressão de uma atividade específica do sujeito, a da produção dos meios de sua ação (Rabardel, 1995).

II.3.2. O instrumento, entidade mista

Para que um artefato, que a princípio é apenas uma “proposta instrumental” (Béguin, 2006a), se transforme em um meio organizador da ação é necessário que ele se constitua de dois componentes independentes e complementares que são o próprio artefato (seus atributos físicos, sua prensabilidade, seu peso, sua forma etc., que lhe conferem a possibilidade de ser usado) e os esquemas de utilização, espécie de “roteiros psicológicos” de origem sensorial e motora que permitem que àquelas características do artefato sejam associadas ações específicas. O esquema molda a ação do sujeito ao mesmo tempo em que surge do próprio desenrolar desta. Como diz Rabardel (1995): “O esquema, meio de assimilação, é ele próprio o produto da atividade assimiladora¹⁸”. É esta dupla característica que lhe imprime o seu caráter dinâmico e evolutivo.

¹⁸ No original: “*Le schème, moyen d’assimilation, est en lui-même le produit de l’activité assimilatrice*” (p. 79).

Este dinamismo dos esquemas, esta adaptabilidade à situação presente se pauta por uma estrutura e uma organização passadas que lhe conferem a possibilidade de reutilização, mesmo que com a inclusão de modificações “durante o vôo”. Dois processos podem ser aqui observados: ora o esquema assimila a situação à qual ele se vê confrontado (por exemplo, martelar com uma chave inglesa - Béguin, 2006a - é assimilar o novo artefato a um esquema pré-existente que considera propriedades tais como pega, peso, dureza do material, que permitem ao sujeito cumprir o mesmo “martelar” com uma ferramenta que não o martelo), ora ocorre uma acomodação do esquema, onde parte de sua organização intrínseca se vê impossibilitada de responder às exigências da situação de uso do artefato, obrigando a uma modificação ou a uma combinação com outros esquemas.

O desenvolvimento do sujeito, o qual Piaget relaciona diretamente à evolução dos esquemas (Rabardel, 1995), ocorre assim por intermédio de dois processos complementares: com a assimilação das coisas ao sujeito ou com a acomodação deste às coisas.

Esta dupla orientação dos esquemas provoca uma dupla possibilidade de relação entre o homem e o instrumento. A transformação do artefato em instrumento ocorre como se viu através da conjunção das características do próprio artefato, mas também da presença de estruturas pré-existentes que organizam a ação do sujeito sobre aquele artefato. Do fato do próprio funcionamento evolutivo dos esquemas, a emergência do instrumento – ou gênese instrumental, para manter-se fiel aos autores citados acima – ocorre sobre a base de uma dupla orientação possível:

- A instrumentação, onde as transformações que permitam a relação homem-artefato ocorrem no homem, através da emergência, da adaptação, da combinação de esquemas e
- A instrumentalização, onde tais transformações se fazem notar seja nas propriedades seja nas funções do artefato.

Do ponto de vista da concepção e retomando o conceito de catacrese exposto acima, a instrumentalização seria a parte em desacordo com a dinâmica

clássica de projeto, já que representa a transformação do artefato durante o seu uso e não a instrumentação, que inclui adaptações do sujeito ao artefato que, afinal, são esperadas.

II.3.3. Os esquemas e sua relação com a atividade

Quando se transfere estas noções conceituais para o campo das atividades com novas tecnologias, surge a necessidade de se compreender que tipo de diferenciações existem entre a relação que o operador mantém com o objeto de sua atividade e quais aquelas que ele mantém com relação ao artefato. De que natureza são os esquemas que são utilizados para gerir o artefato? Estes esquemas são desenvolvidos e ativados da mesma forma caso eles estejam voltados ao objeto da atividade?

A abordagem instrumental sugere que existem dois tipos fundamentais de esquemas: os esquemas de uso e os esquemas de ação instrumentada. A diferença entre eles guarda estreita relação com o seu estatuto no desempenho da atividade finalizada. Desta forma, os primeiros são voltados para as atividades secundárias, ou atividades voltadas à gestão do próprio artefato; os segundos, por sua vez, são voltados à manipulação do objeto da atividade propriamente dita e incluem, evidentemente, os primeiros (não se pode atuar sobre um processo industrial via interface sem saber como manipular esta interface). Esta classificação é determinada, assim, não pelo esquema em si, mas antes pela posição que este ocupa na atividade do sujeito.

II.3.4. Os sistemas de instrumentos

Os conceitos da abordagem instrumental mostram o papel mediador dos instrumentos no estabelecimento das relações do sujeito consigo próprio, com os outros e com o seu entorno. Entretanto, nos parece insuficiente considerar que todo o desenvolvimento do sujeito, acarretado pelas transformações oportunísticas das propriedades do mundo artificial e da estrutura psicológica

no que se convencionou chamar de gêneses instrumentais, ocorra tendo como suporte artefactual apenas um artefato ou vários artefatos considerados independentemente. O próprio Rabardel (1995) propõe que este avanço seja realizado: “Seria conveniente portanto analisar, além dos instrumentos singulares, o conjunto que constitui o ferramental de um sujeito, os instrumentos que o constituem, seus estatutos, suas regras e formas de organização, sua gênese e sua evolução etc.¹⁹”.

Assim, acreditamos que a mediação promovida pelos artefatos entre o homem e os objetos de sua ação se sustenta pela apropriação concomitante de todo um conjunto de elementos, constituídos em sistema pela conjunção dos recursos à disposição e dos objetivos perseguidos pelo sujeito. Isto é, sistemas de instrumentos são conjuntos de elementos disponíveis no entorno, cuja integração depende de uma construção particular de um dado sujeito em resposta a uma situação específica.

Ao debruçar-se sobre esta questão, Bourmaud (2006) visita diversos autores e, a partir destes, fornece uma lista de características dos sistemas de instrumentos. Segundo este autor, os sistemas de instrumentos:

- “- organizam um vasto conjunto de instrumentos e de recursos de natureza heterogênea;
- estão relacionados aos objetivos da ação perseguidos pelo sujeito e devem permitir o atingimento de um melhor equilíbrio entre os objetivos de economia e de eficácia;
- apresentam como características complementaridades e redundâncias de funções;
- são diferentes de um operador para outro e são estruturados em função de sua experiência e de suas competências; ”
- possuem um instrumento que desempenha o papel particular de organizador, de pivô dos outros instrumentos. (p. 44, nossa tradução)

¹⁹ No original: “*Il conviendrait donc d’analyser, au delà des instruments singuliers, l’ensemble que constitue l’outillage d’un sujet, les instruments qui le constituent, leurs statuts, ses règles et formes d’organisation, sa genèse et son évolution etc.*” (p. 105).

Segundo o autor esta lista não é exaustiva, mas para o nosso objetivo ela se presta convenientemente a ampliar a noção de instrumento sugerindo que a mediação promovida pelos instrumentos se dá através da ordenação intencional e oportunística de um conjunto de elementos escolhidos em função dos objetivos perseguidos.

Rabardel e Bourmaud (2003) exemplificam o uso de sistemas de instrumentos através da escrita de seu texto, mostrando os aspectos de complementaridade e temporalidade existentes: “A lógica da nossa atividade situada, concreta e específica, neste caso, organizou relações de complementaridade funcional entre os instrumentos e as seqüências temporais de seu uso sucessivo ou concomitante²⁰”.

Esta perspectiva sistêmica amplia as possibilidades de consideração do papel dos instrumentos no desenvolvimento da atividade a partir do momento em que torna ainda mais saliente a questão da atividade construtiva, de manipulação e construção do “ofertado” pelo ambiente em recursos adaptados à singularidade das situações. Ademais, esta perspectiva permite ainda considerar com maior propriedade a questão da concepção no uso, já que torna mais evidente a dinâmica de concepção organizada de um conjunto de artefatos durante o seu uso.

II.3.5. A concepção no uso e o desenvolvimento

A abordagem instrumental apresentada acima propõe que a efetividade operacional de um artefato reside na possibilidade de sua transformação em instrumento, pelo operador, de forma a que ele se adéqüe aos objetivos e às necessidades contextualizadas e situadas deste último. O surgimento do instrumento não se opera apenas nos componentes físicos e simbólicos do objeto artificial, mas também na modificação de estruturas psicológicas que

²⁰ No original: “*The logic of our concrete and specific situated activity, in this case, organized functional complementarity relations between instruments and the temporal sequences of their successive or concomitant usage*” (p. 678)”.

permitam ao operador fazer corresponder as qualidades extrínsecas do artefato aos esquemas de uso que permitam a exploração destas qualidades. Desta forma, segundo o conceito de catacrese, é possível adaptar esta estrutura de ação a outros objetos que apresentem qualidades passíveis de transformação de forma a que seja possível, por exemplo, martelar com uma chave inglesa. Neste caso, segundo Béguin (2006a), “é o sujeito que dá ao artefato o status de recurso para atingir os objetivos de sua ação finalizada, que institui o artefato como um instrumento” (p. 2, nossa tradução).

Em outros casos, são os esquemas de uso do operador que são transformados, como mostram Rabardel e Béguin (2005), ao mostrar como motoristas experientes se viram obrigados a modificar a sua estrutura psicológica de ação de forma a poder lidar com uma nova caixa de marchas semi-automática que exigia uma atuação motora dos pedais diferente daquela com a qual os motoristas estavam acostumados. Ambas as transformações (das propriedades dos artefatos ou dos esquemas de uso) são feitas do operador, segundo estes autores: “A instrumentalização através da atribuição de uma função ao artefato é o resultado de sua atividade, assim como a adaptação de seus esquemas. O que distingue estes últimos é a orientação desta atividade. Na instrumentação, ela é voltada para o próprio sujeito, enquanto que na instrumentalização ela é orientada para o artefato componente do instrumento. Ambos os componentes da gênese instrumental contribuem conjuntamente para o surgimento e a evolução dos instrumentos, embora, dependendo das situações, um possa ser mais desenvolvido, predominante ou mesmo implementado sozinho²¹”.

Mas, além das características situacionais que moldam as transformações do sujeito e do artefato, deve-se considerar que tais transformações têm dois loci

²¹ No original : “*Instrumentalization through assignment of a function to the artifact is the result of his activity, as is the adaptation of his schemes. What distinguishes them is the orientation of this activity. In instrumentation it is turned towards the subject himself, whereas in instrumentalization it is oriented towards the artifact component of the instrument. Both components of instrumental geneses contribute jointly to the emergence and evolution of instruments, although, depending on the situations, one may be more developed, predominant or even implemented on its own*” (pp. 447 – 448).

privilegiados. Elas podem tomar forma seja durante a efetividade da ação, em uma tentativa que responde, ao mesmo tempo, a critérios de economia e eficiência por parte do operador (o que Rabardel chama de gênese instrumental privada, p. 133), seja durante o processo de concepção, onde as transformações do artefato ocorrem ao mesmo tempo que a concepção de seu uso, através da participação simétrica entre projetistas e operadores em um movimento dialógico de aprendizado mútuo.

Antes de prosseguirmos, contudo, colocaremos aqui alguns questionamentos relativos às inadequações projetuais na atividade finalizada dos operadores. Afinal, a que se devem os limites e inadequações do entorno artefactual que provocam a sua transformação pelos operadores? Rabardel e Béguin (2005) propõem que existem três categorias de interpretações possíveis.

A primeira teria como origem uma inadaptação do artefato às necessidades reais dos operadores, provocando um processo de instrumentalização. Neste caso, a (re)concepção no uso viria em resposta a uma consideração insuficiente dos requerimentos e práticas do operador, durante o processo de concepção de um artefato falho no que diz respeito à antecipação de seu uso. Uma segunda interpretação possível diz respeito à impossibilidade de se preverem todas as situações de uso dos artefatos já que estas estão, em última instância, sujeitas à contingência das variabilidades e flutuações técnicas e humanas. Isto é, por mais que se avance na previsão dos usos dos artefatos concebidos, sempre haverá situações nas quais ocorrerá uma inadequação entre o disponível e o necessário. A concepção no uso, aqui, é um movimento projetual deliberado que busca fornecer ao operador do futuro artefato margens de manobra suficientes que lhe permitam “acabar o projeto” no uso (Vicente, 1999).

Em um terceiro ponto de vista, a concepção no uso apresenta-se como uma questão relativa às características intrínsecas do operador: as situações de uso apresentam invariantes que lhes permitem ser classificadas em classes de situações pelo operador. Esta construção conjunta das classes de situações e dos instrumentos específicos a elas adaptados, sobre a base dos invariantes,

imprimem à concepção no uso este caráter dinâmico e dependente do sujeito da ação e não mais apenas ligado às características da situação ou do próprio artefato. As gêneses instrumentais respondem, neste caso, aos imperativos da atividade construtiva, da construção particular dos recursos de sua ação pelo próprio sujeito.

Assim, a concepção no uso com suas diversas origens mostra-se um elemento incontornável da ação e do processo de concepção. Da mesma forma, são diversas as formas de concepção (e de atuação da ergonomia) que visam dar suporte a estas diferentes apropriações do sistema técnico pelo homem. Neste sentido, Béguin (2007c) relaciona as práticas projetuais àquelas da ergonomia, definindo três formas de consideração da atividade na concepção, diretamente relacionadas às origens da concepção no uso apresentadas acima.

A primeira, chamada de cristalização, molda a atividade de projeto a partir de uma representação da atividade dos operadores por parte dos projetistas. Neste sentido, todo sistema técnico, todo artefato pressupõe um modelo da atividade que pode vir a ser fonte de problemas caso este seja impreciso ou insuficiente. Em primeiro lugar, não é apenas o artefato que é objeto da concepção: é um sistema de trabalho, para o qual devem ser considerados simultaneamente aspectos do artefato e também da atividade de trabalho dos futuros usuários. Em segundo lugar, devem ser levadas em conta as restrições do contexto no qual se desenvolverá a atividade objeto da concepção. Mas, mesmo se considerados estes aspectos, este tipo de concepção estará modelizando a atividade de trabalho e, assim, apresentando limites intrínsecos, já que baseada em um modelo incompleto e impreciso da atividade.

A segunda leitura proposta pelo autor, no que se refere ao papel da atividade na concepção é a de plasticidade. Esta forma de concepção conserva as considerações e aspectos da concepção “cristalizada” e a enriquece com a criação de espaços nos quais o usuário pode transformar o seu meio de trabalho (ou artefato). O projeto deve permitir que o usuário termine a concepção durante a ação; ele deve possibilitar o uso de diferentes modos operatórios que se adéquem a critérios de saúde, eficácia e trabalho coletivo

(Daniellou, 2007). Por outro lado, o dispositivo com o qual o usuário interage e que é transformado em instrumento deve apresentar limites que determinem e orientem a ação, de maneira a tornar impossíveis certos modos operatórios, que poderiam vir a representar riscos quanto ao respeito dos critérios mencionados acima. Esta abordagem de concepção encontra ancoragem no que Daniellou chama de espaços da atividade futura possível. Sob o ponto de vista metodológico, a determinação destes espaços pressupõe o enriquecimento dos conhecimentos do projetista sobre a atividade objeto de transformação, através de simulações. Tais simulações devem ser orientadas por análises de situações de referência e pelo recenseamento de situações de ação características e devem objetivar não a especificação de soluções, mas antes, a avaliação das margens de manobra dentro das quais o usuário poderá apropriar-se do artefato (ou sistema técnico) criando e adaptando suas habilidades e competências. Sob esta perspectiva resta ao ergonômista, portanto, a organização da concepção de meios de trabalho suficientemente plásticos que permitam que o usuário, através das margens de manobra previstas pelo projetista, possa obter a maior eficiência técnica ao mesmo tempo em que se conserva em boa saúde (Béguin, 2006b).

Finalmente, a terceira abordagem proposta por Béguin (2009) é chamada de desenvolvimento. Segundo esta abordagem, o desenvolvimento do artefato e da atividade deve acontecer de maneira conjunta durante a concepção. Esta proposta amplia a noção de gênese instrumental, mencionada acima, já que desloca temporal e espacialmente o desenvolvimento de competências, habilidades e conhecimentos do usuário, incluindo neste mesmo movimento o desenvolvimento destes aspectos no projetista. A concepção, neste sentido, deve se calcar sobre a construção de espaços dialógicos, através dos quais aprendizados mútuos se fecundam e transformam as representações de projetistas e usuários. É, portanto, uma abordagem intrinsecamente participativa.

Neste sentido, pode-se refazer uma leitura acerca das simulações. Nas abordagens da cristalização e da plasticidade, trata-se de substituir o real por um modelo. Na primeira, as simulações têm o objetivo de permitir a construção

de um modelo da atividade em uma dada situação; na segunda, o objetivo é prever espaços de manobra que permitam uma melhor ação do sujeito sobre o objeto da atividade, o que não elimina por si só a questão de substituição do real. Estes dois casos representam o que Béguin (2006c) chama de abordagens “figurativas” da simulação. Em contraposição, para este autor, uma abordagem “operativa” das simulações é aquela que “coloca o real da atividade (e não o realismo das situações) no centro do método²²”: na abordagem do desenvolvimento, as simulações têm o objetivo de permitir a troca de representações, a confrontação das diferentes lógicas entre os atores. Elas são, assim, por natureza, uma contribuição à participação (Daniellou, 2007a), um espaço de concepção conjunta, um suporte de trocas (Béguin, 2007a). Estas três abordagens não são, contudo, excludentes. Pelo contrário, elas representam os diferentes espaços de ação possível do ergonomista em situação de projeto e podem, de acordo com as características das intervenções, ser usadas em maior ou menor grau.

Sob o ponto de vista da concepção enquanto processo distribuído de aprendizado mútuo, as gêneses instrumentais aparecem como um recurso e não apenas como um elemento constituinte do próprio processo projetual. Isto é, se o uso de um artefato é um elemento obrigatório da concepção, não basta, contudo, conhecê-lo. Neste sentido, a análise da atividade encontra seus limites, que podem ser expandidos através da aplicação de um processo cíclico de confrontação de lógicas, onde o resultado da atividade de um se constitui de um recurso para a atividade de outro (Rabardel e Béguin, 2005).

Mas, mesmo esta dinâmica de co-construção entre projetistas institucionais e operadores pode encontrar limites. Folcher (2003), por exemplo, mostra que mesmo com a participação ativa dos futuros usuários (operadores de suporte técnico telefônico) o produto final da concepção conjunta foi alvo de re-concepções no uso. Inicialmente concebido para ser utilizado como uma base de dados coletiva para a partilha de conhecimentos, o software desenvolvido foi adaptado a usos eminentemente individuais, em um processo de re-

²² No original: “(...) *place le réel de l’activité (et non le réalisme des situations) au centre de la méthode*” (p. 5).

concepção custoso em termos de tempo para os operadores envolvidos. A autora aponta duas razões principais para estas gêneses instrumentais:

- O uso da base de dados enquanto recurso para a atividade foi subestimado;
- O produto final enquanto proposição instrumental não permitiu a sua direta mobilização na atividade produtiva dos operadores.

Uma explicação possível para a inadequação do artefato mencionado por Folcher pode ser vista em Béguin (2003), que mostra os méritos da incorporação da gênese instrumental dentro do processo de projeto. Isto é, a participação conjunta dos atores heterogêneos deve ser feita através de aprendizados mútuos entre projetistas e operadores através da incorporação, no processo de concepção, dos resultados da utilização em situação dos protótipos propostos em um ciclo onde o resultado da atividade de uns representa o recurso para a atividade de outros. Assim, o processo de aprendizado mostra-se constituído de dois níveis: o aprendizado sobre a atividade do outro (a sua apropriação do artefato) e o desenvolvimento, ou aprendizado sobre a sua própria atividade a partir da atividade do outro.

CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo vimos que existem diferentes respostas às questões colocadas pela atividade humana em sua relação com as novas tecnologias computacionais. Mesmo se diversos níveis de consideração destes dois elementos podem ser verificados, estes se encontram entre dois pólos principais: ora é o sistema técnico quem ocupa um lugar central, ora é o homem. As tensões conceituais e metodológicas apresentadas desdobram-se, assim, em diferentes propostas projetuais.

Sob o ponto de vista da concepção, avançamos no sentido de expor as contribuições da abordagem instrumental para a ergonomia, como forma de utilizar os aportes da análise da atividade e os avanços da psicologia na ampliação sistematizada da participação do operador no desenvolvimento de

seus próprios recursos para a ação. Esta abordagem contribui para o papel da ergonomia no processo de projeto ao permitir que, ao mesmo tempo em que se incorpore a noção de concepção no uso, se englobe a noção de aprendizado mútuo entre os atores heterogêneos, ampliando a compreensão do processo de projeto como um ciclo continuamente retro-alimentado pelos resultados intermediários da atividade dos projetistas e operadores, em um movimento dinâmico onde começo e fim são apenas marcos formais.

III. DO CONTEXTO DA SITUAÇÃO À CONSTRUÇÃO DA REPRESENTAÇÃO PARA A AÇÃO

INTRODUÇÃO

Após termos exposto a teoria instrumental como o quadro teórico escolhido para abordar as relações entre o homem e os meios computacionais, mostrando que este pano de fundo teórico propõe uma ruptura na definição do papel do homem nas novas configurações de trabalho em sala de controle, faremos neste capítulo a apresentação de um elemento fundamental para a atividade de controle de processo. Assim, partiremos da consideração do contexto operacional para mostrar como este molda a representação do processo e como esta, por sua vez, define os contornos da ação do operador. Das teorias visitadas emerge o conceito de *situation awareness*, o qual será apresentado em suas diferentes acepções.

Antes, contudo, se mostrará neste capítulo os principais elementos do controle de processo nas atuais configurações tecnológicas de forma a tornar evidente a importância da consideração da representação do mundo exterior para a tomada de decisões e para a ação efetiva, situada e finalizada do operador de sala de controle.

III.1. O CONTEXTO E A ATIVIDADE DE CONTROLE DE PROCESSO

Ao mesmo tempo em que a atividade determina o uso do entorno técnico, este também determina a atividade. As evoluções tecnológicas havidas nas últimas décadas transformaram as características da atividade de operação descritas anteriormente e ainda hoje alguns problemas permanecem. Agora, os operadores têm à disposição sistemas de informação e de apresentação de informações muito mais rápidos e confiáveis; ao mesmo tempo, o avanço das tecnologias digitais permite o uso de diversos recursos, cujo funcionamento já não apresenta os problemas de outrora: hoje, vêm-se diversos tipos de

suporte à decisão, percebe-se uma utilização generalizada de diversos monitores ao mesmo tempo etc.

Entretanto, esta base tecnológica robusta não garante por si só a segurança das instalações e a confiabilidade dos sistemas. É o trabalho do homem que determina estes aspectos e pode-se perceber que boa parte da literatura internacional vem progressivamente permitindo uma maior consideração dos aspectos humanos em situação real na concepção de sistemas e de situações de trabalho (Noyes e Bransby, 2001).

Mas avançar na discussão sobre a atividade de controle de processo exige que sejam trazidos à tona os principais elementos dos processos cognitivos subjacentes a esta atividade, já que esta é essencialmente constituída de operações mentais de raciocínio, planejamento e tomada de decisões. Nos capítulos anteriores se viu que o modelo de processamento cognitivo utilizado pelas correntes cognitivistas possui limitações, principalmente no que diz respeito às dificuldades de transposição do modo de tratamento da informação baseado na dinâmica estímulo – processamento – resposta para as situações operacionais diversas onde a cognição desempenha papel preponderante. Assim, mostrou-se que o comportamento do operador em sala de controle não pode ser totalmente explicado por este modo de funcionamento e que, antes, é necessário considerar a influência dos elementos da situação real de trabalho, o contexto operacional.

O controle de processo e a dependência do contexto

Se por um lado os capítulos anteriores focavam sobre a necessidade de mudança na consideração do papel do homem nas situações dinâmicas, por outro lado, faz-se necessário a partir de aqui compreender de que forma o homem desempenha suas funções nestes contextos dinâmicos e cada vez mais automatizados, considerando que é dele a responsabilidade final pelo desempenho de todo o sistema. Afinal, como o homem funciona nestas situações? Que características deste tipo de atividade são generalizáveis e

devem ser observadas na concepção de (novas) situações de trabalho? Que avanços podem ser propostos?

As influências do contexto no comportamento do operador

Mesmo se um grande número de estudos mostra a influência da estrutura dos sistemas automatizados no comportamento do operador em sala de controle e, assim, advogam que as soluções projetuais devem antes de tudo prover adequações destes ao comportamento esperado do operador, outros tantos mostram que estas adequações devem ter origem na consideração do contexto real de trabalho. Isto é, os desenvolvimentos da interface devem refletir e adequar-se às necessidades reais dos operadores, cuja atividade é essencialmente finalizada e contextualizada.

Woods (1994) mostra a importância do contexto através das diferentes linhas de raciocínio que um operador pode seguir, a partir das mesmas informações recebidas. “Estas diferentes linhas de raciocínio são entrelaçadas e ritmadas pelas mudanças e evoluções no processo monitorado. Dependendo do estado do processo de gerenciamento de falhas (a mentalidade dos praticantes), os mesmos dados de entrada podem ter diferentes implicações²³”. O que Woods procura demonstrar é que a utilização das informações disponíveis no entorno possuem significados diferentes em virtude da representação que o operador se faz do processo.

Ao discorrer sobre o modelo de controle de Rasmussen (1983, 1986), o qual identifica três níveis de performance da atividade (baseados na habilidade, baseados nas regras e baseados no conhecimento²⁴), Cook (2001) mostra que um dos principais elementos deste modelo é justamente mostrar que o modo de processamento da informação se adapta à dinâmica do ambiente e à familiaridade com a situação específica, abrindo a possibilidade de reconhecer

²³ No original: “*These different lines of reasoning are intertwined and paced by changes and developments in the monitored process. Depending on the state of the fault management process (the mindset of the practitioners), the same incoming data may have different implications*” (p.79).

²⁴ No original: *skill-based, ruled-based e knowledge-based - (SKR)*

a importância do contexto da atividade que distingue a performance do operador daquela das máquinas inteligentes.

Da mesma forma, Sandom (2001) mostra que a análise dos riscos e sua relação com a componente humana deve ser revista: como tais riscos se originam diretamente do uso dos sistemas, faz-se necessário compreender a cognição e as ações dos operadores em seu contexto real de uso. Neste sentido, a identificação dos riscos associados ao uso do sistema pode mostrar-se necessária para a concepção de interfaces que diminuam ou eliminem estes riscos.

Os alarmes e sua adequação ao contexto da ação

A importância do contexto na atividade de operação também pode ser vista pelo estudo dos alarmes. Stanton et al. (1992) mostram que um sistema de alarmes deve ser projetado de forma a considerar as implicações dos eventos em curso. Os alarmes não são entidades individuais, mas estão conectados a outros alarmes que fazem parte de outros eventos. Estes autores propõem que se deve considerar, além das questões tecnológicas, as atividades e habilidades dos operadores: é a partir do conhecimento sobre o que o operador faz que se pode escolher a melhor maneira de apresentar-lhe a informação. Isto é, cada tipo de necessidade informacional, ligada ao contexto da ação, pode ser suprido de modos diferentes. Os autores apresentam uma cartografia que põe em relação o tipo de necessidade informacional e o tipo de canal sensitivo a explorar, mostrando que a maneira como a informação é apresentada condiciona a resposta que será dada por aquele que a percebe.

Stanton et al. (op. cit.) mostram que os alarmes são concebidos com perspectivas diversas que não só as operacionais. Para estes autores, as diferentes perspectivas utilizadas na concepção dos alarmes (a do fabricante dos equipamentos, a do projetista do sistema etc.) enfatizam aspectos da planta e não do funcionamento do operador e podem levar, em certos casos, a incompatibilidades entre as demandas atencionais e os recursos cognitivos disponíveis. Do ponto de vista do operador, a importância primordial do alarme

é a de fornecer informações que indiquem uma mudança no contexto produtivo. Os autores sugerem, assim, que as perspectivas dos projetistas e a dos usuários sejam desenvolvidas em comum acordo.

Parte dos problemas ligados a falhas na percepção e consideração de alarmes está relacionada ao fato destes serem concebidos para as operações consideradas normais, o que coloca problemas na definição do que é normal ou incidental (o que é normal para um operador pode não ser para um projetista de sistema de informações, por exemplo). Por outro lado, alarmes que são acionados cada vez que uma variável oscila podem vir a provocar uma falta de confiança dos operadores no sistema de alarmes e uma conseqüente desconsideração destes. Assim, prosseguem os autores, se tem presenciado muitas situações de risco nas quais os alarmes são desabilitados e, neste caso, os sistemas computadorizados têm ampliado as dificuldades dos operadores em virtude da complexidade do sistema, da multiplicação de informações e da ênfase dada ao papel de monitoramento do operador. Neste sentido, Stanton (1994) sugere que a concepção do sistema de alarmes depende do papel atribuído ao homem neste sistema.

Com relação às tecnologias de apresentação da informação, os autores argumentam que se por um lado os grandes painéis mímicos não promovem boas possibilidades de percepção do alarme, principalmente se o operador tiver sua atenção focada em outro ponto do painel, por outro lado, a utilização de telas de lista de alarmes não favorece a localização do parâmetro alarmado. Sob o ponto de vista cognitivo, a partir do reconhecimento de uma situação não normal, o operador constrói a sua atuação sobre a identificação do estado atual do sistema e sobre possibilidades de estado futuro, em um movimento de diagnóstico. Assim, não se pode conceber um sistema de alarmes isolado do resto do sistema de apresentação de informações, já que o operador se utiliza de ambos para suportar as suas atividades. Portanto, a concepção do sistema de alarmes deve possuir uma lógica de funcionamento em concordância com as outras fontes de informação disponibilizadas para o operador, respeitando os elementos que este considera em função da peculiaridade da situação. Para Lichnowski e Dicken (2001) esta integração das informações (que os autores

sugerem que ocorra via as diferentes interfaces disponíveis para os operadores) é fator decisivo para a otimização do controle da planta. Estes autores apontam para a importância do reconhecimento espacial dos alarmes e sugerem o seu agrupamento, no sistema, em função das áreas operacionais. São feitas ainda sugestões de princípios para a concepção de sistemas de suporte operacional, propondo a utilização de plataformas flexíveis que permitam a integração das diversas fontes de informação disponibilizadas para os operadores.

III.2. A ATIVIDADE DE SUPERVISÃO: FUNCIONAMENTO COGNITIVO, PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO E PERCEPÇÃO DO CONTEXTO OPERACIONAL

Até aqui, se viu que o contexto operacional determina parte do comportamento do operador. Contudo, deve-se considerar que o funcionamento interno do operador (cognitivo e biológico) também é elemento fundamental para a percepção do contexto. O funcionamento do operador e a percepção do contexto operacional são mutuamente determinados.

Nos parágrafos seguintes se mostrará que os recursos cognitivos do operador não são utilizados sempre da mesma forma, assumindo geometrias variáveis em função, dentre outros, das peculiaridades da situação e em função dos modos de apresentação da informação.

Para efeitos de concepção, é necessário compreender os modos de funcionamento do homem de maneira a desenvolver suportes que apoiem a apresentação de informações diretamente assimiláveis (Andorre e Quéinnec, 1998). Deve-se, por exemplo, atentar para as diferentes demandas cognitivas colocadas pelos períodos “calmos” e pelos períodos “perturbados” (Daniellou, 1996): “Trata-se ao contrário de favorecer **ao mesmo tempo** a atividade de

supervisão nesses períodos onde poucos eventos ocorrem e a gestão simultânea de vários problemas quando for o caso²⁵”.

Nos processos automatizados, a distância entre o operador e o processo a controlar faz aumentar a importância das atividades de supervisão. Cada vez mais, ao operador cabem as funções de acompanhamento indireto das evoluções dos parâmetros de produção assim como a percepção de desvios no comportamento destes.

Esta atividade de supervisão possui diversas características, as quais podem ser classificadas segundo a sua dependência em relação ao operador ou ao entorno técnico. Assim, a supervisão em sala de controle é influenciada:

- Pelo funcionamento do homem;
- Pelo funcionamento do processo controlado;
- Pelas características da interface.

III.2.1. Influências do funcionamento do homem

Em primeiro lugar, a atividade de supervisão deve ser compreendida como uma atividade que guarda relação com o contexto operacional. Os processos de procura, seleção e utilização de informações disponíveis são variáveis e ocorrem em resposta às expectativas dos operadores, refletindo tanto o seu conhecimento mais estruturado - o seu modelo mental do processo -, quanto o seu conhecimento mais efêmero da situação atual.

Iosif (1968) relaciona a atividade de supervisão ao aparecimento de desregulações de variáveis do processo e sugere que existem dois tipos de supervisão: a supervisão seletiva e a supervisão geral. Este autor mostra que a supervisão seletiva ocorre em função das desregulações encontradas e, de forma geral, esta supervisão contempla um universo reduzido de parâmetros (aqueles desregulados e outros parâmetros funcionalmente associados a

²⁵ No original: “*Il s’agit au contraire de favoriser à la fois l’activité de surveillance dans ces périodes où peu d’évènements surviennent et la gestion simultanée de plusieurs problèmes lorsque tel est le cas*” (p. 20). (Realces do texto utilizados pelo autor.)

estes). Mas, a supervisão destes parâmetros é também conduzida por expectativas quanto ao seu aparecimento, sejam estas fruto da experiência do operador, sejam elas antecipadas por outras fontes de informação (relatórios do turno passado, resultados de análises de laboratório, comunicações com outros operadores etc.). O segundo tipo de supervisão é a supervisão geral, através da qual o operador “varre” visualmente o quadro de comando. Este tipo de supervisão é mais característico do funcionamento normal das instalações, mas ocorre também durante desregulações de parâmetros.

Este autor mostra que em função de sua experiência o operador pode antecipar e prever (consciente ou inconscientemente) a ocorrência das desregulações (o modo, a localização e o momento desta ocorrência). A detecção dos sinais de desregulação ocorre a partir das expectativas que o operador possui sobre o aparecimento destes sinais e tais expectativas guardam estreita relação com o modelo mental do operador sobre o processo, modelo este oriundo de sua experiência e de sua formação.

Os resultados do estudo de Losif (op. cit.) mostram que a detecção dos sinais e a conseqüente percepção das desregulações decorrem do estabelecimento consciente de uma ordem de exploração da interface (neste caso, o quadro de comando) que tem como princípio norteador a economia de tempo. Os critérios de decisão que estabelecem a ordem de exploração das informações não são fixos; eles variam em função dos critérios de prudência adotados e podem ser influenciados pela formação e determinados pelo cansaço. Na mesma direção, Donald (2001) sugere que a carga de trabalho (tanto mental e cognitiva como física e temporal) possui influência no comportamento em relação à vigilância, fator com conseqüências diretas sobre a supervisão.

Do ponto de vista do funcionamento do operador, vê-se que a detecção da evolução dos parâmetros está principalmente relacionada a um movimento consciente de exploração seletiva e não somente pela disposição destas informações na interface. É a antecipação de desregulações feita com base na utilização proposital de diversas fontes de informação que orienta a atividade de supervisão.

Ritmos circadianos e processamento da informação

Embora as informações tratadas neste tópico não representem o centro da tese, sua colocação se justifica por sua importância no estudo da atividade em situações onde ocorre o trabalho em turnos.

Os ritmos circadianos são ajustados pela exposição à luz do dia e à escuridão, os quais influenciam um mecanismo central no hipotálamo de forma que o estado interno de uma pessoa varia de forma previsível durante 24 horas (Donald, 2001). Em consequência, é esperado que a performance cognitiva e psico-motora encontre uma baixa durante a noite. Principalmente nas últimas horas deste período do dia, a manutenção de altos níveis de alerta e performance é extremamente difícil.

Entretanto, as demandas de produção não mudam em função da hora do dia: operadores em turnos noturnos devem cumprir com as mesmas obrigações de quantidade e qualidade que seus colegas em turnos diurnos. Deste fato resulta que diferentes mecanismos cognitivos são utilizados para lidar com as flutuações nos níveis de alerta e atenção que ocorrem em função da hora do dia ou da noite. Estas flutuações internas do homem podem e devem ser apoiadas pelos sistemas de apresentação de informação, tanto com relação ao seu conteúdo como com relação à sua estrutura.

Em um estudo sobre o impacto do trabalho em turno nas modificações da atividade de supervisão, Andorre e Quéinnec (1998) mostram que em função do turno, operadores consultam as diversas fontes de informação com freqüências diferentes. Os resultados mostram que durante a noite, quase todas as fontes de informação (sinópticos, dados operacionais, gráficos de tendência, páginas de alarmes e outras páginas) foram menos acessadas do que nos outros dois turnos, perfazendo uma consideração de um menor número global de informações acessadas. A única exceção diz respeito aos gráficos de tendência, cuja freqüência de consulta manteve-se praticamente a mesma durante os três turnos.

Os resultados do estudo mostram que ao mesmo tempo em que os operadores alteram seu modo de trabalho e a maneira de processar a informação em função de seu estado interno (o qual varia, dentre outras razões, em função da hora do dia), algumas demandas da atividade parecem influenciar o ritmo biológico. Os autores mostram como, em seu estudo, o início dos turnos era marcado por uma intensa atividade de consulta a informações, independentemente do turno, e sugerem que esta exigência da tarefa diz respeito às demandas cognitivas para a construção de uma representação mental do processo, necessária para a tomada de decisões.

As diferenças na frequência de consulta às diversas fontes de informação demonstram que as variações circadianas provocam uma reorganização da atividade que reflete variações nos objetivos do operador ao longo dos diferentes momentos do dia. Os tipos de informação consultada guardam relação com o tipo de processamento da informação utilizado: durante a noite, o processamento do tipo sintético (exemplificado pela consulta aos gráficos de tendência) se sobrepõe ao processamento do tipo analítico, utilizado com maior frequência durante a tarde e exemplificado pela consulta às páginas de alarmes.

Os autores sugerem que o processamento sintético seria utilizado para estabelecer uma visão global do processo e por este motivo seria menos demandante em termos de raciocínio, já que não trataria de se aprofundar na análise e interpretação apurada de dados. Entretanto, o estudo revela que esta tentativa de construção de uma representação do processo marca a consulta aos sinóticos durante todos os turnos e que as altas frequências de consulta a este tipo de página revelariam uma tentativa de transpor o problema da partição da informação em diferentes telas, problema abordado por diversos autores e amplamente discutido em capítulos anteriores (ver, por exemplo, o item “A perda da visão global do processo”, no capítulo I).

Para Daniellou (1986), em virtude da variação das capacidades psicofisiológicas do operador em função da hora do dia ou da noite, os sistemas de

apresentação de informações poderiam ser flexíveis o suficiente de modo a permitir a utilização de “estratégias do dia” e de “estratégias da noite” (p.128).

III.2.2. Influências do processo industrial

A atividade de supervisão se desenvolve também em função das características do processo industrial. Ao explorar a atividade de supervisão de um quadro de comando por operadores de uma termoelétrica, Losif (1968) mostra que a frequência de consulta visual ao dispositivo tem relação direta com a frequência de desregulação de alguns parâmetros. Isto é, quanto mais frequentes as desregulações, mais frequentes as consultas. Além disso, a importância funcional de alguns parâmetros do processo também influenciam na frequência de exploração visual destes.

O autor mostra que o tempo de intervalo entre ações de consulta é por vezes determinado por antecipações precisas de situações críticas do processo tecnológico (p.82), referindo-se, sobretudo, a uma série de correlações tecnológicas no funcionamento dos parâmetros.

Losif mostra ainda que a flexibilidade dos critérios de decisão relativos à definição do modo de exploração da interface é necessária também em virtude das variações do estado funcional dos processos tecnológicos e das especificidades técnicas das instalações. A complexidade da situação industrial aparece como elemento de conformação das exigências cognitivas e de processamento das informações, pronunciando o uso da memória de trabalho e da interpretação cognitiva (Donald, 2001) na avaliação das informações disponíveis.

Em consonância com os resultados apresentados pelos autores citados acima, Zwaga e Hoonhout (1994) mostram que os resultados das observações realizadas por eles indicam que a atividade de supervisão dos operadores ocorre de forma a coincidir com o estado do processo. Mas estes autores mostram que a supervisão do processo toma a forma de uma atualização

constante do estado das instalações, mesmo sem a presença de alarmes, que em última instância representariam as desregulações consideradas no estudo de Iosif (*op. cit.*). Assim, a forma pela qual a atividade de supervisão é realizada e o tipo de informação utilizado neste processo dependem do tamanho e da complexidade da planta, obrigando à consulta visual constante de grupos de parâmetros inter-relacionados.

III.2.3. Influências da interface

As características da interface com influência na atividade de supervisão são vistas aqui a partir de sua importância na atividade do operador como um todo e não a partir de suas características intrínsecas. Assim, Iosif (*op. cit.*) mostra que a detecção de desregulações é também influenciada pelo tamanho da interface: devido às limitações do aparelho visual do operador, não lhe é possível ter toda a área de apresentação de informações sob os olhos. Esta característica imprime à atividade de supervisão aspectos temporais e espaciais relacionados à exploração da interface. A varredura visual da interface demanda tempo para a percepção dos diversos elementos situados espacialmente em sua superfície. O autor cita resultados de outras pesquisas que mostram que a forma do traçado de exploração, a seleção dos elementos a considerar e que outros procedimentos utilizados pelos operadores são condicionados em grande parte pelas características de construção do quadro e pela organização dos elementos de informação sobre este (p. 79). Iosif (*op. cit.*) mostra que, em seu estudo, a exploração do quadro de comando pelos operadores seguia padrões geométricos constantes, em virtude da disposição dos aparelhos em linhas horizontais formando colunas.

Mas a interface pode ser caracterizada por apresentar mais do que apenas um dispositivo de apresentação de informações. Em muitas situações de operação em sala de controle, os operadores têm à sua disposição diversos monitores de computador ou de CFTV²⁶. Nestes casos, alguns autores procuraram estabelecer uma relação entre a efetividade da supervisão e o número de telas

²⁶ Circuito Fechado de Televisão

do sistema de informações. Donald (2001), por exemplo, cita Wallace et al. (1995) para mostrar que a efetividade da atividade de supervisão tem relação com o número de monitores a supervisionar, passando de uma média de acertos de 85% no caso de um único monitor para 53% no caso de oito monitores. Mas estes resultados encontram oposições: para O'Hara e Brown (2002), por exemplo, o número de monitores disponíveis para o operador tem influência positiva em sua carga de trabalho justamente por oferecer maior possibilidade de acesso direto às informações evitando assim a procura por telas específicas. Já para Lichnowski e Dicken (2001) devem ser fornecidas aos operadores interfaces com área suficiente para a exibição do grande número de informações presentes nos sistemas automatizados, mesmo que esta área seja fornecida por diferentes monitores ao mesmo tempo. Para estes autores, a definição do número de monitores a utilizar demanda uma análise detalhada da tarefa que considere, dentre outros, o nível de automação e o tamanho e a complexidade das instalações, mas uma outra solução possível é a disponibilização de grandes telas. Estas, segundo os autores, seriam mais voltadas à visualização do conjunto das instalações e poderiam apresentar as mesmas características dos antigos painéis. A interface, neste caso, poderia representar um suporte à percepção do contexto operacional em virtude das possibilidades de visualização do todo operacional.

Uma outra alternativa para um suporte possível das interfaces na construção do contexto é proposta por Zwaga e Hoonhout (1994) que mostram que no caso de operações suportadas por computadores, como é o caso nas situações onde o controle é baseado nos SDCDs (sistemas digitais de controle distribuído), a atividade de supervisão se vê dificultada pela disponibilização seqüencial da informação. Uma das soluções propostas pelos autores é a utilização de informações paralelas, o que poderia ser alcançado através do uso de telas com conteúdo flexível e não pré-determinadas pelos fabricantes dos sistemas de controle automatizado. No entanto, a flexibilidade do conteúdo das telas não deve ser perseguida a qualquer custo já que a localização fixa de certas informações auxilia na utilização de modos automáticos de processamento cognitivo (O' Hara, 2002) e demanda menor constância de navegação (Groot e Pikkar, 2006).

III.3. DA PERCEPÇÃO DO CONTEXTO À CONSTRUÇÃO DE SUA REPRESENTAÇÃO

O advento das novas tecnologias provocou o afastamento do operador do processo, como visto nos capítulos anteriores. Agora, o operador age sobre uma interface e não mais diretamente sobre os equipamentos do processo a controlar. Como mostram Leplat e Pailhous (1972), este afastamento cria uma necessidade de construção de uma representação do funcionamento do processo que permita a organização da ação do operador. Esta representação do processo se constrói através das informações indiretas de que o operador dispõe, em boa parte disponibilizadas pela interface computacional.

Diversos estudos mostram que a efetividade da ação do operador tem relação direta com a representação que este se faz do processo a controlar. Sem este modelo do real, a atividade do operador em sala de controle encontra-se fadada à inexistência. Mas de que tipo de modelo estamos falando? Trata-se do conhecimento do estado atual das condições operacionais, isto é, de como estão funcionando os diversos equipamentos e quais as previsões de partida e parada? Ou trata-se de conhecimentos mais estruturais, relativos ao funcionamento mecânico dos equipamentos ou ainda ao comportamento físico-químico do processo? Ou, ainda, de uma combinação destes dois tipos de conhecimentos?

Nos parágrafos que seguem, vão ser apresentados os conceitos de modelo mental, representação e *situation awareness* e veremos como estes mantêm relações com a construção e a manutenção dos conhecimentos necessários à ação. Em um segundo momento, veremos como a concepção de sistemas de apresentação de informações em sala de controle pode tirar proveito destes conceitos. Oportunamente, proporemos que a abordagem instrumental seja utilizada como referencial teórico para o desenvolvimento de suportes informacionais que levem a um melhor aproveitamento (em termos de eficiência, saúde e desenvolvimento) destas representações mentais na ação operacional cotidiana.

III.3.1. Modelo mental, representação e situation awareness

As expressões “modelo mental”, “representação” e “*situation awareness*” encontram usos diversos na literatura. Para Bainbridge (1992), por exemplo, modelo mental é a estrutura de conhecimentos utilizados durante uma tarefa para perceber os estados de uma realidade potencialmente em transformação. Para Daniellou (1986), o modelo mental é um conjunto heterogêneo de conhecimentos que permitem ao operador tratar tanto as situações conhecidas como as imprevistas. Para a psicologia anglo-saxônica, ao modelo mental é dado o status de representação permanente, conceito portador de uma dinâmica evolutiva própria à sua interação com os sistemas e artefatos (Rabardel, 1995). Esta noção afasta-se das duas primeiras mencionadas acima, que defendem uma configuração mais rígida dos conhecimentos formadores do modelo mental, e se aproxima mais do conceito de “representação”, como se verá adiante.

Com vistas a tentar esclarecer o sentido de tais conceitos, Losif (1993) propõe uma classificação de modelo mental, representação e modelo cognitivo, a qual será utilizada por nós como referencial semântico. Em primeiro lugar, Losif diferencia modelo mental e representação de modelo cognitivo atribuindo a este último um caráter de processo e aos dois primeiros o status de produtos. Com relação a estes, este autor os diferencia tendo como base de comparação o tipo de memória utilizada para a construção de cada uma destas estruturas de conhecimento. Assim, modelo mental refere-se a um sistema de conhecimentos declarativos e procedurais estocado na memória de longo prazo, enquanto que representação é a construção transitória e específica que utiliza os recursos da memória de curto prazo. Mas o autor amplia os elementos de diferenciação, opondo a noção de conhecimento à de representação. Para ele, esta última possui um caráter efêmero por natureza, desaparecendo assim que muda a tarefa para a qual ela foi utilizada (entretanto, o autor cita Richard, 1990, para quem partes das representações, sob certas condições, passam a ser estocadas na memória, em um processo de construção de conhecimento). Para Losif, contrariamente à psicologia anglo-

saxônica citada por Rabardel, é apenas a partir da existência dos conhecimentos do modelo mental que a construção das representações se torna possível. Para este autor, o modelo mental é, ao mesmo tempo, um produto e um processo (p. 288) que tem sua importância no contexto da ação do operador por permitir a construção da representação, a partir do momento em que ele contém uma modelização estável (mesmo que dinâmica) tanto das propriedades do sistema como do conteúdo do seu próprio trabalho. O modelo mental é uma construção cognitiva anterior à representação, uma base de conhecimentos sobre o sistema exterior estocada na memória de longo prazo.

Em contraposição, a representação revela-se por sua fragilidade temporal: ela deve sua existência às peculiaridades da situação e da tarefa que a fazem aflorar ao mesmo tempo em que encontra sua precária estabilidade nas limitações da memória de curto prazo. Mas existem duas características fundamentais que possuem as representações. A primeira é a sua relação com a ação (representações são construídas para orientar uma ou um conjunto de ações específicas e situadas) e a segunda é o seu caráter incompleto, como propõe Rabardel (1995): “Por questões de economia no plano do funcionamento cognitivo, ela compreende apenas os elementos pertinentes à ação. A representação não visa a completude, ao contrário²⁷” (p. 118). Esta conclusão é compartilhada por Losif (1968), como visto anteriormente, para quem a economia cognitiva é o princípio que rege as estratégias de exploração da interface, fazendo com que apenas alguns elementos do contexto sejam considerados.

Para Losif (op.cit.) em virtude das relações que entretêm as representações com o conhecimento do presente e com os objetivos da tarefa, estas podem revestir-se de um caráter antecipatório do ambiente, dos meios, das ações e suas conseqüências (p. 289) e não somente circunscreverem-se à consideração funcional proposital de um grupo de elementos. Neste sentido, a definição de representação de Losif se aproxima daquela de situation

²⁷ No original: “*Pour des raisons d'économie au plan du fonctionnement cognitif, elle ne comprend que les éléments pertinents pour l'action. La représentation ne vise donc pas à la complétude, au contraire*”. (Rabardel, 1995, p. 118).

awareness, de Endsley (1995), como veremos adiante, ao mesmo tempo em que permite a ampliação da noção de representação, fazendo com que esta não seja considerada apenas como a construção mental instantânea de uma realidade exterior, mas antes como uma forma de conhecimento do presente voltada para a ação futura. Isto é, a representação não se restringe aos limites do conhecimento descontextualizado dos elementos da situação operacional: a sua constituição e emergência têm seus contornos moldados por uma projeção do estado futuro do funcionamento do sistema. Como resume Andrieu (2007): “o cérebro antecipa e determina as condições da ação enquanto que o corpo interage com o ambiente²⁸” (p.320).

Para Daniellou (1986), a representação (ou grupo de conhecimentos de fato utilizados e ativados a partir das informações disponíveis em um momento específico) surge a partir da consideração de um número reduzido de conhecimentos do modelo mental. Para este autor, a importância da representação reside em sua eficiência com relação ao tratamento de situações imprevistas. A necessidade de construção, a cada momento da atividade, de uma representação do processo que permita o tratamento de situações imprevistas é vista por este autor como crucial e para a qual ele consagra grande parte das recomendações de seu livro.

Um conceito que possui grande proximidade com aquele de representação é o conceito de situation awareness. Este conceito tem recebido atenção recente de um importante número de pesquisadores da atividade em sistemas complexos e tem visto florescerem modelos que lhe pudessem definir os limites teóricos e os usos práticos. A importância do conceito reside no fato de ele representar um aspecto cognitivo da atividade em sistemas complexos responsável por fornecer ao operador uma imagem da realidade exterior, base para a tomada de decisões. Para Bedny e Meister (1999), a importância da *situation awareness* se justifica pela possibilidade que ela oferece ao operador de desenvolver a parte de “orientação” da atividade (estes autores se apóiam sobre a teoria da atividade, a qual pode ser dividida em três estágios: a

²⁸ No original: “*le cerveau anticipe et détermine les conditions de l'action tandis que le corps interagit avec l'environnement*”.

orientação, a execução e a avaliação). Uma orientação falha compromete a compreensão da situação, com possíveis efeitos negativos sobre as outras etapas da atividade: “Distorções da componente de orientação resultam na incompreensão da situação e podem causar efeitos cascata sobre todas as outras fases da atividade²⁹” (p.64). Isto é, tomar ciência da situação é condição *sine qua non* para agir.

Para Endsley (2001), a *situation awareness* sempre foi necessária para a efetiva execução de tarefas, principalmente pelos desafios colocados pelas novas tecnologias. Para esta autora, a *situation awareness* é o produto resultante dos processos de percepção, compreensão e projeção. Ela utiliza a seguinte definição (Endsley, 1995): “*Situation awareness* é a percepção de elementos no ambiente em um volume de tempo e espaço, a compreensão de seu sentido, e a projeção de seu estado em um futuro próximo³⁰” (p.36). Neste sentido, ela se opõe a Bedny e Meister (1999), para quem não se pode discorrer sobre o modelo mental interno ao operador sem considerar o processo pelo qual este modelo se constrói. Entretanto, o modelo de Endsley é contraditório, já que define a *situation awareness* como um produto ao mesmo tempo em que utiliza, em sua definição, substantivos que pressupõem uma dinâmica e não o resultado desta (ela não utiliza, por exemplo, “contexto percebido”, mas “percepção”). Mesmo assim, o ponto de vista da autora de abordar a *situation awareness* como o resultado de uma construção e não como a construção em si, permite que se aborde o comportamento cognitivo do operador de sistemas complexos a partir do seguinte ponto de partida: na realidade, o operador age a partir de uma representação momentaneamente estática que lhe permite, para aquela condição espaço-temporal específica, definir seus objetivos e escolher seus recursos. Esta possibilidade de abordar o comportamento cognitivo do operador não elimina a questão da dinâmica à qual ele está constantemente submetido. Pode-se imaginar, assim, que a construção dinâmica da representação se faz a partir da sobreposição e da

²⁹ No original: “*Distortions of the orientational component result in misunderstanding of the situation and can cause ripple effects on all other stages of activity*”.

³⁰ No original: “*Situation awareness is the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future*”.

evolução de representações se não estáticas momentaneamente, pelo menos temporalmente situadas. Neste sentido, a *situation awareness* de Endsley conserva toda a sua utilidade, já que sugere que esta sobreposição de imagens do mundo exterior ocorre através da percepção de seus elementos, da compreensão de seu significado naquele momento específico, mas também no contexto da ação em um horizonte de tempo mais amplo, através da projeção de possíveis desdobramentos de suas ações no estado do processo. Para Bedny e Meister (*op. cit.*), contudo, a extração de representações oriunda da atividade de orientação é realizada ativamente, não se tratando apenas da simples percepção dos elementos que compõem as representações.

As diferenças entre estes modelos são abordadas por Salmon et al. (2008) que fazem um levantamento histórico do uso do conceito de *situation awareness* na literatura comparando principalmente os modelos de Endsley (1995), Bedny e Meister (1999) e Smith e Hancock (1995). Os autores apresentam as principais características de cada um dos modelos, identificando seus pontos fortes e fracos. Segundo os autores, o modelo de Endsley é o mais citado na literatura; contudo, a separação proposta por Endsley entre produto e processo, como visto acima, é pouco estável, já que a definição dos produtos (os níveis do modelo: percepção, compreensão e projeção) sugere o próprio processo para sua obtenção como mencionado acima. Outras críticas são feitas pelos autores com relação à utilização, no modelo, de conceitos incompletamente compreendidos pela comunidade científica e até de referências “problemáticas” a alguns conceitos (Smith e Hancock, 1995). Mas a maior “falha” do modelo de Endsley está, segundo Salmon *et al.*, em sua incapacidade de lidar com o aspecto dinâmico da *situation awareness*.

Em contrapartida, segundo Salmon et al., o modelo de Bedny e Meister baseado na teoria da atividade oferece uma descrição mais dinâmica do processo de aquisição da *situation awareness*, principalmente a descrição do modo como a *situation awareness* modifica a interação com o entorno e como esta interação, por sua vez, modifica a própria *situation awareness* (p. 306). A maior crítica que este modelo recebe diz respeito à falta de evidências empíricas que o sustentem.

Para Salmon et al., o modelo que melhor define os modos de aquisição e manutenção da *situation awareness* é o de Smith e Hancock (1995). Segundo os autores, este modelo repousa sobre bases teóricas sólidas, define com clareza o processo de aquisição da *situation awareness* assim como o produto (a *situation awareness* resultante) ao mesmo tempo em que dá conta do caráter dinâmico desta construção. Para Salmon et al., contudo, todos os modelos possuem componentes úteis apesar de nenhum deles apresentar evidências empíricas que os validem diretamente.

Outro autor que se debruçou sobre o conceito de *situation awareness* foi Carl Sandom (2001). Este autor mostra que existem duas vertentes principais da *situation awareness*: a cognitiva e a interacionista. Para a primeira, Sandom cita Endsley (1995) e outros, mostrando como pairam sobre este conceito tanto tratamentos mais voltados ao processo de aquisição quanto tratamentos mais voltados a considerá-lo como um produto. Já a segunda vertente, interacionista, considera a *situation awareness* como a construção mental do observador sobre as interações do observado com o seu entorno. Para os interacionistas, a *situation awareness* é um conceito dinâmico que deve sua origem à interação entre o homem e seu ambiente opondo-se a um simples retrato do modelo mental do sujeito.

Assim, em meio a esta falta de definição comum, Sandom propõe abordar o conceito de *situation awareness* do ponto de vista da cognição situada, sugerindo que ele seja utilizado tanto como processo como produto: “(...) o conhecimento atual da situação afeta o processo de aquisição e interpretação de novos conhecimentos em um ciclo existente³¹” (p. 55). Neste ponto, este autor aproxima-se das contribuições de Losif (1993), para quem o modelo mental do sujeito é também produto e processo cognitivo. Mas a questão principal sobre a qual se debruça Sandom é definir as componentes humanas e técnicas da *situation awareness* nos sistemas regidos pela interação homem-máquina. Para tal, o autor sugere a utilização de dois modelos: um voltado à consideração dos aspectos humanos da *situation awareness* no sistema (o “SA

³¹ No original: “(...) *the current awareness of a situation effects the process of acquiring and interpreting new awareness in an ongoing cycle*”.

process model”) e outro voltado à inclusão das interações entre o homem e o sistema relacionadas à *situation awareness* (o “*SA interaction model*”). A partir da junção destes dois modelos, o autor cria um modelo sistêmico da *situation awareness* que considera, segundo o autor, tanto os seus aspectos humanos quanto seus aspectos técnicos. Estes modelos de avaliação da *situation awareness* são desenvolvidos pelo autor de forma a possibilitar a análise do processo de *situation awareness* em situações naturais (através de um modelo genérico, o “*System SA model*”).

Desta forma, o autor sugere que este modelo de análise seja utilizado para identificar as situações de uso do sistema onde há riscos relacionados à *awareness* do operador, estejam elas presentes nas interações automáticas ou nas rupturas nas interações. O intuito do autor é, assim, assegurar que a concepção dos sistemas homem-máquina considere tais aspectos de fragilização da *situation awareness* sendo capazes, assim, de contribuir positivamente para a segurança das operações.

III.3.2. O papel da interface na construção da situation awareness

É sobre as características situadas e contextualizadas da atividade que nos debruçaremos para expor a importância da *situation awareness* enquanto elemento cognitivo de suporte à decisão e à ação. Sob este ponto de vista, a interface possui então duas funções principais, as quais devem ser consideradas conjuntamente quando de sua concepção. Por um lado, a interface deve possibilitar a percepção dos elementos pertinentes da realidade das instalações, em compasso com a sua dinâmica físico-química e dos objetivos de produção atuais; por outro lado, a interface deve possuir elementos que permitam a atuação remota do operador nos equipamentos do processo, permitindo-lhe influir no funcionamento das instalações. Isto é, os artefatos presentes no entorno operacional devem, ao mesmo tempo, permitir uma representação do processo a controlar de acordo com as necessidades específicas do momento e permitir o acesso aos seus componentes que permitam a sua condução. Estas características de orientação e execução da interface devem ainda ser complementadas por uma função de avaliação, de

forma a suportar os três níveis da atividade, segundo Bedny e Meister (1999). É o feedback das informações, na interface, que possibilita que o operador avalie suas ações e, assim, intervenha na estrutura de orientação e execução de suas ações sobre o entorno técnico.

Béguin e Clot (2004), ao discutir sobre a efetivação da ação e, mais precisamente, sobre as diferentes abordagens da ação situada, mostram que segundo a abordagem ecológica, quanto mais experiente o operador, menor o planejamento formal que este faz da ação. A experiência se baseia sobre a pronta utilização de habilidades e formas de ação, as quais repousam sobre a capacidade do operador de distinguir índices perceptivos (p. 39). Neste caso, o raciocínio cede lugar à percepção e à manipulação na construção de representações do mundo. Estão aqui reunidas as duas funções principais das interfaces, como mencionado acima: suporte adaptado à extração das informações pertinentes via canais sensoriais (apoio à percepção) e base técnica simbólica de atuação no mundo exterior (apoio à manipulação). Estes autores referem-se aos “artefatos cognitivos” em referência a Norman (1994) para sugerir que os objetos possuem uma função de controle da ação: “Alguns têm uma função de representação da ação (eles visam facilitar a manipulação e a execução), outros servem como suportes informacionais para a ação (eles facilitam a memória e o tratamento dos símbolos)³²” (p. 40). Mas Béguin e Clot sugerem que a “rotinização” dos procedimentos do operador experiente, que faz com que este aja quase sem planificação, tem relação com um movimento de “submissão³³” do ambiente: o operador prepara o entorno de forma a que a organização resultante facilite o cumprimento da ação. Esta idéia compõe o mesmo pano de fundo da noção de gênese instrumental, já que pressupõe a atividade construtiva do desenvolvimento de recursos e traz à tona a importância da consideração (pelo menos para a ergonomia francófona) das diferenças que o prescrito e o real têm para a atividade. É o que os autores chamam de o “dado” e o “criado”, configurações em cujo interstício ocorrem os

³² No original: “Certains ont une fonction de représentation de l’action (ils visent à faciliter la manipulation et l’exécution), d’autres servent de supports informationnels pour l’action (ils facilitent la mémoire et le traitement des symboles)”

³³ No original: *asservir*.

embates entre a atividade produtiva e a atividade construtiva e que representa o espaço temporal singular do desenvolvimento.

No mesmo sentido, Luff e Heath (2001) mostram, a partir dos resultados de seus estudos sobre salas de controle de estações do metrô londrino, que os operadores combinam os recursos tecnológicos disponíveis de maneira singular, em função de suas necessidades operacionais específicas orientadas pela atividade contextualizada. Os autores escrevem: “(...) supervisores administram uma série de tecnologias heterogêneas para coordenar sua resposta a eventos e incidentes em curso nas estações³⁴” (p. 160). Em termos de situation awareness, os autores mostram que os operadores não buscam apenas manter ciência (awareness) da situação: o monitoramento das telas de CFTV está acoplado às contingências locais, às demandas momentâneas e deriva da orientação individual da relação seqüencial entre os eventos particulares e a atividade (p. 160). Apresenta-se claramente aqui o papel mediador da interface, o papel de instrumento da ação adaptada à conjuntura específica.

Assim como Bødker (1989), estes autores sugerem que a interface não deve se tornar um elemento a mais para os operadores gerirem. Assim, Luff e Heath apontam que as novas tecnologias deveriam ser concebidas de forma a suportar as práticas diárias dos operadores e, neste caso específico, deveriam permitir a manutenção da awareness nas atividades seqüenciais e interacionais, já que é a partir do entorno tecnológico que os operadores da sala de controle organizam a ação coletiva com os operadores de área. É a partir dos indícios percebidos nas imagens (o reconhecimento de padrões particulares) e da organização coletiva da ação de prevenção de eventos que os operadores da sala de controle vêem o “mundo além da imagem” (p. 158), mas eles alertam para o fato de que a identificação de incidentes vai além do reconhecimento de padrões nas telas: os eventos em curso devem ser contextualizados a partir daquilo que também não é visto nas imagens e que deriva, em última instância, da experiência do operador. Uma importante

³⁴ No original: “(...) supervisors manage a range of heterogeneous technologies to co-ordinate their response to events and incidents occurring in the stations”

contribuição de Luff e Heath é mostrar que os operadores da sala de controle, em função de sua atividade em um dado momento, organizam os diversos artefatos disponíveis assim como as comunicações com outros operadores para se construir os recursos que lhes permitam agir segundo as peculiaridades historicamente situadas da atividade.

As relações entre a interface e a construção da representação pelo operador já foram alvo de diversas proposições, sugestões e recomendações que procuraram desenvolver modelos para apoiá-las. Como visto em capítulos anteriores, existem correntes mais voltadas ao estudo das componentes técnicas desta relação (que consideram mais aspectos da interface e modelizam o aspecto humano como um sistema de processamento de informações sujeitos às mesmas leis de funcionamento que os computadores, por exemplo) e outras mais voltadas à compreensão do elemento humano nas situações de trabalho regidas pela presença de artefatos computacionais autônomos.

III.3.2.1. Vigilância, interface e *situation awareness*

Parte destas últimas correntes defende que as interfaces devem suportar os modos de processamento cognitivo da informação, ajustando-se às limitações do ser humano. Por exemplo, Donald (2001) debruça-se sobre aspectos da vigilância e propõe que os sistemas automatizados sejam concebidos de forma a que os requerimentos operacionais, o projeto do mobiliário e do ambiente de trabalho, dentre outros, estejam voltados para a melhoria da vigilância. O autor considera que possam ocorrer, durante a concepção, mudanças na atribuição dos papéis desempenhados pelo homem e pelo computador no controle do sistema (com uma maior ênfase nas funções de monitoramento sendo desempenhadas pelo homem, por exemplo), mas que estas devem ser realizadas de forma a facilitar não só a vigilância de todo o sistema, mas também os processos de tomada de decisão por parte do homem. O autor propõe que o aumento de vigilância do operador pode ser apoiado de três formas: pela gestão, pelo treinamento e pela tecnologia.

Em primeiro lugar, para Donald a melhoria da vigilância via aspectos de gestão pode ser operacionalizada pelo reforço do coletivo de trabalho, através da presença de um maior número de operadores na mesma área, de forma a permitir que falhas na percepção de uns possam ser compensadas pela presença de outros. Da mesma forma, as melhorias podem advir da rotação de tarefas e da polivalência, permitindo que ocorram mudanças nas demandas de atenção dos operadores ou da própria distribuição temporal dos períodos de trabalho e descanso.

Sob o ponto de vista individual, o autor relaciona a capacidade de vigilância do operador com a sua possibilidade de diferenciar prioridades operacionais, o que seria realizado através do retorno de informações sobre o seu desempenho oferecido pela interface: “O fornecimento de um feedback sobre o desempenho do operador ressalta a capacidade de se diferenciar efeitos prioritários de não-prioritários e aumenta a motivação quando o indivíduo recebe o reconhecimento de realizações positivas³⁵” (p. 47). Mas, apesar de defender uma adaptação do sistema ao homem no sentido de aumentar sua capacidade de vigilância, o autor destaca paradoxalmente que pequenos esforços por parte da organização em procedimentos de seleção de pessoal podem representar ganhos consideráveis na performance global do sistema (através da avaliação de capacidades individuais de alta vigilância).

Em segundo lugar, o autor propõe que as capacidades de aumento da vigilância dos operadores podem ser aumentadas através da formação. Desta forma, o treinamento dos operadores seria direcionado para o reconhecimento de situações incidentais e para a identificação de “situações perturbadoras”, caracterizadas por sua pequena importância operacional ou por sua ambigüidade. O intuito principal dos treinamentos seria permitir a avaliação rápida das diferentes situações passíveis de ocorrer (inclusive aquelas inesperadas), de forma a economizar tempo na sua interpretação e diminuir os tempos de resposta.

³⁵ No original: “*The provision of a feedback loop on operator performance enhances the capacity to differentiate priority from non-priority effects and increases motivation when the individual is given recognition for positive accomplishments*”.

Por último, para Donald, vem o elemento tecnológico no apoio ao processo de vigilância. Para este autor, a tecnologia dos atuais sistemas computadorizados deve ser utilizada principalmente para apoiar a atividade dos operadores e não para substituí-los. O suporte do sistema pode ser efetivado de duas formas principais. Seja de uma forma pró-ativa, pela notificação das condições de risco potenciais, seja de uma forma reativa, auxiliando os operadores a examinar a potencialidade de risco. Para este autor, a tecnologia deve ser utilizada principalmente para elaborar análises de diversos elementos e apresentar os resultados ao operador, fazendo com que este concentre suas atenções nestes elementos. Como resultado, a tecnologia promoveria uma maior vigilância a partir do momento em que amplificaria a origem dos sinais. Estabelece-se, assim, uma relação direta entre saliência e percepção da informação que deixa de fora as possibilidades que a tecnologia ofereceria para ser utilizada como meio de construção das representações do processo.

III.3.2.2. Os alarmes como apoio a uma visão de conjunto

Outros autores vêem na gestão dos alarmes um ponto essencial nas situações modernas de controle de processo, principalmente porque estes são utilizados para comunicar ao operador informações de importância crucial para a integridade de todo o sistema (Stanton, 1994). Este autor chama a atenção para a necessidade de se estabelecer uma relação entre o aparecimento do alarme e a tarefa como um todo, e não apenas em relação à detecção de um único evento. A necessidade desta inclusão do contexto na lógica do sistema de alarmes se mostra em sua forma mais limítrofe quando Stanton et al. (1992) transcrevem os últimos diálogos entre um piloto de avião e seu co-piloto, pouco antes do acidente fatal. O aparecimento dos alarmes dentro da cabine ocorreu de forma isolada, sem cumprir a sua função de colocar os pilotos em situação de compreender o contexto do desvio funcional (no caso, a abertura do reverso, descoberta tarde demais). Mas estes autores mostram também que a utilização do alarme enquanto elemento “captador” de atenção pode ser paradoxal se o desvio de atenção provocado por ele implicar no abandono de uma operação mais importante, principalmente em situações onde a alocação dos finitos recursos cognitivos é essencial como nos sistemas complexos.

Uma importante contribuição feita pelos autores diz respeito à necessidade de se considerar a atividade real dos operadores na concepção dos sistemas de alarmes (ao invés de se pensar que informações o sistema pode oferecer, pensar em quais ele deveria oferecer, p. 92) de forma a definir os meios mais apropriados para apresentar a informação veiculada pelos alarmes. Estes meios exploram de forma diferenciada vários dos sentidos humanos em função do tipo de atividade desenvolvida (por exemplo, listas de teste favorecem tarefas temporais; diagramas sinópticos favorecem tarefas espaciais; locução favorece tarefas de classificação semântica etc.), e permitem o tratamento paralelo da informação sem que haja competição de recursos cognitivos.

Outras correntes propõem ainda que as interfaces sejam flexíveis de modo a que seja possível ao operador ajustá-las às suas necessidades informacionais momentâneas. Por exemplo, Lichnowski e Dicken (2001) propõem que a passagem dos painéis de instrumentos para os consoles com monitores de computador (dos hard control desks para os soft desks) garanta a possibilidade de ver diferentes dados em diferentes telas e que a seleção das informações possa ser feita não só de forma rápida e fácil como também de diversas maneiras. Assim, dentro de um contexto de concepção no uso, devem ser disponibilizados para o operador recursos flexíveis o suficiente que lhe permitam ajustá-los às suas necessidades operacionais específicas à singularidade da situação. Este ponto de vista abre espaço para que a concepção do entorno artificial como suporte à construção da *situation awareness* seja apoiada pela abordagem instrumental.

CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo, se discutiu da importância da consideração do contexto operacional na atividade de operação em sala de controle. Mesmo se esta consideração não significa uma ruptura para a ergonomia francesa, já que esta tem como base de desenvolvimento a noção de atividade real (que inclui obrigatoriamente o contexto da ação), os recentes movimentos conceituais de língua inglesa voltados ao estudo da atividade em controle de processo que

exaltam a necessidade de compreensão da realidade do trabalho do operador legitimam a discussão do assunto nesta tese.

Neste capítulo se viu ainda que, em virtude de seu distanciamento do processo, a necessidade de construção de uma representação mental por parte do operador que lhe permita agir torna-se central. Assim, são apresentados e discutidos os conceitos de modelo mental, representação e *situation awareness*. Resumidamente, pode-se estabelecer uma relação entre tais conceitos e a memória: o primeiro guarda maior relação com a memória de longo prazo e os dois últimos, com a memória de trabalho. Mas o que difere estes dois últimos conceitos é a abrangência dos elementos considerados. Mesmo se ambos possuem como característica apresentar a construção cognitiva de uma representação do mundo exterior como um processo de antecipação e não somente de registro de um momento presente, a *situation awareness* engloba uma gama mais ampla de elementos da situação de trabalho, expandindo o universo considerado pelas representações, mais voltadas a uma codificação particular do processo em si. No final do capítulo é discutida a importância do conceito de *situation awareness* para a compreensão da atividade de operação em sala de controle, relacionando a exploração da interface com a busca por esta compreensão global da situação operacional.

IV. CONCLUSÃO DA PRIMEIRA PARTE E PROBLEMÁTICA DA TESE

Nossa pesquisa de tese se estruturou a partir de um questionamento geral sobre a relação entre a atividade e o uso de novas tecnologias de apresentação de informações. Mais precisamente, nossa problemática se situa em torno da exploração das relações entre a atividade de operação em sala de controle e o uso de novos dispositivos de apresentação de informações. Para tanto, duas perspectivas de pesquisa foram utilizadas – a da evolução das tecnologias de controle de processo e a da abordagem instrumental – as quais nos permitirão examinar:

- A utilização de novas tecnologias de apresentação da informação no apoio à atividade de operação em sala de controle;
- As relações entre o processo industrial e a utilização dos dispositivos de apresentação de informações.

Nesta conclusão são anunciadas as questões que serão tratadas na tese, através da releitura dos principais elementos emergidos do quadro teórico.

IV.1. RETORNO SOBRE O QUADRO TEÓRICO

A primeira parte deste documento foi dedicada à apresentação de diferentes perspectivas teóricas que se propuseram a abordar:

- A evolução das tecnologias de apresentação de informações em sala de controle e suas conseqüências para a atividade (Capítulo 1);
- O papel do homem nas configurações sócio-técnicas das últimas décadas e as propostas da abordagem instrumental (Capítulo 2);
- A importância do contexto operacional e da construção das representações para a efetivação da ação (Capítulo 3).

No capítulo I, mostramos que a evolução das tecnologias provocou impactos negativos na atividade de operação em sala de controle. Em virtude da adoção de sistemas de controle de processo baseados no uso de automatismos e de computadores, a superfície de apresentação das informações operacionais foi reduzida e se pôde proceder à reunião das operações em unidades funcionais centralizadas. Com isto, foram transformadas as relações entre o homem e o processo, com conseqüências diretas sobre as configurações da atividade coletiva e sobre as capacidades de antecipação, uma vez que foi dificultada a construção de uma visão global do processo e foram aumentadas as demandas da memória de curto prazo.

A literatura abordada neste primeiro capítulo sugere diversas respostas para o apoio efetivo das novas tecnologias à atividade de operação em sala de controle, principalmente em relação aos problemas mencionados no parágrafo anterior, objetos principais de nossa pesquisa. Em linhas principais, parte das aquisições conceituais apontam para os impactos das novas formas de se apresentar as informações operacionais na atividade e seus desdobramentos em termos de trabalho coletivo. Para Duarte (1994), por exemplo, as comunicações entre os operadores da sala de controle e os operadores de área suprem a falta de representação comum, provocada pela redução da área de apresentação de informações. Para O'Hara (2002) e Bødker (1989) as soluções concentram-se no sentido de prover a interface com características que permitam que o operador utilize seus recursos cognitivos no objeto principal de sua atividade – o processo a controlar – e não na interface em si, propondo modos de manipulação mais econômicos. A interface deve promover ainda, segundo Iosif (1968), possibilidades de detecção e percepção de informações que apoiem as capacidades de antecipação do operador.

No capítulo II, vimos que as transformações da atividade de operação de controle de processo advindas da crescente utilização dos novos recursos técnicos da automação e da informática fizeram emergir conflitos conceituais no que se refere ao papel do homem nestas novas configurações profissionais. Diferentes correntes floresceram em nuances situadas entre dois pólos distintos e opostos. De um lado, um tecnicismo que defende a redução da

participação do elo frágil – o homem – nas decisões e ações operacionais; de outro, um antropocentrismo que procura demonstrar que o “elo frágil” é justamente o garantidor dos níveis de produção e segurança das instalações (apesar da existência de limitações que devem ser conhecidas e suplantadas). Os embates metodológicos e conceituais viam-se, contudo, às voltas com uma mesma questão: como pensar a concepção destas novas geometrias operacionais? O que utilizar como base: a tarefa ou a atividade? O funcionamento do sistema técnico ou o funcionamento do homem?

Pensar nas atribuições da ergonomia e seus aportes para a concepção destas novas situações de trabalho nos obriga a considerar as diferentes formas pelas quais as relações entre o homem e seu entorno são constituídas. Béguin (2009) propõe três movimentos principais: a cristalização, a plasticidade e o desenvolvimento. Passa-se da consideração de um modelo muitas vezes impreciso e incompleto do funcionamento do homem (na cristalização) para a noção de relações dialógicas de aprendizado mútuo (no desenvolvimento), onde se obteria uma menor distância entre o dado (na situação de trabalho) e o criado (durante a concepção). Um elemento central no estabelecimento destes três movimentos é o da concepção no uso, onde o entorno colocado à disposição do operador é transformado por este em função de seus objetivos, de sua experiência e de sua bagagem de conhecimentos.

Em meio à literatura de controle de processo, essa posição conceitual avança proposições para a concepção de dispositivos de apresentação de informações que consideram não só o aspecto metodológico de compreensão da atividade real como também o aspecto psicológico do desenvolvimento como fruto da utilização do mundo via transformações dos artefatos em instrumentos. A partir daqui, como é possível contribuir para a concepção dos sistemas de trabalho? As respostas a esta questão propostas pela abordagem do desenvolvimento (que utiliza e amplia as bases da abordagem instrumental) caminham no sentido de promover o encontro entre os diversos mundos representados pelos vários atores que participam da concepção de forma a que a atividade resultante desta dinâmica inclua não somente uma maior riqueza e

consideração das técnicas e práticas como também a exploração e a sistematização dos espaços necessários ao seu desenvolvimento.

No capítulo III, avançamos no sentido de mostrar que a atividade de controle de processo, em meio às novas características do entorno técnico, torna-se uma atividade onde a supervisão do processo passa a ter um papel preponderante. Por sua vez, esta atividade possui características que são influenciadas pelo funcionamento do homem, do processo controlado e da interface. Assim, o desenvolvimento da atividade vê-se atrelado ao contexto operacional, onde estes elementos se encontram. Mas o contexto percebido pelo operador, cujos elementos serão considerados para a efetivação da ação, é função de uma representação que engloba conhecimentos passados (o modelo mental) e índices oriundos do processo (via interface e/ou coletivo) que, para serem operacionais, devem conter apenas os elementos pertinentes para a ação (Rabardel, 1995).

Das posições conceituais apresentadas, surge o conceito de situation awareness. Neste sentido, as principais contribuições da literatura propõem que se deve prover a interface de elementos que apóiem a construção desta representação para a ação (Sandom, 2001) e, dentro desta perspectiva, se deve ainda considerar que o operador “submete” as configurações do seu entorno aos objetivos de sua ação, transformando em recursos aquilo que está disponível (Luff e Heath, 2001; Béguin e Clot, 2004).

IV.2. PROBLEMÁTICA DA TESE

As questões de pesquisa

Questão 1: O estudo das novas tecnologias de apresentação de informações no apoio à atividade de operação em sala de controle.

A literatura mostra que as mudanças tecnológicas provocaram transformações na atividade de operação. Assim, a primeira problemática da tese está relacionada às condições que é preciso reunir para que as novas tecnologias

de apresentação de informações tornem-se apoios efetivos para a atividade do operador.

→ Afinal, sob que condições um dispositivo de apresentação de informações de grande formato pode tornar-se um apoio efetivo à atividade de operação em salas de controle?

Questão 2: O estudo das relações entre o processo industrial e a utilização dos dispositivos de apresentação de informações.

As duas situações empíricas estudadas sugerem que as relações tecidas entre o operador e o seu entorno dependem também das características do processo industrial. Além do funcionamento em modo degradado e das diferentes fases operacionais (partida, parada, manutenção, funcionamento “em reta” etc.), devem ser consideradas também as peculiaridades do próprio processo (velocidade das reações físico-químicas, transformação da matéria-prima ou apenas deslocamento, possibilidades de atuação direta em equipamentos e instrumentos etc.).

→ Assim, de que forma as características do processo industrial influem na utilização dos dispositivos de apresentação de informações?

V. A METODOLOGIA DE OBTENÇÃO, TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS DA ATIVIDADE

V.1. O QUADRO METODOLÓGICO

O quadro metodológico de referência utilizado na pesquisa empírica foi o da Análise Ergonômica do Trabalho – AET (Guérin et al, 2001; Clot, 2006). Entretanto, em virtude de sua especificidade, as duas intervenções de que trata este documento exigiram a utilização de diferentes ferramentas metodológicas. E, mesmo no interior de cada uma destas intervenções, a multiplicidade de métodos utilizados procurou responder às necessidades específicas colocadas pelas linhas de investigação seguidas. Como se verá adiante, a evolução metodológica acompanhou o amadurecimento das questões que, por sua vez, refletiram o crescente conhecimento das situações de trabalho.

Neste capítulo, exporemos as particularidades do trabalho empírico nas duas salas de controle estudadas de maneira a formar uma base que permita compreender o trabalho dos operadores e estabelecer a relação dos dados de campo com os resultados obtidos.

Este capítulo está organizado como segue. Na primeira parte, comum às duas situações analisadas, é feita a descrição do método utilizado durante os acompanhamentos da atividade. Na segunda e terceira partes são feitas as descrições das situações A e B respectivamente, as quais expõem o contexto e os objetivos da pesquisa assim como peculiaridades próprias aos objetos de investigação nas duas salas de controle.

V.2. MÉTODOS UTILIZADOS DURANTE OS ACOMPANHAMENTOS DA ATIVIDADE

O registro do comportamento observável

Após os primeiros acompanhamentos da atividade, que objetivaram principalmente conhecer as principais fontes de variabilidade da atividade, definir as SACs e estabelecer as hipóteses exploratórias, se procedeu às análises mais detalhadas da atividade. Em um primeiro momento, as nossas observações se fizeram acompanhar exclusivamente de anotações manuscritas, as quais registravam os horários e o conteúdo dos eventos (comunicações, atuações na interface, utilização dos artefatos disponíveis – bloco de notas, calculadora, listas de telefones etc.). Em virtude da complexidade da atividade, principalmente com relação ao número de atuações na interface em períodos de tempo curtos (da ordem de segundos e minutos), e dos limites de velocidade imputados pela escrita sobre papel para registrar tais atuações, optou-se por adicionar a este registro manuscrito a gravação em áudio das verbalizações, comunicações e auto-confrontações simultâneas realizadas.

Desta forma, se mantinham em paralelo as duas formas de registrar a atividade dos operadores: a) a gravação do conteúdo das comunicações entre os operadores e entre o operador observado e o observador e b) a anotação dos detalhes das comunicações e dos eventos em curso, de forma a permitir que, posteriormente, tais gravações pudessem ser situadas no contexto da atividade.

Especificamente com relação às verbalizações, foram registrados dois tipos: um primeiro tipo correspondendo a explicações dadas pelos operadores em consequência de uma pergunta feita pelo observador diretamente relacionada às ações realizadas naquele momento (verbalizações provocadas interruptivas) e outro tipo correspondendo a explicações espontâneas dos operadores sobre suas ações presentes (verbalizações simultâneas espontâneas). Por sua vez, as comunicações gravadas referiram-se às trocas verbais entre operadores na sala de controle e entre estes e operadores na área. O gravador foi colocado

em uma posição que permitisse o registro das vozes dos operadores do observador na sala de controle e também o registro dos sons vindos dos aparelhos de rádio-freqüência (na situação B), através dos quais se efetua a comunicação com a área. Em outras vezes, as comunicações entre operadores eram realizadas via telefone, o que impediu o registro bi-lateral das comunicações, salvo quando utilizado o recurso de viva-voz (na situação A).

A combinação dos dois métodos de recolhimento dos dados da atividade mencionados acima (em áudio e manuscrito), contudo, mostrou-se ainda insuficiente para dar conta do registro das atuações do operador sobre a interface (consultas e atuações em equipamentos). Nem as gravações e nem as anotações permitiam reconstruir de forma exata a seqüência feita pelos operadores e optou-se, assim, por narrar e registrar em áudio a ocorrência dos eventos. Isto é, ao mesmo tempo em que o operador atuava sobre os equipamentos via interface, o observador descrevia e registrava em áudio estas atuações, de forma a que fosse possível identificar as mudanças de telas, a atuação em botões, o nome dos equipamentos atuados, as operações realizadas assim como os valores numéricos das atuações. O passo seguinte a este registro verbal foi a transcrição literal das gravações. Com este método, foi possível registrar não só as atuações do operador como também o conteúdo destas de forma a que fosse possível, durante as auto-confrontações a posteriori, permitir ao operador se situar novamente no contexto de sua atividade. Assim, procurou-se registrar: a) os dispositivos atuados (válvulas, controladoras etc.); b) as informações consultadas (parâmetros numéricos em sua maioria); c) a navegação entre telas; d) a distribuição das telas entre os monitores disponíveis.

Esta transcrição detalhada dava conta, com elevado grau de exatidão, do desenrolar lógico-temporal da atividade do operador. No anexo I pode-se verificar exemplos de transcrição de sessões de auto-confrontação assim como o grau de detalhamento conseguido.

A exploração da construção da lógica de ação do operador

Antes do início das observações sistemáticas auxiliadas pelo registro sonoro, foram feitas observações e efetuadas conversas com os operadores presentes na sala de controle, no intuito de compreender a situação operacional das instalações e conhecer as ações e o horizonte temporal previstos para aquele dia.

Em seguida, já durante os acompanhamentos, foram realizadas auto-confrontações simultâneas como forma de acompanhar em tempo real a lógica subjacente à ação dos operadores. Na maioria das situações observadas as auto-confrontações eram feitas durante ou imediatamente após as ações realizadas pelo operador observado, mas em certos casos, em virtude do desenrolar da ação que impedia uma interferência do observador, estas foram realizadas em momentos oportunos onde as demandas operacionais estavam reduzidas. Nestes casos, os eventos a auto-confrontar eram anotados pelo observador de forma a que pudessem ser lembrados posteriormente.

Para as auto-confrontações a posteriori foram escolhidos, dentre as transcrições realizadas, os momentos da atividade observada que mais se adequavam aos aspectos da pesquisa que se queria investigar (a construção da visão global, a atividade coletiva e o uso da memória de curto prazo). Em ambas as situações observadas, estas auto-confrontações foram realizadas sempre no turno noturno, em virtude do menor número de operações a realizar, o que permitia uma dedicação maior do operador ao esclarecimento das questões colocadas³⁶. Assim, a distância entre a data da observação e a data da auto-confrontação era definida pela escala de trabalho das equipes (era preciso encontrar o mesmo operador no próximo turno noturno após a data de observação), o que poderia significar um intervalo de alguns dias.

³⁶ A esta altura da pesquisa de campo, algumas mudanças na estrutura organizacional da empresa (troca de chefias) na situação A inibiram a tentativa de se negociar que os operadores ficassem mais tempo após o seu turno de trabalho para realizar estas auto-confrontações, já que isto representaria a necessidade de pagamento de horas extras assim como geraria custos de transporte diferenciados: a empresa possui uma estrutura de transporte para os operadores, em função do início e do fim dos turnos. Ficando após o horário, os operadores não poderiam mais utilizar este transporte, tendo que fazer uso de táxi, o que representaria custos extras para a empresa.

O apoio dos artefatos

Diversas das situações observadas foram complementadas com documentos oficiais - tais como a programação de transporte, as Instruções Operacionais em vigor, etc. – assim como as próprias telas operacionais, gravadas durante a atividade observada. O objetivo para a obtenção destes dados era permitir análises a posteriori que pudessem incluir tanto as prescrições da atividade (documentos oficiais) quanto as indicações numéricas instantâneas dos parâmetros controlados, os vestígios da ação do operador na interface.

V.3. A SITUAÇÃO ‘A’

Nesta sala de controle situada no Rio de Janeiro são feitas as operações de comando, controle e supervisão da movimentação de petróleo e derivados e de gás natural por dutos em todo o território nacional.

Na equipe do gás, objeto de nossa pesquisa empírica, há três consoles principais: um para o coordenador de turno (COTUR), um para o sistema Sudeste e um para o sistema Nordeste. Cada um dos cinco grupos de operadores (letras A a E) que compõem a equipe de operação é composto por um COTUR, um operador Sudeste e um operador Nordeste e havia ainda, à época das análises realizadas, quatro operadores em treinamento (dois para o console SE e dois para o console NE). De maneira geral, os operadores são treinados especificamente em um console, mas há dois operadores treinados nos dois consoles.

A estrutura da equipe do gás natural contava, naquela época, com 31 pessoas:

- um coordenador geral
- um coordenador técnico
- um coordenador de programação
- cinco COTURs
- cinco operadores (sendo um cobre-férias dos COTURs) + três cobre-férias do sistema SE
- cinco operadores + dois cobre-férias do sistema NE

- quatro administrativos
- quatro técnicos de programação e simulação.

Em virtude do trabalho por turnos, há um número limite de trocas entre operadores, que varia entre cinco e seis por mês; neste mesmo período só podem ser realizadas duas dobras, mas estas não podem envolver em nenhum caso o turno das 23h às 7h e devem obedecer a um espaço de tempo mínimo entre elas de onze horas.

Durante as observações da atividade, foram acompanhados cinco operadores do console SE. Dentre estes, quatro tinham menos de vinte e cinco anos de idade e menos de três anos de casa. Apenas um dos cinco operadores acompanhados tinha mais de dez anos de casa, tendo sido operador em outras unidades da mesma empresa. Os outros quatro haviam sido contratados, via concurso público, exclusivamente para o posto de operação na referida sala de controle. Segundo as informações levantadas junto aos próprios operadores, a exigência de escolaridade para realização do concurso era de segundo grau, embora quatro dentre eles fizessem faculdade à época das observações.

V.3.1. O contexto da pesquisa

No ano de 2006, nós participamos da elaboração do projeto de modernização para a sala de controle em questão, pertencente a uma empresa de transporte dutoviário de gás natural e petróleo. Em 2007, acompanhamos as obras civis e de infra-estrutura que constavam no projeto realizado.

Ainda na fase de projeto, realizamos análises ergonômicas do trabalho de operadores na antiga sala de controle para subsidiar a especificação do mobiliário e da interface computacional (equipamentos e telas) assim como a definição do espaço arquitetônico. Na ocasião nos aprofundamos na compreensão da atividade de operação ao mesmo tempo em que, em virtude da constância das visitas, tornávamos mais natural nossa presença na sala de controle. Uma das premissas projetuais elaborada pela direção da empresa era

a introdução, na nova sala de controle, de um grande painel para a apresentação de informações: o *videowall*.

À época e ainda na antiga sala de controle, foram realizadas experimentações de novas cadeiras, novos consoles e de cubos do *videowall*³⁷: os fornecedores contatados possibilitaram a disponibilização destes de forma a apoiar as decisões futuras de compra em virtude da opinião dos operadores. Já nesta época, contudo, ouviam-se reclamações abertas sobre a aquisição do *videowall*, dispositivo cuja utilidade era posta em questão pelos operadores: “Já temos telas demais para olhar. O *videowall* vai nos obrigar a ver mais uma” ou ainda “todas as informações de que precisamos estão aqui (nas telas de computador)”. A opinião unânime acerca do equipamento mostrou-se, assim, o móbil privilegiado de nossa pesquisa. Afinal, quando de sua disponibilização, o *videowall* não seria de fato utilizado?

A fase de projeto terminou com a especificação técnica do dispositivo e com a apresentação de uma proposta de utilização do *videowall* feita por nós, baseada nas análises da atividade que haviam sido realizadas. Para tal, foi provocada uma reunião que contou com diversos operadores e com dois escalões de chefia, na qual se discutiu da pertinência das informações destinadas ao *videowall*. Na ocasião, os representantes da empresa fizeram algumas sugestões, mas de forma geral as propostas realizadas para o uso do *videowall* foram aceitas³⁸.

Nossa participação, após este episódio, prosseguiu através do acompanhamento das obras das instalações do novo centro de controle. Após a sua inauguração, entretanto, não estivemos mais no centro de controle por cerca de um ano.

³⁷ O *videowall* é um sistema de visualização composto por vários cubos retro-iluminados que, juntos, podem formar uma única imagem. Em virtude da impossibilidade de se montar um *videowall* completo (por questões de espaço físico), foram feitas simulações de uso com apenas um cubo de cada fabricante.

³⁸ As propostas para uso do *videowall* são expostas no capítulo VI, item VI.1, que trata do processo de concepção das telas para o *videowall*.

A esta altura, a principal hipótese da tese girava em torno do processo de concepção das telas para o *videowall*, já que se esperava que, mesmo com a resistência inicial dos operadores, algum uso operacional do *videowall* seria feito a partir do momento em que este fosse disponibilizado.

Um ano depois retomamos contato com a empresa, propondo que fosse realizada a avaliação do uso do *videowall*. Esta fase do trabalho poderia ainda se desdobrar, caso a empresa concordasse, na nossa participação em um processo de concepção de telas para o dispositivo. O nosso retorno à empresa foi possibilitado por diversas razões. Em primeiro lugar, pela qualidade das relações mantidas com representantes da empresa, tanto operadores quanto gerentes. Em segundo lugar, pelo fato de o dispositivo não ter sido realmente usado operacionalmente, um ano após a sua implantação na nova sala de controle. Em terceiro lugar, pela continuidade do trabalho acadêmico iniciado anteriormente, cujo objeto de pesquisa era justamente o estudo da introdução desta nova tecnologia na sala de controle.

Assim, foram explicitados para o gerente do centro de controle o método de pesquisa e os objetivos de nosso trabalho - avaliar a utilização do dispositivo e servir como situação empírica para a nossa tese - e o nosso retorno à empresa foi permitido.

V.3.2. Objetivos da pesquisa

À época, as informações obtidas junto aos diversos representantes da empresa já davam conta da não-utilização do *videowall*. De forma a verificar as razões desta não-utilização do dispositivo, iniciamos o acompanhamento da atividade dos operadores do console Sudeste da equipe responsável pelo transporte dutoviário de gás natural. Em virtude de nossos freqüentes contatos anteriores com os operadores, a nossa introdução no dia-a-dia da sala de controle pôde ser feita sem que houvesse resistência por parte da equipe, tanto com relação ao acesso às informações quanto com relação à aceitação da nossa presença no console durante os turnos de trabalho. Sem exceção, todos os operadores

já haviam sido observados quando da primeira etapa da análise ergonômica do trabalho, realizada para subsidiar o projeto de modernização. A construção de relações de confiança com os operadores iniciou-se nesta época, ocasião em que foram também explicados os objetivos e métodos do trabalho de pesquisa ora realizado. Entretanto, em virtude das mudanças nos objetivos do trabalho de campo (em virtude da inexistência de um processo de concepção de telas para o qual se esperava contribuir metodologicamente), fez-se necessário explicar pessoalmente aos operadores quais eram estes, nesta segunda etapa:

- Aprofundar os nossos conhecimentos acerca do trabalho de operação, suas constantes e suas variabilidades;
- Observar a utilização operacional efetiva do *videowall*, via acompanhamento das direções do olhar e verbalizações;
- Observar a atividade dos operadores de forma a revelar, via análises a posteriori, o uso e a apropriação do entorno artefactual para a construção da visão global, para o apoio à memória de curto prazo e para a construção da atividade coletiva.

V.3.3. Etapas da pesquisa de campo

V.3.3.1. Primeira parte: o estudo do processo de concepção de telas para o *videowall*

Logo após a retomada dos acompanhamentos da atividade na sala de controle, ocasião em que se pôde constatar o não uso do *videowall*, procedemos à construção de hipóteses que pudessem explicar o ocorrido, relativas, por exemplo, ao conteúdo informacional das telas e ao processo de concepção. Assim, iniciamos a reconstrução do processo de concepção, entrando em contato com o funcionário da empresa responsável pelo desenvolvimento do conteúdo informacional do *videowall* até aquela data.

Foram realizadas reuniões com este funcionário de forma a tentar remontar, da maneira mais fiel possível, a cronologia dos episódios que se sucederam desde a entrada em funcionamento da sala de controle até aqueles dias. Os

resultados obtidos basearam-se, assim, nas descrições feitas pelo funcionário, mas contaram também com um importante suporte: a imagem das diferentes telas construídas ao longo do tempo. Desta forma, estes suportes pictóricos datados³⁹, produzidos em Corel Draw® e alocados na memória do computador do funcionário serviram como elementos de estruturação temporal ao mesmo tempo em que permitiram a exploração de seu conteúdo e a análise de sua adequação em relação ao trabalho de operação⁴⁰. A partir desta consulta aos vestígios projetuais e das entrevistas realizadas com o funcionário responsável, foi possível descrever o processo de concepção das telas para o *videowall*, construindo uma estrutura cronológica que continha dados sobre:

- As demandas iniciais para o desenvolvimento das telas e a participação da direção da empresa e dos operadores;
- A constituição da equipe de desenvolvimento das telas;
- As dificuldades técnicas para a compatibilização do *videowall* com os programas utilizados para a apresentação de informações (ligados ao sistema supervisorio);
- As competências utilizadas na construção de recursos informáticos.

V.3.3.2. Segunda parte: as observações e o acompanhamento da atividade

Com as condições de trabalho negociadas com os responsáveis pela sala de controle e com os primeiros resultados da investigação sobre o processo de concepção de telas, foi possível iniciar o acompanhamento da atividade dos operadores do console Sudeste (SE).

Critérios de escolha para definição da equipe a observar

A escolha do console Sudeste da equipe do Gás Natural⁴¹ se deu por três motivos principais. Em primeiro lugar, a natureza das operações a fazia teoricamente mais apta à utilização do *videowall*, já que as operações se

³⁹ A reprodução destas telas pode ser vista ao longo do capítulo VI;

⁴⁰ O processo de concepção de telas para o *videowall* é explorado em detalhes no capítulo VI.

⁴¹ A sala de controle é composta por duas equipes : a do petróleo e derivados e a do gás natural. Esta última é dividida em dois consoles, um controlando a movimentação de gás no Nordeste do país e a outra, controlando as operações no Sudeste.

desenvolviam em uma extensa área geográfica e o sistema era funcionalmente todo interligado (diferentes pontos podendo ser alimentados por diferentes origens), o que poderia sugerir a necessidade de um apoio visual amplo espacialmente que contribuísse para uma visão global das operações⁴². Em segundo lugar, os responsáveis pela equipe do gás mostravam-se mais sensíveis à utilização do *videowall* que a equipe do petróleo, externando claramente a intenção de usar o dispositivo de forma operacional. Em terceiro lugar, somente a equipe do gás natural havia, até aquele momento, empreendido esforços para a utilização do *videowall*, fato comprovado pela constituição da estrutura de concepção, toda composta por funcionários desta equipe (de fato, no início do trabalho de avaliação do uso do *videowall*, a equipe do petróleo havia apenas replicado telas existentes nos monitores dos consoles, sem ter, segundo eles próprios, desenvolvido nenhum tipo de tela específica para o dispositivo).

Com relação à escolha do console, o critério principal utilizado foi a extensão e a complexidade do sistema de dutos e a sua importância econômica para o país. Sendo mais extenso geograficamente e mais complexo (em número de equipamentos, localidades atendidas, unidades de produção etc.), esperava-se poder ter acesso em menores unidades de tempo a um maior número possível de variabilidades; pela sua importância, devida à sua relação com o principal centro produtivo e financeiro - o sudeste do país -, esperava-se poder acompanhar um maior número de constraints operacionais (prazos de entrega, qualidade do produto, instruções operacionais etc.).

Critérios de escolha para definição dos períodos a observar

As primeiras observações da atividade realizadas somadas às entrevistas com os operadores e supervisores permitiram perceber que a atividade de operação era em parte determinada pelo horário do dia ou da noite. Assim, de forma

⁴² As operações de movimentação do petróleo e derivados são primordialmente realizadas entre dois pontos, em geral circunscrivendo-se a uma região geográfica mais restrita (característica que não impediria, por si só, a utilização do *videowall*, mas se verá adiante que outros fatores influenciaram a escolha realizada).

geral, cada turno de trabalho tinha especificidades próprias, ligadas tanto às operações em curso⁴³ quanto às tarefas administrativas de rotina.

As peculiaridades de cada turno de trabalho tiveram impacto em nosso método de observação, fazendo-nos acompanhar a atividade durante os três turnos. Desta forma, procuramos fazer emergir de que forma ocorriam a utilização do entorno artefactual e as comunicações nos diferentes horários de trabalho.

Dentro de cada turno de trabalho observado e segundo as demandas operacionais e de rotina, se procurou estabelecer como o operador se construía a visão global do processo, como se desenvolvia a atividade coletiva e como afloravam as exigências da memória de curto prazo, fazendo com que fossem definidas as Situações de Ação Características – SACs (Garrigou et al., 1995) a observar.

O quadro a seguir mostra os principais dias de acompanhamento da atividade e as Situações de Ação Características observadas.

Data (2009)	Horário de início das observações	Tempo de observação	SACs e características da situação observada
04/02	9h	2h11min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Acompanhamento e registro de manutenções - Características da situação: . Verificação de parâmetro operacional para operador de campo (pressão das PCVs na Termorio) . Definição da carga de uma unidade de processamento (UGN da RPBC) . Parada de estação de compressão (Etap)
04/02	15h	3h07min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Alocação de gás no sistema – inversão de pressurização. . Ajustes de alarmes - Características da situação: . Baixo consumo com grande produção da Bacia de Campos . Travamento de válvulas de segurança por pressão alta
17/02	15h	5h	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Mudança da origem do gás do sistema . Ajustes de alarmes - Características da situação: . Controle de velocidade de pig por aumento de pressão no duto . Redução do consumo de gás proveniente da Bolívia em função do horário

(Continua)

⁴³ Em função de a atividade ser definida, dentre outros, pelas flutuações no consumo residencial e industrial de gás natural, a operação de transporte possui demandas específicas que considerem tais flutuações.

Data (2009)	Horário de início das observações	Tempo de observação	SACs e características da situação observada (cont.)
17/03	21h	5h	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Pressurização dos sistemas de dutos para consumo no dia seguinte - Características da situação: . Alinhamento de ponto de entrega via operador de campo . Ajuste de ranges de alarmes em função de parada de bombeio em Cacimbas . Aumento de carga em unidade de processamento (RPBC) . Mudança de programação no consumo da térmica Igreja
18/03	9h28	2h19min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Acompanhamento e registro de manutenções - Características da situação: . Mudança de programação no consumo da térmica Igreja . Corte de fornecimento de cliente (Lorena) . Ajuste de leitura de cromatógrafos com apoio interno
25/03	8h55	2h32min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Acompanhamento e registro de manutenções - Características da situação: . Acompanhamento de nova operação: gaseificação de GNL vaporizado (teste em novo trecho de duto) . Entrada em operação da Estação de Compressão de Silva Jardim . Preenchimento de planilha de acompanhamento de greve (liga para as unidades para levantar a adesão à greve)
22/04	11h01	5h11min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Passagem de turno . Acompanhamento e registro de manutenções . Distribuição de gás no sistema – mudança de duto - Características da situação: . Priorização do duto Gasbel em detrimento do Gasvol, via atuação em controladora (PID-37)
23/04	10h47	3h59min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Acompanhamento e registro de manutenções - Características da situação: . Queda de energia no ES e funcionamento de PLC de controle de válvula por bateria
24/04	09h45	1h52min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Acompanhamento e registro de manutenções - Características da situação: . Mudança de campanha na Estação Limitadora de Pressão da Reduc
12/05	11h15	4h11min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Passagem de turno . Acompanhamento e registro de manutenções - Características da situação: . Ajuste da válvula ERP VB-10, em função da necessidade de controle de vazão da unidade de produção à montante (Lagoa Parda)
13/05	16h18	5h48min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Passagem de turno . Alocação de gás no sistema – inversão de pressurização . Ajustes de alarmes - Características da situação: . Aumento de vazão na Estação de compressão da REDUC . Execução de ajustes de alarmes (limites mínimos e máximos) . Fechamento e registro de manutenções . Aumento de carga na RPBC, em função da volta de produção da plataforma Merluza. Desenquadramento do gás para o consumidor. . Acompanhamento de testes na Estação de compressão de Silva Jardim

(continua)

14/05	14h44	4h21min	<ul style="list-style-type: none"> - SAC: . Passagem de turno . Alocação de gás no sistema – atendimento a programação intra-diária . Ajustes de alarmes - Características da situação: . Falha no sistema informático de registro de ocorrências (Simgás). Anotações executadas manualmente. . Aguardando partida da plataforma de Merluza. . Fechamento e registro de manutenções . Falhas no computador de vazão do PTE de S. J. dos Campos . Falha na indicação de abertura da controladora PID 212, em Japeri. . Comunicação com 2º turno seguinte via interface (RPS)
Tempo total de observação: 45h31min			

Quadro 1: Cronologia das observações e indicação das Situações de Ação Características na situação A

V.3.4. O papel do ergonomista na situação A

Nossa atuação na situação A teve características e objetivos distintos. Em uma primeira etapa, ainda durante a fase de projeto, ficamos responsáveis pelas análises da atividade de operadores das duas equipes de operação (óleo e gás) da antiga sala de controle, com vistas a subsidiar o projeto de arquitetura no que tange à localização e à distribuição dos consoles nas futuras instalações. Em virtude das necessidades de comunicação entre operadores e da própria natureza das operações (tipo de controle sobre o sistema, tipo de matérias-primas transportadas, interligações entre sistemas etc.) pudemos fazer recomendações quanto às necessidades de proximidade entre consoles.

Ainda nesta primeira etapa, fomos também responsáveis pela compatibilização dos projetos (projeto de arquitetura e projetos complementares). Por um lado, as análises da atividade e as entrevistas com chefias realizadas permitiam auxiliar o projeto arquitetônico na definição dos espaços, como, por exemplo, a criação de uma sala de crise, uma sala de reuniões, uma passarela para visitação. Por outro lado, características de funcionamento dos sistemas complementares (hidráulica, elétrica, combate a incêndio, segurança patrimonial) também deveriam ser consideradas: com relação ao videowall, por exemplo, havia necessidade de se desenvolver um sistema exclusivo de combate a incêndio e de alimentação elétrica. Da mesma forma, deveria ser prevista uma área de pelo menos 80 cm de largura ao longo da parte posterior do dispositivo que permitisse a sua manutenção. As limitações do espaço e as

definições arquitetônicas obrigaram à busca por soluções técnicas adaptadas à singularidade da situação: por exemplo, a localização e o tamanho dos cilindros de gás de combate a incêndio precisaram ser adequados de forma a atender às limitações arquitetônicas. Esta fase de compatibilização de projetos foi realizada através de reuniões entre os diversos projetistas, ocasiões nas quais se fazia uma análise detalhada da interferências mútuas entre projetos e eram discutidas possíveis soluções. Ao final destes encontros, cada projetista realizava as modificações acordadas e nova reunião era marcada. Esta dinâmica projetual, animada por nós, prosseguiu até a definição dos anteprojetos, já que o projeto executivo seria realizado pela empresa responsável pelas obras do novo centro de controle.

Por outro lado, as informações e dados levantados por ocasião dos acompanhamentos da atividade permitiram que nossa atuação estivesse ainda voltada, nesta primeira etapa, à definição dos requisitos técnicos básicos dos equipamentos (computadores, videowall) e do mobiliário. Com relação aos equipamentos e mais especificamente com relação ao videowall, pudemos relacionar, em reuniões com os fornecedores, algumas premissas de uso tais como a possibilidade de exibição de imagens de fontes diversas (câmeras de CFTV⁴⁴, TV, aparelhos de DVD, computadores portáteis etc.) assim como a própria definição dos espaços dedicados a cada um dos operadores na superfície gráfica do dispositivo. Com relação ao mobiliário, as análises da atividade auxiliaram na definição das medidas do plano de trabalho (que deveriam poder acomodar telefones, teclados, mouses e documentos utilizados durante a atividade) assim como na posição e nas possibilidades de movimentação dos monitores (nos antigos consoles, os monitores superiores encontravam-se a uma distância e a uma altura que provocavam queixas de dor e de desconforto por parte dos operadores. Por serem fixos, os monitores das antigas estações de trabalho não permitiam ajustes e adaptações às características antropométricas dos operadores).

⁴⁴ Circuito Fechado de Televisão, com imagens oriundas de localidades e equipamentos relacionados ao processo controlado

Com relação ao uso do videowall, questão central da pesquisa, nossa participação nesta primeira etapa culminou com a realização de uma reunião para a apresentação de sugestões relativas a um uso futuro possível do videowall. Nesta ocasião, propusemos a reunião de operadores e chefias (gerentes e coordenadores) de forma a que fosse possível reunir diferentes perspectivas com relação ao uso pretendido do novo dispositivo. As proposições de uso apresentadas e discutidas com o grupo tinham como objetivo não a sua aceitação literal, mas antes iniciar uma dinâmica de discussões no seio da organização de forma a que fossem antecipados, a partir das análises da atividade realizadas, possíveis usos e problemas. Um maior detalhamento das proposições realizadas pode ser vista no item VI.1, que trata do processo de concepção de telas para o videowall.

Assim, na primeira etapa do projeto para a situação A, nossa participação esteve voltada principalmente à análise da atividade dos operadores com vistas a subsidiar decisões do projeto de arquitetura e à construção de interfaces entre a ergonomia, as outras disciplinas de projeto e o corpo técnico da empresa.

Em uma segunda etapa da pesquisa, cerca de um ano após a realização da reunião com operadores e chefias para início das discussões acerca das possíveis utilizações do videowall, voltamos à sala de controle. Neste momento, nossa atuação junto aos operadores tinha como objetivo principal avaliar o uso do videowall através das análises da atividade.

Como se poderá verificar no capítulo VI, as primeiras entrevistas e acompanhamentos da atividade revelaram uma não-utilização do dispositivo por parte dos operadores, fato reforçado pelas constantes e inesperadas mudanças de telas realizadas pela equipe de suporte informático. A partir de então, nossa atuação junto à equipe de operação foi acompanhar as atividades de controle e supervisão dos sistemas de dutos de forma a permitir análises que pudessem indicar as formas pelas quais o dispositivo poderia representar um apoio operacional efetivo. As gravações em áudio e as observações da atividade dos operadores estavam, nesta segunda etapa de análise da

atividade, voltadas à exploração dos mecanismos de construção da visão global do processo, dos meios utilizados no apoio à memória de curto prazo e das formas da atividade coletiva.

Mesmo se considerarmos que a nossa simples presença poderia trazer mudanças nos modos operatórios dos operadores observados (às vezes pelo simples fato de terem que dividir parte de seu tempo operacional dando explicações para o observador), sob o ponto de vista da intervenção ergonômica estávamos circunscritos a uma fase de avaliação de aspectos específicos da atividade. Diferentemente da primeira etapa, nós agora não estávamos inseridos em uma dinâmica que pressupusesse um projeto ou modificações de qualquer um dos aspectos da atividade de operação. Nosso retorno à empresa havia sido negociado sob os limites de uma avaliação do dispositivo e, ao mesmo tempo, não ocorria nenhum tipo de organização da empresa no sentido de implementar uma dinâmica de concepção de telas para o videowall, fato que nos teria possibilitado uma contribuição mais importante tanto do ponto de vista da disponibilização de recomendações quanto do ponto de vista da própria organização desta dinâmica. A limitação espaço-temporal desta segunda etapa foi ainda influenciada pela troca de comando na coordenação da equipe do gás natural. Ainda que o acesso à sala de controle e aos documentos oficiais da empresa estivesse garantido, a mudança de interlocutor neste nível de decisão provocou uma importante redução nas possibilidades de expansão de nossa atuação.

Desta forma, nesta segunda etapa da pesquisa, nosso papel como ergonômista esteve principalmente voltado à emergência de aspectos da atividade que pudessem auxiliar a empresa na definição das funcionalidades do videowall com impacto positivo na confiabilidade operacional.

V.4. A SITUAÇÃO 'B'

Outra situação empírica estudada foi a sala de controle de um terminal de armazenamento de petróleo e derivados e de processamento de gás natural,

cujas instalações podem ser comparadas àquelas de uma refinaria em virtude de suas características industriais.

A população de trabalho da referida sala de controle (um Centro Integrado de Controle – CIC) é variada, contando com pessoas de diferentes equipes: operadores, coordenadores de turno (COTURs), coordenadores, secretárias, funcionários da limpeza e da manutenção.

Em virtude de nosso objeto de pesquisa – a atividade de operação -, a caracterização da população de trabalho descrita abaixo diz respeito apenas aos operadores, supervisores e COTURs. Em cada turno, trabalham na sala de controle um Cotur, nove operadores e quatro supervisores.

Com relação à idade, existe uma variação considerável na faixa etária, havendo uma concentração maior na faixa de 41 a 45 anos (29%) e na faixa de 26 a 30 anos (23%). Já com relação ao gênero, a diferença é grande, sendo 68 operadores do sexo masculino (92%) e 5 do sexo feminino (8%). Com relação ao tempo de trabalho há uma proximidade, na maioria dos casos, entre o tempo de trabalho na empresa e o tempo de trabalho no CIC. A predominância é de operadores com até 05 anos de trabalho, tanto na empresa quanto no CIC.

Durante a pesquisa de campo, foram acompanhadas as atividades de diversos operadores de uma unidade industrial específica (a URL 207). Dentre os observados, havia operadores e um supervisor operacional com tempo de casa superior a quinze anos, mas havia também operadores recém-contratados (com menos de dois anos de casa), com idade variando entre 23 e 27 anos.

V.4.1. O contexto da pesquisa

No ano de 2009, nós tivemos a oportunidade de participar do projeto de modernização da referida sala de controle de uma unidade de processamento de gás natural da mesma empresa alvo de nossa pesquisa anterior. Dentre as nossas diferentes atribuições, ficamos responsáveis (conjuntamente com

outros dois pesquisadores) pela elaboração de um guia para apresentação de informações nas telas do sistema supervisorio.

Com nosso acesso à sala de controle legitimado pelo processo de concepção da nova sala de controle e pelo estudo das telas, negociamos junto à Direção da unidade a possibilidade de executar análises da atividade em diversos turnos e horários que, ao mesmo tempo, pudessem subsidiar a construção do leiaute e auxiliar na definição dos equipamentos a serem utilizados (monitores, teclados, mobiliário), na investigação do processo de concepção de telas assim como na comparação do uso das interfaces com a outra situação estudada.

V.4.2. Objetivos da pesquisa

Como forma de dar coerência às análises, os parâmetros a observar foram os mesmos da outra situação de trabalho observada: a construção da visão global, as exigências da memória de curto prazo e o desenvolvimento da atividade coletiva. Os objetivos da pesquisa de campo realizada nesta unidade fabril foram:

- Analisar a atividade de operação na sala de controle, com foco nos elementos descritos acima;
- Analisar as peculiaridades do processo industrial com possível impacto na utilização de um *videowall*;
- Analisar a participação dos operadores no processo de concepção e melhoria de telas.

As análises da atividade serviram para sustentar a comparação posterior das duas formas da atividade (situações A e B) em relação aos parâmetros descritos acima. A análise do processo de concepção serviu para investigar a influência da participação dos operadores na concepção, na posterior apropriação do entorno técnico.

As hipóteses subjacentes às observações diziam respeito à influência do processo controlado nestes parâmetros a observar. Isto é, de que forma o processo industrial por trás da interface determina o uso desta, com relação à

visão global, às demandas da memória de trabalho e à configuração da atividade coletiva?

V.4.3. Etapas da pesquisa de campo

V.4.3.1. Primeira parte: as observações e o acompanhamento da atividade

Critérios de escolha para definição dos períodos a observar

As situações de trabalho a serem observadas deveriam estar em relação com as Situações de Ação Características, como descrito anteriormente. Assim, as primeiras observações e entrevistas realizadas procuraram definir tais situações de forma a que fosse possível definir os períodos da atividade a observar.

Entretanto, um evento operacional importante ocorreria: a parada para fins de manutenção de toda uma unidade fabril. Pela sua importância econômica para toda a planta (a unidade em questão é responsável pelo processamento de grande parte do gás natural disponibilizado para consumo na região sudeste do país), e pelas possibilidades de acompanhamento dos procedimentos de parada e partida, optou-se por analisar a atividade de operação desta planta, a Unidade de Resfriamento de Líquidos (URL 207). Desta forma, as análises da atividade de operação principais foram realizadas quando de duas Situações de Ação Características – a parada e a partida da unidade - que, por sua complexidade, conteriam elementos suficientes que permitiriam a exploração da construção da visão global, da atividade coletiva e da utilização da memória de curto prazo.

Por outro lado, a escolha destas duas situações também satisfazia exigências de caráter logístico. Por sua distância da capital (cerca de 200 km), o acesso à sala de controle da situação B não poderia ocorrer de forma tão flexível quanto ocorria na situação A. As visitas deveriam ser feitas segundo uma programação definida com antecedência que incluísse a reserva de hotel, a compra de

passagens etc. exigindo, assim, uma definição prévia mais rígida dos períodos a observar.

O quadro abaixo mostra as datas, o horário de início, o tempo de duração das observações assim como as principais SACs observadas.

Data (2009)	Horário de início das observações	Tempo de observação	Características da situação
08/06	21h	3h15min	- Parada da unidade
28/06	10h58	6h28min	- Preparação para partida da unidade
29/06	7h57	18h37min	- 1ª partida da unidade
17/07	14h44	3h53min	- 2ª partida da unidade
Tempo total de observação: 32h13min			

Quadro 2: Cronologia das observações e indicação das Situações de Ação Características na situação B

V.4.3.2. Segunda parte: o estudo do processo interno de concepção e melhoria de telas

O estudo do processo interno de concepção e melhoria de telas na situação B ocorreu em consequência das primeiras observações da atividade. A partir de verbalizações dos operadores observados relativas ao uso e à manipulação da interface, iniciamos o estudo do processo de concepção de forma a que fosse possível compreender as interações projetuais entre os operadores e o sistema supervisorio.

Do ponto de vista metodológico, este estudo apoiou-se principalmente em entrevistas com operadores e supervisores e no acompanhamento de modificações do conteúdo das telas realizadas pela equipe responsável.

Esta equipe, formada há alguns anos e composta por supervisores operacionais e operadores, teve como origem o estudo dos alarmes com o intuito de reduzi-los. Com o passar do tempo e em função do conhecimento do grupo sobre o funcionamento do sistema supervisorio, o seu escopo de atuação passou a incluir também modificações nas telas existentes em função de necessidades levantadas na prática operacional. Hoje, o chamado “grupo de

alarmes” tem como principal atuação a constante melhoria das telas operacionais.

O processo de concepção e melhoria das telas operacionais

De forma geral, o processo de concepção nesta sala de controle se estrutura em torno de modificações pontuais. Como o desenvolvimento das telas operacionais é feito pelas empresas responsáveis pela automação do processo industrial e que estas não estão contratualmente obrigadas a fazer modificações nas telas em função de pedidos do cliente (neste caso, os operadores da sala de controle), quando da partida de uma nova unidade fabril são disponibilizadas para os operadores telas operacionais padrão, idênticas a de outras unidades semelhantes existentes (naquela planta ou em outras pelo mundo). Isto é, a estrutura de funcionamento da interface (menus, divisão em níveis e sub-níveis etc.) e os esquemas gráficos das telas são reaproveitados de projetos anteriores e se procede somente à correspondência lógica entre os parâmetros apresentados e os respectivos sensores de campo. Esta situação faz com que muitas vezes seja necessário realizar, pelos operadores, modificações nas telas em função de necessidades operacionais não previstas no projeto da interface.

Desta forma, a atuação do “grupo de alarmes” fica mais restrita a adaptações nas telas existentes do que à concepção de telas novas. Exceção feita para telas de estrutura como, por exemplo, a tela de estrutura funcional criada pelo grupo, onde foram reunidos botões representando as diferentes unidades, permitindo assim o acesso rápido a qualquer lugar do parque fabril a partir de um único clique na tela. Assim, de maneira geral, as melhorias realizadas correspondem a aportes pontuais em telas existentes, mas estas estão inseridas em um processo contínuo e regular de ajuste e aprimoramento do conteúdo das telas operacionais.

V.4.4. O papel do ergonomista na situação B

Nosso papel na situação B foi marcado por três momentos distintos. Em um primeiro momento, ficamos responsáveis pela realização de análises da atividade que apoiassem a definição do layout da futura sala de controle assim como a escolha do mobiliário. As observações realizadas na ocasião eram enriquecidas por entrevistas e reuniões realizadas com operadores, chefias, representantes da equipe de informática e nossos arquitetos. Internamente à nossa equipe, os dados coletados eram utilizados para orientar a busca de soluções para a configuração espacial das futuras instalações da sala de controle. A esta altura, nossa participação no projeto estava orientada para as necessidades de comunicação entre operadores das diferentes equipes, para o uso de equipamentos (rádio-comunicadores, telefones, monitores, teclados e mouses), para as possibilidades de acesso visual a partes importantes do processo industrial por parte dos operadores (os flares, por exemplo), para a consideração do espaço necessário nos consoles quando das passagens de turno etc. Estas características do funcionamento geral da sala de controle foram levantadas e puderam, assim, ser incorporadas ao projeto de arquitetura.

Os outros dois momentos de nossa atuação na situação B ocorreram em paralelo. Em um destes momentos ficamos responsáveis (juntamente com mais dois pesquisadores) pelo desenvolvimento de um guia para a apresentação de informações nas telas operacionais. A confecção deste documento estava ancorada, por um lado, por uma revisão da literatura (O'Hara, 1990; Groot & Pikkar, 2006; Honeywell, 2002; Daniellou, 1996; Drobelis, 2008; Thibault, 2002) através da qual foi possível reunir recomendações sobre princípios de organização da informação nas telas assim como sobre o uso de cores, símbolos, efeitos visuais etc. Por outro lado, em função da existência de padrões específicos à sala de controle da situação B e de outros já estabelecidos e difundidos pelas diferentes unidades da empresa no que tange à apresentação da informação⁴⁵, foi necessário considerar o uso

⁴⁵ Por exemplo: o padrão de cores para indicação de funcionamento de bombas e válvulas na empresa determina que o verde seja utilizado, respectivamente, para a posição desligado e fechado. Da mesma forma, diversos elementos tais como válvulas XV e válvulas de controle possuíam uma simbologia própria à empresa.

real de cores, símbolos e localização das informações nas telas do sistema supervisorio daquela sala de controle. Desta forma, a dinâmica de concepção estabelecida por nós (pesquisadores e operadores) baseou-se na confrontação das preconizações da literatura e das possibilidades de modificação por operadores aptos a realizar mudanças diretamente nas telas operacionais.

Foram realizadas sessões de concepção conjunta, sugeridas por nós: acomodados em uma sala anexa à sala de controle, pesquisadores e operadores exploravam as possibilidades de adaptação das recomendações à realidade produtiva da sala de controle. Nestas ocasiões, eram tomadas decisões tais como a definição para o uso das cores vermelha e verde (respeitando, ao mesmo tempo, o padrão interno à empresa que estabelecia o uso do vermelho na indicação de funcionamento – no caso das bombas - ou de abertura – no caso das válvulas - e a recomendação da literatura de uso do vermelho apenas para situações que exigissem uma atenção imediata do operador, estabeleceram-se duas tonalidades de vermelho para o uso nas telas: vermelho Bordeaux para indicação de status dos equipamentos – funcionamento ou abertura - e vermelho vivo para indicação de alarmes e parâmetros com status “anormal” ou que requisessem “atenção” do operador - como equipamentos em “manual” ou indicação de “bypass”, por exemplo). O estabelecimento da posição do botão de *shutdown* nas telas também foi consequência destas sessões coletivas de concepção: com o intuito de facilitar a navegação e reduzir o tempo necessário para a localização deste botão em caso de necessidade de uma parada de emergência, se decidiu situar o referido comando na parte superior esquerda de todas as telas relativas à operação de um equipamento específico.

Um importante suporte para a construção de um diálogo pertinente entre ergonomistas e operadores foi o conhecimento da atividade de operação conseguido através dos acompanhamentos da atividade. Foram observadas e analisadas situações de uso das telas que nos permitiram alimentar o processo de modificação de alguns elementos gráficos. Nossos resultados eram, durante o próprio processo de experimentação, confrontados ao saber prático dos operadores: neste ponto, tanto nós quanto eles éramos projetistas. Neste

movimento de aprendizado mútuo, calcado sobre esta construção social específica, se procurou assegurar a aceitação e a eficácia concomitantes (Daniellou, 1995) das modificações realizadas. Através das diferentes intervenções realizadas diretamente nas telas e por intermédio da disponibilização de recomendações mais gerais, foi possível desenvolver um guia de apresentação de informações específico para a sala de controle estudada.

Em outro momento de nossa atuação na situação B e de forma paralela ao desenvolvimento deste guia, realizamos acompanhamentos e análises da atividade que tinham também por objetivo o levantamento das características da atividade que pudessem ser apoiadas por um dispositivo de apresentação de informações de grande formato, mesmo se as configurações espaciais do andar onde se situava a sala de controle não permitissem a introdução de um videowall (equipamento que demanda condições de climatização e espaços para manutenção exclusivos). Esta vertente do acompanhamento da atividade dos operadores, voltada ao aprofundamento de nossa questão de pesquisa, havia sido negociada com a gerência daquele terminal, o que legitimou a ampliação de nossa presença na sala de controle. Foram assim acompanhadas duas situações específicas da URL 207: a parada e a partida após realização de manutenções obrigatórias. A análise da atividade dos operadores do console desta unidade nestas duas situações específicas pode ser vista no capítulo VII.

VI. A ATIVIDADE DE CONTROLE DE PROCESSO NA SITUAÇÃO A

INTRODUÇÃO

Como anunciado na introdução deste documento, a principal questão desta pesquisa é compreender as relações entre as tecnologias de apresentação de informações e a atividade de operação de controle de processo. O estudo da atividade na situação A mostrou que a introdução de um *videowall* na sala de controle não se fez acompanhar de um uso operacional efetivo. Este fato, elemento central da pesquisa realizada na situação A, fez emergir uma das problemáticas da tese, orientando as investigações de forma a permitir o estudo das condições necessárias que pudessem tornar o *videowall* um apoio efetivo à atividade de operação.

Na primeira parte deste capítulo é feita a análise do processo de concepção de telas, a partir da reconstrução de sua cronologia. Nesta parte se mostrará que a utilização do *videowall* guarda relação com fatores de natureza diversa e não apenas com aqueles diretamente relacionados aos seus componentes técnicos.

Na segunda parte são feitas análises da atividade de operação no console Sudeste a partir de dados que indicam as formas pelas quais o operador utiliza a interface e outros recursos disponíveis para agir sobre o processo. A organização dos dados oriundos das observações, entrevistas e verbalizações sugere que a ação do operador do console se estrutura a partir da construção de uma visão global do processo e da constituição de apoios à memória de curto prazo, elementos para os quais a atividade coletiva desempenha papel importante. Em um primeiro momento desta segunda parte, contudo, serão expostas características do processo industrial controlado pelo operador, indicando suas possíveis influências na utilização da interface.

VI.1. O PROCESSO DE CONCEPÇÃO DE TELAS PARA O VIDEOWALL

A introdução do *videowall* na sala de controle foi resultado de uma premissa de projeto e não fazia parte do escopo contratado o desenvolvimento do conteúdo das telas a serem exibidas no dispositivo. Os esforços projetuais relativos ao *videowall* estavam relacionados a questões de espaço, de temperatura e de combate a incêndio, já que seu funcionamento requeria instalações e infraestrutura dedicadas.

Desta forma, as primeiras preocupações da empresa e da equipe de projeto foram voltadas à satisfação das exigências infra-estruturais relativas ao dispositivo. No plano arquitetônico, foi necessário prever uma área de circulação mínima de 80 cm de largura ao longo de toda a parte posterior do dispositivo que permitisse a sua manutenção. A área reservada para o *videowall* foi projetada para ficar estanque e isolada dos outros espaços de forma a permitir a injeção localizada do gás de combate a incêndio (FM 200) e um sistema de ar condicionado exclusivo precisou ser desenvolvido para aquele espaço, em virtude das temperaturas recomendadas de funcionamento serem mais baixas que aquelas consideradas confortáveis para a presença de pessoas. Da mesma forma, também se fizeram necessárias instalações elétricas e de segurança patrimonial voltadas exclusivamente para o funcionamento e a gestão física do dispositivo e do espaço a ele dedicado.

Uma vez terminado o projeto da sala de controle e com as questões relativas à infra-estrutura para a entrada em operação do dispositivo resolvidas, as atenções puderam se voltar ao conteúdo do *videowall*.

VI.1.1. As proposições de uso durante a fase de projeto da sala de controle

A partir das análises da atividade e de sugestões colhidas junto aos operadores provocamos, em julho de 2007, uma reunião com chefias (coordenação e gerência), operadores (equipes óleo e gás) e representantes da equipe SCADA (responsável pelo sistema supervisório) com os seguintes objetivos:

- 1- Fazer uma proposta de divisão física e de conteúdo para o *videowall* que permitisse um início de discussões acerca de sua utilização em horizontes temporais distintos (antes, durante e depois da inauguração);
- 2- Auxiliar na definição do posicionamento dos consoles na sala de controle em função do uso sugerido do *videowall*.

As imagens abaixo mostram as propostas realizadas por ocasião da reunião mencionada. A primeira mostra uma vista frontal do *videowall* com uma proposta de divisão por console e por equipe; a segunda representa as sugestões feitas para a equipe do gás, com a divisão física e o conteúdo por console; na terceira, é feita a proposição de leiaute dos consoles das duas equipes, em função da divisão física proposta para o *videowall*.



Figura 1: Vista frontal da proposta de divisão física do *videowall* por equipes (os números apresentados representam a nomenclatura utilizada à época pelas duas equipes para a identificação dos consoles).

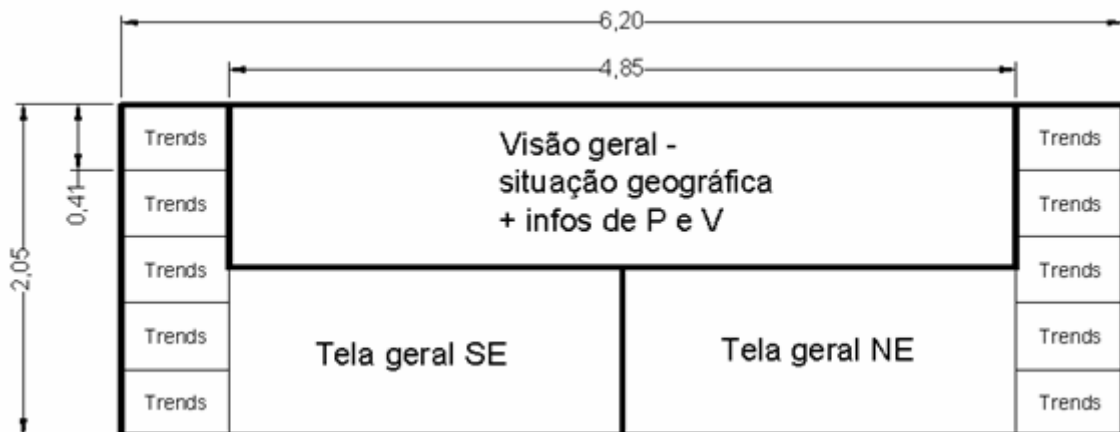


Figura 2: Vista frontal da proposta de divisão física do *videowall* para a equipe do gás, com sugestão de conteúdo para o Cotur e operadores.

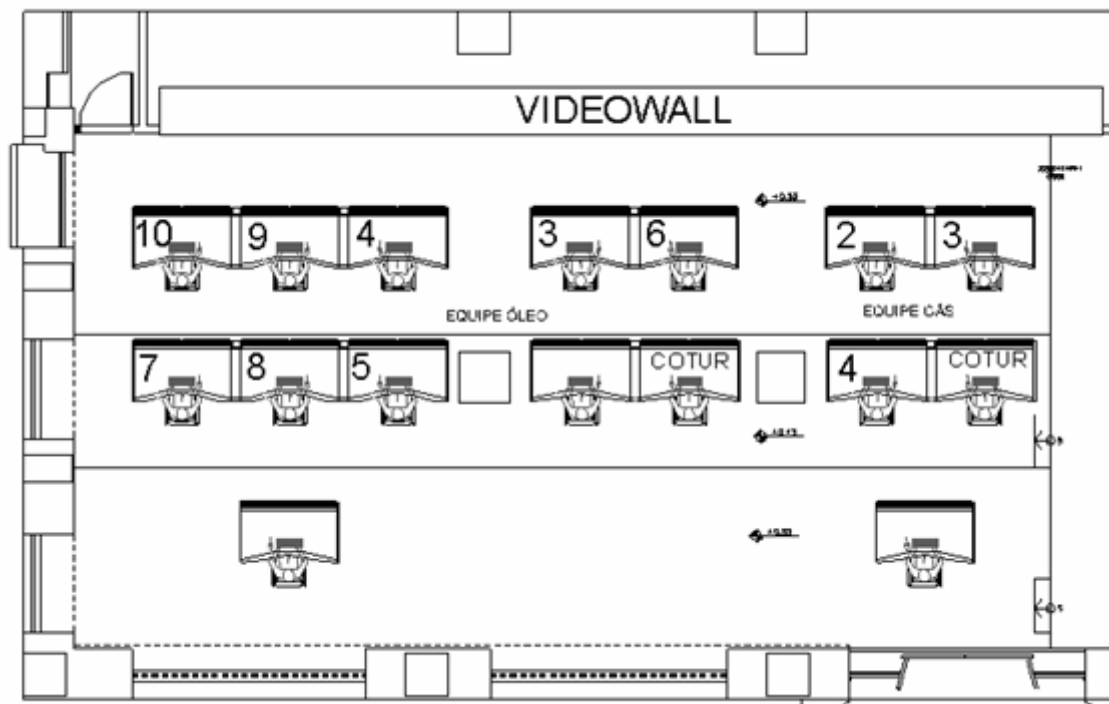


Figura 3: Proposta de localização dos consoles das duas equipes, em função das sugestões feitas para o *videowall* (vista superior).

Após a realização desta reunião, acompanhamos as obras civis de construção da nova sala de controle até o mês de setembro de 2007. Neste período, não foram realizados outros contatos com representantes da empresa relativos à futura utilização do *videowall* e, conforme relatado anteriormente, só

retomamos a pesquisa na sala de controle em outubro de 2008, quando pudemos dar início ao levantamento do processo de concepção das telas para o dispositivo, cujo conteúdo pode ser visto nos próximos itens.

VI.1.2. Cronologia e evolução do processo interno de concepção de telas para o *videowall*

Os dados constantes das próximas seções se referem às informações levantadas quando de nosso retorno à sala de controle, no ano de 2008, obtidos através de entrevistas e de análise documental. Os dados apresentados foram estruturados de forma a permitir a consideração dos diversos aspectos e fatores com influência na utilização final do dispositivo por parte dos operadores da equipe do gás.

VI.1.2.1. Aspectos técnicos

De acordo com as informações levantadas por funcionários da empresa, a entrada em funcionamento do *videowall* revestiu-se de uma série de percalços de ordem técnica. Por um lado, ocorreram problemas relativos ao funcionamento do dispositivo tais como queima de transformadores e falhas no sistema de troca automática de lâmpadas. Por outro lado, houve problemas relativos à incompatibilidade entre o *videowall* e o sistema de apresentação de informações existente, vinculado ao sistema supervisório.

Para a análise do processo de concepção das telas foram entrevistados dois funcionários. O primeiro, chefe da equipe de concepção de telas, foi responsável pelo desenvolvimento das primeiras telas para o *videowall*; o segundo era o chefe da equipe de suporte técnico do centro de controle⁴⁶, equipe gestora do *videowall* à época da realização desta pesquisa.

⁴⁶ Denominaremos daqui por diante esta equipe como “Equipe SCADA”, em referência à nomenclatura do sistema supervisório: Supervisory Control and Data Acquisition – SCADA.

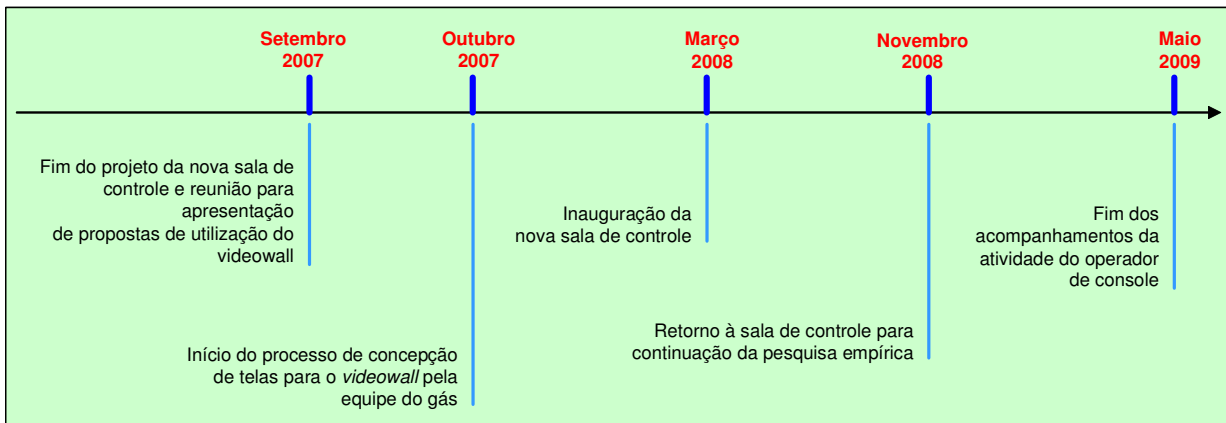


Figura 4: Cronologia do processo de concepção de telas para o videowall e dos acompanhamentos da atividade

O processo de concepção iniciou-se com a equipe de concepção de telas em outubro de 2007 e estendeu-se até depois da inauguração do centro de controle, em março de 2008. Na ocasião, a equipe responsável tentou fazer desenhos que pudessem ser exibidos no *videowall* utilizando os recursos do próprio Oasys (software de interface utilizado para construção gráfica das telas operacionais dos operadores). O processo, contudo, esbarrou numa dificuldade técnica: o Oasys apresentava uma limitação relativa ao tamanho da fonte que impedia a confecção de telas para o *videowall* neste programa (o tamanho máximo de fonte que o Oasys suporta é 24, o que comprometeria sua legibilidade à distância).

Esta limitação fez com que se procurasse desenvolver um software que fosse capaz de exibir os dados de maneira legível no *videowall* e, ao mesmo tempo, tivesse como fonte o mesmo banco de dados utilizado pelo SCADA como forma de apoiar as ações operacionais.

Assim, a equipe de concepção de telas desenvolveu um software que se alimentava dos dados disponíveis no SQLServer (espécie de “espelho” do Oasys, que disponibiliza dados operacionais sem que fosse necessário acessar o próprio Oasys, por razões de segurança das informações). Os desenhos, neste ponto, eram feitos no CorelDraw® e a interface propriamente dita era

tratada em um programa que usava o formato XML⁴⁷ que, dentre outras funcionalidades, permitia a introdução de dados operacionais atualizados nas telas feitas no primeiro programa. Segundo o funcionário entrevistado, o software desenvolvido permitia que houvesse diferentes origens possíveis para os dados disponibilizados: estes poderiam ser oriundos do Oasys, mas também de arquivos do Access, Excel, Word etc.

A imagem abaixo mostra a primeira tela exibida no *videowall*, em outubro de 2007. A esta altura, contudo, ainda não haviam sido desenvolvidos os recursos informáticos mencionados acima, fazendo com que esta imagem fosse apenas uma representação gráfica estática dos sistemas de dutos do NE e do SE.

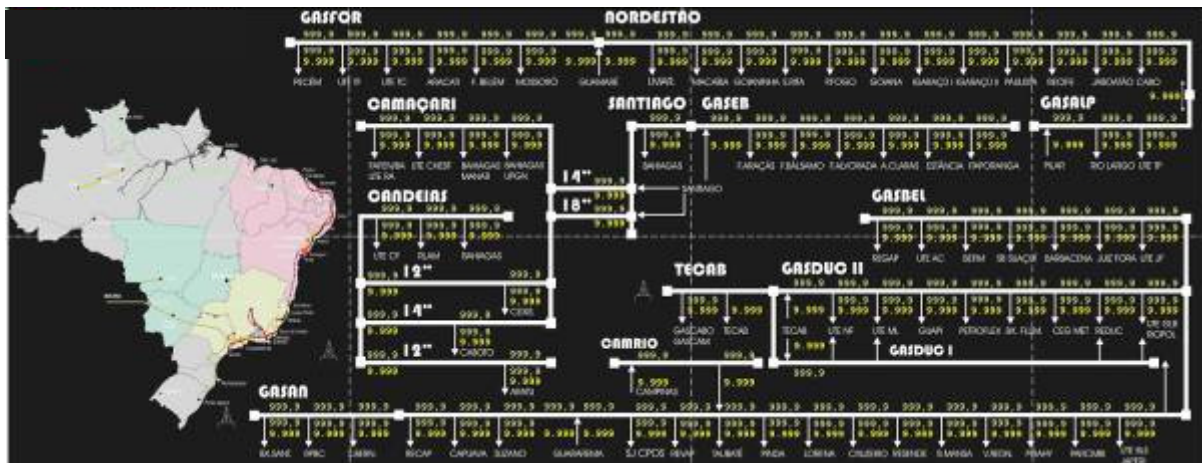


Figura 5: Tela do *videowall* exibida em outubro de 2007: desenho estático de ambos os sistemas (SE e NE), ainda sem atualização de dados operacionais

Com o desenvolvimento de recursos informáticos pelo responsável da equipe de concepção, foi possível introduzir dados dinâmicos nas telas: na inauguração, foi exibida uma tela com a representação geográfica dos sistemas de dutos Nordeste (NE) e Sudeste (SE) e alguns dados dinâmicos do consumo de gás e da geração elétrica das termoeletricas situadas no NE e SE, assim

⁴⁷ Segundo a Wikipédia, XML significa *eXtensible Markup Language*, se constituindo de “um formato para a criação de documentos com dados organizados de forma hierárquica (...). Pela sua portabilidade, já que é um formato que não depende das plataformas de hardware ou de software, um banco de dados pode, através de uma aplicação, escrever em um arquivo XML, e um outro banco distinto pode ler então estes mesmos dados”. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/XML> - acesso em 26/07/2010.

como dados totalizados do volume de gás entregue e recebido (figura 6, abaixo).



Figura 6: Tela utilizada na inauguração da sala de controle

A esta altura, também tinha sido desenvolvida uma tela de cunho mais operacional: um diagrama unifilar dos sistemas de gasodutos, com dados extraídos do SCADA e atualizados a cada 10 minutos (figura 7, abaixo).

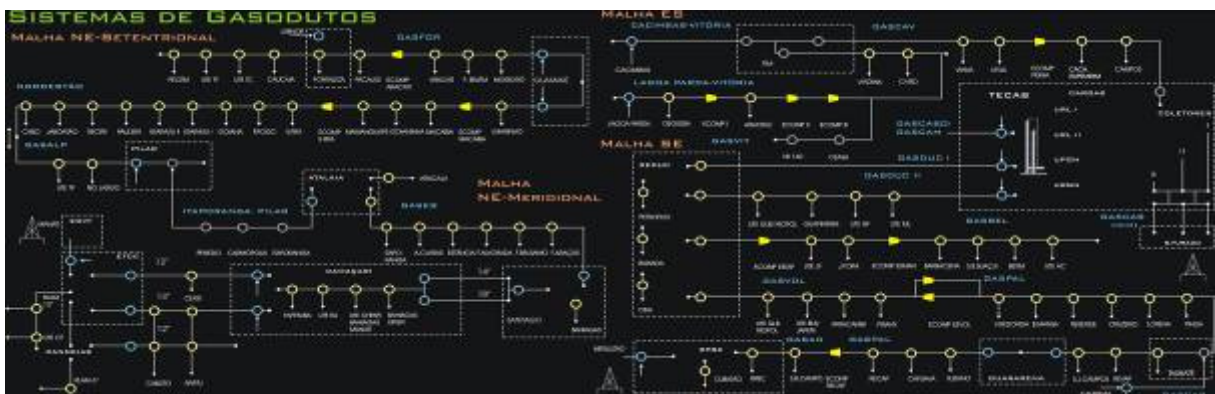


Figura 7: Diagrama unifilar dinâmico dos sistemas de gasodutos do SE e do NE

Esta tela manteve-se como principal exibição no *videowall* até o mês de novembro de 2008. A partir de então, a área do *videowall* destinada à equipe do Gás foi dividida em duas partes iguais (chamadas *slots*), de maneira a que fosse possível a exibição de duas telas concomitantes. Até a época dos acompanhamentos da atividade de operação na sala de controle (finalizados em maio de 2009), as duas telas do *videowall* eram as mostradas na figura 8, abaixo.



Figura 8: Telas exibidas no *videowall* à época dos acompanhamentos da atividade

À esquerda era exibida uma tela do software *visual pipeline*, que representava graficamente a relação pressão *versus* distância dos gasodutos do sistema nordeste. À direita era exibida uma tela do ONS⁴⁸, disponibilizada pela Internet, que mostrava o consumo de gás das usinas termoelétricas do país. Ambas as telas eram atualizadas periodicamente.

Além dos aspectos relacionados à construção das imagens para exibição no *videowall*, outras questões de ordem técnica também se colocaram. Segundo o chefe da equipe SCADA, responsável pelo gerenciamento do *videowall* principalmente no que tange a sua interface com o sistema supervisor, foi necessário desenvolver recursos informáticos de hardware e software que permitissem a utilização efetiva do dispositivo.

No início, contudo, problemas de mau-funcionamento comprometeram a utilização esperada do *videowall*: em um primeiro momento, ocorreram repetidas queimas de transformadores (existe um para cada cubo do *videowall*), fazendo com que, ao final, todos os transformadores tivessem

⁴⁸ O Operador Nacional do Sistema Elétrico é uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos, criada em 26 de agosto de 1998, responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

queimado. Em segundo lugar, houve problemas de funcionamento dos dispositivos de troca automática das lâmpadas. De acordo com o entrevistado, os problemas foram identificados como inerentes ao dispositivo e solucionados pelo fabricante.

Resolvidos os problemas desta natureza, procedeu-se ao desenvolvimento de recursos de compatibilização. Em colaboração com o fornecedor do *videowall*, a equipe SCADA instalou um computador exclusivo para o *videowall*, além daquele fornecido pelo fabricante e que funciona como gerenciador do dispositivo. Neste segundo computador – chamado de servidor de aplicação – foram instalados programas que poderiam vir a ser utilizados para a apresentação de dados no *videowall* (programas do pacote Microsoft Office® por exemplo). O motivo para a utilização deste recurso de hardware é evitar que o gerenciador fornecido pelo fabricante fique lento e sobrecarregado.

Outro recurso desenvolvido pela equipe SCADA foi uma interface de comunicação entre o *videowall* e a operação: foi criado um menu clicável na tela do *videowall* que dá acesso a vistas pré-estabelecidas. As incompatibilidades entre o sistema do *videowall* e o SCADA fizeram com que os recursos originais de diálogo do dispositivo fossem substituídos por outros desenvolvidos internamente.

Segundo informações levantadas, a arquitetura do sistema naquela época ainda não permitia a exibição no *videowall* de qualquer tipo de tela ou aplicação disponível no sistema supervisório ou em outro tipo de programa. Isto é, não era possível para o usuário (neste caso, o Cotur) escolher que tela exibir: esta exibição estava ainda limitada a algumas telas pré-determinadas.

As dificuldades técnicas envolvidas com a utilização do dispositivo transparecem neste comentário feito pelo chefe da equipe do SCADA, quase dois anos depois do início de seu funcionamento: “hoje, a tecnologia está dominada”. Ainda segundo ele, este domínio da técnica só foi possível em função de na sua equipe haver programadores e analistas de sistemas capazes de desenvolver os recursos necessários à utilização do dispositivo.

VI.1.2.2. Aspectos organizacionais

Além dos problemas técnicos mencionados, outro fator mostrou-se relevante na relação entre os operadores e o *videowall*: as diferentes diretrizes quanto à sua utilização por parte da hierarquia. Com relação à equipe do gás, a gerência havia determinado desde a entrada em operação do dispositivo a constituição de uma equipe para a concepção de telas para o *videowall*. Diferentemente da equipe do óleo, neste nível hierárquico da equipe do gás existia o objetivo de utilizar operacionalmente a nova tecnologia. A equipe de concepção, composta por um funcionário administrativo da equipe de gás e uma estagiária desenvolveu então diversas telas, as quais eram submetidas à deliberação da coordenação, da gerência e da direção da empresa. Segundo as informações passadas por este funcionário, as expectativas de uso da direção contemplavam um uso gerencial do *videowall* (primordialmente voltado para o Cotur e coordenação da equipe, através da exibição de dados totalizados de transporte diário, nível de performance – balanço programado/ entregue etc.).

À época dos acompanhamentos da atividade, a gestão do *videowall* havia passado a ser feita pela equipe do SCADA (equipe do gás e equipe do óleo): manutenção, desenvolvimento de recursos, construção de telas. Existiam dois analistas de sistemas na equipe cujas atribuições eram majoritariamente voltadas para a manutenção física do dispositivo assim como para o desenvolvimento de telas para a equipe do óleo e para a parte computacional (hardware e software). Estes funcionários haviam passado por treinamentos junto ao fabricante, de maneira a que fosse possível, por um lado, prestar um primeiro atendimento de manutenção no equipamento e, por outro, explorar melhor as suas funcionalidades.

Pelas informações coletadas junto à equipe do gás e à equipe do SCADA, havia incongruências no desenvolvimento dos recursos de utilização do *videowall*: recursos desenvolvidos por uma equipe nem sempre eram aproveitados pela outra e havia, em alguns casos, duplicidade na busca por soluções. Esta dinâmica revelava as diferentes prioridades e possibilidades de ação das duas equipes.

Por outro lado, o processo de concepção das telas para o *videowall* foi marcado principalmente pela falta de participação dos operadores. Como mencionado por um dos funcionários entrevistados, quando da constituição da equipe de concepção não havia diretrizes específicas que determinassem o conteúdo das telas que seriam exibidas. Até a inauguração da sala de controle, protótipos de telas foram construídos e submetidos a decisões da gerência e da direção, as quais determinavam a necessidade de alterações ou não no conteúdo apresentado.

As soluções gráficas adotadas até então refletiam o conhecimento da equipe de concepção: a partir de seu conhecimento sobre a utilização de outros *videowalls* utilizados em outros centros de controle (através de fotos e filmes) se buscou combinar um uso operacional e gerencial dispondo concomitantemente imagens ilustrativas e dados operacionais. Segundo as próprias palavras do chefe da equipe, os “ingredientes” que ele procurava utilizar eram informações em tempo real de cunho operacional e uma configuração que provocasse impacto nos visitantes. Mas as telas desenvolvidas ficaram limitadas segundo ele ao seu pouco domínio da prática operacional; da mesma forma, sua utilização por parte dos operadores ficou prejudicada pelo fato de que as informações exibidas no *videowall* estavam facilmente acessíveis nas telas dos monitores, segundo suas próprias verbalizações.

VI.1.2.3. Aspectos da atividade

Pela análise da atividade verificou-se que havia uma inadequação operacional das informações exibidas no *videowall*. Se em um primeiro momento da etapa de concepção as imagens exibiam apenas dados estáticos com objetivo mais gerencial, à época das observações alguns recursos já haviam sido desenvolvidos (criação do menu clicável, instalação do servidor de aplicação etc.) de forma a que fosse possível introduzir dados dinâmicos oriundos do processo. Isto é, em um primeiro momento as telas construídas poderiam apenas auxiliar os operadores na atualização de seu modelo mental das instalações, já que elas forneciam ora representações simbólicas da

distribuição dos dutos (os diagramas unifilares), ora a localização geográfica destes. As imagens abaixo mostram algumas das telas exibidas no *videowall*, antes da introdução das funcionalidades que permitiam a exibição de dados dinâmicos.

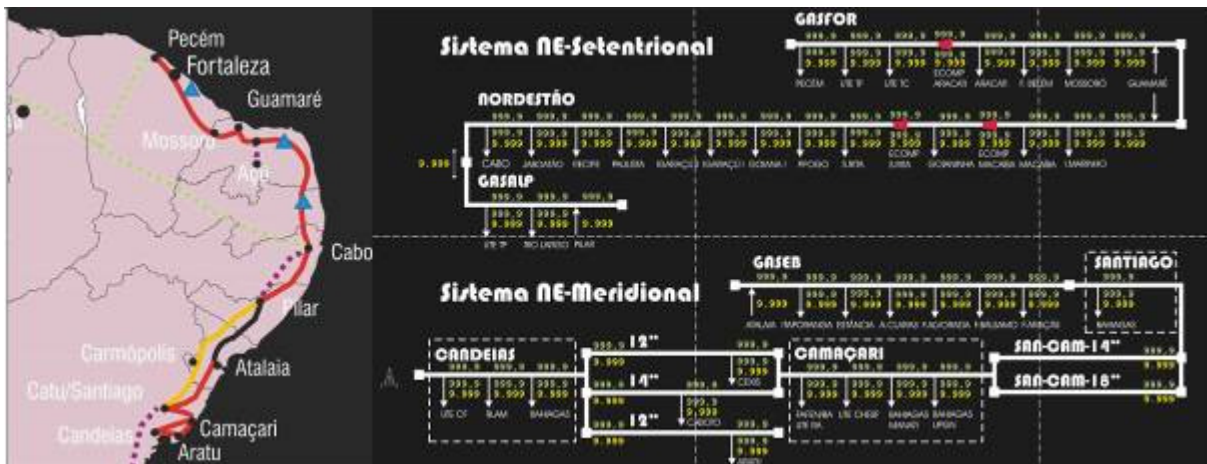


Figura 9: Tela do *videowall* com representação esquemática e localização geográfica dos dutos da região NE

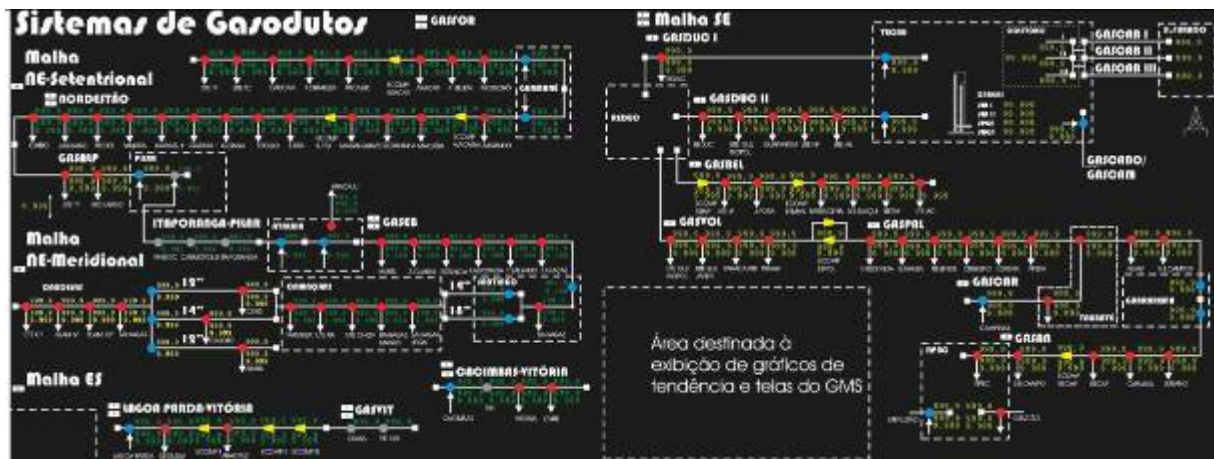


Figura 10: Tela do *videowall* com representação esquemática dos dutos das regiões SE e NE

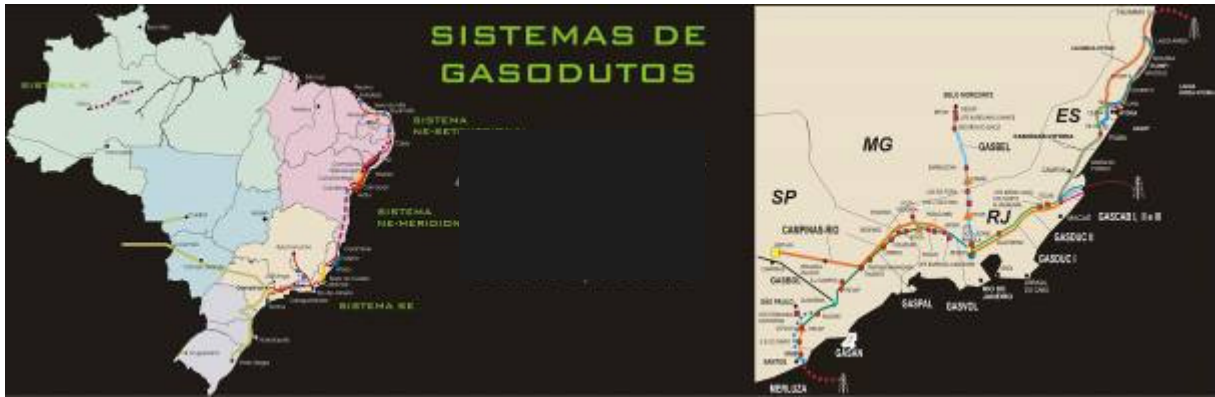


Figura 11: Tela do *videowall* com indicação da localização geográfica dos dutos com detalhe para a região SE

Com o desenvolvimento de recursos e a conseqüente possibilidade de exibição de dados dinâmicos, outras telas foram construídas. As imagens abaixo mostram algumas delas, e pode-se notar o uso operacional perseguido, já que os dados apresentam principalmente informações numéricas atualizadas de pressão e vazão nos diferentes pontos de produção e entrega.

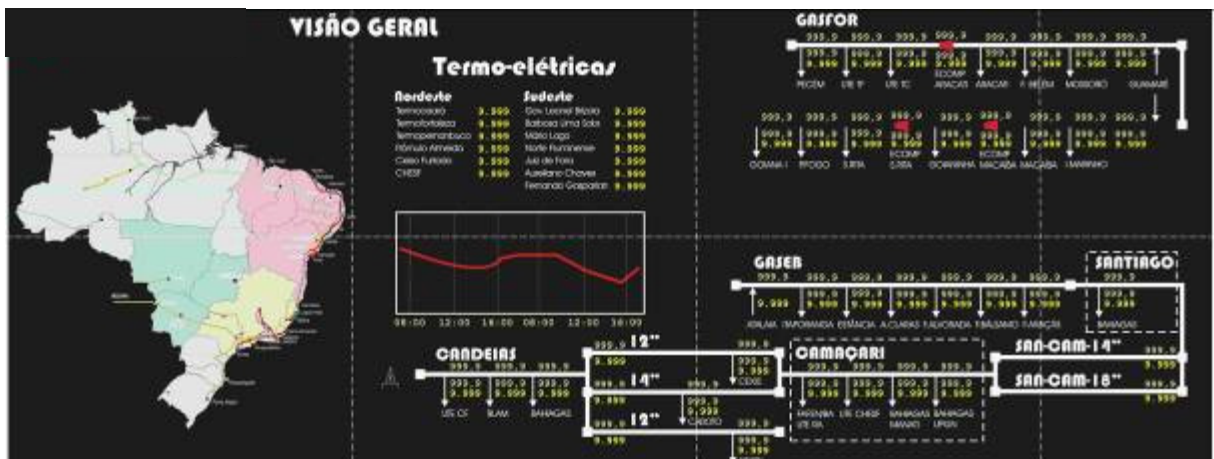


Figura 12: Tela do *videowall* com representação esquemática dos dutos do NE, indicação da localização geográfica dos dutos e consumo das termoeletricas no SE e NE



Figura 13: Tela do *videowall* com representação geográfica dos dutos do NE e SE, com apresentação de dados de vazão e pressão em cada ponto

VI.1.3. Resultados da análise do processo de concepção de telas

Os resultados da análise do processo de concepção de telas revelam quatro fatores distintos que condicionam a relação entre a atividade e o uso do *videowall*:

- As características técnicas do dispositivo;
- As características da organização do trabalho;
- As características do processo de concepção;
- As características da atividade.

Sob o ponto de vista técnico, a análise do processo de concepção mostrou que a utilização do dispositivo requer o desenvolvimento de recursos técnicos e humanos específicos. As funcionalidades do *videowall* não se mostraram flexíveis o suficiente de maneira a que fosse possível a sua utilização direta, principalmente no que tange o desenho de telas e a “comunicação” entre os programas de desenho e de exibição. Da mesma forma, a inadequação da interface de comunicação entre os usuários e o dispositivo precisou ser suplantada pelo desenvolvimento de uma nova ferramenta (o menu clicável), pela equipe do SCADA.

Sob o ponto de vista organizacional, o processo de concepção de telas para o *videowall* foi marcado por expectativas de uso diversas por parte dos diferentes atores envolvidos. Ao mesmo tempo em que a direção ansiava por um uso

gerencial, a própria gerência da equipe do gás buscava permitir um uso operacional. Mas, mesmo no nível hierárquico das gerências, as expectativas de uso eram antagônicas se comparadas as equipes do óleo e do gás. A dinâmica para o estabelecimento de uma equipe de concepção de telas também revela uma questão organizacional: apenas após vários meses de funcionamento do dispositivo é que a equipe do SCADA tornou-se oficialmente responsável pela gestão do *videowall*. Mas este fato reforça a evidência de que a introdução de um novo dispositivo em sala de controle demanda recursos humanos e técnicos exclusivos. Devem ser previstos tempo e recursos destinados, por exemplo, à manutenção do equipamento, ao desenvolvimento de ferramentas de interface e à sua adaptação à atividade operacional. Assim, sob o ponto de vista organizacional, faz-se necessária a criação de uma estrutura que possua condições suficientes de lidar com a nova tecnologia, introduzindo-a no conjunto de recursos colocados à disposição do corpo operacional. Estas características organizacionais, observadas até a época do acompanhamento da atividade realizado se refletem ainda na pouco expressiva participação dos operadores no processo de concepção, segundo as informações levantadas.

Sob o ponto de vista do processo de concepção de telas, os resultados da análise sugerem que, a despeito da influência organizacional, a falta de participação dos operadores contribuiu para a não utilização do *videowall*. Por um lado, a apropriação do dispositivo perde em legitimidade e efetividade quando ao usuário final não é dado espaço de opinião e decisão. Este fator, por outro lado, pode explicar a inadequação das informações exibidas no dispositivo: as informações apresentadas eram replicações dos dados já apresentados nas telas do console e possuíam uma organização espacial não condizente com as exigências operacionais. Por exemplo, em algumas telas desenvolvidas a apresentação dos dados seguia a ordem da localização geográfica e não a lógica de interligação entre os sistemas de dutos. Desta forma, o suporte gráfico oferecido não representava ganhos em termos de economia cognitiva no sentido de permitir o estabelecimento de relações de causa e efeito, por exemplo, provocando a necessidade de um maior dispêndio de recursos para a conexão funcional entre elementos dispersos

especialmente. Algumas verbalizações reforçavam ainda a inadequação das informações exibidas. Segundo um Cotur, “tudo que a gente precisa está aqui” (nos monitores do console).

Entretanto, nós avançaremos a hipótese de que, além dos fatores apresentados, algumas características do processo a controlar e o papel do operador no coletivo de trabalho também possuem parcela de influência na utilização dos recursos disponíveis. Esta análise será objeto do próximo item, que trata da análise da atividade de operação no console.

VI.2. A ANÁLISE DA ATIVIDADE DE OPERAÇÃO

Nesta parte, apresentaremos os principais resultados das análises da atividade realizadas. O leitor poderá se reportar ao capítulo V para obter uma apresentação detalhada da metodologia utilizada, mas retomaremos que de forma objetiva as análises da atividade conduzidas na sala de controle da situação A tiveram como objetivo principal compreender as inter-relações entre a interface e a construção da visão global do processo, o apoio à memória de curto prazo e as configurações da atividade coletiva. A escolha destes elementos para a pesquisa teve origem nos resultados da literatura que mostraram como estes elementos foram diretamente impactados pelas transformações tecnológicas havidas nas últimas décadas.

De forma a permitir uma compreensão mais abrangente da situação de trabalho estudada procederemos, em um primeiro momento, a uma descrição genérica das operações realizadas nesta sala de controle. Em um segundo momento, serão expostas as peculiaridades do processo controlado para enfim, em um terceiro momento, serem exploradas as especificidades da atividade dos operadores que melhor permitem a argumentação dos resultados apresentados pela literatura ao mesmo tempo em que permitem discutir de sua pertinência e de possíveis extrapolações e contribuições, que serão apresentadas nos capítulos de discussão e conclusão.

VI.2.1. Descrição global

VI.2.1.1. O funcionamento geral

Neste centro de controle se faz o controle e a supervisão das operações de transporte de petróleo e derivados e gás natural através dos dutos da empresa, em toda a extensão do território nacional. À época dos acompanhamentos da atividade de operação, a extensão dos dutos controlados por este centro de controle somava mais de 10.000 km.

As operações realizadas neste centro de controle garantem o abastecimento de gás natural das regiões sudeste e nordeste e seus clientes são desde consumidores domésticos até usinas termoeletricas. Este centro de controle operacional é responsável, assim, pela disponibilização de uma importante matriz energética para as regiões mais populosas e industrializadas do país.

VI.2.1.2. A organização do trabalho

No mesmo centro de controle estão hoje reunidas a equipe do óleo e a equipe do gás. Contudo, suas atividades de operação são totalmente independentes, o que se reflete inclusive na estrutura organizacional: cada equipe está subordinada a uma gerência diferente e estas, por sua vez, compõem o organograma das duas diretorias operacionais, a de movimentação de petróleo e derivados e a de movimentação de gás natural. As atividades de apoio operacional e administrativo também são independentes, à exceção da equipe de suporte técnico, responsável por toda a gestão da informação e dos equipamentos, a qual presta seus serviços para as duas equipes.

Na equipe do gás, à qual nos restringimos nesta pesquisa, existem três postos de trabalho para a execução das atividades operacionais: um para a região Sudeste (SE), outro para a região Nordeste (NE) e outro para o coordenador de turno (Cotur), que eventualmente pode atuar operacionalmente.

Os postos de trabalho são compostos por um console ocupado por um único operador por vez (à exceção das passagens de turno e dos períodos de formação de operadores novatos) e não existe interação operacional entre os operadores do SE e do NE, dada a configuração geográfica dos sistemas de dutos: cada uma das duas regiões produz e transporta o seu próprio gás⁴⁹.

As comunicações verbais operacionais presenciais na sala de controle ficam, assim, restritas à interação entre cada operador e o Cotur. Entretanto, existe um grande volume de comunicações entre os operadores de console e os

⁴⁹ Entretanto, segundo informação divulgada pelos meios de comunicação, desde março de 2010 existe um gasoduto que interliga as regiões SE e NE: o GASENE.

operadores de campo visto que quase todas as operações de partida e parada de bombas e de abertura e fechamento de válvulas são realizadas in loco pelos operadores de área sob a supervisão do operador do centro de controle.

Além das tarefas operacionais propriamente ditas, existe um grande volume de tarefas administrativas a cargo dos operadores: estes são responsáveis pelo registro de todos os eventos operacionais (manutenções, incidentes etc.) e pela confecção de diversos relatórios.

VI.2.1.3. A interface de controle e supervisão

Em seu posto de trabalho, o operador conta com:

- Dois aparelhos telefônicos
- Uma calculadora
- Folhas de papel utilizadas como bloco de notas
- Documentos de apoio tais como a relação do número de telefone dos operadores de campo e das unidades operacionais, esquemas gráficos com indicação de detalhes dos dutos (nomenclatura, limites de pressão de operação, diâmetro do duto), Instruções Operacionais em vigor e programação diária de transporte.

Com relação à interface computacional existem, além do *videowall*, seis monitores de computador distribuídos no console:

- Dois monitores superiores que exibem gráficos de tendência dos diferentes pontos de entrega dos dutos (1 e 2, abaixo)
- Dois monitores centrais que exibem as telas principais de operação (4 e 5)
- Um monitor inferior dedicado à parte administrativa (6)
- Um monitor que exhibe informações do programa Plant Information - PI (3).



Figura 14: Posto de trabalho do operador SE com os seis monitores do console e o *videowall* ao fundo

A interface é um sistema de informações tratado graficamente, que recebe os dados dos sensores instalados no campo, e os apresenta para o operador de maneira a que este possa relacionar os valores dos parâmetros aos equipamentos e locais a que eles se referem. A interface é também o meio através do qual o operador manipula os equipamentos no campo, por intermédio de cliques com o mouse na tela. Nesse sentido, a interface tal qual ela se apresenta ao operador é uma construção artificial, uma das interpretações possíveis do real. A organização das informações na tela conforma o saber operacional do operador: ela provoca uma adaptação do conhecimento do mundo tangível que o operador possui (constituição e características de funcionamento dos equipamentos – ruído, por exemplo, configuração geográfica dos locais onde estão as unidades, os dutos etc.) à representação formal dos elementos gráficos presentes nas telas do sistema supervisor.

No console SE da situação A, a operação é realizada através de duas telas principais (figuras 15 e 16, abaixo), onde são exibidas as informações de pressão, vazão e temperatura de todos os pontos de produção e entrega do

sistema operado (estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo). É a partir destas duas telas principais que o operador executa toda a navegação exigida pela operação.

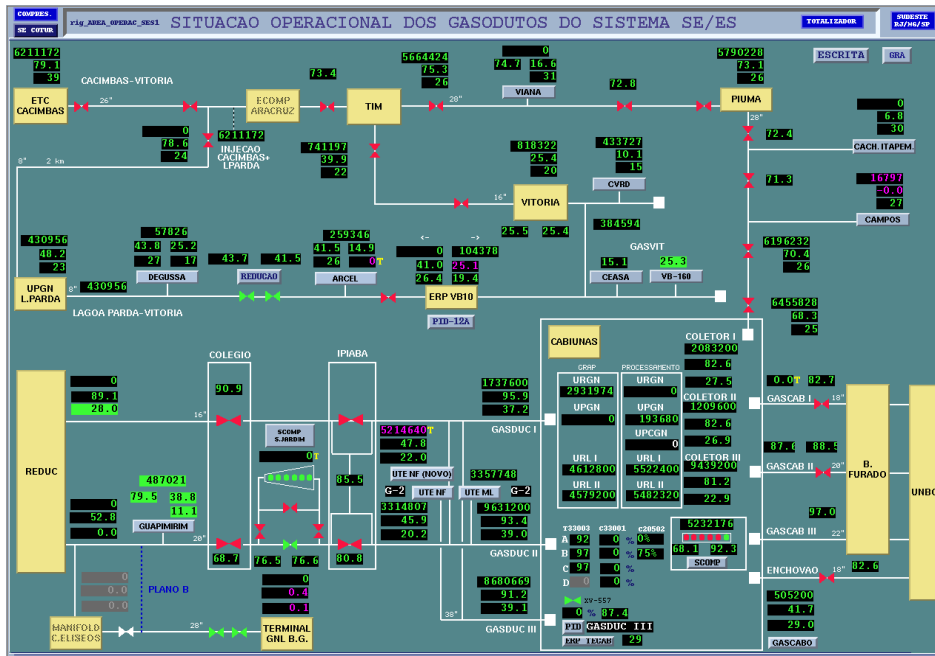


Figura 15: Tela principal do sistema SE (RJ e ES)

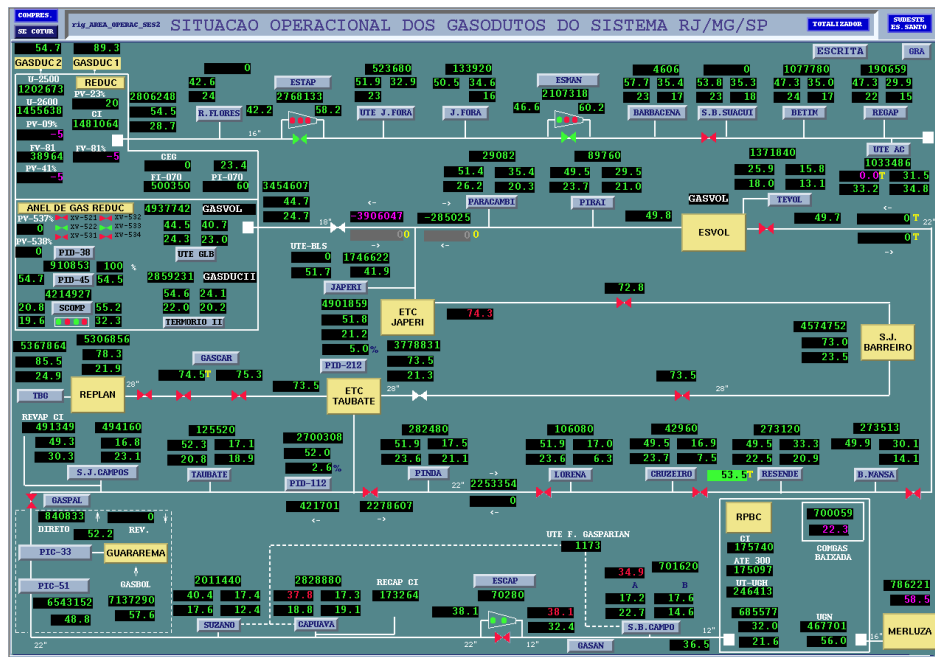


Figura 16: Tela principal do sistema SE (RJ, SP e MG)

De forma geral, existem 2 níveis de telas: as principais (mostradas acima) e as secundárias, nas quais são representados os esquemas relativos aos pontos de entrega (figura 17, abaixo), nos quais constam as representações do fluxo de gás (diagrama unifilar) e dos equipamentos (válvulas, computadores de vazão, aquecedores) e as indicações numéricas de pressão, vazão e temperatura em diferentes pontos.

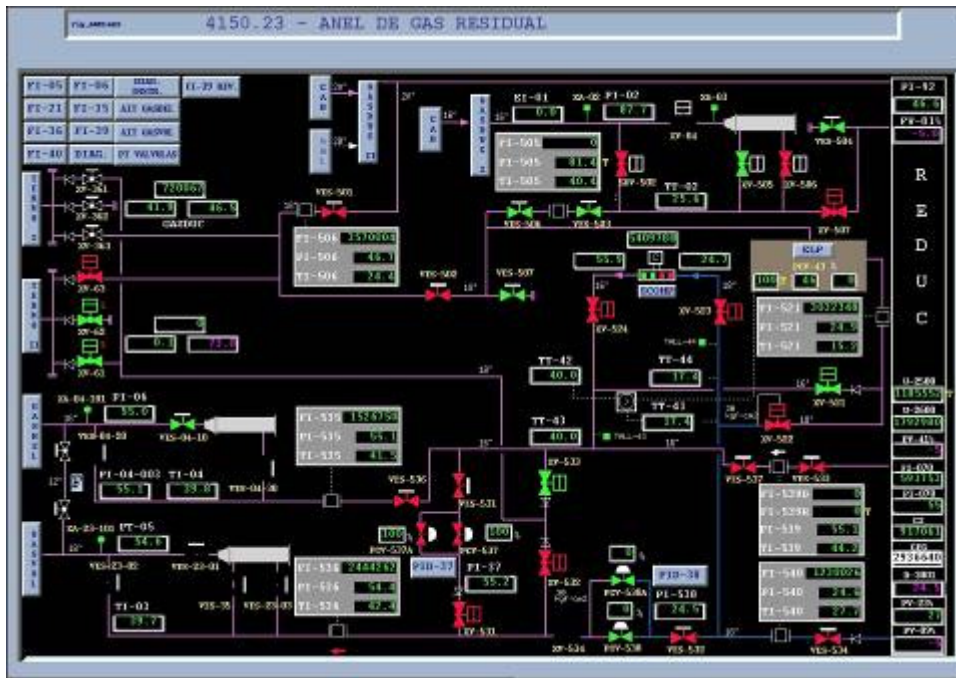


Figura 17: Exemplo de tela secundária - Anel de Gás Residual da REDUC (Sistema RJ)

A partir destas telas secundárias, o operador pode ora fazer uma navegação horizontal, no mesmo nível (acessando outros pontos de entrega ou telas de outros gasodutos), ora abrir caixas de diálogo específicas a alguns equipamentos (computadores de vazão, válvulas – figura 18, abaixo), ora abrir caixas de controle dos parâmetros, através das quais o operador altera os ranges de alarmes ou consulta o gráfico do comportamento da variável no tempo (figura 19, abaixo).

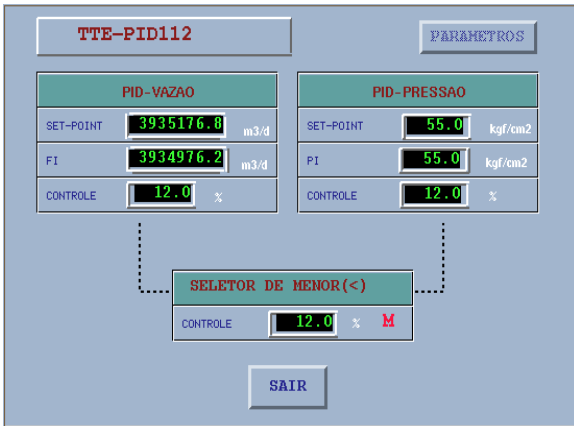


Figura 18: Exemplo de caixa de diálogo para um equipamento específico (Válvula controladora PID-112)

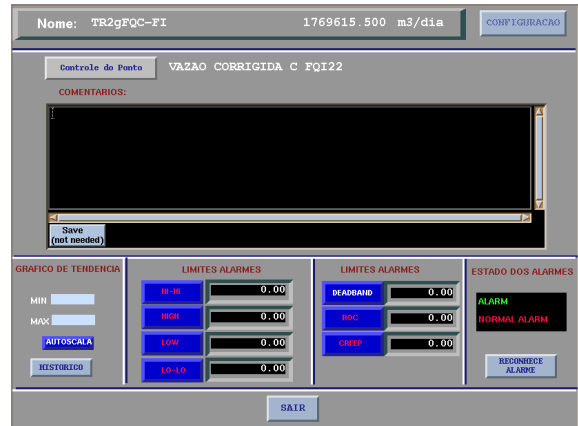


Figura 19: Exemplo de caixa de controle de parâmetros (Controle de vazão do FQI-22)

No console, os monitores superiores são reservados à exibição das telas dos gráficos de tendência. Cada retângulo da tela representa um gasoduto e cada linha representa o perfil de pressão em pontos específicos neste gasoduto (pontos de injeção, entrega e estações de compressão), como exemplificado nas figuras 20 e 21, abaixo.

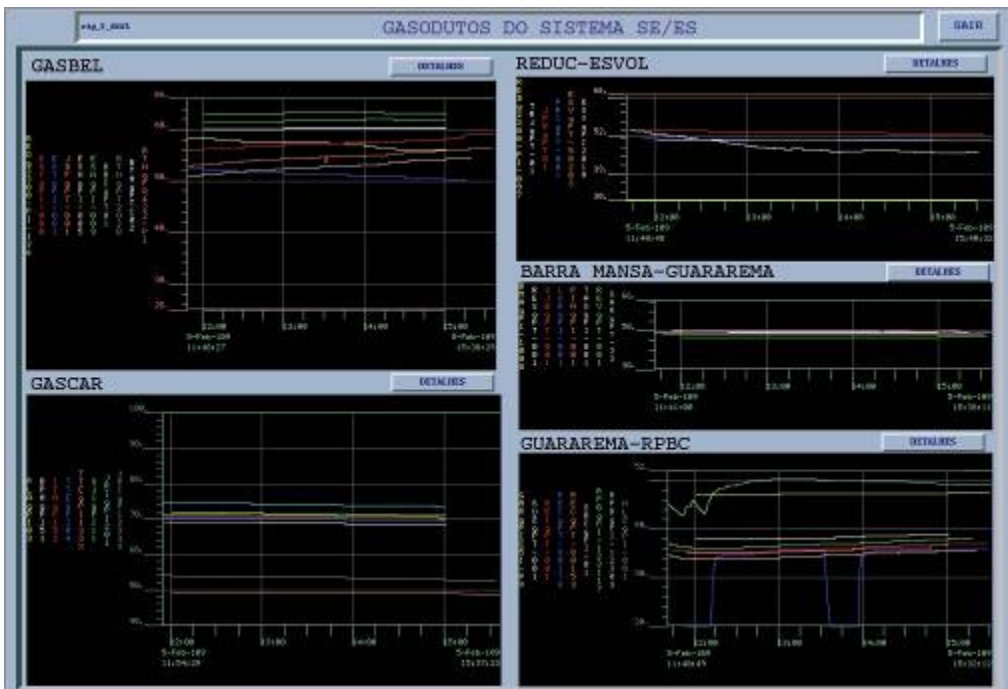


Figura 20: Tela de gráficos de tendência do RJ, MG e SP

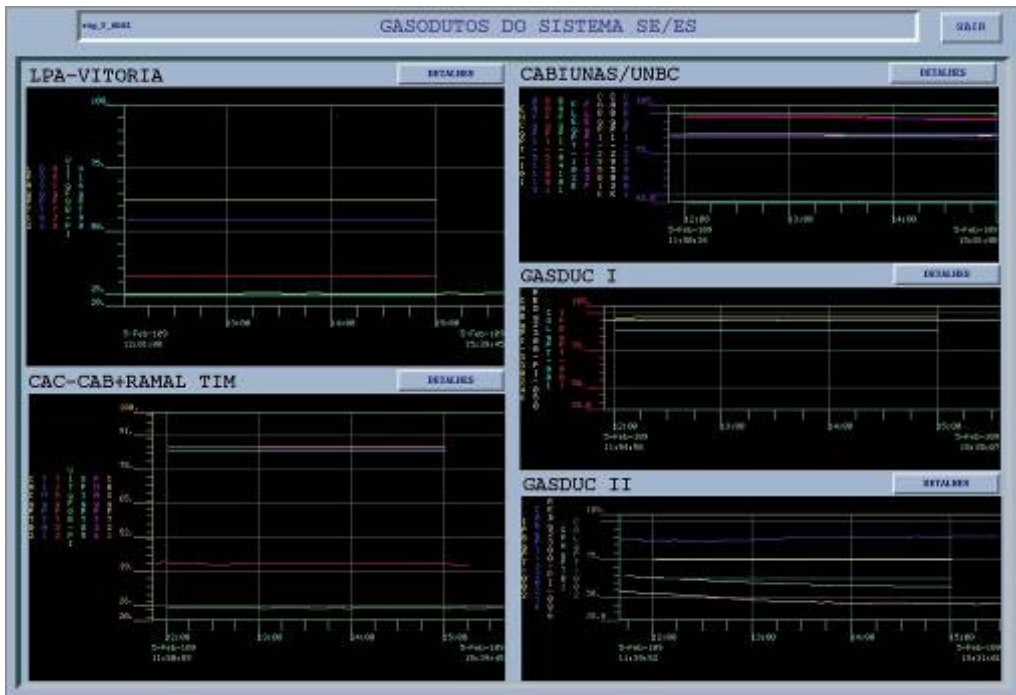


Figura 21: Tela de gráficos de tendência do RJ e ES

Além dos monitores presentes no console de operação, a interface de apresentação de informações é composta ainda por um *videowall* (figura abaixo).



Figura 22: Vista do *videowall* dedicado à equipe do gás natural

VI.2.1.4. As tarefas

Ao operador do console SE compete:

- Garantir o abastecimento de gás natural nos diversos pontos de entrega do sistema, segundo contratos assinados entre a empresa transportadora e as empresas distribuidoras, os quais definem as pressões, vazões e temperaturas de entrega;
- Garantir os volumes de gás natural ao longo dos dutos de maneira a permitir que as entregas obedeam à programação de transporte e aos limites de pressão e vazão contratados;
- Acompanhar e registrar formalmente todos os eventos e incidentes ocorridos ao longo do turno de trabalho;
- Realizar os relatórios da movimentação totalizada diária do gás em todos os sistemas;
- Racionalizar o uso dos equipamentos com relação ao consumo elétrico e ao seu desgaste;
- Garantir o registro do consumo dos clientes diretos através da verificação do estado de funcionamento dos equipamentos de medição.

VI.2.1.5. As fontes de variabilidade

De modo resumido, cabe ao operador do console (às vezes, em conjunto com o Coordenador de turno – COTUR) tomar decisões operacionais que permitam tentar realizar o cumprimento da programação. As principais fontes de variabilidade na sua atividade são:

- as oscilações no consumo dos clientes
- as oscilações na produção (nas plataformas ou nas unidades de processamento)
- as oscilações na programação
- a disponibilidade de equipamentos no campo (válvulas, compressores etc.) em função de seu estado de funcionamento e da ocorrência de manutenções
- os índices pluviométricos na região SE (elevados estoques hídricos reduzem a produção de energia elétrica nas usinas termo-elétricas a gás, influenciando o consumo de gás natural)

- as políticas energéticas (decisões sobre importação de gás natural de outros países, por exemplo)

A principal atribuição operacional do operador é fazer com que o gás chegue em quantidade e pressão suficientes a todos os pontos dos dutos, segundo as necessidades programadas ou não dos clientes. Para tanto, ele procura influir na pressão ao longo dos dutos (via estações de compressão) assim como na vazão de gás nos pontos de alimentação do sistema.

VI.2.2. As características do processo controlado

O processo de transporte dutoviário de gás natural estudado possui características próprias que determinam os contornos da atividade do operador de console. Nos parágrafos que seguem, estas características são expostas e, na seqüência, serão argumentados os seus impactos no uso da interface e no coletivo de trabalho através das análises da atividade.

VI.2.2.1. A dinâmica temporal do processo

O processo de transporte dutoviário de gás natural é um processo de deslocamento do gás no qual não ocorrem mudanças em suas características químicas. Para proceder a este transporte, é necessário que o operador conheça as propriedades naturais dos gases assim como o seu comportamento quando exposto a condições de pressão diferenciadas. A principal propriedade a considerar no processo de transporte é a compressibilidade do gás. Esta propriedade do gás faz com que em um mesmo espaço podem ocorrer variações consideráveis de volume, o que é indicado pela pressão. Isto é, alta pressão significa alto volume de gás e, inversamente, baixa pressão denota pouca quantidade de gás no duto.

Esta característica da matéria-prima aliada à grande extensão dos dutos confere ao processo uma dinâmica temporal relativamente longa: atuações no sistema tais como uma partida ou uma parada de ECOMP (estações de

compressão) têm um tempo de resposta do sistema da ordem de minutos ou dezenas de minutos. As conseqüências das ações do operador situam-se em uma temporalidade que molda a atividade, fazendo com que seja necessário antecipar ao máximo os riscos de desabastecimento, já que recuperações de pressão são lentas. Esta característica tem ainda maior impacto na operação em virtude de ocorrerem mudanças de consumo bastante rápidas como explica um operador: *“No início do dia o aumento é violento. A (companhia de distribuição) passa de 800 mil para 3 milhões, 5 milhões e é rápido, questão de meia hora”*. Isto é, o sistema pode sofrer alterações de consumo que alterem o perfil de pressão do duto em um tempo muito menor do que aquele necessário à recuperação desta pressão.

Da mesma forma, o tempo entre a detecção de alguns eventos (uma interrupção na compressão, um aumento de temperatura em um aquecedor, por exemplo) e a organização dos recursos – telefonemas, atuação remota, comunicação com o Cotur etc. – que permitam o tratamento destes eventos pode representar um intervalo da ordem de dezenas de minutos.

Sob o ponto de vista da interface, fazem-se necessários mecanismos que permitam que o operador acompanhe, durante longos períodos de tempo, eventos dispersos. O apoio à memória de curto prazo mostra-se, mais do que nunca, função fundamental em virtude da extensão temporal dos eventos.

VI.2.2.2. A distribuição geográfica das instalações

A situação espacial do operador do console é a de uma grande distância do processo a controlar. Esta característica faz com que o operador não alterne a sua atividade entre a sala de controle e a área, como ocorre nas refinarias e em outras situações industriais. Desta forma, a representação das instalações de que o operador dispõe repousa sobre os seus conhecimentos estocados na memória de longo prazo (parte do treinamento dos operadores exige a visita às diferentes localidades e instalações operacionais da empresa), sobre as informações que este recebe dos operadores de área e sobre os dados apresentados na interface. Da mesma forma, os operadores de área não

podem acessar as informações da sala de controle fisicamente, tendo que fazê-lo quando necessário através da consulta ao operador de console.

A grande extensão geográfica das instalações faz com que haja uma necessidade de intensa comunicação entre os operadores do console e externos. Esta pulverização geográfica das válvulas, computadores de vazão e outros elementos que compõem o sistema de dutos determina uma menor flexibilidade nas possibilidades de atuação, já que:

- Vários equipamentos no campo não podem ser controlados remotamente;
- Algumas localidades onde se encontram os equipamentos são inabitadas, o que obriga ao deslocamento de operadores de campo segundo condições temporais e meteorológicas variáveis.

Tanto para as localidades assistidas por operadores de campo ou para aquelas onde atuações remotas são possíveis, algumas informações ficam disponíveis unicamente na sala de controle. Esta característica é principalmente importante porque tem um efeito direto na moldagem da atividade coletiva: a convergência das informações para a sala de controle e a impossibilidade dos operadores de campo de terem acesso a outros dados operacionais que não aqueles diretamente relacionados à sua unidade ou área de atuação fazem com que a constituição de uma visão global das operações só possa ser realizada na sala de controle.

VI.2.2.3. A heterogeneidade e simultaneidade de eventos dispersos espacialmente

Em virtude do número de elementos funcionais e da extensão geográfica do processo de transporte dutoviário de gás natural ocorre um elevado número de eventos simultâneos e heterogêneos. Estes eventos podem ser ativos ou passivos: ativos são aqueles cujo início e término são controlados pelo operador (mesmo se não comandados por ele), tais como partida ou parada de estações de compressão, abertura ou fechamento de válvulas da linha-tronco, aumento ou redução de carga nas unidades de processamento; passivos são aqueles cuja temporalidade independe do controle do operador, mesmo que a

este compita autorizar ou não o serviço, como são as manutenções em equipamentos do campo.

Esta distribuição espaço-temporal dos eventos, que se caracterizam por ocorrerem ao mesmo tempo e por estarem geograficamente espalhados por toda a extensão do sistema, provoca no operador uma necessidade de atualização constante de seu estado de evolução. Esta necessidade de reconstrução contínua da representação situacional dos elementos se traduz operacionalmente pelo estabelecimento de comunicações ativas e receptivas com operadores de campo e pela necessidade de acesso visual às telas das localidades onde se encontram estes elementos.

Como uma grande parte dos eventos pode não possuir relação entre si, sob o ponto de vista cognitivo faz-se necessário que o operador mantenha atualizados os diferentes “mundos” aos quais pertencem os eventos em realização, provocando um movimento constante de reunião e discriminação funcional dos elementos técnicos e humanos que os compõem. Isto é, faz-se necessário que o operador relacione os eventos em curso, agrupando-os segundo uma lógica tanto geográfica quanto operacional, o que faz com que ele precise manter representações mentais paralelas, concomitantes e não obrigatoriamente inter-relacionadas. Pode-se imaginar este processo cognitivo como a manutenção de “visões globais” de níveis diferentes, cuja sobreposição garante a obtenção do objetivo global de manter todos os sistemas abastecidos, apesar das peculiaridades e restrições operacionais locais.

Na realidade, o funcionamento do todo depende dos diversos sub-sistemas que o compõem. Mas o que caracteriza a atividade de operação neste caso é a complexidade inerente de cada sub-sistema, representada pela combinação do seu elevado número de elementos e pela necessidade de registro formal e de acompanhamento de sua evolução em termos de disponibilidade operacional. A construção e a atualização do estado dos diferentes elementos que compõem os diversos sub-sistemas é apoiada pelos dados expostos na interface, mas devido a limitações desta tais como a insuficiência de dados (disponíveis apenas nas telas de segundo nível, o que demanda navegação),

ou a limitações do funcionamento cognitivo do operador (o que torna a saliência das informações dependente do processo de procura destas), a consideração operacional da heterogeneidade dos eventos é fortemente dependente das comunicações com o coletivo.

VI.2.2.4. A dependência das flutuações de consumo e das manutenções

Outra característica importante da atividade é a existência de uma fonte de variabilidade que determina grande parte das ações do operador no sistema. Trata-se das variações no consumo do produto que é transportado. Isto é, como a tarefa principal do operador é disponibilizar o gás natural para os consumidores, a sua atividade varia em função das variações de consumo. Neste caso, mesmo em se tratando de um processo contínuo, as atividades de operação possuem peculiaridades em função da hora do dia ou da noite. Diferentemente de outros processos industriais, onde o resultado da ação do operador mantém-se relativamente constante independentemente do dia ou da hora (apesar de notáveis diferenças no funcionamento humano como mostrado por Quéinnec, ou no estado de funcionamento do sistema técnico, como mostrado por Duarte), na operação de controle de transporte dutoviário de gás natural existem diferenças pronunciadas segundo o turno de trabalho, onde o resultado da ação do operador sobre o processo varia de forma regular. Pode-se sugerir aqui a seguinte fórmula: neste processo industrial, a atividade é cadenciada e diretamente influenciada pelas flutuações de consumo. É a produção para consumo imediato, oposta à produção para estoque, o que determina menores margens de manobra sob o ponto de vista da recuperação de incidentes relativos à disponibilização do produto para os clientes (se não existe produto disponível em períodos de grande consumo, há risco de desabastecimento).

Assim, um elemento central na determinação do comportamento do sistema é a ausência de possibilidade de construção de um estoque regulador de gás natural que permita que a operação mantenha as mesmas características ao longo do dia ou da noite. Tanto do ponto de vista da produção (nas unidades de processamento, sejam elas refinarias ou plataformas) quanto do ponto de

vista do transporte, o estoque disponível são os próprios dutos, cuja capacidade volumétrica limita antecipações importantes do ponto de vista da disponibilização de produto. Isto é, o consumo cotidiano de gás natural é suficiente para desabastecer os dutos, o que provoca uma necessidade diária de reposição de estoque.

Desta forma, pode-se afirmar que, em geral, os turnos da manhã e da tarde, períodos em que as demandas são maiores, apresentam maiores exigências em termos de tempo de resposta a disfuncionamentos que o turno da noite. Com um maior número de consumidores ativos durante o dia, as conseqüências de desabastecimento são maiores. Esta característica faz com que as pressões de tempo para a resolução de problemas durante estes turnos diurnos sejam maiores.

Em virtude da compressibilidade do gás natural e da extensão dos dutos, a disponibilização do produto em pressão suficiente não pode ser efetuada rapidamente. O trabalho principal da operação é, assim, preparar o sistema com antecedência de maneira a que sejam diminuídas as possibilidades de desabastecimento de consumidores. As ações com este objetivo são realizadas principalmente no turno da noite, quando o consumo é reduzido e as manutenções praticamente inexistentes.

Além da flutuação de consumo e da necessidade de preparar o sistema, a atividade de operação é também influenciada pelos eventos de manutenção que ocorrem principalmente no horário administrativo, entre 7h e 17h. A necessidade de acompanhamento e de registro destes eventos impõe um ritmo diferenciado na atividade do operador que se vê obrigado a dispensar parte de seu tempo operacional para estas tarefas ao mesmo tempo em que tem que garantir a oferta de produto para os consumidores. É principalmente durante e segundo turno diurno (das 15h às 23h) que o operador verifica o status das manutenções realizadas, verificando ponto a ponto qual a sua situação ao final do horário administrativo.

A figura abaixo mostra um documento oficial da empresa, com as diferentes rotinas operacionais e administrativas a serem realizadas segundo o turno de trabalho e o dia da semana.

ROTINAS	Seg		Ter		Qua		Qui		Sex		Sab		Dom	
	23h7	7h15	23h7	7h15	23h7	7h15	23h7	7h15	23h7	7h15	23h7	7h15	23h7	7h15
1 Chegar com antecedência de 20 minutos.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 Passar/Receber turno analisando informações contidas no L.O., mensagens de correio e bandejas de circulação.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3 Efetuar análise do sistema de gás, verificando limites de alarme no OASYS.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4 Verificar a comunicação do sistema SCADA, PI, rede corporativa e telefonia.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5 Criar a planilha de Acompanhamento Operacional dos Gasodutos (AOG) dos Sistemas Sudeste e Nordeste.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6 Preencher a planilha de Acompanhamento Operacional dos Gasodutos (AOG) dos Sistemas Sudeste e Nordeste referente ao turno.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7 Preencher integralmente o DOD e arquivá-lo na pasta 3 do arquivo CCOG.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8 Preencher RMM-PROVISÓRIO do SE e do NE com as informações contidas via fone (UN-BC e Menuza), do PI, GUS, perdas, ajuste, estoque disponível e inventário. Enviá-lo à G&E até às 6hs.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9 Arquivar os documentos operacionais do dia anterior.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10 Avaliar constantemente o sistema de gás, efetuando os ajustes necessários.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11 Atender a política de SMS.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12 Efetuar teste de acobertação no sistema supervisorio (sinalcomando), após a execução de serviços de manutenção.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13 Receber RDO das ECOMP's via correio/chave.CCG1, retirar dados referentes ao GUS e lançá-los nos RMM's.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14 Verificar anomalias e registros de falhas no RDO das ECOMP's e, por fim, arquivá-los.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15 Emitir e enviar o Relatório Diário Geral (RDG).	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16 Emitir e enviar o Relatório Diário Operacional (RDO).	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17 Preencher relatório dos Principais Eventos Operacionais das matas SE e NE.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18 Fluxograma de Comunicação em Situações de Emergência e Plano de Contingência, disponíveis e atualizados.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20 Receber Relatório Operacional da TBG. Analisar e Arquivar.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
21 Analisar a análise de gás do TECAB e da REDUC-GASVOL/GASPAL via Intranet (ILAB).	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22 Analisar e arquivar as análises recebidas por correio (UN-SEAL, UN-RA, UN-RNCE e UN-ES).	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
23 Imprimir Programação de Transporte.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
24 Gerar e enviar os arquivos Diários e Horários para a ANP.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
25 Efetuar teste de comunicação com no mínimo dois empregados relacionados no "Fluxograma de Comunicação em Situações de Emergência".	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
26 Efetuar teste de comunicação com no mínimo dois empregados de sobrevisão.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
27 Registrar o fechamento das solicitações do DISQUE_CCO nos relatórios "Acompanhamento de Solicitação de Manutenção" atualizando o arquivo V:\TRANSP_DGN_GAS_OP_CONTROL_CCG\PRODUCAO\Disque_CCO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 23: Tabela de rotinas operacionais e administrativas segundo o dia e o turno

Pelo conteúdo do documento acima, as rotinas administrativas permeiam todos os turnos operacionais. Entretanto, o turno das 23h às 7h concentra um maior número de tarefas desta natureza, o que sugere o elevado consumo de tempo para o acompanhamento das manutenções e manobras durante os outros turnos.

Como visto, a atividade de operação apresenta peculiaridades em função das prescrições de rotina, mas também principalmente em virtude das variações de consumo e da ocorrência de manutenções, o que faz com que cada turno apresente uma singularidade própria à conjunção destes três fatores.

Mas o maior impacto destas diferenças no consumo segundo o horário do dia é imprimir um caráter cíclico na atividade: durante a noite, se prepara o sistema

para o consumo do dia seguinte; durante o horário administrativo, se administram os recursos que permitam que a preparação efetuada na noite anterior seja cumprida; entre o final do dia e a chegada da noite, se procede à administração da inversão do comportamento dos dutos.

VI.3. A VISÃO GLOBAL DO PROCESSO PARA O OPERADOR DO CONSOLE

Vários níveis de informação são necessários para que o operador se construa a visão global das operações.

. Em um **primeiro** nível, estão as informações mais globais ou mais afastadas da operação propriamente dita. São informações conjecturais, que podem estar relacionadas:

- À política energética do país (contratos de compra de gás boliviano, incentivos para uso de gás como combustível de automóveis etc.),
- À situação econômica nacional e internacional (flutuações no consumo residencial e industrial etc.),
- Às características naturais (descoberta de novos poços etc.).

Estas informações são gerais e sua vigência temporal é, em geral, elevada, da ordem de meses ou anos.

. Em um **segundo** nível, estão as informações globais, mas com impacto na operação, direta ou indiretamente:

- Situação climática (nível de reservatórios⁵⁰ etc.),
- Política energética (compra de navios de GNL⁵¹ etc.).

Estas informações têm um período de vigência relativamente curto, da ordem de semanas ou meses.

⁵⁰ Se o nível dos reservatórios hídricos está baixo, em virtude do pouco volume de chuvas, ocorre um aumento da produção elétrica nas usinas termo-elétricas a gás natural, impactando a operação no console.

⁵¹ GNL: Gás Natural Liquefeito

. Em um **terceiro** nível, estão as informações operacionais, com impacto direto na atividade:

- Plataformas e equipamentos em funcionamento,
- Paradas e manutenções,
- Perfil de consumo (dia da semana, hora),
- Programação.

A vigência temporal destas informações é curta, podendo variar de algumas horas a alguns dias.

Mas, antes de nos estendermos sobre as particularidades da operação no que tange à construção da visão global, cabe uma precisão de ordem semântica. No caso estudado - a operação de transporte dutoviário de gás natural – o que significa ter uma visão global do processo?

Em primeiro lugar, é necessário que o operador saiba quais os volumes de gás que estão sendo produzidos e compará-los aos consumos instantâneos e previstos. Isto é, o operador precisa analisar o sistema com dois horizontes temporais distintos. Um relacionado ao aqui e agora e outro relacionado ao futuro próximo, o da programação. Assim, suas atuações no sistema procuram, por um lado, garantir que os consumos instantâneos sejam garantidos. Esta classe de situações (Rabardel, 2003) determina a execução de ações e comunicações voltadas para a satisfação das exigências temporais relativamente exíguas determinadas pela necessidade premente de se impedir o desabastecimento de clientes. A atividade, neste caso, é fortemente marcada pela constante procura e verificação de informações, nas telas principais, acerca das pressões e vazões de entrega para os clientes. Os principais componentes do sistema técnico com influência na entrega de gás para os clientes são as válvulas, os aquecedores e os computadores de vazão, sobre os quais o operador tem pouco ou nenhum poder de atuação. Esta particularidade faz com que exista uma classe específica de comunicações com operadores de campo voltada à resolução, em um curto espaço de tempo, dos problemas encontrados.

Por outro lado, as atuações do operador no sistema devem também responder a exigências temporais mais elásticas, voltadas às previsões de consumo ditadas pela programação diária que, aliás, contempla sempre as previsões para os próximos 3 dias. Neste caso, o operador desenvolve uma série de ações que visam garantir o abastecimento dos pontos de entrega nos períodos futuros, operados pelos turnos seguintes. De forma geral, o comportamento dos dutos apresenta uma regularidade de funcionamento em função do dia da semana e da hora do dia. Assim, nos feriados e fins-de-semana, o consumo é menor (principalmente em virtude da paralisação das atividades comerciais e industriais), o que leva a um maior empacotamento dos dutos (aumento de pressão). Da mesma forma, o comportamento dos dutos em dias úteis apresenta certa regularidade: no início da manhã, ocorre um natural aumento da vazão (e conseqüente despressurização dos dutos) em virtude do aumento de consumo. Em certas regiões onde o consumo é predominantemente residencial, o final da tarde e o início da noite apresentam comportamento semelhante em conseqüência da utilização do gás para cozinhar e para aquecer a água do banho.

13/05/09, 18h23: “(...) Essa hora o pessoal vai chegando em casa, ligando o chuveiro...”.

Em segundo lugar, é necessário que o operador conheça a natureza e a temporalidade das paradas de unidades e das manutenções de campo com influência no sistema. Que equipamentos estão ou estarão indisponíveis? Por quanto tempo? Estes dados são, assim, incorporados pelo operador à sua estratégia de atuação, e se constituem, por sua vez, de elementos na construção da visão global.

Em resumo, a visão global para o operador do console SE se constitui do conhecimento sobre o estado das instalações (equipamentos, estações de compressão, unidades de processamento e exploração) e do conhecimento sobre os consumos instantâneos e previstos. É este conhecimento que determina a escolha dos recursos que ele utilizará assim como o ritmo de atuação no sistema.

A construção da visão global

Nos próximos itens se verá de que se constitui e como o operador do console se constrói a visão global das operações. Os dados apresentados são oriundos das observações da atividade e estão divididos por Situações de Ação Características e pela utilização dos recursos materiais disponíveis ao operador.

VI.3.1. A utilização das telas do sistema supervisorio

A passagem de turno

O operador lança mão de diversos recursos, presentes em seu entorno físico-simbólico, para agregar o maior número possível de elementos ao seu conhecimento macro operacional. Indubitavelmente, o primeiro deles (em termos de importância e cronologia) é a passagem de turno. Período incontornável da atividade, é através dela que informações gerais e específicas são passadas do turno anterior ao turno que chega. Este espaço comunicacional representa um momento singular na troca de experiências e na confrontação de representações entre os operadores.

A gravidade ou novidade de um dado evento pode levar à sua análise concomitante pelos dois operadores e pode-se notar, em certos casos, descompassos de representação causados pelo embate das diferentes experiências pessoais. Cada operador age segundo um “modelo mental” próprio, construído sobre conhecimentos anteriores forjados pelas experiências e formações no trabalho e fora dele. Como mostra Béguin (2004b), estas diferentes “versões do mundo” provocam diferentes maneiras de se operar o sistema sem, entretanto, comprometer o atingimento dos objetivos produtivos finais.

A passagem de turno ocorre segundo uma lógica implícita: faz-se a varredura visual do sistema de dutos, seguindo as duas telas principais, na seguinte seqüência: Cacimbas, dutos do ES, Bacia de Campos, Cabiúnas, Gasduc I e II, Gasbel, Reduc, Gasvol, Japeri, Taubaté, Gaspal, Guararema, Gasan, RPBC e Merluza. As comunicações entre os operadores baseiam-se, assim, na

estrutura de exploração da interface visual que representa esquematicamente a conformação geográfica do sistema de dutos. A título de exemplo, a figura abaixo mostra a seqüência seguida pelos operadores na passagem de turno do dia 14 de maio de 2009.

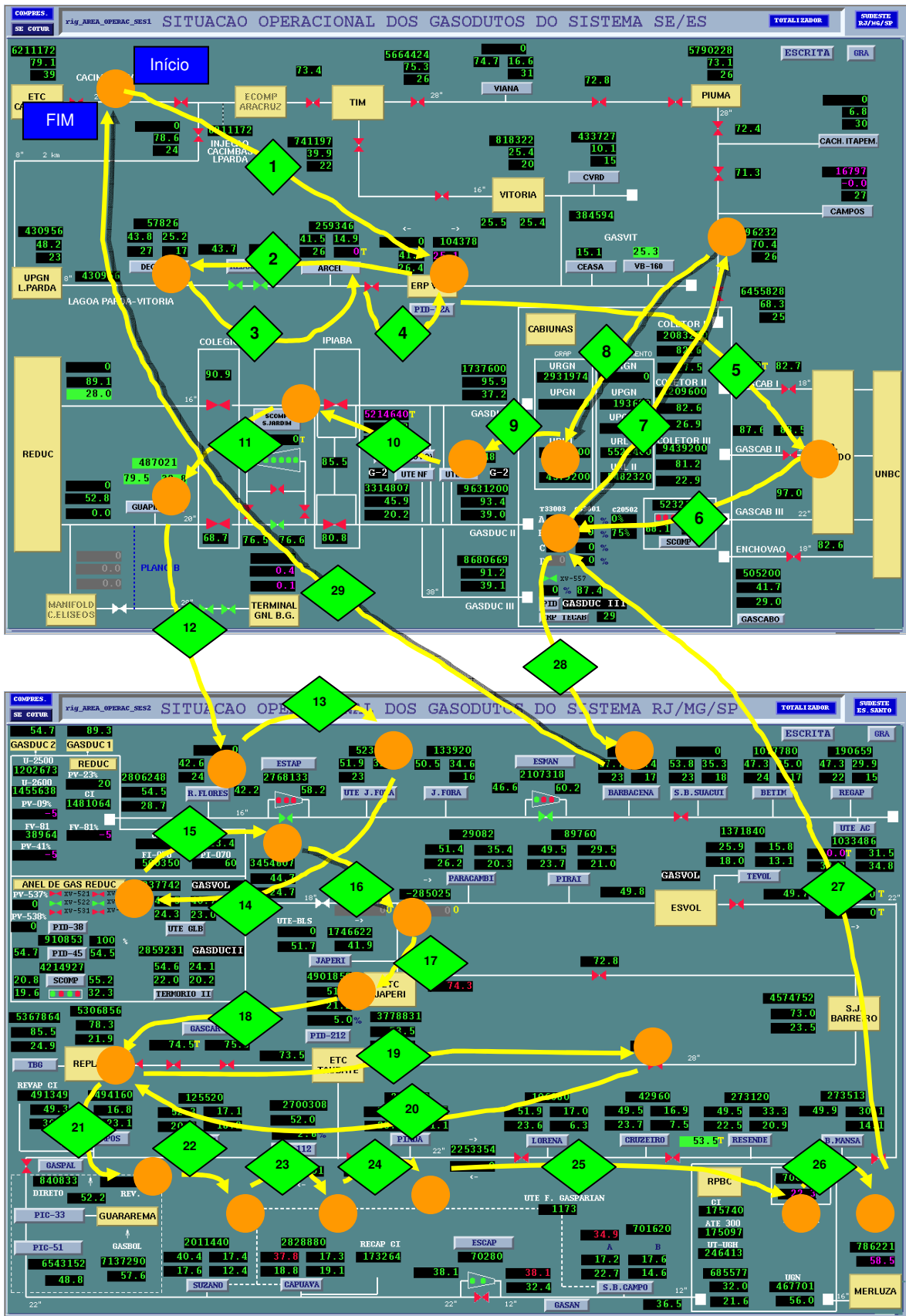


Figura 24: Seqüência de exploração da interface durante a passagem de turno do dia 14 de maio de 2009

Neste caso específico, a interface computacional serviu de base para que a atividade coletiva se desenvolvesse refletindo as especificidades operacionais daquele dia. Entretanto, a exploração das telas principais é feita de forma diferente pelos dois operadores. Mesmo se esta exploração segue uma lógica que respeita o fluxo de movimentação do gás dentro do sistema de dutos (como visto no parágrafo anterior), o uso da interface reflete as necessidades informacionais específicas daquela situação operacional assim como os conhecimentos de cada um dos operadores sobre as particularidades operacionais daquele momento histórico. Assim, se pode ver que a ordem na exploração das telas principais tem sua cadência marcada por dois fatores principais:

1- A interferência ativa do operador que chega, refletida por questionamentos referentes a eventos passados que ele conhece (no caso abaixo, a seta número 1 mostra um questionamento do operador que chegava, interrompendo a seqüência iniciada pelo operador que saía, devido ao seu conhecimento de uma Instrução Operacional – uma prescrição operacional temporária - que determinava o controle de vazão da Unidade à montante – Lagoa Parda – pela Estação de Redução de Pressão ERP VB 10. Esta determinação operacional se reflete em uma necessidade de controle de abertura das válvulas da ERP VB 10 pelo operador, que normalmente não acontece);

2- A leitura, concomitante à comunicação entre os operadores, do livro eletrônico de registro de ocorrências (Simgás) e das anotações manuscritas do bloco de notas. A passagem por pontos do sistema, neste caso, pode significar uma redundância de informação, através da repetição verbal de detalhes relacionados a pontos específicos (setas 27 e 29, pontos onde já haviam sido feitos comentários) ou o aparecimento de uma nova informação (seta 28, ponto não explorado anteriormente). Isto é, o livro de ocorrências funciona, neste caso, como um importante apoio à memória de trabalho, permitindo que eventos esquecidos voltem à tona. Além disto, este elemento da interface computacional serve de apoio à construção da visão global permitindo que ambos os operadores englobem em sua leitura das operações do processo informações relevantes de toda a área geográfica abrangida pelo sistema.

A leitura seqüencial dos pontos do sistema provoca, no operador que sai, a necessidade de reconstruir, mesmo que precariamente, seqüências de ações relativas aos eventos vivenciados. A ocorrência dos eventos, ações e comunicações em situação natural não segue evidentemente a estrutura seqüencial de verificação que apóia a passagem de turno, mas esta faz com que voltem à memória ativa eventos passados.

A exploração da interface durante a passagem de turno permite uma leitura global das operações principalmente em virtude da abrangência das consultas às telas principais (pode-se notar na figura 24 o número de pontos do sistema que foram alvo de análise por parte dos operadores). Entretanto, as informações consideradas pelos operadores para a construção de uma representação que permita abordar os principais pontos em operação não têm origem apenas nas telas principais. Em vários momentos, o operador que sai consulta o programa de registro de ocorrências (Simgás) assim como uma planilha Excel que contém diversas informações operacionais (AOG). Em outros momentos, uma visão global do processo é proporcionada pela própria discussão entre os operadores, já que os dados exibidos nas telas não indicam, por exemplo, a proveniência do gás nos pontos dos dutos, apresentando apenas valores numéricos de pressão e vazão. A discussão acerca da vazão do Gascav mostra que os operadores, ao comparar o volume de entrada (8 milhões de m³/dia) com o volume utilizado nos testes da ECOMP do TECAB (5 milhões de m³/dia), se vêem obrigados a analisar todo o sistema no TECAB como forma de tentar descobrir aonde estavam sendo utilizados os 3 milhões de m³/dia da diferença entre a entrada e a saída.

OP2: “Deixa eu te perguntar um negócio: aqui a gente está puxando 8 (milhões), o teste é 5 (teste da SCOMP do TECAB), então a turbina Delta está puxando do Gascav também?”

OP1: “Não, a turbina Delta estava ociosa. Ela estava puxando...”

OP2: “Tá, então quem está puxando do Gascav?”

OP1: “Na verdade, a turbina Delta, ela estava jogando gás no Gasduc I. Depois é até bom ver com o R. (operador do console de SCOMPs)...

Deixa eu ver o que o R. botou aqui (consulta SIMGÁS). Não, aqui não pôs nada de alinhamento, não.”

OP2: “Mas tem alguma coisa puxando do Gascav aí.”

OP1: “Já está puxando o teste aqui, entendeu?”

OP2: “Não, tem mais coisa puxando do Gascav.”

OP1: “Pode ser... Deixa eu ver aqui. TC Bravo e Charlie jogando para Gasduc II. Gasduc II e Gasduc III. O Delta estava jogando para o Gasduc III mas estava ocioso depois. Além destas 4, destas 5 compressões aqui ainda tem este turbo compressor. Bravo e Charlie...”

OP2: “Ou então esta medição está ruim também... Também pode ser”

OP1: “Não, não está ruim não. Não, ainda tem os dois turbo compressores aqui.”

OP2: “Estão cinco ligados também, né? Mas estão cinco ligados com 5 milhões só?”

OP1: “é isso mesmo. Estava 4 milhões e pouco. Só que além disto ainda tem dois turbo compressores, tá? Tem mais dois turbo máquinas, tá? De mais, carga permanece a mesma, tá? A URGN fazendo pré-carga da URL I e URL II. Isso aqui depois é bom até pegar com a M. (operadora entrante no console de SCOMPs) com o alinhamento.”

Na tentativa de compreender o consumo de gás proveniente do Gascav no TECAB, os operadores acabam fazendo uma análise detalhada sobre os compressores em uso (*“Estão cinco ligados também, né?”*), sobre o volume (*“De mais, carga permanece a mesma, tá?”*) e destino do gás comprimido por eles (*“TC Bravo e Charlie jogando para Gasduc II. Gasduc II e Gasduc III”*) e até sobre o processo interno à unidade de produção (*“A URGN fazendo pré-carga da URL I e URL II”*). As informações levantadas durante as comunicações realizadas permitem, assim, uma compreensão global da situação específica neste importante ponto do sistema, já que grande parte do gás disponibilizado para toda a região SE provém da referida unidade de produção (o TECAB).

Neste exemplo, pode-se perceber como as telas do sistema supervisorío suportam as discussões entre os operadores através da exibição dos dados numéricos e da representação gráfica das diversas conexões entre os dutos e

o Tecab. Entretanto, o estabelecimento de um diagnóstico só se faz por intermédio do conhecimento do processo por parte dos operadores. O questionamento do operador 2 teve como origem a informação que ele tinha de que os testes da ECOMP do Tecab seriam realizados com gás do Gascav. Tal informação, contudo, não estava disponível nas telas principais sugerindo que a simples disponibilização de informações numéricas nas telas não garante o conhecimento necessário à compreensão da situação e à efetiva atuação no sistema.

O ajuste dos sets dos alarmes

Tarefa obrigatória definida por um procedimento oficial, o ajuste dos sets de alarmes está diretamente relacionado à confiabilidade das operações. Com o objetivo de reduzir o intervalo numérico entre os valores máximo e mínimo dos parâmetros de pressão e vazão nos diversos pontos dos dutos, de forma a que mudanças bruscas indicativas de vazamentos ou ruptura de dutos possam ser detectadas, o ajuste de alarmes é outra ocasião utilizada pelo operador na construção da visão global das operações.

Em uma situação observada durante o turno das 15h às 23h, o operador inicia os ajustes dos alarmes segundo uma lógica própria.

“Eu começo sempre daqui de baixo para cima [do Gasan para o Gasbel]...”

Mas além de reduzir o intervalo numérico, mantendo uma diferença entre o máximo e o mínimo de 4kgf/cm^2 (“*eu ajusto todos os alarmes com intervalo de 4 kg*”), o ajuste dos alarmes é realizado em função da hora do dia e segundo a tendência de pressurização ou despressurização dos dutos. Ao final da tarde, os consumos industriais e comerciais se reduzem e um aumento de pressão nos dutos é esperado, como mostra a seguinte verbalização relativa ao Gasan:

“Não preciso nem olhar trend porque eu sei que agora aqui para baixo tudo vai aumentar. Está tudo aumentando. Agora está com 42; eu não

posso ajustar isso aqui para 43 por exemplo. Posso ajustar sim, mas para mim é perda de tempo por que? Porque se está pressurizando e colocar o teto HI, 43, daqui a pouco vai estar alarmando 43. Para mim não é vantajoso porque eu vou perder tempo para ajustar de novo.”

O sistema permite que os ajustes de alarmes se adaptem à estratégia de atuação do operador:

“Por exemplo, quando está pressurizando, se estiver com 40 kg, eu deixo o LO com 39 e o HI com 43; se estiver despressurizando, eu deixo o HI com 41 e o LO com 37... é um critério de análise. É um critério meu, não é orientação do setor não. É uma maneira de trabalhar que eu acho que rende, para mim rende bastante.”

Na verbalização acima, se constata que o operador obedece à lógica própria de manter 4kgf/cm² de diferença entre os limites máximo e mínimo dos alarmes, mas ele o faz aproximando ou afastando tais limites do valor instantâneo lido nas telas do sistema em função do comportamento esperado do duto como forma de evitar o aparecimento de alarmes que indiquem apenas a tendência de pressurização ou despressurização. Este ajuste de alarmes também é feito com relação às vazões.

Sob o ponto de vista da construção da visão global, a verificação dos valores dos parâmetros nos vários pontos dos dutos permite ao operador ter informações mais precisas e detalhadas dos dutos ao mesmo tempo em que ele organiza a sua estratégia de ajuste. Em muitos casos, o operador apenas confere os valores numéricos, mas na maioria das vezes ele realiza alterações que refletem o seu conhecimento da situação operacional, agregando a estas atuações informações da passagem de turno e da programação. Nestas ocasiões, o operador se vê obrigado a realizar uma navegação intensa entre telas, já que muitos dos parâmetros a ajustar situam-se em telas secundárias.

Os gráficos a seguir mostram a navegação entre telas (no realce) em virtude dos ajustes de alarmes.

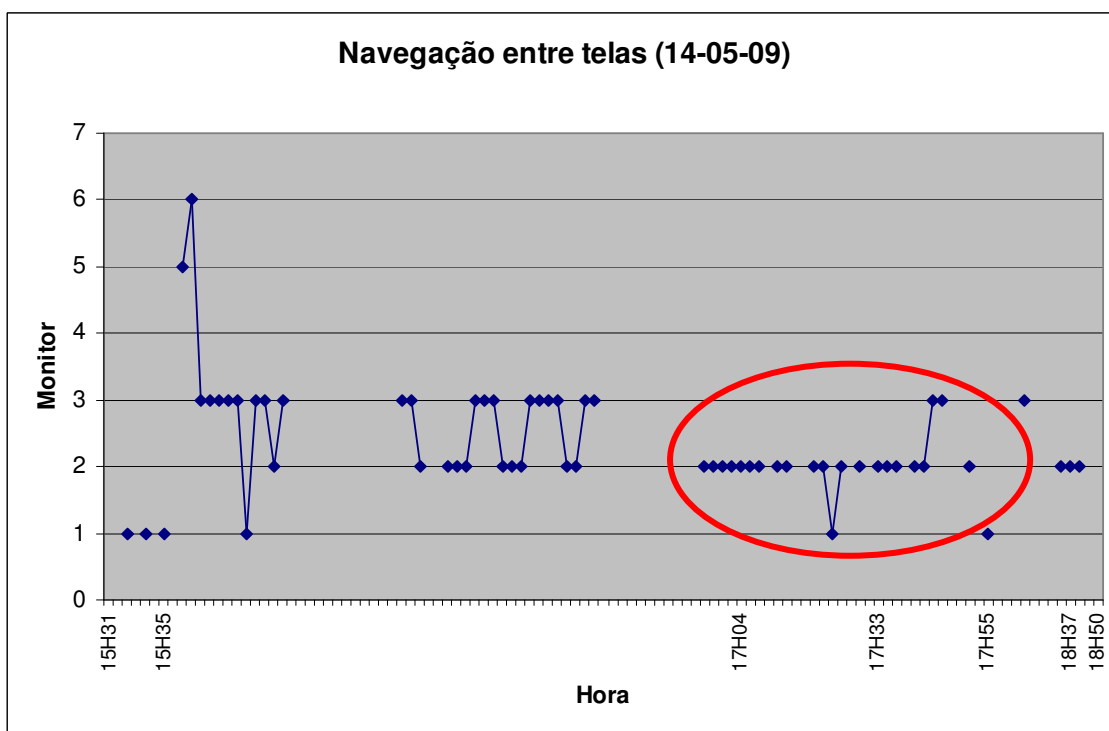
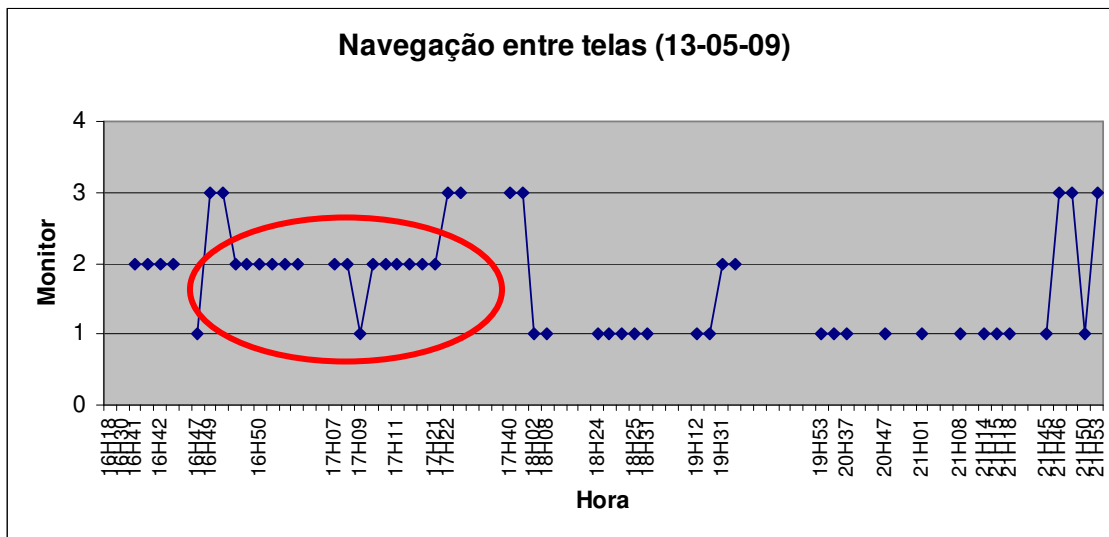


Gráfico 1 e Gráfico 2 – Navegação entre telas durante os ajustes de alarmes, em 13 e 14 de maio de 2009

Mas o ajuste dos sets dos alarmes não possui apenas uma função de aumento da confiabilidade das operações ou, simplesmente, uma forma de evitar o seu aparecimento. Em muitos casos, alterações nos valores máximos e mínimos de parâmetros de pressão e vazão relativos a pontos do sistema têm como objetivo auxiliar o operador na própria condução das operações. A manipulação voluntária e intencional destes valores se realiza como forma de atribuir ao

alarme uma nova função. Não mais utilizado como indicativo de anormalidades, o alarme agora é utilizado como ferramenta de auxílio à operação a partir do momento em que seu surgimento indica uma modificação no comportamento de uma variável, cujo perfil se faz necessário para atualizar a visão global de um duto ou trecho de duto. Este recurso é principalmente utilizado com relação às usinas térmicas que, em função de seu alto consumo, podem acarretar desequilíbrios de pressão em todo o duto onde estas se situam. Isto é, o operador estabelece via alarme um valor de piso ou de teto para o consumo destes clientes de forma a que alterações que ultrapassem estes limites indiquem mudanças no perfil de consumo com possível impacto na disponibilização de gás para outros clientes ou na alteração da programação.

“Para as térmicas, mantém o range bem justo, para que alarme logo assim que houver uma variação.”

VI.3.2. Os registros e consultas aos livros de ocorrências e ao bloco de notas

A construção da visão global pelo operador é também realizada através da consulta e do registro de eventos nos livros de ocorrências e no bloco de notas. Normalmente, os operadores registram e consultam os eventos operacionais no Simgás, nome dado ao arquivo eletrônico de registro de ocorrências. Contudo, caso haja problemas com o sistema eletrônico, os operadores fazem uso do Livro Preto, onde a anotação dos eventos é manuscrita. Em outros casos, dependendo do operador (alguns preferem anotar tudo e, depois, passar para o Simgás; outros preferem escrever direto no Simgás) e do volume de atividades, as anotações e consultas são realizadas no bloco de notas.

Seja através de uma ou outra mídia, notou-se pelos acompanhamentos da atividade que a consulta e o registro de eventos permeia grande parte da extensão temporal da atividade dos operadores. A consulta ao Simgás funciona, como visto acima, como um suporte à memória, mas segundo informações dos próprios operadores, as diversas consultas ao longo do turno

acontecem em função do exíguo tempo disponível para a apreensão de todos os eventos ocorridos nos turnos antecedentes durante a passagem de turno:

“... não tem tempo hábil para a gente ler o livro, para ver com calma, entendeu? (...) é uma chuva tão grande de informação, que às vezes a gente chega... (...) não tem tempo hábil, você chega e... (...) se tivesse um tempo pelo menos para você chegar e entender o que está acontecendo... ler o livro com calma, conversar com o colega... mas não tem tempo...”

A consulta e o registro de eventos para fins de construção da visão global não ocorre, contudo, aleatoriamente ao longo da jornada de trabalho. Ela obedece a necessidades pontuais de informação que ocorrem à medida que o operador vai construindo o seu conhecimento sobre o estado das instalações. Esta construção pode ora seguir uma seqüência intencional, quando o operador verifica os sets de alarmes, por exemplo, ora ser provocada pelo surgimento de um alarme ou pelo telefonema de operadores de campo, que fazem com que o operador tenha a sua atenção voltada para um equipamento específico de uma localidade determinada em um dado momento.

Por exemplo, no dia 21 de setembro, em meio à verificação das pressões dos pontos de entrega⁵², o operador recebe um telefonema do Centro de Controle da Bacia de Campos (unidade de exploração) comunicando a queda da compressão da plataforma P-52:

Observador: Eles têm que avisar?

Operador: Uns avisam, outros não. (...) congestionam um pouquinho aqui o nosso meio de campo, né? ... absorver esse tipo de informação. Mas eu não reclamo não. Interessante saber isso aí.

⁵²

Observador: “O que você está vendo são as pressões?”

Operador: “As pressões... Vendo se tem alguma discrepância. Quando tem discrepância é tipo assim, a válvula fechada, cria um delta P muito alto, de um lado e do outro, entendeu? (...) todos dentro da média: 53, 52, 51...”

Ao final da comunicação telefônica, o operador anota no bloco de notas:

“17 55 – P52 QD COMP. S/ PREV. NILSON CCO”

VI.3.3. Os gráficos de tendência

Fonte de informação amplamente consultada, os gráficos de tendência constituem-se de um elemento privilegiado na construção da visão global. É através destes gráficos que os operadores percebem o comportamento de pontos dos dutos ao longo do tempo. Tais gráficos podem ser de dois tipos:

- . Gráficos de tendência dos diferentes pontos dos dutos, que mostram a relação pressão x tempo de diferentes pontos dos diversos dutos (figura 24, abaixo). Estes gráficos são permanentemente exibidos em telas dedicadas no console do operador e mostram um horizonte temporal de três horas ajustado automaticamente quando da realização do logon do operador no sistema;
- . Gráficos de tendência de variáveis (chamados de ‘histórico’), que mostram a evolução temporal de diferentes parâmetros (pressão, temperatura, vazão). Estes gráficos são acessados através do clique intencional do operador na variável específica que se quer verificar (nas telas gerais ou específicas).

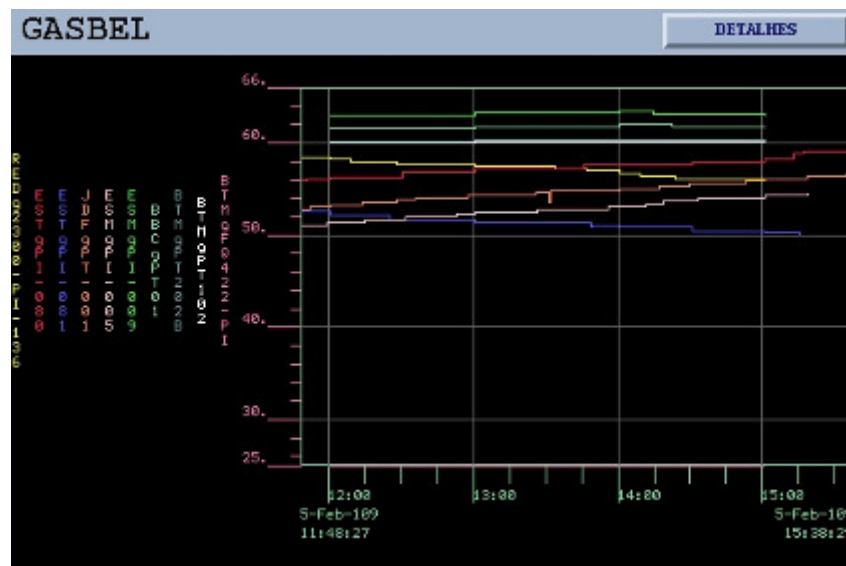


Figura 25: Gráfico de tendência do duto Gasbel, onde pode-se verificar a amplitude temporal contemplada de 3 horas.

A passagem a seguir, transcrita de uma sessão de auto-confrontação, mostra que a verificação dos gráficos de tendência de variáveis pode estar relacionada ao aparecimento de um alarme no prompt:

Observador: Alarmou o que? Dizendo que a vazão aumentou?

Operador: É, vazão alta...

Observador: Aí você olha no gráfico para saber...

Operador: O que está acontecendo... por exemplo ele dar uma pancada assim não é normal, isso aqui é uma manobra que a Comgás está fazendo agora... foi da ordem de quanto? Estava 100 foi para... se bem que aparece aqui embaixo para mim [no prompt] mas eu quero saber como se comportou no trend, se estava muito baixo, se foi muito lá em cima, para fazer o ajuste necessário no sistema.

O trecho revela que o operador verifica no prompt a informação do valor instantâneo da variável que alarmou. Mas sua atuação não se constrói em cima deste valor estanque: ela sofrerá variações de acordo com a evolução do comportamento da variável. O valor numérico do parâmetro serve, neste caso, como uma referência para o ajuste do set de alarmes, influenciado também pela tendência do comportamento da variável.

Em outro momento, o operador explica o porquê de ter olhado o gráfico de tendência do sistema ES, mostrando que esta verificação se dá de forma regular, mas oportunística, ditada pela disponibilidade de tempo em função da concorrência das tarefas executadas.

Observador: O que faz com que você olhe nesse momento para os trends?

Operador: Acompanhar o sistema, para ver como é que está. (...) Deu brecha, a gente já vai passar para outra coisa... a idéia é manter reto [os trends]... e olha sempre aqui as extremidades... a gente olha muito aqui o finalzinho... tudo tem uma justificativa aqui entendeu? Variou o consumo da Vale...

Observador: Você olha algum especificamente? Nesse dia você não estava olhando nenhum especificamente?

Operador: Todos eles igual.

Nesta verbalização, o operador indica a estratégia de exploração dos gráficos de tendência, revelando que a conformação gráfica destes molda a sua atuação no sistema. A consulta visual aos gráficos possui três funções principais:

- a. Indicar a necessidade de atuação em um ponto específico do duto e, neste caso, as porções finais do gráfico daquele ponto fornecem informações mais reveladoras;
- b. Auxiliar na estratégia de atuação no sistema (“... *a gente já vai passar para outra coisa...*”). O operador consulta o trend antes de proceder ao ajuste dos sets de alarmes, por exemplo.
- c. Fornecer um *feedback* da(s) ação(ões) realizada(s). Aqui, ora é todo o intervalo de tempo do gráfico que é analisado (“*a idéia é manter reto*”), o que reflete o comportamento de todo o duto fornecendo, assim, o *feedback* sobre um conjunto de ações, ora é apenas a parte final de uma das linhas do duto analisado, revelando a consequência de uma ação pontual em um ponto específico do duto.

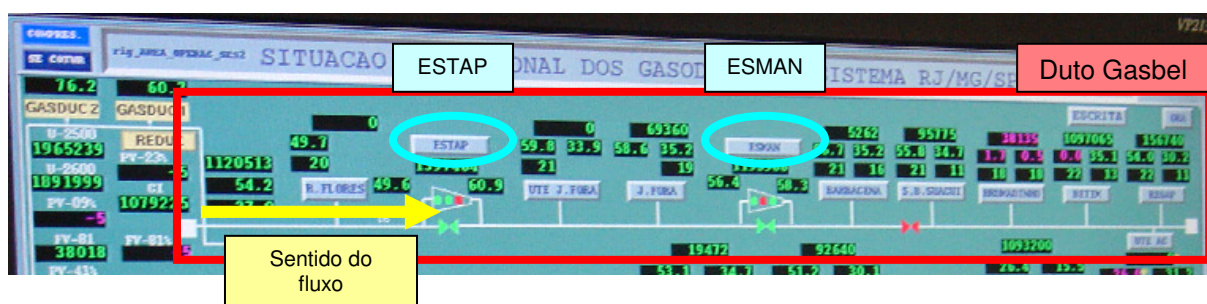
Os gráficos de tendência são utilizados, portanto, para dar início a uma ação específica sobre variáveis do sistema e para mostrar ao operador quais foram as repercussões de suas ações. É um instrumento de dupla finalidade que se encontra nas duas extremidades da relação mantida entre o operador e o objeto de sua ação (o sistema) via interface de controle e supervisão: por um lado, os gráficos indicam a necessidade de uma atuação no sistema e, por outro, estes mesmos gráficos permitem acompanhar os resultados de tais atuações.

A consulta aos gráficos pode ser disparada por fatores externos (aparecimento de um alarme, recebimento de um telefonema) ou por fatores internos (rotina de verificação). Tal consulta pode provocar um ajuste direto na interface ou resultar em uma atuação indireta no sistema, via comunicação com o campo.

A alocação de gás no sistema em função de desequilíbrios nas pressões

No dia 21 de setembro de 2009, ao efetuar uma consulta visual aos trends do Gasbel, o operador percebeu uma queda de vazão na descarga da estação de compressão ESTAP, sinalizada pelo declive da linha que representa este ponto do duto. Esta indicação gráfica fez com que o operador verificasse os valores numéricos na tela principal, comparando os valores nas duas estações de compressão deste duto:

“... como é que pode, aqui estar com 1 milhão [na ESMAN] e aqui com 800 [na ESTAP]? Aqui tem que estar preferencialmente maior que esse cara aqui, não pode estar menor.”



O operador explica que, em função do sentido do fluxo de gás no duto, o ponto à montante (ESTAP) deve estar com maior vazão que o ponto à jusante (ESMAN).

“... aqui no trend é muito berrante, está vendo, caindo desse jeito? Eu olhei o trend aqui, analisei e vi: não pode cair...”

Esta constatação levou o operador a estabelecer, às 15h35, uma comunicação telefônica com os operadores responsáveis pela operação da estação de compressão ESTAP no sentido de solicitar-lhes um aumento de vazão na descarga.

“(...) aumenta a compressão aí, porque está muito baixa, pode ser? Coloca essa máquina no máximo... o máximo dela é o que? 1.400, 1.500? (...) é... põe no máximo aí, por favor...”

Esta atuação remota do operador teve dois objetivos:

. Aumentar o rendimento dos compressores:

“... porque não estava vantajoso... tinha perfil... eu analisei que tinha perfil para a máquina aqui colocar mais carga no sistema.”

. Manter o sistema, ao buscar o equilíbrio entre a disponibilidade de gás no sistema e os consumos previstos:

“(...) eu tive que dar um toque nele, para ele aumentar, pelo menos para estabilizar, porque eu não queria ver o Gasbel caindo em plena segunda-feira entendeu?... a idéia é pelo menos segurar ele...”

Alguns minutos depois, nova verificação visual dos gráficos de tendência é realizada, mas a esta altura ainda não houve resposta do duto: as pressões ao longo do Gasbel posteriores à ESTAP ainda apresentam tendência de queda. São 15h46 e a vazão da estação de compressão está em 1.7 milhões de m³/dia. Apenas às 16h36, uma hora depois do início do aumento da compressão é que um alarme no prompt indica pressão alta na descarga da ESTAP. O operador clica no parâmetro no monitor 2 (tela principal) e verifica através do gráfico que a curva descendente começa a inverter a tendência.

Este episódio mostra como a consulta aos gráficos de tendência auxiliou na construção da visão global do duto Gasbel, a partir do momento em que, no trend, uma alteração na conformação da linha que representa um ponto no duto (no caso, a estação de compressão) leva o operador a proceder a uma análise aprofundada de todo o duto, obrigando-o, inclusive a tomar providências imediatas (o pedido de aumento de vazão na Estap) no sentido de se antecipar a possíveis desequilíbrios entre a oferta e a demanda de gás neste sistema específico.

Neste exemplo, as observações da atividade mostram como o processo possui uma temporalidade de reação relativamente longa: a transformação do estado de pressão do duto demorou cerca de uma hora.

VI.3.4. A consulta à programação

Diferentemente do que poderia supor o leitor menos envolvido com a referida situação de trabalho, a consulta à programação de transporte de gás é pouco usual durante a jornada de trabalho, mesmo considerando o grande número de pontos de entrega de todo o sistema. Este aspecto da atividade pode ser explicado:

- . De forma geral, grande número dos pontos de entrega não possui variações de consumo de um dia para o outro (a não ser fins-de-semana e feriados, mas, mesmo assim, se mantém um padrão de consumo conhecido do operador). Trata-se de pontos de entrega para companhias de distribuição de gás, cujo uso é primordialmente residencial. Não se notará grandes flutuações nas populações das cidades a ponto de interferir na vazão.
- . Da mesma forma, raros são os consumidores industriais que apresentam grande variação de consumo.

Assim, a consulta à programação restringe-se basicamente à verificação: a) das vazões nos pontos de recebimento (Cacimbas, Bacia de Campos, Taubaté, Japeri e Guararema), b) do consumo das usinas termoelétricas, consumidores vorazes de gás natural, cuja operação pode provocar desequilíbrios no perfil de pressão dos dutos e c) da disponibilidade técnica e da produção prevista das unidades de processamento (Reduc e Tecab).

As observações da atividade mostraram que mesmo se não repetida, a consulta à programação desempenha importante papel na construção da visão global por parte do operador. Aliás, a programação é alvo de discussões entre operadores (principalmente na passagem de turno) e entre o operador do console e o Cotur. O trecho abaixo mostra uma comunicação entre o Cotur e o operador relativa à parada da UTE-Juiz de Fora (térmica Igrejinha), no dia 13 de maio, que reforça a importância das térmicas na construção da visão global das operações.

20h46: Cotur para operador: Checa a programação porque parece que Igrejinha vai parar à meia-noite.

A parada da térmica Igrejinha, situada no Gasbel, aumentaria a disponibilidade de gás no sistema fazendo com que em todo o duto houvesse um aumento de pressão. Esta limitação imposta pela programação auxilia o operador na visão global das operações, direcionando sua atuação como forma de considerar um maior volume de gás neste duto específico. Esta informação se reflete ainda na necessidade de prever a presença de um operador de campo na UTE Igrejinha quando de sua retorno em operação, às 7h do dia seguinte.

Cotur: “Sobre-aviso vai à UTE JF alinhar às 7h. Vai dar diferencial de pressão e ele precisa equalizar. A UTE vai parar à meia-noite”.

A alocação de gás no sistema em função de mudanças na programação

Como se verá a seguir, a programação pode desempenhar outras funções na construção da ação pelo operador. Não raro, ocorrem programações intradiárias (que chegam da Gás & Energia no meio do expediente), as quais sinalizam um perfil de consumo diferente do que estava programado anteriormente, seja com relação a alguma térmica, seja com relação à estratégia de utilização do gás no sistema (as mudanças na programação efetuadas pela Gás & Energia respondem a critérios macro-operacionais que balizam a operação no console: priorizar o gás nacional em detrimento do boliviano, por exemplo⁵³). Durante as observações da atividade no dia 14 de maio, pôde-se perceber qual o impacto, na operação, das mudanças da programação. Às 18h30, em resposta a um alarme de vazão baixa em Japeri, o operador decide abrir de 0.4 para 0.5% a controladora PID-212. Questionado pelo operador sobre qual a vazão programada para aquele ponto, o operador responde: “3 milhões [m³/dia]”. As verbalizações que se seguem mostram como o operador procura equilibrar as diferentes fontes de variabilidade relativas à programação:

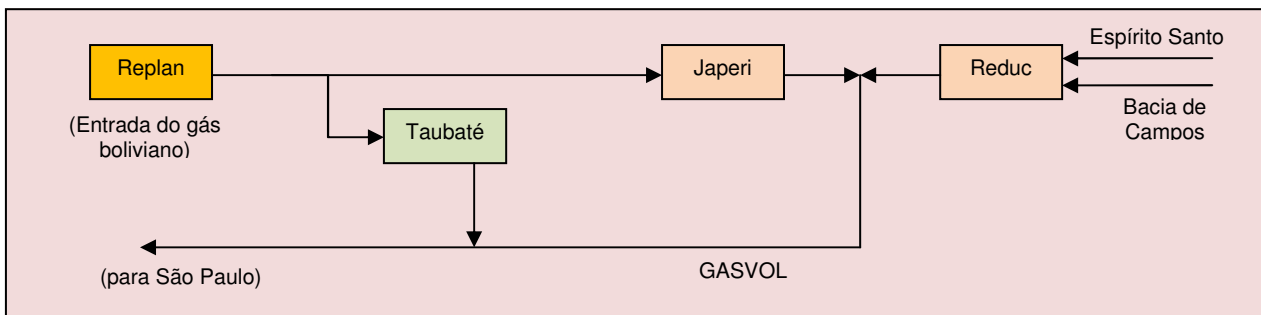
Operador: “Foi demais, eu queria 1 milhão e foi para 1.7 milhão”.

⁵³ As decisões da programação podem ter, contudo, um aspecto totalmente operacional, como na determinação do número de compressores a utilizar em uma determinada operação por exemplo.

Observador: “Você não queria 3 milhões?”

Operador: “Não, 3 milhões é a programação. Se a gente põe 3 milhões, dá contra-pressão e aí, não puxa nada”.

A trecho acima necessita uma explanação. A ETC Japeri (Estação de Transferência de Custódia) é um dos pontos de recebimento do gás que chega da Bolívia, via Replan. É a partir dela que o gás boliviano é injetado no Gasvol no sentido RJ-SP (no sentido contrário, a injeção se dá por Taubaté). Contudo, este mesmo duto pode ser alimentado por gás nacional (oriundo da Bacia de Campos ou do Espírito Santo), via Reduc.



A programação previa naquele dia a injeção de 3 milhões de m³/dia de gás boliviano no Gasvol, via Japeri. Uma programação intradiária, contudo, orientava o operador a priorizar, neste mesmo duto, o gás vindo da Reduc. Caso ele seguisse à risca a programação, injetando 3 milhões de vazão no duto vindos da Bolívia, ocorreria um aumento de pressão neste que impediria a entrada de mais gás vindo da Reduc. Por este motivo, o operador procurou limitar a entrada de gás boliviano em cerca de 1 milhão de m³/ dia naquele momento, atuando na abertura da controladora PIC-212, instrumento através do qual o operador controla o nível de vazão do gás boliviano no Gasvol.

Os trechos da atividade mencionados e analisados acima mostram que a interface é utilizada na consideração de um grupo finito de elementos, seja sob uma forte determinação prescritiva (a vazão limitada de gás boliviano), seja sob condições mais flexíveis (a escolha dos volumes a serem injetados no Gasvol). Em ambos os casos, as consultas à programação provocam a necessidade de

atuação na interface no sentido de se proceder à alocação de gás no sistema conforme as exigências da programação. Por sua vez, esta atuação demanda a consideração de diversos elementos funcionais e de suas inter-relações em um movimento que obriga à atualização da visão global do sistema ao mesmo tempo em que auxilia na sua construção.

VI.4. O APOIO À MEMÓRIA DE CURTO PRAZO

Partindo-se da hipótese de que a utilização de monitores de vídeo de pequenas dimensões, aliada à falta de um instrumento que permita uma visão mais abrangente do processo a controlar, leva o operador a executar um grande número de mudanças de telas - em um processo que se expande até os limites da capacidade de memorização de curto prazo do ser humano -, vamos nesta sessão analisar a maneira pela qual o operador utiliza e transforma os recursos disponíveis, de modo a que lhe seja possível apreender as informações de que ele precisa para executar as suas ações operacionais. Afinal, o sistema favorece o acesso à informação correta, no momento em que o operador precisa? Caso contrário, de que maneira o sistema influi na utilização e em uma possível sobrecarga da memória de curto prazo do operador? De que maneira o operador utiliza e transforma os meios que ele tem à disposição para compensar uma possível sobrecarga da memória de trabalho?

VI.4.1. A utilização do livro de ocorrências

Em sessões anteriores, se viu que o livro de ocorrências desempenha um importante papel no apoio à memória de trabalho do operador. Veremos aqui em quais momentos da atividade ocorre a consulta aos registros feitos no livro de ocorrências com esta finalidade.

Um primeiro momento em que as informações contidas no Simgás são utilizadas na ativação da memória do operador é a passagem de turno. Vista a complexidade do sistema a controlar e supervisionar, complexidade esta formada não só pelo número de pontos de entrega, recebimento e

processamento, mas também pelo grande número de eventos simultâneos, a consulta aos eventos registrados se torna primordial para que o operador que chega possa obter um retrato mais completo possível da situação operacional.

Durante a passagem de turno do dia 14 de maio, o operador que saía utilizava as próprias telas principais como apoio à memória, no sentido de percorrer os diversos pontos do sistema. Como visto anteriormente, o fato de percorrer de forma sistemática os diferentes pontos dos dutos faz com que informações específicas sejam reativadas na memória do operador que, a este ponto – o final do turno de trabalho -, provavelmente se encontrará sobrecarregada. Mas o acompanhamento da atividade durante a passagem de turno mostra uma intensa consulta aos registros de ocorrências, transformando-se, assim, em uma fonte de redundância de informação. O trecho a seguir mostra como a consulta aos eventos escritos garante a fidelidade das informações ao mesmo tempo em que expõe claramente o seu não-armazenamento na memória do operador. Isto é, o operador se lembra do evento, mas não se lembra do local, ou se lembra do evento e do local, mas não se lembra da pessoa de contato.

Operador que sai: Vamos lá: Degussa o pessoal fez, senão me engano... [CONSULTA SIMGÁS] Não, não foi Degussa não, foi na Arcel. Na Arcel, o pessoal estava fazendo manutenção na UPS. O pessoal chegou a fazer um teste aqui na redução, mas já finalizou. ERP VB 10 tinha gente lá fazendo calibração, agora eu não me lembro quem. Eu anotei isso aqui... é que estava aqui no livro, o Simgás ficou fora, eu tive que ficar anotando tudo e depois tive jogando tudo correndo para cá.

Na seqüência, o operador que sai faz uma meta avaliação sobre o estado de sua memória e adverte o operador que chega:

“Eu posso ter deixado escapar alguma coisa, tá?”

É interessante notar que o fato de lembrar-se do nome da pessoa de contato parece estar intimamente ligado ao volume de comunicações havidas não só

no último turno, mas também nos turnos passados. As observações da atividade realizadas mostram que, de forma geral, os operadores sabem de cor o nome dos operadores de campo, principalmente porque a atuação de cada operador de campo abrange uma região geográfica que inclui diversos pontos dos dutos.

A passagem de turno prossegue e as consultas ao Simgás também:

Operador que sai: “Não, a turbina Delta estava ociosa. Ela estava puxando...”

Operador que chega: “Tá, então quem está puxando do Gascav?”

Operador que sai: “Na verdade, a turbina Delta, ela estava jogando gás no Gasduc I. Depois é até bom ver com o Ricardo [operador do console de ECOMPs]... Deixa eu ver o que o Ricardo botou aqui [CONSULTA SIMGÁS]. Não, aqui não pôs nada de alinhamento, não.”

Aqui, o operador consulta o Simgás para verificar a existência de um registro feito por um colega, que opera no horário administrativo e em fase de testes, o console das estações de compressão. Note-se que o operador que sai vai aos poucos reconstruindo em sua memória os acontecimentos em relação à turbina Delta do Tecab. Em um primeiro momento, ele diz que ela estava ociosa; logo em seguida, diz que ela estava puxando do Gascav. Na seqüência, aparentemente após se lembrar, ele afirma que ela estava injetando gás no Gasduc I para, finalmente, consultar o Simgás e verificar que não há registro do alinhamento da turbina⁵⁴. Os operadores procedem então a uma discussão sobre a origem do produto que está sendo injetado nos dutos ligados ao Tecab (Gasducs I, II e III), mas não chegam a uma explicação unânime, deixando a cargo do operador que chega a construção posterior da informação⁵⁵.

⁵⁴ Alinhamento é o jargão que significa o caminho por onde passa o gás. Através de manobras de válvulas, são alinhados trechos de tubulações que formam o percurso pretendido para a passagem do gás.

⁵⁵ Este extrato da atividade foi abordado anteriormente para exemplificar a forma como a utilização da interface apóia a construção da visão global durante a passagem de turno.

Em outro momento, o operador que sai consulta o Simgás para verificar o horário em que voltou a comunicação com o ponto de entrega de Guapimirim:

Operador que sai: “(...) Guapimirim teve queda de energia, mas já voltou aqui... um caminhão arrebentou lá, a linha lá”.

Operador que chega: “Voltou hoje?”

Operador que sai: “Voltou quase que agora. Aqui, voltou por volta de duas e pouca. [CONSULTA SIMGÁS]. Duas e dez (...)”.

No trecho abaixo, o operador utiliza o Simgás para verificar o tipo de manutenção que estava sendo feita na ETC Japeri.

Operador que sai: “Bom, vamos lá. Japeri teve uma manutenção aqui, numa das SDVs dela lá do ponto de... no ramal de filtragem, numa das válvulas de bloqueio que está com problema de vazamento. [CONSULTA SIMGÁS]. Não, mintto, é vazamento no flange. Aí, o que acontece, a estação teria que ser parada e um trecho teria que ser despressurizado para poder fazer um reaperto no flange”.

Note-se que, neste caso, a informação registrada no Simgás está relacionada a um evento que poderia levar à parada da ETC, que é um ponto importante na distribuição de gás boliviano para cidades em SP e RJ. De fato, a ETC estava fechada (no jargão, não-alinhada), o que possibilitou a realização do serviço que, por ocasião da passagem de turno, já havia sido concluído. O operador justifica a parada da ETC: “A orientação que está aí [da Gás & Energia] é manter Japeri fechado, deixar só por Taubaté [a entrada de gás boliviano]”.

Ao final da passagem de turno, o operador refaz uma verificação dos registros no Simgás:

Operador que sai: “Calibração, calibração, calibração, preventiva de elétrica...”

Operador que chega: “Eu passo por aí para dar uma olhada”.

Operador que sai: “... Teste de autonomia, calibração, no-break ... Ah, lá em Barbacena a PSV do ramal de filtragem... do ramo... do ramal de

filtragem A foi retirado para calibração e o ramal vai ficar indisponível até semana que vem.”

Note-se que esta última verificação lhe permite lembrar de um evento importante (a retirada de uma válvula de segurança do ramal de filtragem do ponto de entrega de Barbacena). Neste diálogo mantido entre os dois operadores, pode-se ver que o operador que chega afirma a intenção de consultar o livro depois, o que de fato faz logo após pegar o turno. Isto é, para o operador que chega, a consulta ao registro das ocorrências serve para trazer à tona os eventos ocorridos nos últimos turnos (o livro de ocorrências mantém registrados os eventos ainda em andamento, mesmo que relacionados a dias anteriores) ao mesmo tempo apoiando a memória de curto prazo e auxiliando no aperfeiçoamento da visão global do processo.

O mais importante a se notar, contudo, não é o número de eventos que o operador “esquece”. O olhar deve se voltar justamente para a quantidade de informações de que ele se lembra sem fazer uso das consultas ao Simgás ou a outro suporte qualquer. Aqui, parece não valer o limite de “7 mais ou menos 2” itens que podem ser estocados na memória de curto prazo. Como afirma Bainbridge (1997), este número “mágico” se aplica em situações nas quais pessoas sem experiência relevante têm que se lembrar de elementos arbitrários. Neste mesmo texto, a autora faz referência a um trabalho de Bisseret, de 1970, no qual este mostra que controladores de vôo se lembravam, em média, de 33 itens relativos à situação que eles estavam controlando. Nesta passagem de turno, apenas através da consulta visual às telas de operação principais, o operador deu detalhes operacionais de 2 pontos de exploração (Bacia de Campos e Merluza), 4 pontos de processamento (Cacimbas, Tecab, Reduc, UGN da RPBC), 2 térmicas (UTE-ML e UTE-JF), 2 ECOMPs (Silva Jardim e Recap), 4 pontos de entrega (ERP VB10, Guapimirim, São José dos Campos, Cruzeiro).

Mesmo se existe a obrigação de registrar os eventos, segundo um Procedimento de Execução, o programa é utilizado como um prolongamento cognitivo, no qual o operador se apóia para manter a informação prontamente

acessível. Isto é, a utilização deste dispositivo como instrumento de apoio à memória se inicia quando da entrada de dados, no registro do evento, mas prossegue durante todo o turno de trabalho, quando é repetidamente consultado.

VI.4.2. A utilização do bloco de notas

Da mesma forma que o Simgás, o bloco de notas é utilizado para o registro de eventos que o operador vai descobrindo à medida que vai se familiarizando com a situação operacional. As anotações no bloco de notas podem se iniciar ainda na passagem de turno, mas é durante a atividade de operação propriamente dita que se observou um maior uso do artefato.

A utilização do bloco de notas difere da do Simgás por diversos motivos:

- Em primeiro lugar, o registro de informações manuscritas no bloco de notas pode ser feito de maneira mais rápida, permitindo ao operador seguir uma conversação telefônica, consultar visualmente as telas de operação e, ao mesmo tempo, tomar notas. Essa utilização do bloco de notas é menos custosa cognitivamente, já que não requer que o operador desvie sua atenção para o preenchimento de campos do Simgás, que obriga à entrada de várias informações (duto, malha, nome do contato, hora etc.) antes de o operador poder acessar a área reservada ao corpo da mensagem. O bloco de notas revela-se, assim, um instrumento melhor adaptado às grandes pressões de tempo que podem acometer o operador.

As anotações feitas no bloco de notas podem também servir como rascunho dos registros que serão feitos posterior e definitivamente no livro de ocorrências. Durante as observações da atividade, verificaram-se diferentes estratégias no que diz respeito ao registro dos eventos no Simgás: alguns operadores anotam tudo no bloco de notas e, ao final do turno passam para o Simgás enquanto que outros fazem todos os registros diretamente no livro eletrônico. É possível que tais diferenças de atuação sejam influenciadas pelo volume de tarefas a executar e pelo turno (o turno noturno, por exemplo, é menos exigente em termos temporais, já que neste horário não são realizadas

manutenções e não há, conseqüentemente, necessidade de seu acompanhamento e registro), o que influi no tempo disponível para fazer a transferência dos dados do papel para o computador.

O exemplo a seguir mostra como o bloco de notas é utilizado como um arquivo temporário antes do registro formal do evento: ao final da passagem de turno do dia 14 de maio, o operador atende a um telefonema do operador de campo de Guararema comunicando a finalização do serviço de limpeza de filtros dos ramais 3 e 4 e a continuação do serviço no dia seguinte, nos ramais 6 e 7. O operador abre a tela da localidade em questão e, ao final da ligação, anota no bloco de notas: “Guararema → 7 e 6 amanhã”. Quatro minutos depois, após se instalar no console, o operador abre o Simgás e insere o registro do evento.

Esta categoria de anotações – tipo “trampolim” - também inclui o acompanhamento de eventos que o operador imagina possuírem uma continuidade durante o seu turno de trabalho. Ela se mostra um recurso de economia cognitiva e de tempo já que, em vez de fazer diversas modificações no registro de eventos do Simgás⁵⁶, o operador faz anotações à medida que o operador de campo vai fornecendo um *feedback* sobre o andamento de suas atividades, para só então passar as informações para o Simgás.

- Em segundo lugar, o bloco de notas permite uma organização livre da informação pelo operador, o qual pode utilizar abreviações, códigos pessoais, desenhos etc. sem que seja necessário seguir um procedimento pré-determinado para o registro da mensagem (mesmo se as anotações, em geral, seguem um padrão razoavelmente definido de um operador para outro. Um dos operadores observados criava inclusive um campo denominado PEO – Principais Eventos Operacionais, nos quais fazia a triagem das informações anotadas segundo um julgamento particular de importância. Outro procurava manter um padrão de anotação: primeiro anotava a hora, depois o nome do contato, em seguida a localidade e, por último, detalhes sobre o evento). A falta de limitadores espaciais na folha de papel, tais como linhas ou colunas, permite

⁵⁶ O Simgás permite que sejam feitas alterações em registros feitos anteriormente, de maneira a que seja possível anotar todas as etapas do evento realizado.

ainda que sejam feitas correções, rasuras e emendas, seja sob pressão temporal ou não.

- Em terceiro lugar, as anotações do bloco de notas podem ser de natureza mais efêmera, servindo apenas como lembretes para ações que devem ser tomadas em um curto espaço de tempo e cujo desenrolar não demanda o seu registro formal. O trecho abaixo mostra uma anotação desta natureza. Em um dado momento, a atenção do operador é desviada para o piscar intermitente dos três campos na tela relativos às pressões (entrega, montante e jusante da linha-tronco) na cidade de Vitória. Ele comenta com o Cotur:

“Ih, olha lá em Vitória como é que está”.

O piscar intermitente e simultâneo dos campos significa uma falha de equipamento de leitura das variáveis ou de comunicação entre aquela localidade e a sala de controle. Neste caso, foi uma ocorrência em que o operador não julgou necessário anotar no Simgás, fazendo-o apenas no bloco de notas: “verificar PTE Vitória”.

VI.4.3. A utilização do AOG

Atualmente, os operadores contam com uma ferramenta informática desenvolvida pela empresa, chamada AOG. Esta ferramenta do Excel reúne diversas funcionalidades, como a confecção automática de relatórios e a indicação dos volumes totalizados de movimentação. É nesta ferramenta que o operador anota a exportação⁵⁷ da Bacia de Campos. A cada duas horas a praxe determina que o Centro de Controle da Bacia de Campos ligue para o operador para comunicar o volume total produzido pelo conjunto de plataformas. Esta informação tem dupla finalidade: auxiliar o operador na construção da visão global, já que lhe permite saber qual o volume de gás está disponível (grande parte do gás natural movimentado pelo operador vem da Bacia de Campos) e lhe permitir saber quais as plataformas que estão em

⁵⁷ Exportação, no jargão, é o volume de gás injetado no sistema pelas plataformas marítimas de produção.

operação, uma vez que a informação discrimina a produção por plataforma. Mas, pôde-se observar que a planilha do AOG relativa à produção de gás na Bacia de Campos também funciona como um apoio à memória. Durante uma passagem de turno, o operador abre o programa para certificar-se dos valores que este passava ao operador que chegava:

“Chegando aqui em Cabiúnas... Lá na Bacia de Campos está na faixa de 13.600 [CONSULTA AOG PARA VER O VOLUME DA EXPORTAÇÃO],sem injeção...”

Note-se que a consulta ao AOG permite ao operador saber também que plataformas estão injetando⁵⁸ (“... sem injeção”). Esta informação é de crucial importância já que pode influir na estratégia de operação do operador. Expliquemo-nos: caso ocorra um desequilíbrio entre a oferta e a demanda de gás, onde a primeira fique superior à segunda, três horizontes são possíveis:

- 1- Proceder à queima do gás em excesso, ainda nas plataformas, o que representa a última alternativa, por razões econômicas óbvias;
- 2- Injetar parte do gás excedente nas cavernas submarinas;
- 3- Aumentar o empacotamento dos dutos de maneira a que se utilize o máximo possível do espaço de estoque disponível. Esta última alternativa pode ter conseqüências diretas na operação: a) Redução ou corte da entrada do gás boliviano; b) Aumento do consumo das termoelétricas; c) Exploração dos limites operacionais de pressão dos dutos, tornando a operação ainda mais delicada e complexa, já que com menos margens de manobra.

VI.4.4. O ajuste de alarmes

Em exemplos anteriores, se viu que o ajuste de alarmes é também realizado como forma de apoio à operação. No caso das usinas térmicas programadas para não operar, o estabelecimento de um valor máximo de vazão próximo a zero permite que o surgimento de um alarme de vazão alta auxilie na construção da visão global do duto, a partir do momento em que se deve

⁵⁸ Injetar, no jargão, é a operação realizada por algumas plataformas que consiste em ocupar cavernas submarinas com o gás natural retirado junto com o petróleo.

reconsiderar o equilíbrio de gás no sistema com a entrada em operação inesperada da térmica em questão.

Por outro lado, o ajuste dos alarmes realizado em função da tendência de pressurização e despressurização dos dutos se mostra uma importante ferramenta de apoio à memória de curto prazo: o surgimento de alarmes após o ajuste realizado re-situa o operador naquele sub-sistema reduzindo temporariamente as necessidades de verificação dos parâmetros a ele relacionados. Isto é, o operador altera os valores de alarmes de forma a que estes sirvam de confirmação de tendência evitando a necessidade de realização deste acompanhamento pelo operador. A ocorrência dos alarmes funciona como uma ferramenta de atualização da representação operacional, principalmente em virtude do comportamento temporal das variáveis: os longos tempos de reação do processo em virtude da compressibilidade do gás não favorecem a manutenção dos dados na memória de curto prazo.

VI.4.5. Crônica da atividade: da consideração de elementos dos sub-sistemas à compreensão do todo

No dia 23 de abril de 2009 foram acompanhadas as atividades do turno de 7 às 15h. Em virtude de ser feriado no estado do Rio, a atividade neste dia apresentava menores demandas de serviços de manutenção referentes a esta região.

As operações realizadas pelo operador observado mostram que existe uma alternância entre a atuação pontual em alguns equipamentos e localidades e a consideração de um quadro mais geral da situação de todo o sistema. Isto é, a construção de uma visão global do processo é auxiliada e possibilitada por atuações pontuais nos sub-sistemas que compõem a área de abrangência operacional no operador do console Sudeste. A figura abaixo representa o sistema de dutos do SE, assim como os pontos de entrada de gás no sistema e os seus principais dutos.

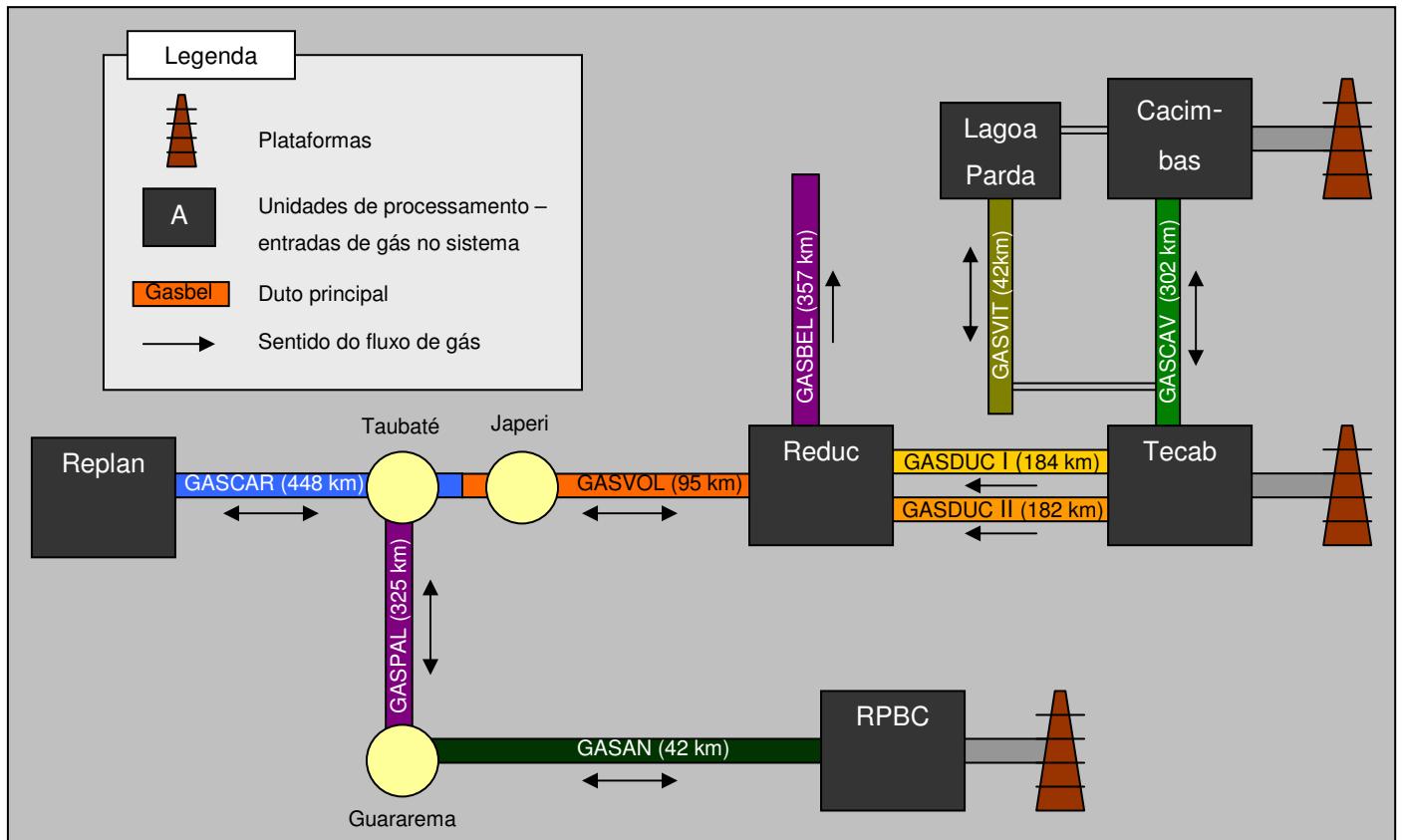


Figura 26: Configuração esquemática do fluxo do gás em todo o sistema

Em uma verificação rotineira dos gráficos de tendência, o operador avalia que a pressão no Gaspal apresenta tendência de baixa. Ao mesmo tempo, uma verificação do valor numérico na tela principal indica um consumo elevado do principal cliente daquele duto, uma refinaria. Entre este duto e o Gasan existe uma estação de compressão (ESCAP), responsável por fazer com que o gás oriundo do Gaspal passe para o Gasan, duto também alimentado pela RPBC. Em sua verbalização, o operador indica que fará a recuperação da pressão no Gaspal suspendendo a compressão por 40 minutos. Assim, menos gás será retirado do Gaspal, aumentando sua pressão.

Esta estratégia de operação responde a uma determinação da Gás & Energia de redução do consumo boliviano (com entrada pela Replan e pelo Gascar), fazendo com que o gás da Bacia de Campos (com entrada via Reduc) possa chegar até a estação de compressão ESCAP.

Entretanto, a parada da compressão aumenta a pressão à montante, mas a reduz à jusante (no Gasan). Em virtude da hora (11h54), o operador não se espera a um aumento de consumo importante, como o que ocorre no começo da manhã. A esta hora, o consumo neste duto está estabilizado em seu nível máximo e com a perda de gás vinda do Gaspal, o operador pede aos operadores da RPBC que aumentem a carga da UGN que alimenta o principal cliente deste duto (uma companhia de distribuição de gás) como forma de compensar a redução de oferta via ESCAP.

As atuações realizadas pelo operador (parada da Estação de compressão e aumento da carga da UGN da RPBC) nesta parte do sistema (sub-sistema Sul de São Paulo) foram precedidas por análises de outros pontos do sistema. Por um lado, foi necessário analisar o sub-sistema Rio de Janeiro, já que neste dia a maior parte de todo o sistema estava alimentada pelo gás processado na Reduc (exceção feita apenas aos dutos do Espírito Santo - Gascav e Gasvit - alimentados por unidades de processamento situadas naquele estado). Esta situação específica se explicava pela conjunção de uma série de fatores daquele momento histórico particular e componentes do desenvolvimento cognitivo finalizado do operador:

- Com o feriado, os consumos e manutenções estavam muito reduzidos no Rio de Janeiro
- Não havia entrada de gás da Bolívia (via Replan) de forma a poder alimentar o Gaspal e o Gasan com este gás
- A pressão dos coletores no Tecab estava alta e a exportação das plataformas estava normal (com todas as unidades funcionando), significando que havia oferta de matéria-prima suficiente para abastecer todo o Sistema
- A Usina Termo-elétrica BLS não estava funcionando, permitindo que Estação de Transferência de Custódia de Japeri permanecesse fechada e direcionando todo o gás para o Gasvol, Gaspal e Gasan (além do Gasbel).

No acompanhamento da atividade no dia 14 de maio de 2009, as verbalizações e atuações do operador mostram como se realiza a consideração de dados pontuais para a construção da visão global das operações. Mesmo se os principais eventos e orientações tivessem sido abordados durante a passagem

de turno, permitindo que o operador se fizesse um panorama geral do sistema, vimos durante as observações que existem momentos alternados de aproximação e recuo com relação aos diferentes componentes do sistema. Segundo o operador, as plataformas da Bacia de Santos estão paradas, fazendo com que não haja vazão: o consumo da RPBC e da Comgás está sendo realizado em parte graças ao produto estocado no duto (a pressão atual – de 53kgf/cm² permite que se permaneça o consumo). Os riscos de desabastecimento destes dois importantes clientes somados à indisponibilidade do gás das plataformas da Bacia de Santos fizeram com que o operador aumentasse a oferta de gás no Gasan através da partida da Estação de compressão ESCAP, permitindo a transferência de gás do Gaspal para o Gasan. Às 15h30, a solicitação telefônica compreende uma vazão de 1.8 milhão de m³/dia para o Gasan. Às 16h31, o operador verifica a indicação numérica de pressão do duto que interliga as plataformas à RPBC (ainda em 53kgf/cm²) e decide “puxar” mais deste duto como forma de reduzir a pressão interna, através do aumento de carga na UGN (para 300 mil m³/dia). O operador explica que há previsão de retorno das plataformas para as 19h e, neste caso, é esperado um aumento natural da pressão. Como o limite operacional do duto é de 58kgf/cm², o operador se antecipa conduzindo ações que procurem reduzir tal pressão. Às 18h23, o operador solicita aumento de vazão na ESCAP (de 1.8 para 1.9 milhão), em função do aumento do consumo residencial, apontado por alarmes de pressão baixa na saída da ESCAP e na entrega a São Bernardo do Campo.

Estas atuações locais, referentes ao sub-sistema Sul de São Paulo, compreenderam uma focalização sobre elementos próprios deste sistema (a ESCAP, a UGN), mas estas também foram apoiadas pela consideração de informações colhidas nas telas e através da programação, sobre elementos de outros sub-sistemas com influência na disponibilidade de matéria-prima para aquele trecho. A abertura da controladora PID-212, referente à localidade de Japeri realizada às 17h28, veio em resposta ao aumento de vazão requerido no Gasan (o gás oriundo da Bolívia passa, assim, a suprir parte da demanda), mas também teve por objetivo permitir a permanência da alimentação de termo-elétricas com o gás vindo da Reduc (BLS, no Gasvol; AC, no Gasbel) e

do Tecab (ML, no Gasduc II). Com este consumo, parte do gás ficaria indisponível para os trechos de dutos mais afastados tais como o Gaspal e o Gasan. A utilização do gás da Bolívia via Japeri, entretanto, só pôde ser realizada após o término do serviço de configuração do CLP da controladora, ocorrido às 17h16.

Às 18h37, após verificar que havia vazão por Japeri no Gasvol, o operador abre a tela do Anel de Gás da Reduc, restringindo a abertura do PID-37 que controla a passagem de gás para este mesmo duto, fazendo com que ocorresse uma substituição da origem do gás (da Bacia de Campos, via Reduc para o gás proveniente da Bolívia, via Replan). Como visto, o operador incorpora à sua estratégia de operação atuações pontuais e avaliações de partes do sistema, simultaneamente, de forma a tornar disponível o gás em tempo real e segundo as avaliações de consumo instantâneas e previstas. A visão global das operações, neste caso, foi conseguida através da incorporação de informações numéricas de pressão e vazão constantes em diversos pontos dos dutos e da avaliação global da disponibilidade de matéria-prima em diferentes unidades de processamento, funcionalmente interligados.

VI.5. A CONSTRUÇÃO DA ATIVIDADE COLETIVA

Para desenvolver a atividade de operação, o operador do console SE estabelece inúmeras e variadas relações com outras pessoas. Como se verá ao longo dos parágrafos que seguem, as telas do sistema supervisorio não são utilizadas diretamente como meio de comunicação ou troca de informações entre o operador e atores externos ao console. Elas contêm dados sobre parâmetros que permitem ao operador compartilhar com operadores de campo uma imagem comum das operações em curso. Muitas vezes, o operador no console tem, inclusive, mais informações sobre uma determinada localidade do que o próprio operador que se encontra fisicamente lá presente.

A seguir, mostraremos quem são as componentes do coletivo de trabalho do operador, as maneiras pelas quais acontecem as interações entre eles e a

participação de cada um deles na construção da atividade do operador de console.

Como visto anteriormente, o posto de trabalho no console abriga apenas um operador (à exceção das passagens de turno e do treinamento de novatos) e as relações operacionais com o operador do console vizinho (console Nordeste) são praticamente inexistentes.

VI.5.1. As relações com o Cotur

A pressurização do sistema durante a noite

As observações da atividade mostram que existe uma importante participação do Cotur na atividade do operador. Mesmo se consideradas diferenças importantes entre os diferentes Coturs na sua relação com a operação do console SE – uns sendo mais operacionais, outras mais gerenciais -, as relações entretidas entre estes e os operadores versam principalmente sobre a estratégia a utilizar e os meios táticos para desenvolver esta estratégia. A trecho abaixo, transcrito de uma gravação da atividade, ressalta o aspecto de coordenação efetuado pelo Cotur.

Operador: (...) a ETC de Japeri, a gente tem a intenção de abrir?

Cotur: (inaudível)

Operador: Então vou pedir para o Cristiano ir para lá. Para deixar ele pronto a operar para gente.

Cotur: ... (incompreensível)... pediu para a gente priorizar o Gasbel.

Operador: Porque ele [Cristiano] falou que se não tivesse previsão [de operar], ele ia deixar bloqueado até amanhã. Vou ligar para ele para ele ir para lá.

Durante a passagem de turno deste dia (14/05/09), o operador que saía havia informado que a ETC Japeri ia ficar fechada, por orientação da programação: *“A gente não deve alinhar hoje. A orientação que está aí é manter Japeri fechado, deixar só por Taubaté [a entrada de gás boliviano]. Para a gente poder pegar este gás aqui todinho, daqui, que está saindo do Gascav. Essa é a orientação que tem, então Japeri vai ficar fechado”*.

O trecho acima, no qual o operador pergunta ao Cotur se vão alinhar a ETC Japeri se insere em um contexto onde esta localidade estava sendo alvo de manutenções (configuração de um CLP) que dependiam de sua parada. Momentos antes de o operador estabelecer a conversa com o Cotur, o operador de campo responsável pela manutenção em Japeri havia ligado para comunicar sobre a realização do serviço e sobre a necessidade de ser avisado caso a ETC fosse entrar em operação. A dúvida do operador de console era relativa à impossibilidade de ele poder atuar remotamente na válvula da ETC caso houvesse necessidade durante a noite, conforme havia avisado pelo operador de campo. Isto é, a manutenção do CLP iria se estender até o dia seguinte, obrigando ao bloqueio da válvula, que impediria uma atuação remota de abertura.

O diálogo entre o operador e o Cotur revela que este último tinha uma informação que o operador não sabia: a priorização do Gasbel, provavelmente orientada pela Gás & Energia. Priorizar o Gasbel significa injetar o gás da Reduc preferencialmente no Gasbel em detrimento do Gasvol, o que levantou a necessidade de abertura da ETC Japeri de maneira a que o Gasvol pudesse receber gás da Bolívia.

As comunicações entre o Cotur e o operador são muitas vezes o espaço comunicacional utilizado para uma tomada de decisão conjunta, mesmo na presença de uma partilha desigual das informações. Como se verá abaixo, o Cotur detinha uma informação sobre a realização de testes na ECOMP do Tecab que o operador desconhecia. Para a melhor compreensão deste episódio, deve-se fazer referência ao desenho abaixo.

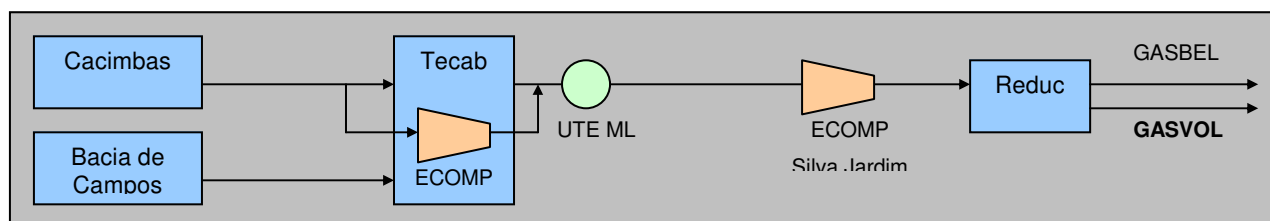


Figura 27: Configuração esquemática do sistema TECAB/ Reduc

Cotur: Quando for por volta das 22h vamos começar a partir a ECOMP Silva Jardim.

Operador: Para mandar gás lá para cima, né [Gasbel e Gasvol]?

Neste momento, questiono sobre a partida da ECOMP. O operador diz que, por ele, não parte.

Operador: A UTE ML vai parar. O que pode fazer é cortar o Gascav até a ML voltar às 7h. A decisão compete ao próximo turno. Mas o Gascav pode chegar a 100kg lá em Cacimbas.

A intenção do operador é parar o fornecimento de gás vindo de Cacimbas para o Tecab. Com a parada da UTE ML, haveria gás suficiente para enviar para o Gasbel e para o Gasvol mesmo sem o gás vindo do Gascav. Com este panorama em mente, o operador conclui que não seria necessário partir a ECOMP Silva Jardim, já que continuaria havendo injeção no Gasduc II vinda do Tecab (da Bacia de Campos) e, com isto, ocorreria aumento de pressão suficiente para garantir o abastecimento dos dutos à jusante da Reduc. Quando o operador cita o limite de pressão operacional do Gascav em Cacimbas ele se refere ao fato de que continuará havendo injeção de gás de Cacimbas no Gascav. A pressão instantânea naquele momento em Cacimbas era de 78.7 kg e o operador verbaliza que mesmo que se corte a saída de gás (no Tecab) o empacotamento do duto durante a noite não faria esta pressão ultrapassar os 80 kg.

Seguindo esta linha de raciocínio, o operador rebate a orientação do Cotur:

Em vez de partir a ECOMP [Silva Jardim] não pode cortar o Gascav?

Ao que o Cotur responde:

Não, porque a ECOMP Tecab está fazendo testes e precisa de vazão de 5 milhões.

Este argumento é o suficiente para que o operador concorde com a estratégia adotada pelo Cotur. Imediatamente, ele liga para a ECOMP Silva Jardim, solicitando a partida: “*Vamos partir com 2 máquinas no máximo, ok?*” O que se viu é que, em função de testes na ECOMP do Tecab, que estava iniciando suas operações naquela semana, deveria haver uma vazão constante de 5 milhões de m³/ dia nesta ECOMP, o que não poderia ser suprido pelo gás vindo da Bacia de Campos obrigando, assim, a manter o recebimento de Cacimbas.

Os diálogos acima mostram que existe uma exploração ativa da informação pelo operador, uma tentativa constante de compreender o motivo de suas ações futuras: ele não cumpre apenas a orientação do Cotur. Para que lhe seja possível agir na situação de maneira satisfatória (sob o ponto de vista de uma avaliação sobre o seu próprio trabalho relativa ao atingimento dos objetivos de produção e ao seu domínio sobre o objeto de trabalho), o operador estabelece prognósticos utilizando-se de sua experiência passada, como mostra a afirmação acerca da pressão no Gascav. É apenas sobre um conhecimento operacional vivido por ele em turnos anteriores e baseado no comportamento do duto, no perfil de consumo dos pontos de entrega ao longo do duto que ele pode prever que não haja variação de pressão considerável mesmo com a contínua injeção de gás no duto. Em situação, ele constrói cenários operacionais possíveis baseando-se nos dados que possui, inclusive considerando a possibilidade de não ser ele a atuar no sistema: “*A decisão compete ao próximo turno*”.

Mas o exemplo acima mostra, sobretudo, o aspecto coletivo da atividade do operador. São as comunicações entre este e o Cotur que permitiram o compartilhamento de uma informação (os testes da ECOMP do Tecab) que determinou a atuação no sistema. Nas discussões com o Cotur, o operador se apóia na consulta a dados presentes na interface como, por exemplo, a pressão instantânea em Cacimbas. Esta sinalização numérica de um parâmetro operacional na tela orientou temporariamente a estratégia de atuação do operador, fazendo com que ele questionasse a decisão tomada pelo Cotur.

A divisão de tarefas na substituição da origem do gás

Outro elemento importante na construção da estratégia de ação do operador é a dependência de todo o sistema do gás boliviano. À época das observações, cerca de 50% do gás consumido no país provinha do país vizinho. Entretanto, em função das flutuações nos níveis de produção nacionais, o consumo do gás boliviano poderia sofrer alterações. A definição de qual gás utilizar não é definida pelo operador do console, mas pela Gás & Energia que, através da programação de transporte de gás realiza a sua estratégia energética. Assim, em uma das situações observadas (13/05/2009) havia uma indicação de vazão programada de 6 milhões de m³/dia proveniente da Bolívia via Replan (figura 26, abaixo)⁵⁹.

		RECEBIMENTO					
		E&P				TBG	
Data		UN-ES	UN-BC/UN-RIO	UN-BS	GNL	Guararema	Campinas
12							
13							
14							
15							
16	01-mai-09	2 950,8	14 504,0	514,0	0,0	3 400,0	2 000,0
17	02-mai-09	2 940,0	14 847,0	513,7	0,0	4 500,0	6 800,0
18	03-mai-09	2 920,0	14 822,1	513,3	0,0	4 500,0	6 300,0
19	04-mai-09	4 355,0	14 451,8	513,0	0,0	6 000,0	7 465,8
20	05-mai-09	6 000,0	14 174,2	512,7	0,0	6 800,0	7 000,0
21	06-mai-09	6 900,0	14 171,2	512,3	0,0	6 200,0	6 500,0
22	07-mai-09	6 900,0	12 680,0	512,0	0,0	6 800,0	7 000,0
23	08-mai-09	6 900,0	12 680,0	511,7	0,0	7 000,0	8 100,0
24	09-mai-09	6 900,0	12 244,5	511,7	0,0	6 800,0	8 500,0
25	10-mai-09	6 900,0	13 821,8	511,7	0,0	5 200,0	6 500,0
26	11-mai-09	6 500,0	13 818,7	511,7	0,0	6 200,0	6 500,0
27	12-mai-09	6 500,0	12 200,0	511,7	0,0	6 500,0	7 500,0
28	13-mai-09	6 500,0	12 200,0	511,7	0,0	6 500,0	6 000,0
29	14-mai-09	6 500,0	14 937,5	511,7	0,0	5 500,0	5 500,0
30	15-mai-09	6 500,0	14 876,8	511,7	0,0	5 300,0	5 000,0
31	16-mai-09	6 000,0	14 854,8	511,7	0,0	4 050,0	1 022,2
32	17-mai-09	6 000,0	14 832,7	511,7	0,0	2 200,0	569,5

Figura 28: Extrato da programação de produção para o mês de maio de 2009, com a indicação da vazão programada de gás Boliviano na Replan (Campinas) no dia do acompanhamento da atividade

Depois de passar pela Replan, o gás entra no sistema via Japeri e Taubaté, que estavam com vazões respectivas de 4.9 e 2.9 milhões de m³/dia. Isto é, havia uma saída de gás (7.8 milhões de m³/dia) superior à entrada, limitada a 6 milhões pela programação. Se mantida esta situação, ocorreria uma

⁵⁹ De forma geral, a operação procura manter o consumo de gás boliviano o mais próximo possível da programação. Mas esta não é a única restrição ao uso deste gás: as margens de manobra do operador são reduzidas pelo fato de este gás ser mais caro que o nacional e seu uso implicar em decisões de compra (políticas e/ou operacionais) referentes a outras instâncias da empresa, fora do raio de ação dos operadores.

despressurização do duto à montante e à jusante da Replan, fazendo com que estes ficassem sem produto e reduzindo, assim, as possibilidades de utilização posterior do seu gás. Assim, por um lado, o operador deveria reduzir a vazão em Japeri e Taubaté de forma a atender à programação, mas, ao mesmo tempo, deveria manter uma vazão de gás suficiente no Gasvol e no Gasbel de forma a garantir os consumos ao longo destes dois dutos, principalmente em virtude do elevado consumo promovido pelas térmicas em funcionamento no Gasbel. Segundo o operador, esta operação seria realizada através do aumento de vazão na ECOMP da Reduc, já que as duas térmicas do Gasbel estavam consumindo conjuntamente cerca de 1.5 milhão de m³/ dia.

“O Gasbel precisa ser mantido pressurizado porque as duas térmicas estão funcionando.”

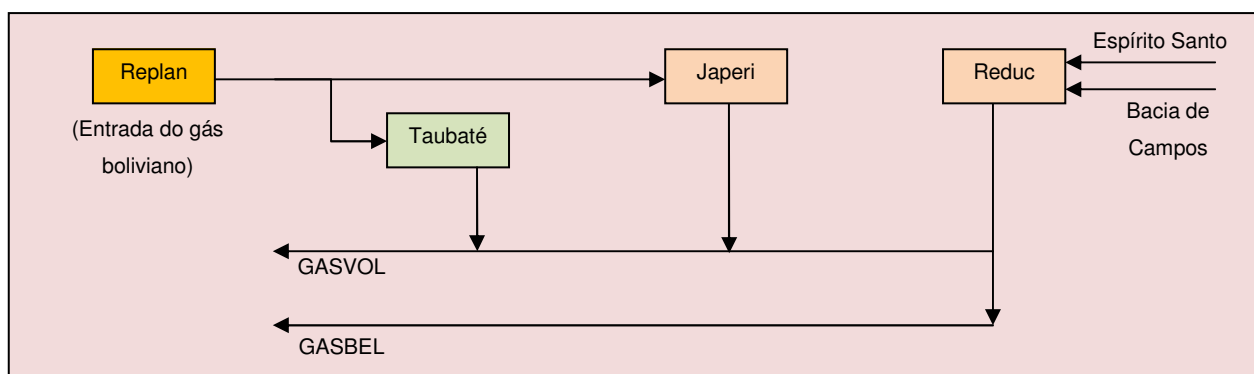


Figura 29: Configuração esquemática do fluxo do gás Boliviano, entre a Replan e os dutos Gasvol e Gasbel e do gás nacional procedente da Bacia de Campos e do Espírito Santo

Esta garantia de vazão seria feita pela utilização do gás proveniente da Bacia de Campos, o qual supriria o sistema com o gás que faltasse em virtude da restrição de vazão imposta pela programação.

Esta atividade de substituição da origem do gás foi realizada com ações intermitentes entre as 16h18 e as 18h21 e foi efetuada conjuntamente pelo operador e pelo Cotur. Em um primeiro momento, os cálculos de vazão que permitiram ao operador concluir que deveria ser feita uma redistribuição do gás foram feitos mentalmente, através da consulta visual direta a dois campos da

interface, os espaços dedicados à indicação de vazão na tela principal do monitor 2.

A injeção de gás no Gasvol e no Gasbel exigiria um aumento de compressão do gás vindo da Bacia de Campos de forma a suprir os consumos destes dutos. A estação de compressão responsável por tal operação era a ECOMP situada na REDUC, sobre a qual o operador não tem nenhum tipo de comando remoto, apenas a possibilidade de provocar uma parada de emergência (um shutdown). Isto é, para aumentar a compressão era necessário entrar em contato telefônico com a ECOMP e solicitar que a partida das bombas fosse realizada.

A cronologia dos fatos relativos a este evento é a seguinte: às 16h18, o Cotur pergunta ao operador se a ECOMP da Reduc está no máximo. Como esta informação não está disponível na interface, o operador liga para a ECOMP e, em função da negativa dos operadores de campo, pede para partirem mais uma máquina de forma a que a vazão final fosse de 4 milhões de m³/ dia. O cálculo desta vazão considerou ainda a vazão e a pressão de entrada de uma estação de compressão situada no Gasbel (a ESTAP), de forma a que esta não atingisse o limite mínimo de operação o que a faria parar por pressão baixa. Neste momento, a pressão está em 41.9 kgf/cm² e o operador afirma: *“Precisa manter a ESTAP com 3 milhões e a pressão de sucção não pode ser menos que 41 kg”*.

Às 16h59, o operador pergunta se o Cotur vai “cortar” Japeri, isto é, reduzir a vazão neste ponto. O operador comunica que, a partir da ausência de alteração na vazão da ECOMP da REDUC verificada na tela, não foi ainda realizada a partida da terceira máquina, como solicitado anteriormente. O Cotur decide, mesmo assim, reduzir a vazão em Japeri: *“vou cortar aqui 500 mil”*. Na seqüência, às 17h, o operador liga para a ECOMP, mas não consegue falar com os operadores responsáveis pela operação das máquinas e deixa-lhes um recado pelo interlocutor: *“o pessoal não está aí não? Vê com eles, porque eu estava precisando que eles partissem uma máquina, para ver se eles vão partir”*. O operador abre então a tela correspondente à controladora PID-212, através da qual se faz o ajuste de abertura de vazão em Japeri, e verifica que a

abertura continua em 5%; ele pergunta ao Cotur: “*não cortou não, né?*”, ao que o Cotur responde que sim, tendo feito esta atuação naquele exato momento. Às 17h20, o Cotur pergunta se ainda não partiram a máquina. O operador, que momentos antes havia verificado a ocorrência de um alarme no prompt relativo ao aumento de pressão na saída da ECOMP da REDUC, sinalizando a partida da máquina, relata: “*partiram agora; agora que alarmou*”. Ao mesmo tempo, surgem alarmes relativos a Taubaté, o outro ponto de injeção do gás boliviano no sistema. Perguntado, o operador explica: “*está alarmando vazão mais baixa; como a pressão aqui está baixando [no trecho entre a Replan e Taubaté e Japeri], ele está diminuindo esta transferência no PID-112 [controladora na qual se faz o ajuste de vazão em Taubaté]*”. Isto é, a maior vazão na saída do que na entrada provoca a redução de volume de gás nos dutos e a conseqüente redução de pressão e vazão.

Às 17h22, o operador recebe uma ligação dos operadores da ECOMP da REDUC e pede para colocarem 4.3 milhões na ECOMP. O operador explica: “*como eles demoraram para partir a terceira máquina, estou pedindo mais 300 mil para compensar. Como a gente já está reduzindo aqui em Japeri [refere-se às atuações do Cotur no PID-212], para não deixar cair muito a pressão no Gasvol*”. A partida definitiva da terceira máquina é comunicada ao Cotur. Às 17h27, o Cotur comunica que está reduzindo ainda mais Japeri, já que esta alteração não pode ser vista pela tela geral, apenas através da consulta à tela específica do PID-212.

Às 18h21, o Cotur pergunta ao operador se é possível aumentar a ECOMP da REDUC. O operador acha que sim e o Cotur liga para a ECOMP solicitando aumento de vazão: “*vocês conseguem colocar mais uns 400, 500 mil?*”. Em seguida, comunica ao operador que vai reduzir mais Japeri. A vazão neste momento está em 3.9 milhões, um milhão a menos do que no início das observações.

A atividade analisada acima mostra que, neste episódio específico, o cumprimento da programação (em relação à vazão de gás boliviano) deflagrou uma série de ações (comunicações, consultas visuais à interface e cálculos

matemáticos mentais) relacionadas à disponibilidade de gás em três dutos (Gasgar, Gasvol e Gasbel). Isto é, as ações tomadas em resposta a uma limitação imputada pela programação contribuíram para o estabelecimento de relações coletivas apoiadas pelas informações contidas na interface. Estas relações coletivas mostram-se, contudo, de duas naturezas distintas: por um lado, a efetivação da atividade do operador do console é possibilitada pela atuação dos operadores de campo (neste caso, os operadores da ECOMP) cuja participação, fundamental, restringe-se ao acionamento dos equipamentos que garantem o *déploiement* da estratégia operacional traçada na sala de controle. Por outro lado, a atividade de atuação na interface e de construção da ação é realizada entre o operador do console e o Cotur que gerem as diversas operações a partir de uma repartição tácita das tarefas: ao operador coube administrar o aumento de vazão da ECOMP enquanto que ao Cotur ficou determinada implicitamente a redução da vazão em Japeri. Esta divisão nos afazeres operacionais não é, contudo, anedótica. Ela demonstra o grau diferenciado de envolvimento com a tarefa de cada um dos atores, já que o Cotur ficou responsável pela parte da tarefa cuja temporalidade e efetividade estavam sob seu controle: a atuação na controladora PID 212 era feita diretamente na interface e não dependia, como no caso do operador de console, da disponibilidade de terceiros. Este fato pode ser explicado pela abrangência do controle feito pelo Cotur, que inclui, além das operações no SE do país, a supervisão das ações do operador do NE além de diversas tarefas administrativas.

As trocas verbais entre os dois atores mostram ainda como as limitações da interface foram supridas pela comunicação do andamento das ações de ambos os lados. Impedido de acompanhar pela interface as atuações na válvula PID-212, o que exigiria a supressão de uma das telas de visão geral, o operador atualizava a sua representação do processo através das informações fornecidas pelo Cotur. A partir destas informações e das ações dos operadores da ECOMP, o operador constrói a compreensão da situação e define a forma de atingir o objetivo daquele momento, que era o de reduzir as vazões em Japeri e Taubaté para 6 milhões de m³/dia ao mesmo tempo em que substituía a origem do gás para os dutos Gasvol e Gasbel. Este episódio sugere que a

exploração dos recursos da interface operacional se encontra limitada pelo número de monitores disponíveis: o operador não pôde acompanhar pelas telas o andamento das ações realizadas pelo Cotur, sob o risco de perder o acesso visual às informações contidas em uma das duas telas gerais.

VI.5.2. As relações com os operadores de campo

No dia 21 de setembro de 2009, um alarme no prompt faz com que a atenção do operador se volte para uma ECOMP do Gasbel (ESMAN). Às 16h11, ele clica no botão correspondente à pressão de descarga e, em função da natureza do alarme – que indicava pressão baixa -, ele ajusta o range alterando os limites de pressão LO de 58 para 55 e a HI de 62 para 59, de forma a reduzir a ocorrência de novos alarmes em função da queda de pressão: “eu sei que ele vai cair”. A esta altura, contudo, ele ainda não identificou a causa desta queda de pressão repentina, apesar de prever que uma queda fosse ocorrer em função da hora. Dois minutos depois, outros alarmes relativos à ESMAN aparecem no prompt indicando falha de comunicação no FQI (computador de vazão) e no CLP (controlador lógico programável). Neste momento, o operador tenta estabelecer contato telefônico com a ESMAN e não conseguindo, liga para a ESTAP solicitando que estes entrem em contato com aqueles via MSN®⁶⁰.

Às 16h16, o operador ainda mantém ativos no prompt os alarmes da ESMAN e continua tentando a comunicação telefônica. Às 16h18, diante da falta de espaço no prompt para o aparecimento de outros alarmes (o prompt possui apenas 6 linhas), o operador utiliza um recurso de captura de tela, de forma a poder gravar a integridade do conteúdo das mensagens e esvaziar o prompt de forma a não prejudicar o aparecimento de outros alarmes. O contato com a ESMAN só é realizado vinte minutos depois, às 16h38. Neste contato, finalmente o operador consegue compreender o que houve: na região da ESMAN a ocorrência de uma forte chuva com relâmpagos interrompeu a

⁶⁰ Uma das ferramentas de comunicação disponível para os operadores destas duas estações de compressão do Gasbel é o *chat on-line*, cuja plataforma é o referido programa eletrônico de comunicação via Internet. Este recurso, contudo, não está disponível entre as ECOMPs e a sala de controle.

compressão, provavelmente devido a uma sobrecarga elétrica, a qual também provocou a queima do CLP que controla o computador de vazão. As condições climáticas impedem inclusive o acesso dos operadores da estação de compressão à área, impedindo um diagnóstico preciso naquele momento. Às 16h41, o operador anota em seu caderno de notas: “16h41 – Luis Carlos ESMAN s/ comp.”. Em seguida, o operador comunica ao Cotur o ocorrido explicando que a indicação de vazão na tela principal é falsa, já que a vazão naquele momento era nula. Questionado sobre a queda de pressão à jusante em consequência da parada de compressão, o operador responde: “Vamos aguardar aqui um pouquinho”. Cerca de vinte e cinco minutos depois, o operador procede ao ajuste de alarmes de dois pontos situados imediatamente após a ESMAN afetados pela parada de compressão, reduzindo os limites máximos e mínimos dos alarmes de pressão de entrega e da linha-tronco.

O contato telefônico com a ESMAN é retomado às 17h19, quando os operadores da ECOMP telefonam para comunicar a retomada da compressão. As comunicações que se seguem mostram como os dois operadores se auxiliam na troca de informações que possam explicar o ocorrido. O operador da sala de controle tem acesso a informações de diagnóstico que os operadores da área não têm. No monitor 2, ele passa de uma tela em que ele estava verificando um alarme (São Bernardo do Campo) para a tela geral e desta para a tela da ESMAN, clicando no botão correspondente. Na tela específica a esta ECOMP, o operador clica em diagnóstico e verifica que existem duas indicações de falha de comunicação relativas ao computador de vazão: “pelo jeito, queimou o CLP de vocês aí”. Como forma de tentar reconstruir junto ao seu interlocutor a seqüência de eventos, o operador abre o arquivo gravado anteriormente graças ao recurso de captura de telas e lê para o operador de área o conteúdo dos alarmes gravados. Sobre as informações dadas pelos alarmes, o operador solicita que o operador de área verifique o computador de vazão de forma a que as indicações de vazão voltem a ser apresentadas corretamente na tela. Ele procede ainda a mais duas verificações: no monitor 2, ele retorna à tela principal, clica na pressão de saída da ESMAN, clica em histórico e verifica que a linha continua sua tendência de aumento. Faz o mesmo com a pressão de entrada da ESMAN para então

concluir que, de fato, a única informação incorreta é a relativa à vazão: segundo o seu interlocutor, a vazão naquele instante é de 1.5 milhões de m³/dia, ao passo em que a indicação numérica na tela indica 1.19 milhões de m³/dia.

Este trecho da atividade observada mostra como a temporalidade de um evento para o operador do console (a queda de compressão da ESMAN) guarda relação com as características do processo, mas também pode ser ditada pela atuação dos operadores de área. A retomada do assunto para o operador de sala de controle é, inclusive, pautada pela ligação da ESMAN indicando a retomada da compressão. Entretanto, o que se observa é que o operador faz uso dos recursos de que ele dispõe (possibilidade de “capturar” a tela, por exemplo) para, em um movimento consciente de economia de memória de curto prazo, apoiar um diagnóstico posterior. A disponibilização desta função na tela principal remete ao que Béguin (2009) chama de plasticidade, a qual é exemplificada por Daniellou (2004): disponibilizar uma impressora permite que se façam impressões; sem esta, a leitura só pode ser feita diretamente na tela.

A possibilidade de acesso do operador do console a informações relativas aos equipamentos da área também permite que o operador do console atualize a representação dos operadores de área, auxiliando-os a diagnosticar o seu próprio problema.

Por outro lado, o exemplo acima mostra como o uso da interface – cliques nas telas de equipamentos, navegação entre telas, ajustes de limites de alarmes – responde a necessidades pontuais, situadas e correspondentes a um dado contexto. Neste dia, a pressão no Gasbel estava confortável graças à ausência de funcionamento de uma usina termoelétrica no final do duto (o que reduziria a disponibilidade do gás em todo o duto) permitindo assim que as flutuações de pressão em virtude da queda da ESMAN e da reduzida compressão da ESTAP não tivessem conseqüências negativas para a operação como o corte de um cliente ou a entrega do gás em vazão ou pressão fora das especificações.

O estabelecimento da comunicação com a ECOMP teve vários objetivos, como visto. Mas, além dos já expostos, a comunicação ocorreu também por uma falha técnica (a queima do CLP) que impediu que o dado de vazão apresentado na tela correspondesse a uma informação confiável, obrigando à sua verificação. Esta falha de comunicação do sistema supervisorio da sala de controle com o equipamento no campo impediu que o operador tivesse, apenas via interface, a possibilidade de construir uma representação voltada para a ação, reforçando o aspecto coletivo da construção da representação como mostram Daniellou, Simard e Boissières (2009, p. 49).

VII. A ATIVIDADE DE CONTROLE DE PROCESSO NA SITUAÇÃO B

VII.1. APRESENTAÇÃO – A SALA DE CONTROLE DA REFINARIA

VII.1.1. O funcionamento geral

A sala de controle estudada situa-se em um terminal de estocagem e processamento de gás natural e petróleo. Situado ao Norte do Estado do Rio de Janeiro, o terminal está em operação desde 1982, sendo hoje o maior pólo de processamento de gás natural existente no Brasil, com capacidade de processamento de aproximadamente 15 milhões de m³/dia. O terminal é responsável pelo processamento da maior parte do gás natural produzido na Bacia de Campos, recebendo das plataformas petrolíferas e enviando por dutos até a refinaria REDUC, em Caxias, na Baixada Fluminense. Esse processo é controlado remotamente a partir da sala de controle do CIC⁶¹.

A sala de controle localiza-se em um edifício próprio no terminal, localizado em meio à área de armazenamento e operação. O CIC concentra atividades operacionais, administrativas e de suporte informático e automação e abriga ainda os equipamentos de telecomunicações e de automação necessários ao funcionamento dos sistemas de controle e comando.

Na parte operacional, estão reunidas em um mesmo ambiente equipes do processo (PROCESS), da movimentação de gás (MOVGAS), da movimentação de líquidos (MOVLIQ) e de utilidades (UTIL), conforme figuras abaixo.

⁶¹ Centro Integrado de Controle



Figura 30: Consoles das equipes PROCESS e UTIL



Figura 31: Consoles das equipes MOVGAS e MOVLIQ

VII.1.2. A organização do trabalho

O trabalho no Centro Integrado de Controle do Terminal de Cabiúnas é realizado em turnos de oito horas que se iniciam às 0h, 8h e 16h. As equipes de Processo, Utilidades, MOVLIQ e MOVGAS são classificadas por letras (A,B,C e D) subdivididas em equipes que operam as telas no interior da sala de controle e equipes que trabalham na área de produção.

A coordenação operacional na sala de controle fica a cargo do Coordenador de turno (COTUR), responsável pela operação de todas as equipes e por supervisores de turno, à razão de um para cada equipe. De forma geral, a equipe de processo conta com quatro operadores “de painel”, como são chamados os operadores da sala de controle, em alusão aos antigos painéis de controle.

VII.1.3. Descrição geral da equipe de processo

A equipe de Processo divide-se em duas áreas. A área 1 opera a UPGN (Unidade de Processamento de Gás Natural) e as UPCGNs (Unidades de Processamento de Condensado de Gás Natural) e é composta por 2 operadores que atendem a 3 unidades, que juntamente com a equipe da área 2 ocupam a maior parte de uma das ilhas de consoles, dividindo-a com a equipe

de Utilidades. A área 2 opera a URGN (Unidade de Recuperação de Gás Natural) e as URLs (Unidades de Recuperação de Líquidos) e é composta por 2 operadores para as 3 unidades. As equipes das duas áreas são acompanhadas pelo mesmo supervisor e ocupam a mesma ilha de consoles de operação.

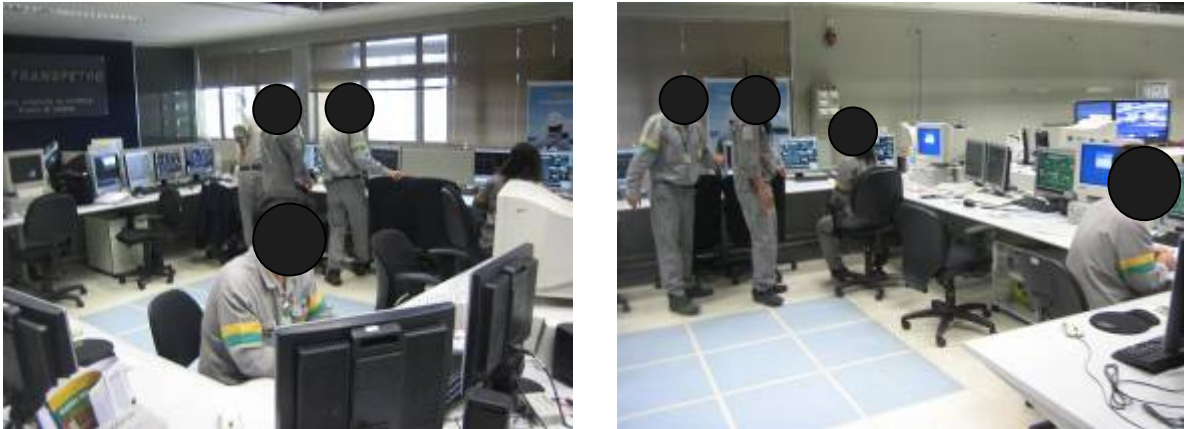


Figura 32 e Figura 33: Console da equipe de Processo

Nesse console de operação, como observado na figura abaixo, a equipe (área 1 e área 2) possui:

- 2 rádios comunicadores de mesa;
- 2 rádios comunicadores portáteis;
- 3 microcomputadores com caixas de som;
- 16 monitores LCD com teclado, mouse e caixas de som para alarmes (desligadas);
- 2 telefones com 1 ramal disponível cada.

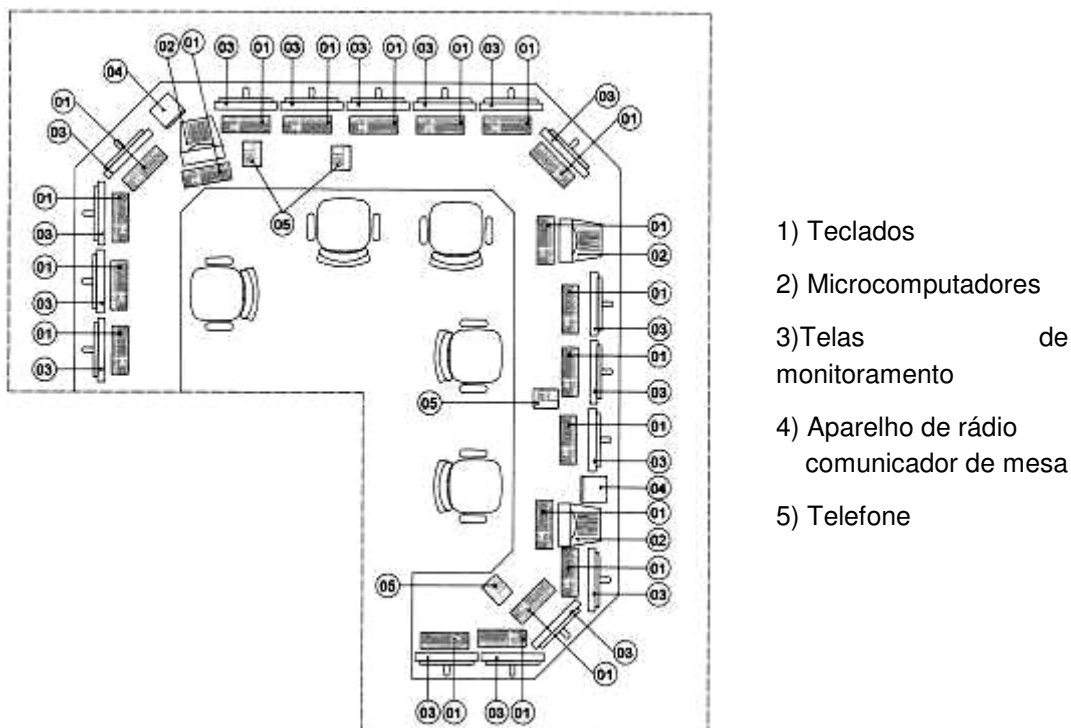


Figura 34: Leiaute do console da equipe de Processo, com identificação dos equipamentos utilizados

VII.2. A ATIVIDADE DE OPERAÇÃO DAS URLS

VII.2.1. A escolha das URLs

Nesta pesquisa, foram acompanhadas as atividades dos operadores responsáveis pela operação das URLs, chamadas de U-206 e U-207. A escolha para a observação de uma destas unidades não foi aleatória. Três razões nos levaram a isto:

- A U-207 passaria por uma parada e uma partida programadas, para cumprimento a exigências da NR-13⁶²;
- A importância destas Unidades no fornecimento de matéria-prima para a Reduc, a RioPol⁶³ e consumidores finais dos estados do RJ, SP, MG e ES;
- A construção de outra URL (U-211) no mesmo terminal.

⁶² NR-13 é a norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil que tem como objetivo condicionar a inspeção de segurança e a operação de vasos de pressão e caldeiras.

⁶³ A RioPol ou Rio Polímeros S.A é o primeiro complexo industrial gás-químico integrado e o segundo principal produtor de polietilenos no Brasil (fonte: site da empresa - <http://www.riopol.com.br/> - acesso em 29/07/2010).

A reunião destas condições permitiu que se pudesse acompanhar a atividade em duas Situações de Ação Características: a parada e a partida da unidade. Nos dois acompanhamentos foram verificadas as relações entre os operadores de área e os operadores da sala de controle e a mediação da atividade realizada pela interface e por outros meios de comunicação (rádio e telefone). Mais especificamente, se observou a função da interface na construção da visão global, no apoio à memória de curto prazo e na atividade coletiva.

A principal questão à qual se procurou responder com o estudo da atividade nesta sala de controle é relativa à influência das telas operacionais sobre a atividade de operação.

VII.2.2. Organização e divisão do trabalho na operação das URLs

Para o funcionamento destas unidades os operadores se revezam no campo e no centro de controle. Isto é, são os mesmos operadores que ora atuam diretamente nos equipamentos (no campo) ora atuam no sistema supervisorio (no CIC), em função da escala de trabalho. Note-se que a natureza da atividade e a abrangência do controle se modificam em função do local onde a atividade é exercida: no campo, a atividade está mais relacionada à atuação direta em dispositivos e ao controle local de algumas unidades, em função da própria extensão do parque industrial enquanto que no CIC, a atividade está mais voltada para a supervisão e o controle geral das unidades de processamento, em virtude das possibilidades ofertas pela automação e pela informática (apesar de haver um volume importante de atuações remotas nos equipamentos de campo).

As configurações operacionais entre campo e CIC são inúmeras e, quase sempre, complementares: por exemplo, durante as observações realizadas, o operador da sala de controle ajustava manualmente a pressão de uma controladora de uma unidade (em virtude da retirada de um PT para manutenção) enquanto o operador de campo monitorava a pressão. As comunicações intensas entre os dois operadores demonstram o aspecto

coletivo da atividade e também os limites de atuação de cada um dos operadores.

VII.2.3. O funcionamento das URLs

As URLs são unidades de processamento que compõem uma planta industrial formada por três unidades: a Unidade de Tratamento do Gás Natural (U-208, chamada de 'sulfatreat', responsável pela retirada de H₂S do gás proveniente dos poços de exploração), a Unidade de Recuperação de Líquidos (formada pelas URLs 206 e 207, responsáveis por produzir gás seco e LGN⁶⁴) e a Unidade de Fracionamento de LGN (U-3400, situada na Reduc, é responsável por recuperar etano, propano, butanos e isopentano do LGN).

Os dois produtos produzidos pelas URLs são o gás seco (aproximadamente 11 Mm³/dia) e o LGN (aproximadamente 6.000 m³/dia). O primeiro serve como combustível para consumidores finais e o segundo serve para a produção de etano, propano, butanos e isopentanos na REDUC (pela U-3400) e para a produção de plásticos na Rio Polímeros.

⁶⁴ LGN: Líquido de gás natural

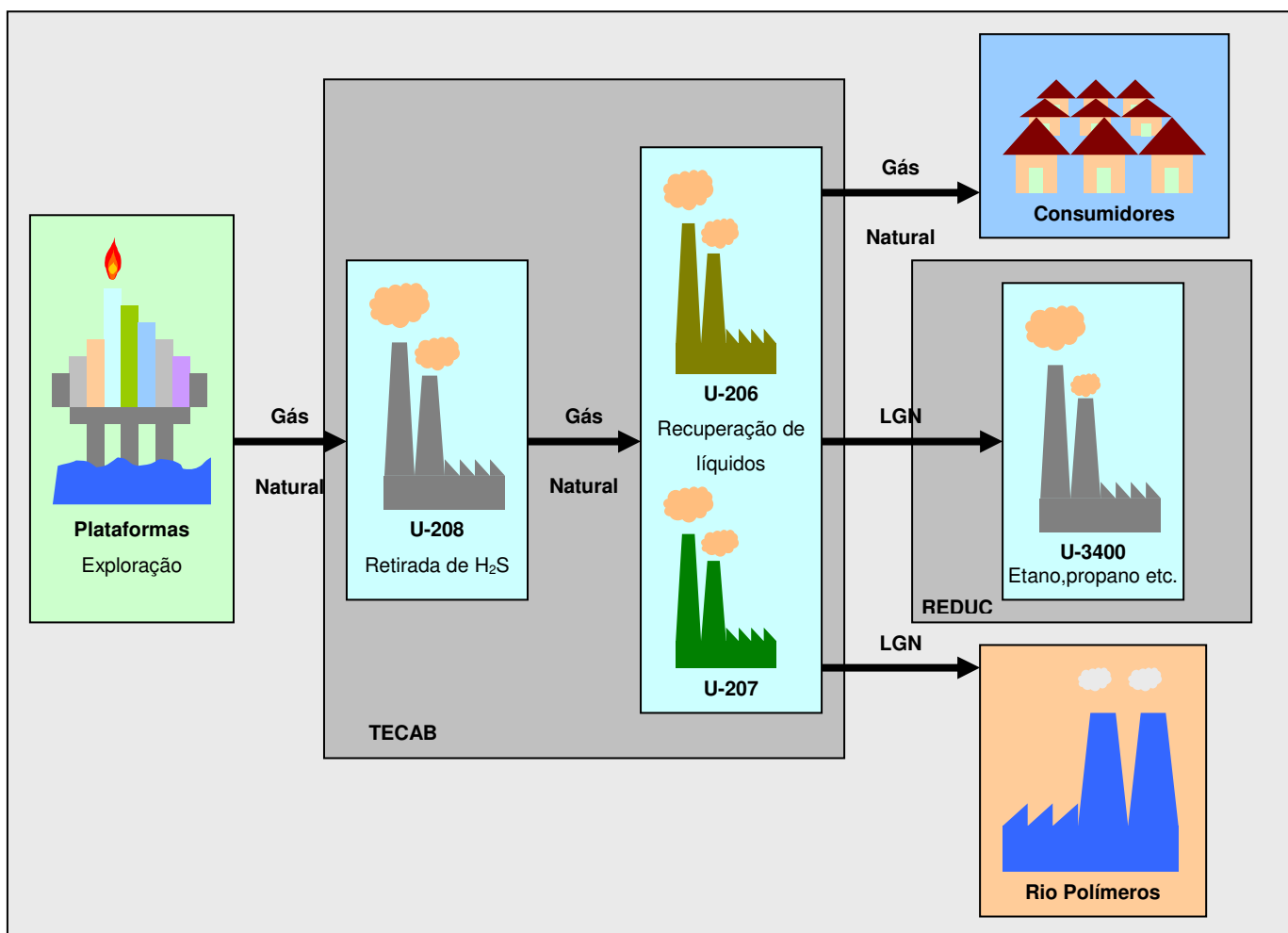


Figura 35: URLs - Matéria-prima, produtos e macro-processo industrial

O gás natural retirado na Bacia de Campos é armazenado nos coletores, onde é distribuído para as diferentes unidades do Tecab. Antes de chegar às URLs, este gás passa pela Unidade 208, onde é realizada a retirada do ácido sulfídrico do gás.

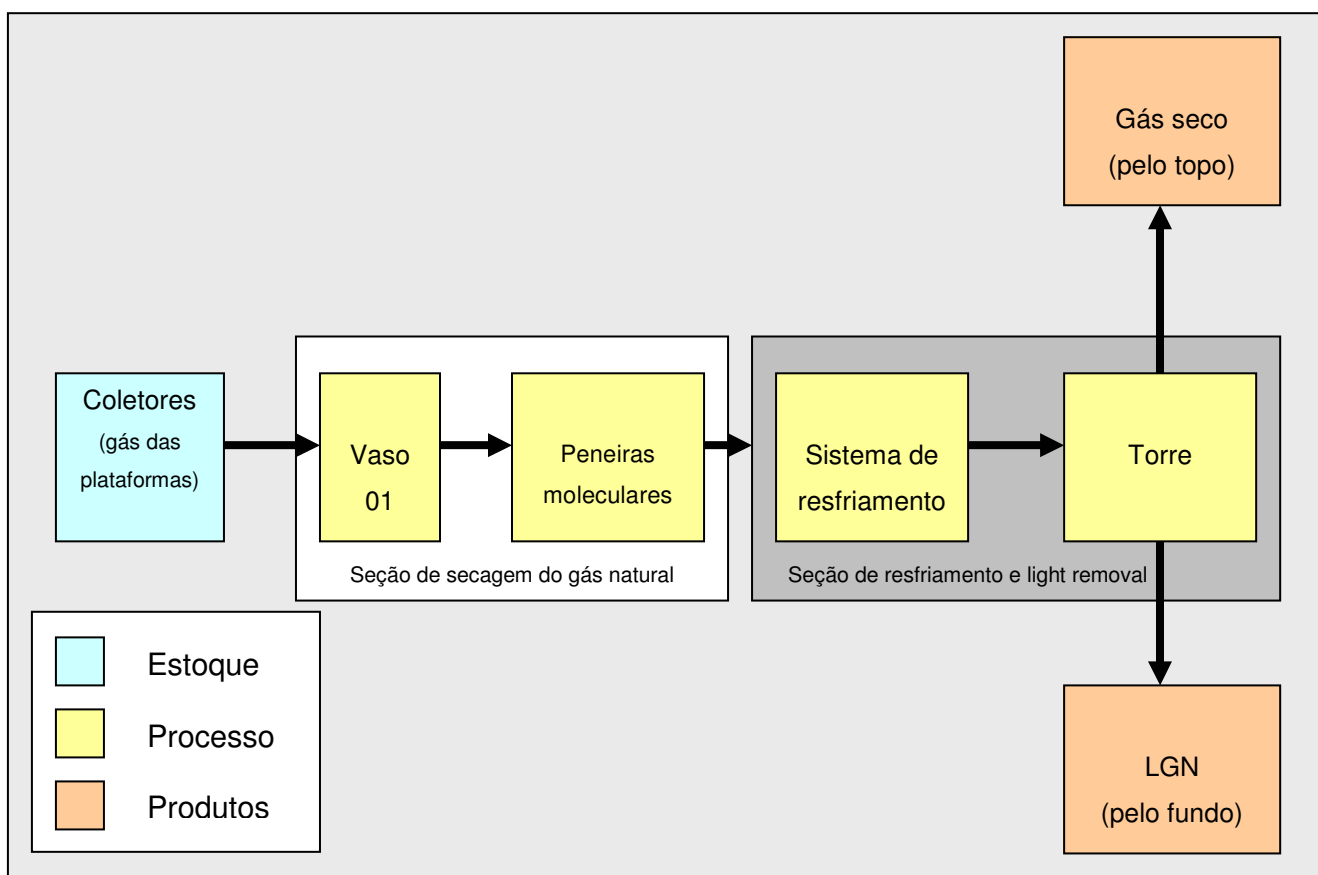


Figura 36: Principais seções de uma URL

A entrada de matéria-prima na unidade se dá pela controladora de fluxo FIC-01. Na seqüência, o gás natural é encaminhado ao vaso V-01 e deste para o sistema de secagem do gás – peneiras moleculares (V-02A e V-02B) e forno 2 (F-02). Como a torre responsável pela produção de gás seco e de LGN trabalha com muito baixas temperaturas, o gás natural que entra na unidade precisa ser resfriado antes de alimentar a torre. Grande parte da energia necessária ao resfriamento do gás natural é provida pela recuperação energética das trocas térmicas que ocorrem nos permutadores, utilizando a corrente de gás frio que sai do topo da torre. As outras formas de resfriamento são através do sistema de propano e do turbo expansor.

Depois de circular pelas peneiras moleculares, parte do gás desidratado volta ao vaso 1, mas a maior parte dele segue no processo. O gás inicia então o seu processo de resfriamento passando pelos permutadores 1 (P-01, gás – gás), 2

(P-02, chiller de propano), 3 (P-03, gás – gás), 4 (P-04, chiller de propano) e 5 (P-05, gás – gás). Nos permutadores 1 e 3, o gás natural é resfriado pelo gás seco que sai do topo da torre; nos permutadores 2 e 4, o gás natural é resfriado pelo sistema de propano e, no permutador 5, o gás é resfriado pelo gás seco do topo da torre e por uma corrente de gás frio vindo do prato n° 40 da torre. Este permutador 5 serve como coadjuvante do forno 2 no aquecimento do líquido do fundo da torre. Durante esse processo de resfriamento nos permutadores, parte do gás se liquefaz; o gás em suas duas fases será estocado no vaso 3.

A partir do vaso 3, o gás segue duas correntes. Uma delas alimenta o permutador 7 (P-07), onde o gás é totalmente condensado, e deste segue para a torre, entrando pelo prato n° 1. Este é o primeiro ponto de alimentação da torre.

Outra corrente de gás oriunda do vaso 3 segue para o Turbo Expansor (TE-01), onde o gás é expandido por diferença de pressão, sofre uma abrupta queda de temperatura e, parcialmente condensado, alimenta a torre pelo prato n° 34. Este é o terceiro ponto de alimentação da torre. O TE possui ainda outras duas funções além do resfriamento do gás: ele fornece energia de compressão para o compressor 1 (do próprio TE) e ajuda a poupar energia elétrica para o consumo do compressor 2 (responsável pela compressão do gás seco para fora da unidade).

O líquido presente no vaso 3 também segue duas correntes. A primeira delas passa pelo permutador 6 (P-06) e deste segue para a torre, por onde entra pelo prato n° 20, sendo o segundo ponto de alimentação da torre. A segunda corrente também passa pelo permutador 6, mas duas vezes, e nele o líquido é resfriado e enviado para a torre, entrando pelo prato n° 36. Este é o quarto ponto de alimentação da torre.

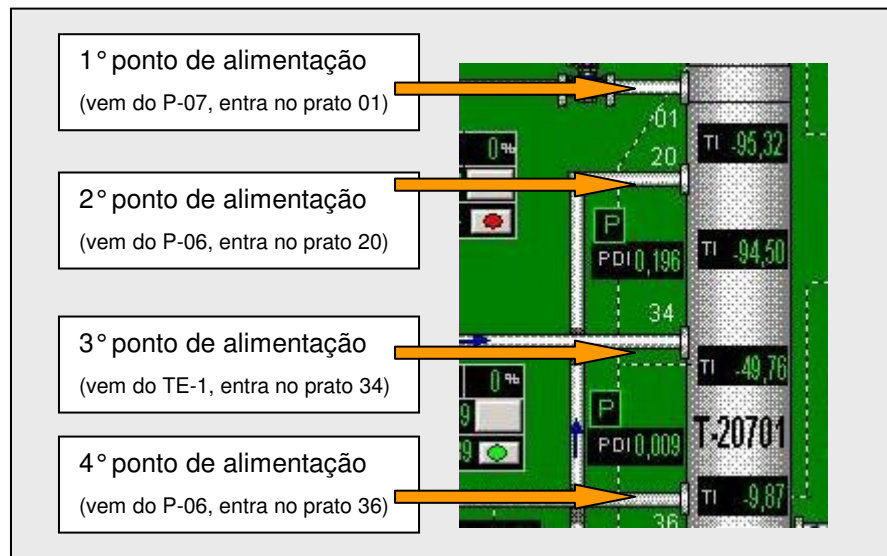


Figura 37: Pontos de alimentação da torre da U-207

O gás seco oriundo do topo da torre passa pelos permutadores 7, 5, 3 e 1, onde é aquecido e ao mesmo tempo resfria o gás natural que entra na unidade. Assim, o gás que entra na unidade é resfriado antes de entrar na torre e o gás seco que sai da unidade é aquecido antes de passar pela seção de compressão (pelo C-02). O fundo da torre é aquecido pelo forno 2.

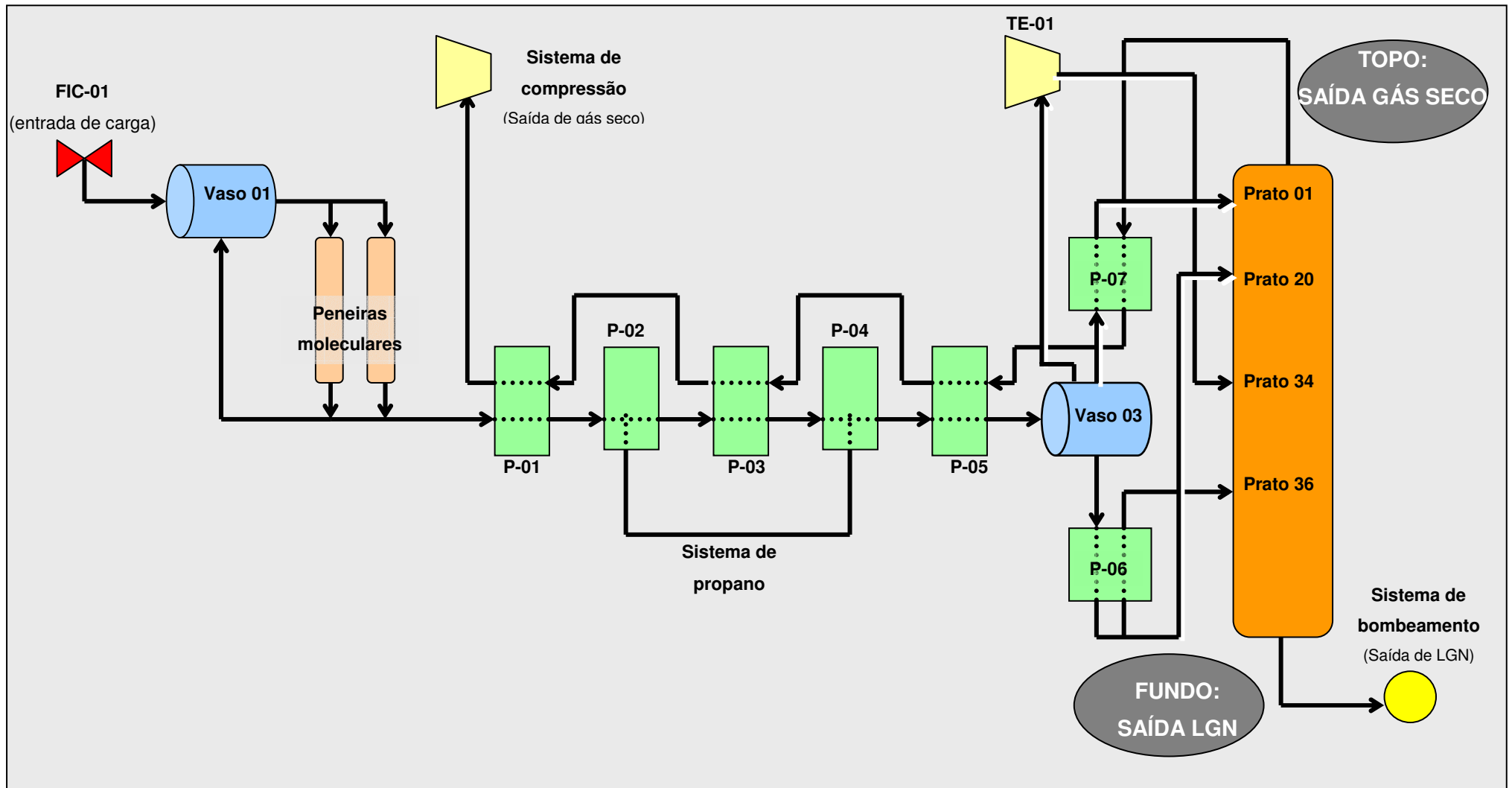


Figura 38: Funcionamento esquemático de uma URL

VII.2.4. O uso de monitores e telas

Para cada URL controlada existe uma tela geral específica. Pelas observações feitas, as telas das unidades U-206 e U-207 são compostas pelos mesmos elementos em função da similaridade física entre as 2 unidades. As diferenças notadas ficam por conta da nomenclatura dos dispositivos (fornos, válvulas, vasos etc.) e pela cor de fundo: a URL I possui fundo de tela na cor preta e a URL II possui fundo de tela verde. Segundo informações dos operadores, esta diferenciação permite a rápida identificação de uma unidade específica, evitando atuações errôneas, mas se verá adiante que nas duas situações observadas ocorreram erros de atuação, com confusão entre uma unidade e outra.

Para a operação das URLs podem ser utilizados até cinco monitores, os quais exibem telas que variam em função das operações em curso. O clique na tela das URLs permite ao operador acessar um segundo nível de detalhe, o dos sub-sistemas. Um terceiro nível é atingido quando são feitos cliques no segundo nível e, neste caso, são exibidas informações de equipamentos do sub-sistema selecionado.

VII.2.5. Principais telas de operação das URLs

Para a operação da URLs existe uma tela de visão geral⁶⁵ (figura 36, abaixo) na qual são exibidos os principais equipamentos (forno, torres e vasos) e os principais parâmetros de operação (indicações de pressão, temperatura e vazão, indicações de abertura/ fechamento de válvulas, indicações de nível etc.). Um importante parâmetro para a supervisão da unidade é a qualidade do gás de saída e do líquido. A composição dos produtos finais tem que atender às exigências estabelecidas em procedimentos que estabelecem as proporções de metano, etano e propano.

⁶⁵ As telas apresentadas aqui correspondem à U-207.

De acordo com as observações da atividade realizadas no CIC, a utilização da tela principal é intensa em todas as operações das URLs, o que faz com que a sua substituição só ocorra em casos extremos. Esta tela apresenta um elevado adensamento informacional, segundo as verbalizações dos operadores, mas algumas partes do processo só podem ser acessadas a partir desta tela, como é o caso do vaso 3 da torre (V-20703, na figura abaixo). Ainda de acordo com os operadores, esta tela geral permite uma visão global da instalação, mesmo que em um nível de detalhe insuficiente para a execução de algumas ações tais como partida e parada dos fornos e compressores.

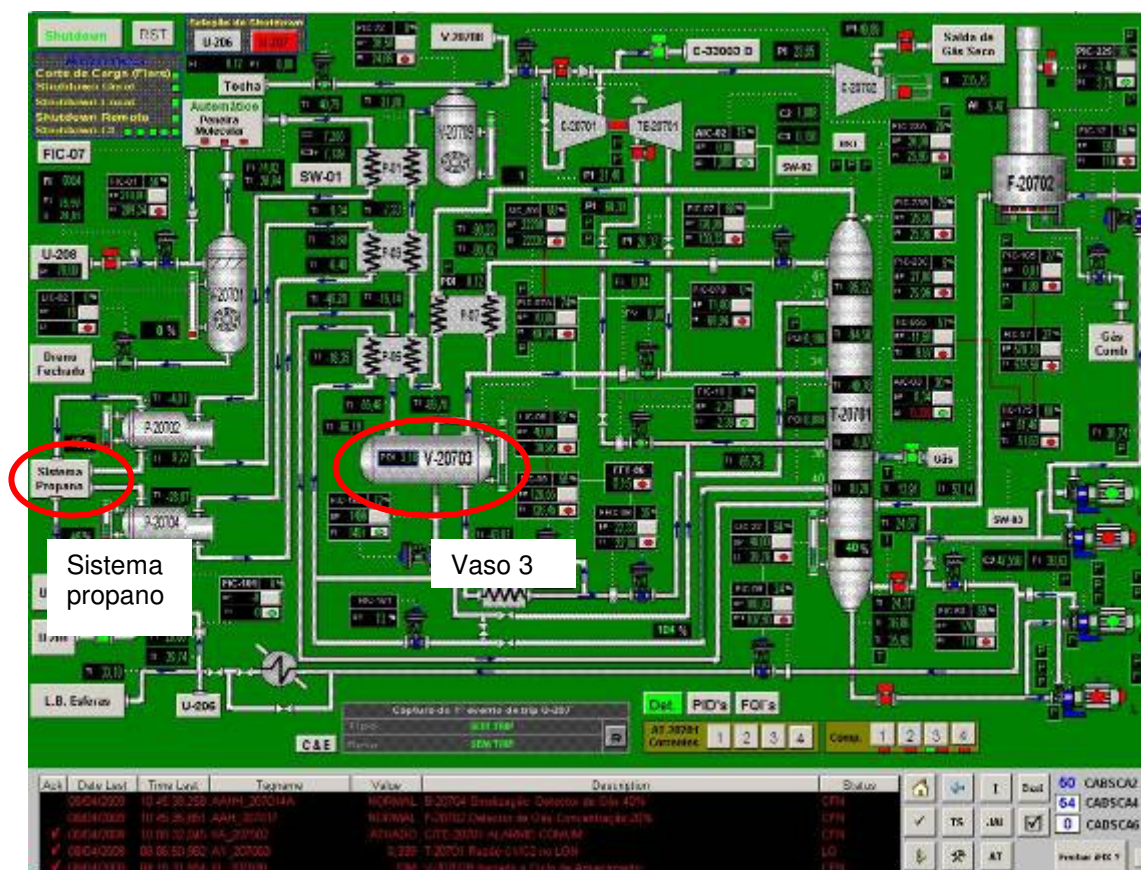


Figura 39: Tela principal da U-207

O acesso aos sub-sistemas se dá a partir da tela principal: por exemplo, um clique no botão do Sistema de Propano (botão “Sistema Propano”, na figura acima) dá acesso à tela correspondente a este sub-sistema, o mesmo ocorrendo com outros equipamentos (fornos, compressores etc.) e sub-sistemas. Em virtude da obrigação de retorno à tela principal, ocorre intenso desfile de telas em algumas situações específicas.

As principais telas da U-207 são apresentadas a seguir.

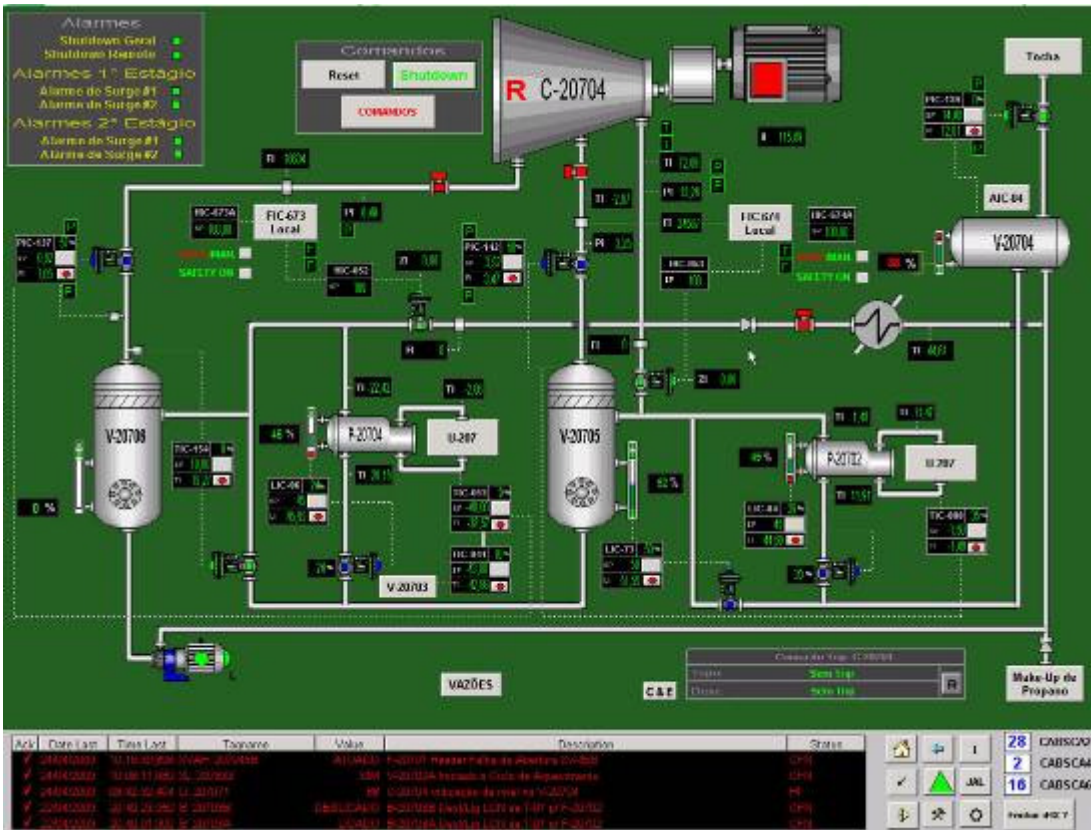


Figura 40: Tela do sistema de propano

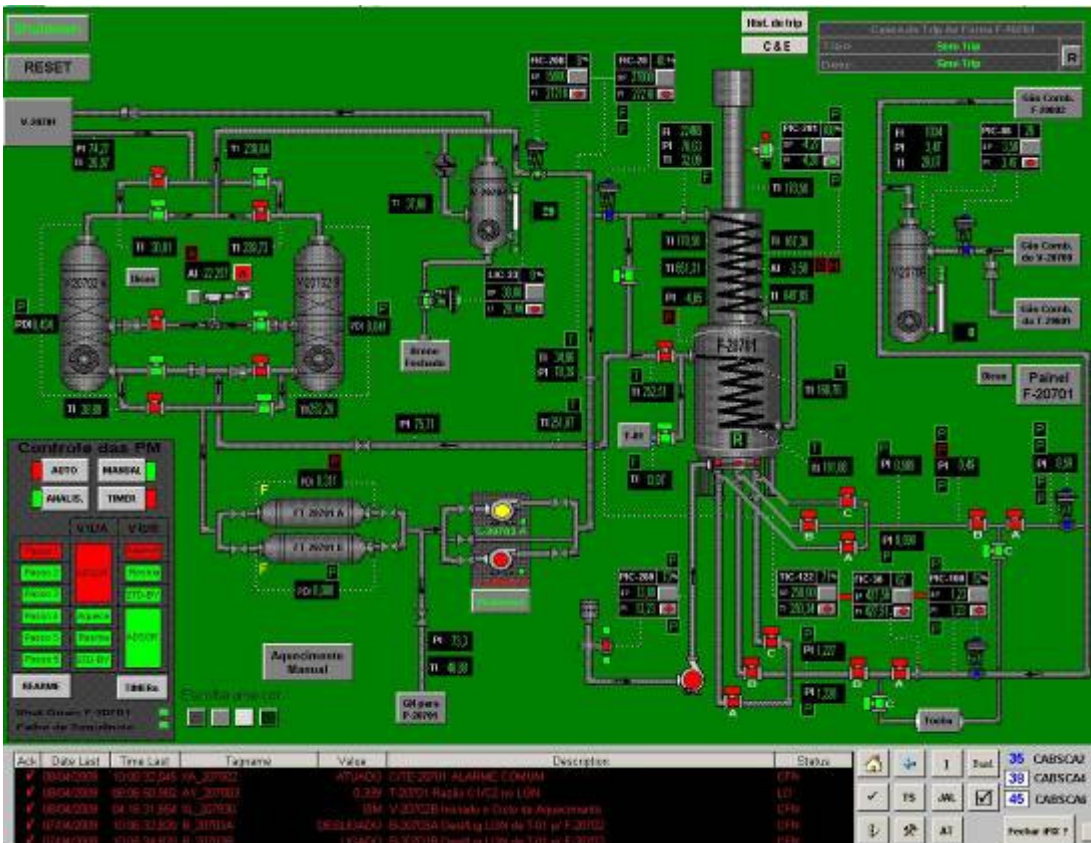


Figura 41: Tela do sistema de Peneiras

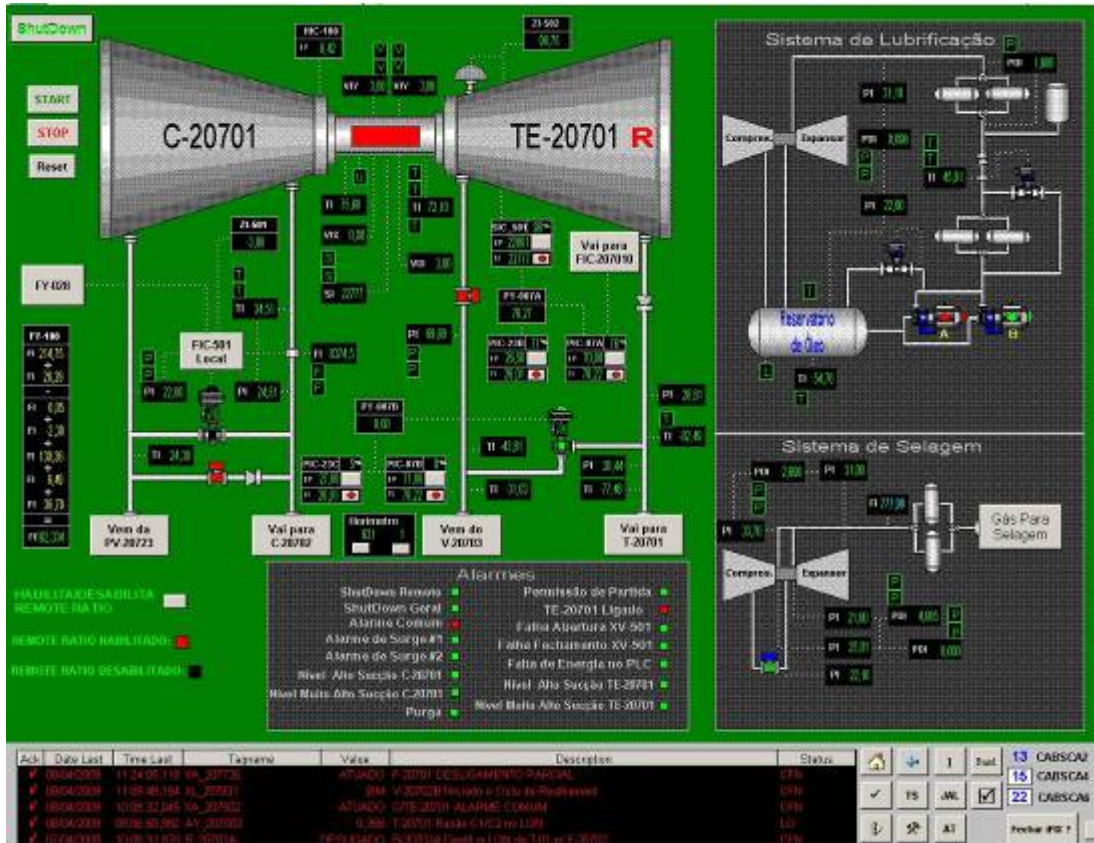


Figura 42: Tela do turbo Expansor e Compressor 1

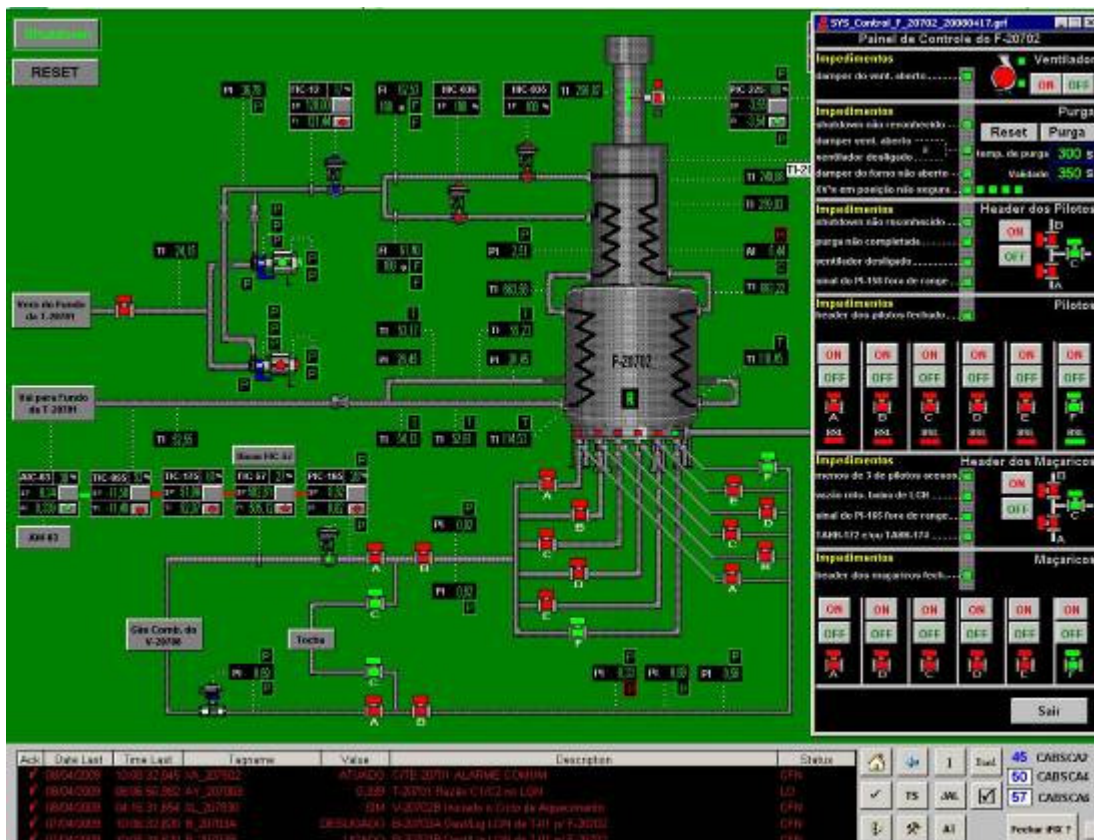


Figura 43: Forno 2 com painel de controle de partida

VII.3. A ANÁLISE DA ATIVIDADE

VII.3.1. A parada da U-207

O contexto operacional

A parada da unidade ocorreu no dia 8 de junho de 2009, para fins de adequação à NR-13, como citado anteriormente. O principal objetivo operacional neste dia era retirar a maior quantidade de líquido possível da planta através do seu aquecimento e entregá-la para a equipe de manutenção à meia-noite, com temperaturas internas próximas à temperatura ambiente.

Conforme as verbalizações do operador responsável pela parada, era preciso nesta ocasião fazer a planta funcionar de forma oposta à qual previa o seu projeto. Concebida para recuperar líquido do vapor de gás natural através de quedas abruptas e sucessivas de temperatura (e aumento de pressão), agora era necessário aquecer a unidade de forma a eliminar qualquer líquido remanescente.

Os acompanhamentos da atividade mostraram que a atividade de parada da unidade, iniciada às 22h, foi revestida de uma grande pressão temporal em virtude da necessidade de entrega da planta à meia-noite para a equipe responsável pelas manutenções relativas ao cumprimento da NR-13.

22h32 - Operador 2 para operador 1: “Vai dar 11 h da noite e a gente não vai conseguir fechar o ciclo de aquecimento. Nós estamos com -94° no topo. De uma vez só... abre a válvula da torre. Nós estamos com -94° e falta 1h e 20 para parar a planta. A gente não vai conseguir aquecer”.

À existência de um horário pré-determinado para a finalização da parada da unidade somaram-se outros dois fatores com grande influência na redução do tempo disponível para a execução das operações necessárias, as quais não atingiram seu objetivo de aumentar a temperatura da unidade até o limite mais próximo da temperatura ambiente: problemas no sistema supervisorio impediram a exibição de todos os valores numéricos, fazendo com que fossem

exibidos por mais de uma hora pontos de interrogação no lugar dos algarismos (*“essa trave aí do Ifix [software de exibição das informações] atrapalhou bastante”*), e problemas relativos à organização do trabalho já que parte das ações relativas à parada da unidade deveriam ter sido executadas pelo turno anterior, segundo procedimento passado a todas as equipes, conforme informação do operador responsável (*“nós pegamos a planta, não fizeram redução de nível. Eu mandei para todos os supervisores isso aqui. Então o vaso, está dando um trabalho para baixar esse vaso aqui”*).

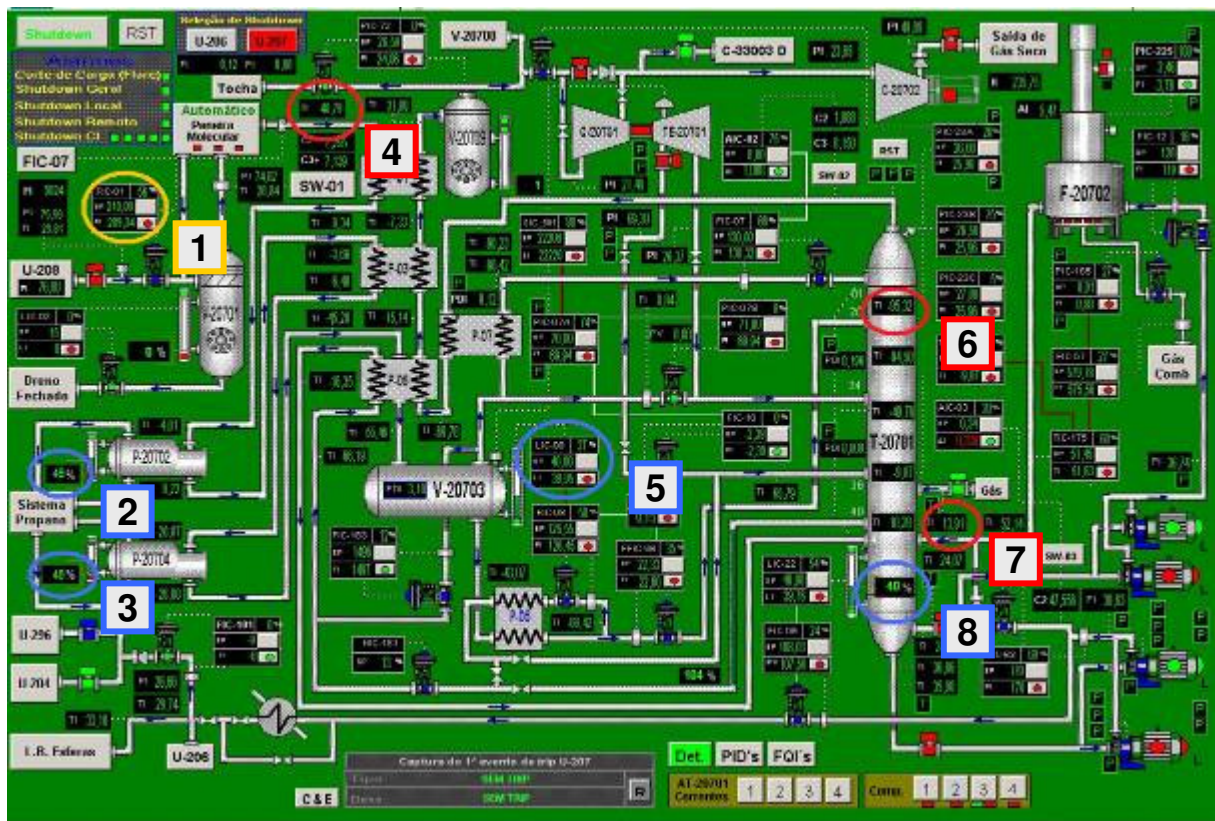
Isto é, as ações e atuações dos operadores no processo foram diretamente afetadas pelos atrasos ligados ao mau funcionamento da interface e à necessidade de execução de tarefas não realizadas a tempo anteriormente, fazendo com que a estratégia de parada e, conseqüentemente, o uso da interface e as formas da atividade coletiva fossem alterados de forma a tentar compensar estas restrições.

VII.3.1.1. A construção da visão global

As análises da atividade sugerem que a construção da visão global do processo vai sendo realizada à medida que vão sendo realizadas as etapas operacionais previstas (para a operação de parada da planta, um procedimento⁶⁶ havia sido elaborado pelo operador responsável pela manobra, como forma de tornar coletivo o conhecimento das etapas a serem seguidas); ela sofre modificações ao longo do desenrolar temporal do processo em função das diferentes configurações que vão tomando o processo e o coletivo de trabalho.

Durante o procedimento de parada a visão global do processo foi alcançada principalmente através da consulta visual a um número restrito de parâmetros, indicados na figura 42, abaixo.

⁶⁶ A íntegra deste documento pode ser consultada no Anexo II. Note-se que este procedimento é um documento de trabalho que reflete o conhecimento do operador sobre a operação específica de parada e não se constitui de um documento oficial da empresa.



Legenda:

- Principais indicações de NÍVEL monitoradas/ atuadas: 2 e 3 (sistema de propano), 5 (Vaso 3) e 8 (fundo da torre)
- Principal indicação de VAZÃO monitorada/ atuada: 1 (entrada de carga na unidade)
- Principais indicações de TEMPERATURA monitoradas: 4 (Saída das peneiras), 6 (topo da torre) e 7 (gás vindo do forno 2)

Figura 44: Tela geral da U-207, com indicação dos principais parâmetros consultados e atuados durante a parada da planta

Através das observações e das verbalizações dos operadores, as informações numéricas destacadas acima representavam o conjunto de parâmetros que permitiam aos operadores do console atuar na planta e verificar o resultado das ações efetuadas na sala de controle e na área. Durante todo o tempo de parada, o principal balizador das atuações na planta era a temperatura de topo da torre (nº6, acima) - informação fornecida apenas pela interface -, a qual deveria ficar o mais próximo possível da temperatura ambiente.

As variações desta indicação numérica eram responsáveis, assim, pelas diferentes estratégias adotadas ao longo da atividade observada, as quais obrigavam, por sua vez, a diferentes configurações do coletivo de trabalho.

O processo de aquecimento da planta foi permeado pela atuação dos operadores de área e da sala de controle em diferentes equipamentos, sugerindo uma forte inter-relação entre estes últimos. Entretanto, as observações da atividade sugerem que as diferentes possibilidades de se chegar ao objetivo desejado – o aumento de temperatura no topo da torre – não seguiam uma lógica determinística, sendo marcadas por movimentos de ajuste executados ora seqüencialmente, ora em paralelo. Desta forma, ao mesmo tempo em que uma visão do conjunto da planta era conseguida através da consulta a um número restrito de parâmetros, como visto acima, o caráter empírico das atuações na planta obrigava à construção paralela de uma visão abrangente de cada um dos sub-sistemas com possível influência no resultado final. É o que Iosif (1968) chama de supervisão seletiva, quando desregulações ocorrem conduzindo o operador a reduzir o universo de parâmetros a supervisionar.

Durante a parada da planta, a consideração da evolução dos sub-sistemas e uma conseqüente construção da visão global do processo ocorria basicamente através:

- Da atuação direta dos operadores da sala de controle em equipamentos;
- Do retorno de informações fornecidas pelos operadores de área;
- Do acompanhamento das atuações realizadas na sala de controle por ambos os operadores.

Nos primeiros minutos da parada, o operador 1 atua na interface buscando a redução do nível do vaso 3, dos permutadores de calor do sistema de propano e a redução de entrada de carga na unidade:

Observador: “você está reduzindo o nível do vaso 3 para jogar menos líquido para a torre?”.

Op. 1: “isso”.

Observador: “porque não reduz a carga?”.

Op. 1: “estou reduzindo. Estou fazendo tudo ao mesmo tempo. Estava em 230 e já está em 225, entendeu? A gente faz em paralelo. A gente atua em várias variáveis ao mesmo tempo”.

Ao mesmo tempo, ele inicia as orientações para um operador de área, voltado para a regulação da entrada de gás quente no fundo da torre:

Op. 1 para op. 3 (na área): “área URL, controle”.

Op. 3: “prossiga”.

Op. 1: “nós iniciamos aqui, ok, o procedimento. Já vamos alinhar aí o gás quente aí para a torre, ok?”

Nos minutos que seguem, o operador 3 (na área) inicia a abertura da válvula de admissão de gás quente para a torre, mas suas atuações dependem de um feedback da sala de controle, já que é na interface que se pode verificar a temperatura da torre em consequência da entrada deste gás. A necessidade de verificação desta temperatura para orientação da atuação do operador de área faz com que o operador da sala de controle mantenha atualizada a sua representação sobre este sub-sistema.

22h24

Op. 3 para Op. 1: “a temperatura aí do gás na 31, está bom já?”

Op. 1: “não. Estamos com 37°, mas você já pode alinhar a válvula aí ok?”

22h26

Op. 3 para op. 1: “Olha aí, o gás seco superou (incompreensível)?. Como a temperatura está em 37°, você acompanha aí”.

Op. 1: “está ok. Quando chegar em 100°..., quando chegar próximo de 60, 70° eu te aviso ok?”.

A proximidade física entre os dois operadores de painel permite que sejam estabelecidas comunicações constantes entre estes. Neste caso, a visão global do processo evolui à medida que um operador tem ciência das atuações do outro. Isto é, as trocas de informação permitem que cada operador se construa uma visão do conjunto da planta, mesmo se as atuações de cada um deles na interface se restrinjam a apenas uma parte das instalações.

Da mesma forma, a consideração do andamento do conjunto de atuações realizadas na área possibilitada pela utilização de uma faixa única de rádio se constitui de outra forma importante de construção da visão global para os operadores da sala de controle. Com as comunicações abertas, ambos os operadores do painel (assim como os de área) podem manter atualizado o conhecimento sobre o conjunto de operações sendo realizadas na área.

Op. 3 (na área) pra Op. 1: “eu vou dar uma descolada aqui, pouca coisa, mas já vou começar a mandar algum líquido lá para o vaso 20705. Tem como você avisar o Movgas?”

Op. 1: “a gente já abriu a 139 aqui para queimar pela 139, ok? Se você quiser aguardar um pouco”.

Op. 2: “pede que ele priorize o aquecimento nas linhas”.

Op. 1 para op. 3: “a prioridade agora aí é aquecimento da unidade, ok?”

Op. 3: “positivo. Eu estou vendo que o vaso 5 está com 50% ainda, né?”

Op. 1: “positivo, mas daqui a pouco a gente dá uma atenção maior aí para o propano, ok?”

Op. 2: “pede a ele para bloquear a LV 4”.

Op. 1 para op. 3: “já que você está próximo do propano aí, você bloqueia para mim a LV 4 em manual aí”.

No trecho acima, se pode ver que o operador 2 acompanha as comunicações entre o operador 1 e o operador 3 (na área). As informações passadas pelo operador de área permitem que os operadores do painel acompanhem as ações feitas, reorientando-as. Neste caso específico, um comentário do operador de área (“*Eu estou vendo que o vaso 5 está com 50% ainda, né?*”) permite que o operador 2 conclua sobre a sua localização e solicite, via operador 1, o bloqueio manual da LV 4.

A visão global do processo dos operadores do console se forma também a partir de comunicações originadas na área. Em virtude da possibilidade de obtenção de informações diretamente do processo, o operador de área auxilia a atualização da representação dos operadores do painel.

Op. 4 (na área) para Op.1: “é só para você dar uma olhada no fundo do [forno] 2 aí, o pressostato de pressão do forno, da combustão aí, está alarmando aí, está bem próximo do (incompreensível)”.

Op. 1: “ok, obrigado. Aumentou a vazão, agora vai diminuir. Está com a pressão bem alta mesmo”.

Op. 2: “mas qual é o problema? Está em automático, está no batente. Não vai mais que isso não. Por isso que eu não tirei de cascata”.

A transcrição das comunicações acima mostra que dezoito minutos após o início da parada da unidade, os dois operadores do painel discutem sobre as possíveis repercussões da alta pressão na combustão do forno 2, responsável pelo aquecimento do fundo da torre. A partir da informação fornecida pelo operador de área, o operador 2 comunica ao operador 1 que o controle da temperatura se dará automaticamente, já que o controle está em modo automático, permitindo que este último tenha dados suficientes sobre o funcionamento global deste sub-sistema e evitando a necessidade de acompanhamento contínuo deste parâmetro na tela.

VII.3.1.2. As formas da atividade coletiva e o apoio à memória de curto prazo

Diversos atores fazem parte do coletivo de trabalho na situação B, com atuações indireta e diretamente relacionadas às operações em curso. Na parada da planta, alvo das presentes análises, analisaremos apenas a atividade dos operadores de área e de console, atividade esta mediada pela interface de controle de processo e diretamente relacionada às operações acompanhadas. Alguns dos trechos mostram ainda como este coletivo permite a redução das exigências da memória de curto prazo dos operadores da sala de controle.

Em parágrafos anteriores, vimos que o coletivo na sala de controle nesta situação operacional específica era composto por dois operadores (op. 1 e op. 2). Durante toda a operação de parada da unidade, se pôde acompanhar os operadores estabelecendo a divisão de tarefas entre eles.

22h12

Op. 2: "... Você está no quê, reduzir o propano?"

Op. 1: "eu estou ajustando o propano aqui".

Op. 2: "então deixa comigo aqui a redução de nível no vaso 3".

22h15

Op. 1: "vou reduzir aqui tá? Vou reduzir da P7, tá? Você está reduzindo aí?"

Op. 2: "deixa FV 7, FV 8, 6 e carga comigo... e o turbo. Pode se preocupar com os fornos".

Op. 1: "OK, então vou acender o forno 1".

22h42 - Op. 1: "o bom é se a gente conseguisse manter ela em automático. Eu fico de olho na carga aqui, pode deixar".

Op. 2: "vou fazer outras coisas aqui".

A divisão de tarefas levada a cabo pelos operadores levou a uma utilização específica dos monitores do console. No início da parada as atenções voltadas para a redução de carga e para o aumento da temperatura interna da planta levaram à seguinte configuração: o operador 2 utiliza um monitor e alterna suas ações entre a tela geral e a tela do turbo-compressor. Ao mesmo tempo, o operador 1 faz uso de dois monitores, um exibindo a tela das peneiras moleculares e do forno 1 e outro exibindo a tela do sistema de propano. Por volta das 22h34, o operador 2 alterna, no mesmo monitor, a exibição das telas geral, compressor 2 (C-20702), forno 2 (F-20702) e sistema de propano (U-207 Propano); atuando em dois monitores ao mesmo tempo, o operador 1 alterna um deles entre a tela geral e a da peneira molecular enquanto o outro exhibe permanentemente a tela do sistema de propano.

A atividade coletiva observada mostra que as decisões relacionadas aos procedimentos a executar em virtude da evolução dos parâmetros na área é tomada conjuntamente entre os dois operadores do console.

22h16 – sobre a partida do forno 2

Op. 1: “Vou ter que ligar o compressor. Eu teria que parar mesmo. Para poder acender os maçaricos eu dependo do compressor”.

Op. 2: “só que você não precisa ativar mais a peneira”.

Op. 1: “vou partir ele em manual”.

Op. 2: “Em manual remoto. Está em automático isso aí”.

22h18

Op. 2: “vou parar o turbo, tá?”

Op. 1: “estou partindo o compressor da peneira porque eu preciso entrar com os maçaricos dos fornos e eu só consigo entrar com esses maçaricos com o compressor ligado”.

22h22 – Sobre o início da queima do propano

Op. 1: “não tem mais jeito. Pode queimar [o propano]. Eu estou reduzindo aqui o vaso 5 também. O nível está alto para caramba”.

Op. 2: “se não tem jeito, se vai queimar, vamos baixar a pressão aqui, por aqui ó”.

Op. 1: “aqui pela 139?”

Op. 2: “é, não tem jeito”.

Mesmo se ocupados alternadamente com um ou outro equipamento, ambos os operadores acompanham as operações um do outro. A presença concomitante dos dois operadores no console permite, como se viu, a construção de uma representação global e compartilhada, mas ela se mostra também um fator de confiabilidade. Em pelo menos duas ocasiões, um dos operadores faz consultas visuais à tela da unidade 206, lendo nesta interface dados como se fossem da unidade alvo da parada, fato facilitado pela proximidade entre as telas das duas unidades neste dia.

Op. 1 para op. 2: “Como é que está a peneira aí? Porque o forno está frio”.

Op. 2: “Ué, mas o forno está aceso ainda”.

Op. 1: “Não, é o 206 que você está aí”.

Mas este erro cometido por um dos operadores pode ter sido induzido pela necessidade de considerar os limites de funcionamento da unidade 206 na redução de carga para a 207, o que era feito ora visualmente na interface da 206, ora verbalmente junto ao operador desta unidade.

22h03

Op. 2 para op. da 206: “inverte logo a carga. Qual a carga máxima que pode aceitar a 206, a turbina?”

Op. 206: “com a turbina fazendo o papel do compressor 2? Uns 215”

22h13

Op. 2 para op. da 206: “a carga está muito alta ainda. Você consegue colocar 230 na sua aí?”

A atividade coletiva na sala de controle não se restringiu, assim, à divisão de tarefas entre os operadores responsáveis pela unidade 207. Ela ocorreu também, mesmo se com menor frequência, com o operador de painel da unidade 206 e com um operador da equipe Movgas. Segundo as observações realizadas, este último não tinha conhecimento da parada da planta.

22h21

Op. 2 para Movgas: “nós estamos cortando carga aqui e a pressão no tubulão de grap vai diminuir para vocês, hein?”

Movgas: “por que?”

Op. 2: “estou parando a planta”

Movgas: “sabe o que está acontecendo? Está chegando pig, vai aumentar a pressão do coletor para caramba”.

Op. 1: “tem que parar, não tem jeito”.

Movgas: “vai parar, pára. Depois a gente queima”.

O operador da equipe Movgas argumenta que, em função da chegada de um pig, a pressão do coletor sofreria alterações, o que faria necessária a continuação de funcionamento da 207, por sua vez impedida pela obrigatoriedade de parada para atendimento à legislação. As comunicações com a equipe do Movgas se repetem ao longo da parada da unidade, mas

estas versam principalmente sobre a queima de propano via *flare*, já que este equipamento tem sua operação realizada por esta equipe.

22h21

Op. 2 para o Movgas: “Movgas, a gente vai começar a despressurizar para o flare. Qual a velocidade do ventilador? Propano, hein”.

Movgas: “nós estamos sem filtro lá para aumentar a eficiência. Nós estamos com a velocidade de (incompreensível). Vai começar agora?”

Op. 2: “vou”.

Entretanto, durante a operação de queima do propano, oscilações na pressão de carga da unidade faziam a vazão de entrada da planta variar, obrigando a um ajuste constante desta por parte do operador 2 (o operador da 207 só tem controle sobre a vazão da carga, sendo sua pressão definida pela equipe do Movgas).

Op. 2 para Movgas: “Faz um favor para mim. Você está com a pressão do Gasduc... do tubulão de grap cada hora numa coisa. Aí ora eu queimo, ora eu não queimo. Aí eu estou sem conseguir ajustar”.

Op. 2: “... quero manter uma pressão fixa”.

Esta solicitação do operador 2 deu origem a uma discussão de aproximadamente cinco minutos ininterruptos com o operador do Movgas, na qual os operadores tentaram chegar a um consenso com relação à pressão de entrada da planta. A questão principal para o operador do console era conseguir uma pressão constante na entrada da planta, de forma a que fosse possível fazer um ajuste na vazão da carga regularizando a queima do propano pelo flare, e evitando o ajuste da válvula do compressor responsável por esta queima a cada alteração de carga (op. 2: “*Eu preciso de uma pressão, assim, estável, para eu não dar atenção a esse compressor*”). Nos momentos que seguem, se percebe que o operador do Movgas acompanha, nas telas da sua própria interface, a vazão da planta como forma a ajustar as suas próprias ações.

23h09

Movgas para op. 2: “(...) vocês estão com 46.5 mais ou menos não é isso? Constante.”

23h40

Op. 2 para Movgas: “não tem como subir um pouquinho a descarga aí?”

Movgas: “pode deixar. Eu estava olhando: vocês estavam com 0.10 de carga e entrando 40 e pouco de...”

Op. 2: “a gente está despressurizando a planta”.

23h43 - Movgas para op. 2: “está bom aí?”

O exemplo acima mostra que os dados fornecidos pela interface balizam a atuação do operador do Movgas, mesmo que este utilize outras telas do sistema supervisório e que ele não participe diretamente da parada da unidade. Temporariamente, ele atuará no seu sistema via interface como forma de adequar a pressão de entrada de gás na planta, conforme solicitado pela equipe de operação.

Da mesma forma, a interface de operação para os operadores do console representa o meio que possibilita o acompanhamento de diversos parâmetros atuados na área pelos operadores externos. É através dela que, em diversas ocasiões, o operador do console direciona, em tempo real, as ações dos operadores de área. O trecho acima, relativo ao ajuste de temperatura de saída do forno 1, mostra como os ajustes de área são controlados pelos operadores de console através das informações lidas na interface.

Op. 2 para op. 4: “ok, B. Está começando a surtir efeito, agora é só ajustar o quente aí que está com 38 graus, ok? Zerou a carga com 2% de abertura e está pressurizando aqui a peneira, ok?”

Op. 4 para op. 2: “não pode reduzir aí?”

Op. 2: “Ok, B. Já zerou a carga com 2%, ou seja, está mantendo o gás na peneira. Agora vamos dar uma descolada no quente aí e passar só gás quente se possível. Ou, o máximo que puder aí com o mínimo de frio”.

Op. 4: “positivo”.

Op. 2: “Está disparando de 2 em 2 graus, ok? Pulou de 62 para 64, 66. Aí, tem que abrir o frio agora aí. Disparou a temperatura: 72 graus. 77”.

Op. 2: “90 graus, B. Tendendo a subir, B. Chegou a 100 graus. 101. É melhor dar uma dose maior aí cortando o quente e depois refazer o ajuste fino, ok? Ok, tendendo a cair agora. 97. 88, 84. Dá uma estabilizada aí, dá uma segurada aí porque vai abaixar de 70. 68.”

Op. 2: “53, B. 51”. “vamos mais devagar aí para aquecer, mas vamos mais lento agora”.

Este tipo de ação conjunta foi principalmente observado com relação à injeção de gás na torre, cuja proporção de gás quente e frio demandava um ajuste imediato e paulatino. Esta situação ocorria por duas razões, inerentes ao processo: em primeiro lugar, era necessário evitar uma entrada de gás muito quente que pudesse danificar uma parte da torre (o trocador de calor); em segundo lugar, o comando sobre o mix do gás só poderia ser executado na própria área.

Op. 3: “já está 100% alinhado aqui. Aí é só mandar brasa aí, ok?”

Op. 2: “Ok. Precisamos que fique aí próximo porque pode disparar a temperatura e o comando é todo manual aí, hein? Se você abandonar isso aí, a gente pode danificar esse trocador, ok?”

A necessidade de manter um operador exclusivo no mix de gás quente e frio para a torre mostra que, neste caso, a atividade coletiva vem compensar uma limitação da interface: não era possível executar as manobras de válvulas necessárias através de atuações remotas realizadas na sala de controle. Durante toda a operação de parada da planta, diversas outras operações foram realizadas na área sem que houvesse possibilidade de serem realizadas por intermédio de comandos na interface.

Como se viu, as comunicações havidas entre a área e a sala de controle durante toda a parada tiveram implicações diretas na construção da visão global ao mesmo tempo em que serviam de apoio à memória de curto prazo,

relançando de tempos em tempos informações acerca de uma parte específica da planta.

VII.3.2. A partida da U-207

O contexto operacional

Após a parada programada, que teve como objetivo o desmonte, o conserto e a substituição de diversas partes da U-207 em atendimento à NR-13, foi realizada a partida da unidade no dia 29 de junho de 2009. Durante cerca de duas semanas de operação, foram levantados problemas de funcionamento em dois permutadores de calor, o P-03 e o P-06, que obrigaram a uma nova parada da unidade para saneamento das anomalias encontradas.

Com os consertos realizados, uma nova partida da unidade foi programada. Esta ocorreu no dia 17 de julho daquele mesmo ano e foi alvo das observações relatadas no presente documento.

Como relatado por operadores e observado pelos acompanhamentos da atividade, a partida da unidade seria feita em velocidade reduzida, isto é, com rampas de resfriamento mais tênues, de maneira a que fosse possível eliminar todos os resquícios de água presentes no interior da unidade. A preocupação maior era com os permutadores 3 e 6 que haviam ficado abertos, expostos à atmosfera, e em cujo interior havia sido notada a presença de água em virtude da condensação da umidade do ar em contato com partes de alumínio do referido equipamento. A presença de água dentro da unidade deve ser evitada já que pode provocar a formação de hidrato no processo, com o congelamento desta água acarretando o mau funcionamento e até a parada da planta.

A parada programada realizada em virtude da NR-13 também ocorreu na Reduc e na Rio Polímeros - principais consumidores do LGN produzido nas URLs -, o que fez com que a falta de produção de LGN e de gás seco pelas URLs não afetasse a cadeia produtiva à jusante. Mas, com a volta do funcionamento da Reduc e da Rio Polímeros, o tempo desta segunda parada da U-207 deveria ser reduzido ao máximo. Além da queda do fornecimento de

matéria-prima para aquelas instalações, falhas no fornecimento de LGN provocam o pagamento de multas por parte da empresa estudada.

Outro fator operacional com impacto na partida da U-207 foi o nível alto dos coletores do TECAB (onde fica armazenado o gás natural que chega das plataformas), o que também contribuiu para pressionar a operação a partir a unidade o mais rapidamente possível.

VII.3.2.1. A atividade de operação na partida da unidade

O objetivo principal das ações realizadas para a partida da unidade era o de eliminar os resíduos de água presentes nos equipamentos, notadamente nos permutadores 3 e 6. A estratégia utilizada para tal foi a pressurização encadeada de seções da unidade com ausência de resfriamento do gás. O intuito, segundo os próprios operadores, era carrear com gás quente possíveis partículas de água que se encontrassem dentro da unidade.

Mas, conforme pode se ver por intermédio das observações da atividade, outros objetivos também eram perseguidos em paralelo. Por exemplo, a pressurização paulatina das diferentes seções da unidade serviam para testar a estanqueidade das conexões (flanges etc.).

Na área, como visto pelas comunicações via rádio, eram desenvolvidas atividades relacionadas à partida da unidade propriamente dita (drenagem de vasos, permutadores e torre, manobras em válvulas, partida de compressores e fornos etc.) assim como atividades de manutenção, ainda ligadas à parada da unidade (troca de sensores, serviços de isolamento térmico etc.).

No início das observações, na manhã do dia de partida da unidade, nenhum dos monitores da sala de controle exibia telas da U-207. Isto é, todas as ações dos operadores ainda estavam voltadas à preparação física da unidade (na área), sem que houvesse nenhum tipo de atividade na sala de controle relacionada à unidade em questão.

Às 14h43, após cerca de 1 hora de atraso na partida da unidade em virtude de problemas no sistema supervisório (Ifix), o que provocou o congelamento dos dados nas telas da U-207, iniciam-se, na sala de controle, os procedimentos de admissão de carga, que a esta altura têm por objetivo pressurizar as seções de alta pressão da planta.

VII.3.2.2. A atividade coletiva

Por volta das 14h45, há dois operadores presentes junto ao painel, mas um deles vai para a área alguns minutos após o começo das gravações. Duas telas da 207 estão sendo exibidas: a tela 'Principal' e a tela 'Peneira molecular e forno 1'. A primeira atuação no sistema observada no console é a abertura da válvula XV-01, responsável pela admissão de gás para dentro da unidade. Um operador executa os comandos na sala de controle enquanto outro acompanha a movimentação da válvula na área. A abertura da válvula é feita através da introdução do valor numérico de abertura desejado diretamente na tela principal da unidade, na caixa da controladora responsável pela válvula de controle de fluxo. Note-se que há duas válvulas neste primeiro trecho da unidade. A primeira, uma válvula do tipo XV, funciona 100% aberta ou 100% fechada. A segunda, uma válvula do tipo FV, funciona como reguladora do fluxo de entrada e pode assumir qualquer valor de abertura entre 0 e 100%.

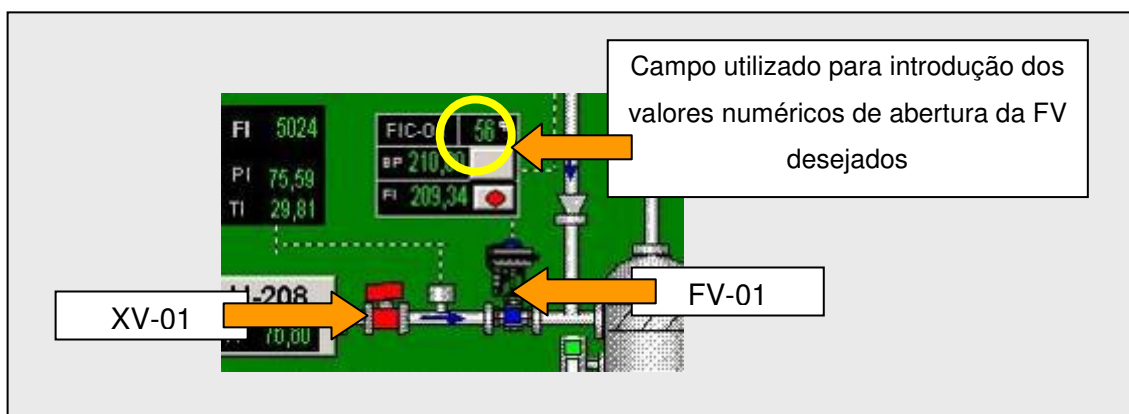


Figura 45: Trecho da tela geral de operação com indicação das válvulas de admissão de carga e do campo de controle da variável numérica de abertura

É o operador de área quem executa o comando local de abertura da XV. No painel, o operador acompanha a mudança de cor da válvula na tela, de amarelo (em falha de comunicação) para vermelho (aberta), indicando que a válvula abriu. Os operadores confirmam entre si a abertura da válvula: o de área acompanha o movimento mecânico de abertura da válvula enquanto que o operador de painel acompanha a mudança na indicação de status do equipamento. Esta confirmação da mudança de cor do equipamento na tela, aliada à confirmação do funcionamento do equipamento no campo serve para mostrar que há correspondência entre a indicação fornecida pelo sistema supervisor e o funcionamento real do equipamento na área: é uma maneira de checar a confiabilidade dos automatismos por intermédio da interface.

Ainda pelo rádio, o operador de console inicia a abertura paulatina da válvula de controle, FV: em 1 minuto, ele terá atuado 3 vezes sobre a abertura da válvula (primeiro, 2%, depois 4% e em seguida 6% de abertura). O operador de área confirma que ocorre passagem de gás pela XV e monitora o percentual de abertura da FV, indicando ao operador de painel as porcentagens de abertura a adotar.

Um segundo operador de área se junta às comunicações: é ele o responsável operacional pela partida da planta. Ele indica ao operador de painel que a pressão no vaso 3 é que vai determinar até quando se deve manter a FV aberta. Os operadores estão, neste momento, iniciando a pressurização de um primeiro trecho da unidade, que vai da entrada de gás até a saída das peneiras moleculares⁶⁷ (o chamado “chifrão”).

A saída do gás desidratado se dá pelo “chifrão”, válvula que comanda a passagem do gás para o P-01. Um dos operadores de área bloqueia esta válvula de maneira a que a pressão no trecho anterior a ele se mantenha: mantendo a pressão nas peneiras igual à da entrada, por volta de 73kg, ocorre

⁶⁷ As peneiras moleculares são responsáveis pela secagem do gás natural vindo da U-208. O conjunto de secagem é composto por duas peneiras moleculares (V-02A e V-02B) e um forno (F-01). Enquanto uma das peneiras adsorve o gás que chega, a outra é regenerada com o gás aquecido oriundo do forno 1. As duas peneiras se alternam nas funções de adsorção e regeneração.

acúmulo de LGN no vaso 1. Ao mesmo tempo em que atua na área, o operador responsável se comunica via rádio com o operador de painel, explicando o porquê das ações.

15h08

Op. área: “ok. A gente vai mudar a situação do chifirão para a gente não encher essa peneira aí de LGN, ok? Porque essa expansão no FV-01 vai gerar LGN aqui”

Op. painel: “positivo”

Op. área: “então vou deixar uma pequena passagem... quando... quando você equalizar a peneira com a entrada, chegar aí a uns 73 kg, você me avisa que eu abro o chifirão. Conseguiu entender?”

Op. painel: “você quer equalizar a entrada das peneiras com o chifirão?”

Op. área: “não. Esse PT à jusante do chifirão vai parar de subir a pressão, ok? Eu bloqueei aqui, porque eu tenho que mudar a situação de ponto e deixar a FV-01 encher o vaso da peneira de LGN, ok?”

O diálogo transcrito acima mostra como o operador que está na área, responsável operacional da partida da unidade, auxilia o operador de painel a compreender a estratégia de atuação. Pelo rádio, ele indica inclusive a localização do parâmetro na tela que deverá ser consultado pelo operador de painel, de forma a que este possa acompanhar a progressão da pressão pretendida (“*Esse PT à jusante do chifirão*”).

A atividade dos operadores no painel é fortemente marcada pelas orientações e determinações dos operadores de área, que estão no comando da partida. Segundo seus comentários e atuações, os operadores de painel não sabem qual é a lógica de partida: eles vão atuando nos equipamentos sob o pedido do campo sem estar obrigatoriamente cientes de quais serão os próximos passos.

15h53

Operador de console pergunta para operador de área: “Vamos para alguma próxima etapa aí? Compressor 2, turbo...?”

16h15

Operador de área chegando no painel, pergunta ao responsável pela partida: “Você vai querer ficar sozinho ou vai querer uma ajuda aí?... Os caras estão meio sem saber o que fazer aí [a respeito dos outros operadores de painel]”.

As observações da atividade mostram que, de maneira geral, as atuações na interface ocorrem em resposta às determinações dos operadores de campo e não de maneira antecipatória.

Por exemplo, as transcrições abaixo estão relacionadas ao início da entrada em operação da unidade, quando se iniciava a admissão de gás natural através da válvula de controle FV-01. Note-se que o operador de área é quem determina a velocidade de abertura da válvula, mesmo após ter explicitado o seu objetivo (chegada da pressão a 66kgf/m² no vaso 3).

14h53

Op. painel: “vou dar o comando aqui, ok? Abertura da FV-1, ok?”

Op. área: “ok. Lentamente aí”

Op. painel: “ok, vou de 2 em 2”

Op. área: “começou a dar passagem aqui. Está com quantos por cento?”

Op. painel: “6%”

Op. área: “abre mais 1”.

14h57

Op. área: “pode abrir mais 2%, ok?”

Op. painel: “ok”

14h58

Op. área: “chegando a 66 [a pressão] o vaso 3 você fecha totalmente a FV-01, ok?”

Op. painel: “ok”

14h59

Op. painel: “vou dar mais uma aberturazinha aqui na FV-01, ok?”

Op. área: “Bota mais 1% só por enquanto”.

Mesmo se a seqüência de operações (as atuações nos equipamentos) guarda relação com experiências anteriores dos operadores, os objetivos graduais a serem atingidos durante a partida são diferentes em virtude, principalmente, da lógica e da velocidade com que se quer partir a planta. Neste primeiro momento, a admissão de carga na unidade tem por objetivo pressurizar e isolar os trechos de alta pressão da planta (até o vaso 3) de modo a permitir a verificação de estanqueidade.

Assim, ocorre um desequilíbrio nas relações entre parâmetros do processo, introduzindo na atividade de operação uma necessidade de adaptação dos operadores às novas relações de causa e efeito provocadas pela nova estratégia de partida. Como se pôde notar, havia um conhecimento desigual sobre os procedimentos a adotar na partida entre os operadores de área e os operadores de painel, em parte explicado pela diferença de experiência (os operadores de campo à frente da partida eram supervisores de turno mais experientes que os novatos operando o painel).

Por outro lado, a atividade dos operadores no painel oferece o suporte necessário para que operadores de área possam construir uma representação mais precisa do estado atual das instalações e, assim, regular as suas próprias ações.

A divisão do trabalho posta em prática pelos operadores reforça o caráter singular da operação neste dia. Por volta das 16h, o próprio responsável operacional pela partida é quem assume o comando do painel. Ele justifica:

16h15

“(...) eu já fiz isso tantas vezes seguidas recentemente, e eu não quero refrigerar a planta, por isso que eu prefiro assumir... eles [outros operadores] vão partir no processo normal e eu não quero partir no processo normal. Eu quero partir sem turbo... eu não vou nem aquecer porque não dá tempo, a gente não tem tempo mais... o coletor está com

pressão alta... então vou partir sem refrigeração. Especificou, eu meto a carga”.

Este operador alternava sua presença entre a área e a sala de controle. Até as 14h45 ele estava no painel, às voltas com problemas no sistema supervisorio que congelaram os dados durante cerca de 1 hora. Entre as 14h45 e as 16h ele estava na área, junto a outros operadores, de onde comandava, via rádio, as ações no painel. A partir das 16h e até às 19h, ele ficou atuando praticamente sozinho no painel, comandando a partida da unidade ao mesmo tempo em que supervisionava a atuação dos operadores de área. Finalmente, por volta das 19h10, ele retornou à área, deixando a cargo dos outros dois operadores de painel o controle remoto da unidade.

Esta organização do trabalho, com seus deslocamentos de operadores entre a área e o painel, ocorre como uma resposta adaptativa à realidade das operações. Assim, a ida do operador responsável para a área, por volta das 19h, veio em resposta aos problemas relativos ao LT do vaso 5, instrumento sem o qual não se poderia partir o sistema de resfriamento de propano⁶⁸. Com conhecimento sobre o funcionamento do instrumento, conforme demonstrado pelos diálogos realizados com o instrumentista e com o observador, o operador vai para a área para acompanhar os trabalhos de conserto/ substituição.

18h25

Op. painel (por rádio): “olha só, esse instrumento aí ele é selado somente a tomada superior, a tomada de baixa pressão... a outra fica com fluido do processo. Você chegou a fazer isso?”

Instrumentista: “não, negativo. É porque... (incompreensível)... nosso comunicador e ele não altera nenhuma... nenhum parâmetro difere nele, entendeu?”

Op. painel: “eu sei, mas olha só: se a gente colocar o vaso... um vaso zerado de nível, se você selar a tomada de baixa pressão, ele tem que

⁶⁸ O controlador de nível do vaso 5 é o instrumento que permite ao operador saber se o nível de propano no vaso está em um patamar seguro que impeça o arraste de líquido para os compressores.

indicar zero se o nível estiver zero. Não sei quanto esta aí no LT de propano, porque está parado o turbo. Mas a outra tomada fica com fluido de processo... (incompreensível)... este instrumento foi selado desta forma.”

Instrumentista: “tá, tudo bem, mas é o seguinte: ele está... mesmo sem pressão nenhuma ele teria que me dar pelo menos um zero % de nível e 4mA, só que ele não dá não... ele dá 20 direto, mais de 20mA. E com 110%.”

Op. painel: “isso com a tomada de baixa pressão selada?”

Instrumentista: “não, sem ser selada. Mesmo quando está selada, desde ontem ela estava fixa em 110.”

Op. painel: “se você estiver sem selagem, a coluna de líquido de propano vai ser superior ao range de instrumento, ok? Porque a outra referência está sem selo.”

Instrumentista: “positivo, concordo contigo. Bom, o que eu posso fazer é o seguinte: se você quiser, para fazer um teste, eu posso colocar ele aqui, a glicerina nele aqui e ver como é que dá a leitura.”

Op. painel: “ok. Instala por favor e sela só a tomada de baixa pressão, a tomada superior, onde tem um ‘T’ aí, um local apropriado para colocar aí o fluido. Da outra vez a gente colocou glicerina entendendo que estava sendo selado com glicerina, mas eu não sei se vocês vão colocar glicol, eu não sei.”

Instrumentista: “positivo, estamos aqui colocando a glicerina. Aí depois eu te chamo aí, ok?”

Op. painel: “ok”.

A tentativa de compreender o que se passava na área com relação a este instrumento levou o operador a desenhar para o observador um esquema de funcionamento deste. Logo após o operador vai para a área.

Outras situações mostram a ocorrência destes deslocamentos entre a área e o painel. Mas, mais do que demonstrarem a organização do trabalho por si só, elas mostram como a organização do trabalho está a serviço da atividade

coletiva. Note-se que esta organização ultrapassa os limites do “definido formalmente” para se transformar em um instrumento a serviço da partida da planta. É esta meta-organização informal, esporádica e dinâmica que garante a execução das etapas que permitem a entrada em funcionamento da planta.

Assim, por exemplo, vê-se em que medida a presença concomitante dos operadores 1 e 2 no painel apóia as atividades da área. Em primeiro lugar, estes dois operadores organizam seu espaço de trabalho, definindo funções (o que cada um deve fazer), limites (até onde cada um vai) e recursos (quais monitores cada um vai usar). Uma das primeiras definições feitas pelos operadores foi estabelecer que o primeiro acompanharia a abertura da FV-01 ao mesmo tempo em que o segundo acompanharia a pressão no vaso 3. A relação entre a pressão no vaso 3 e a abertura da FV-01 foi definida pelo operador responsável pela partida (transcrição das 14h58, na página 235).

O decorrer das observações mostrou que em diversas ocasiões os operadores discutiam sobre o que fazer ou aonde procurar uma informação. A transcrição abaixo mostra que uma primeira procura por uma informação sobre a temperatura da peneira, (cujos valores numéricos lidos eram aqueles em proximidade com o equipamento, na tela: 28°, depois 23°) deu lugar à construção conjunta de uma representação do funcionamento do equipamento.

15h06

Op. de área: “qual a temperatura de saída da peneira?”

Op. 1, após verificar a localização do parâmetro com o operador 2, na tela ‘Peneira molecular e forno 2’: “28 graus”

Op. de área: “está tendendo a cair, não está?”

Op. 1, novamente após discutir com o operador 2 sobre qual parâmetro ler: “Saída da unidade ou saída da regeneração?”

Op. de área: “saída de adsorção para o chifão”.

Op. 2 para op. 1: “então é 23 graus”

Op. 1 para op. 3: “23 graus, ok?”

Op. de área: “está caindo não está?”

Op. 2 para operador 1: “não, está subindo”

Op. 1 para op. de área: “está subindo, L...”

Op. 2 para op. 1: “não, espera aí. Estou vendo a pressão...”

Op. 1 para op. de área: ““Só um momento, L.”

[o operador pede um momento ao seu interlocutor para poder discutir com o outro operador sobre onde ler o parâmetro pedido]

Op. de área: “a peneira que está adsorvendo... no fundo dela tem um TI, na linha de fundo”.

[operadores discutem, olhando a tela ‘Peneira molecular e Forno 1]

Op.1: “é aqui ó.”

Op. 2: “ ali ou aqui, tanto faz; essa temperatura vai passar aqui, vai sair aqui...”.

Op. 1: “Está subindo... 38...”]

Neste caso, a interface gráfica foi utilizada como suporte para a construção de uma representação conjunta do funcionamento do equipamento. A representação simbólica das tubulações e de suas conexões com os equipamentos permitiu aos operadores seguirem mentalmente o fluxo do produto e determinarem a localização do parâmetro numérico a ser verificado. Viu-se que mesmo com a indicação da localização dada pelo operador de área (“no fundo dela tem um TI...”), os operadores reconstruíram a lógica de funcionamento do equipamento, o que mostra a necessidade de atualização da representação para a tomada de decisão (qual parâmetro comunicar ao operador de área). Para Iosif (1993), este tipo de representação é um suporte informacional intermediário e operacional, cuja importância é ainda maior caso o operador não tenha acesso direto ao objeto de trabalho, como no caso acima.

15h08

Op. de área: “conseguiu a temperatura? Para mim aqui na entrada do chifão está com uns 13 graus”.

Op. 1: “positivo. Está subindo, aqui está com... 11 graus, ok?”

Op. de área: “na verdade, está caindo. Vê se não está caindo”.

Op. 2 para op. 1: “não, está subindo”.

Op. 1 para op. de área: “Aqui para mim está subindo. 11 ponto 20, 11 ponto 30...”

As trocas verbais entre operadores no painel mostraram-se úteis também no que tange a confiabilidade das operações. Em um dado momento, o operador 1 comete dois erros seguidos: em comunicação via rádio como o operador de área, o operador lê um parâmetro relativo à unidade 206 como se fosse da unidade 207 (a porcentagem de abertura da PIC-313, responsável pela saída de produto para a tocha). Na seqüência, com a determinação da área de abrir a válvula, o operador atua na válvula da 206, em vez de atuar sobre a mesma válvula da 207. O erro é imediatamente corrigido graças à participação do operador 2, que estava acompanhando a comunicação via rádio e a atuação de seu colega no sistema supervisorio.

Este episódio pode ser visto sob dois ângulos diferentes. Por um lado, mostra o aporte positivo da atividade coletiva à confiabilidade das operações, a partir do momento em que a atuação conjunta dos dois operadores mitigou a possibilidade dos erros cometidos terem repercussões de mais difícil recuperação no futuro. Por outro lado, este episódio mostra que as interfaces sobre as quais se dão as atuações remotas sobre a planta apresentam similaridades perturbadoras. Quando se trata de unidades semelhantes, como no caso das duas URLs, as telas de operação são idênticas, salvo no que diz respeito à cor de fundo das telas. Da mesma forma, a nomenclatura dada aos equipamentos e dispositivos é a mesma. Como se viu no exemplo, tanto na 206 quanto na 207 a válvula que controla o fluxo de produto para a tocha é chamada de 313; as diferenças existem nos tags (PIC-206313 ou PIC-207313) mas, na prática diária, ambas têm o mesmo nome (313).

Com relação à dificuldade dos operadores de encontrarem a informação na tela, pode-se concluir que esta tenha duas origens possíveis: ora os operadores têm pouca experiência e, por isso, necessitem adaptar as

informações disponíveis (indicações de temperatura na tela) ao modelo mental (conhecimentos declarativos e procedurais sobre o funcionamento do equipamento) por intermédio da construção de uma representação momentânea e adaptada à necessidade operacional daquele instante (uma resposta ao pedido feito pelo operador de área), ora a disposição da informação na tela não permite correlacionar diretamente o parâmetro (a temperatura de saída da peneira) e a sua representação numérica (valor em algarismos romanos na tela).

VII.3.2.3. A construção da visão global das operações

A partir das 16h08, o operador responsável pela partida (Op. Resp.) assume o comando das operações no painel. Às 16h15, outro operador (Op. P2) se oferece para ajudar, mas este não atua na interface, limitando-se a discutir com o primeiro a estratégia de partida. Ao lado, um terceiro operador controla a U-206, mas acompanha a partida da U-207, emitindo de tempos em tempos opiniões sobre os procedimentos a adotar.

Como responsável pela partida, o operador responsável administra as ações dos operadores de campo e as atuações na interface de forma a garantir o seu sincronismo. Em um primeiro momento, ele alterna suas atuações entre a tela principal e a tela do compressor 2, responsável pela exportação do gás seco. Seus ajustes são no sentido de pressurizar o primeiro trecho da planta sem que ocorra passagem de gás para a torre, já que o intuito é impedir que nesta haja presença de água. Para tanto, ele busca um equilíbrio de pressão através da regulação da entrada de carga e da queima de gás via flare.

À medida que instrui os operadores de campo nas ações a realizar na planta, o operador responsável vai contribuindo para a formação de uma representação comum:

16h31

Op. Resp. para Op. de área 1: “vamos dar uma drenada naqueles pontos que estão abertos: P-6, FV-6, FV-8... ok? Eu abri a FV-6 agora,

mas não estou querendo abrir a FV-8 não para não gelar demais, ok?
Está tudo positivo ainda... empurrar isto para frente. Copiou?”

Isto é, o operador vai explicando a lógica da partida à medida que solicita ações pontuais na planta. Mas é a partir do *feedback* dos operadores de área que o operador responsável pode ajustar as suas próprias ações. São estas informações oriundas do processo que lhe permitem construir uma visão global das instalações, já que é a partir delas que este operador consegue atualizar com maior garantia a sua representação:

16h35

Op. de área 1: “eu drenei o fundo da torre aqui agora, passou gás”.

Op. Resp.: “beleza. Então vou jogar tudo que tem aí no fundo do vaso 3... O PDI do filtro, o F. disse que dependia de girafinha, o que que é aí?”

Op. de área 1: “nesse caso está faltando LT do vaso 5”

As comunicações via rádio também revelam-se um importante elemento de construção da visão global. Na sala de controle, o operador responsável acompanha as comunicações entre os operadores de campo e pode, assim, assimilar as informações obtidas indiretamente à sua forma de ação naquele momento. Os trechos abaixo mostram a comunicação entre dois operadores de campo (às 16h36 e às 16h38) e como estas foram utilizadas pelo operador responsável para dar prosseguimento à partida da planta:

16h36

Op. de área 1: “(incompreensível)... a FV-9... (incompreensível)?”

Op. Resp.: “aqui para mim está dando vazão de 74”.

Op. de área 1: “ok, mas em manual?”

Op. Resp.: “positivo”.

Op. de área 1: “ok. Vou bloquear aqui e vou drenar”.

Op. Resp.: “ok”.

16h38

Op. de área 1: “Drenei a FV-9, ok? Está zerada agora”.

Op. Resp.: “ok, obrigado aí”.

16h38

Op. Resp. para Op. de área 1: “Deixa descolado o fundo da torre aí, por favor ”

Op. de área 1: “Posso liberar para tocha isso né?”.

Ao constatar que o operador de área havia drenado a FV-09, que controla a saída de LGN pelo fundo da torre, o operador responsável pede que se mantenha aberta a válvula de forma a permitir a saída de líquido que por acaso ainda se encontrasse presente na planta. Este evento faz com que o operador responsável se lembre de pedir ao operador de área que continue drenando outros pontos, com o mesmo intuito:

16h38

Op. Resp. para Op. de área 1: “só para lembrar: P-6 continua drenando de vez em quando, hein?”.

Op. de área 1: “ok, eu vou drenar agora. É porque o pessoal estava no isolamento aqui, eu estava esperando”.

Op. Resp.: “ok”

Op. de área 1: “só que eu já vou dar uma alinhada aqui, vou deixar também igual à torre, ok?”

Op. Resp.: “ok”

A memória é suportada também pela posição geográfica ocupada pelo operador de campo e por sua própria identidade. Por exemplo, o operador responsável sabe que é o operador de área 1 que está responsável pela drenagem dos pontos baixos. Também aqui, as comunicações entre os operadores exercem papel decisivo no suporte à memória de curto prazo, visto que trazem à tona de tempos em tempos elementos das ações executadas nas diversas partes da planta.

VII.3.3. As modificações das telas para adequação de seu conteúdo à atividade

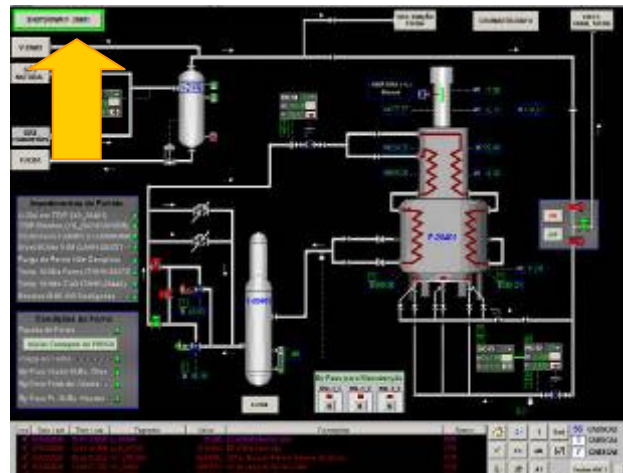
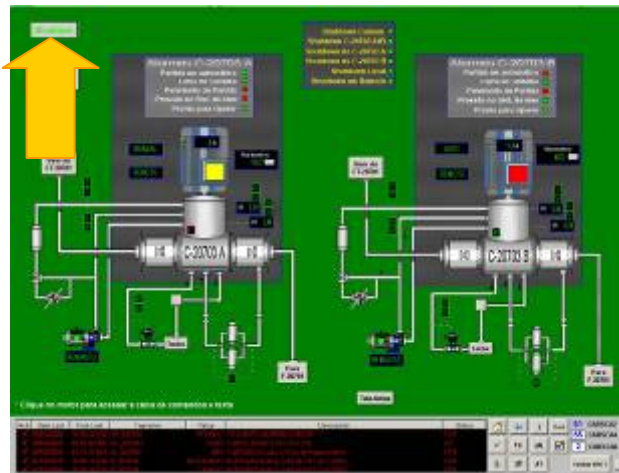
Embora os movimentos de apropriação do entorno computacional sejam mais restritos durante o uso, principalmente em função de características do processo e da própria interface, algumas modificações nas telas são realizadas pelos operadores.

Tais modificações sugerem dois movimentos distintos, mas complementares. Por um lado, parte delas está voltada à padronização e à unificação de símbolos, cores e localização de botões na tela; por outro, outras modificações estão voltadas a suprir necessidades operacionais específicas. Em ambos os casos a re-concepção de telas ocorre, segundo informações dos operadores, em virtude da falta da adaptação das telas à realidade da atividade, já que estas são fornecidas pelo fabricante da unidade fabril e fazem parte de um “pacote” comercial que não pressupõe contratualmente adaptações individualizadas.

A uniformização das informações

Como mencionado acima, algumas modificações nas telas operacionais realizadas pelos operadores têm como objetivo uniformizar as informações exibidas. Todo um trabalho vem sendo realizado pela equipe de concepção – o “grupo de alarmes” – no sentido de permitir que as informações apresentadas nas telas estejam de acordo com padrões de apresentação internacionais e da própria empresa. Assim, as principais modificações realizadas nas telas são relativas à definição do uso de cores, à simplificação gráfica, à determinação da localização de informações constantes em diversas telas ou, ainda, à padronização de símbolos. Estas modificações sugerem a busca de uma maior confiabilidade e segurança das operações, tendo em vista a renovação dos efetivos e o crescimento produtivo pronunciado dos últimos anos e têm, em sua origem, inadequações da interface ligadas ao próprio histórico de evolução da planta e das tecnologias utilizadas.

Nas telas reproduzidas abaixo se pode notar que o botão de parada de emergência (*shutdown*) tem sua posição na tela definida: no canto superior esquerdo. Entretanto, em outras telas a posição deste botão é diferente, o que atesta a necessidade de padronização, principalmente em se tratando de um botão que cumpre a mesma função de parada de emergência em várias telas de operação.



Figuras 46, 47, 48 e 49: Localização do botão de shutdown em telas das unidades U-207, U-204 e U-296

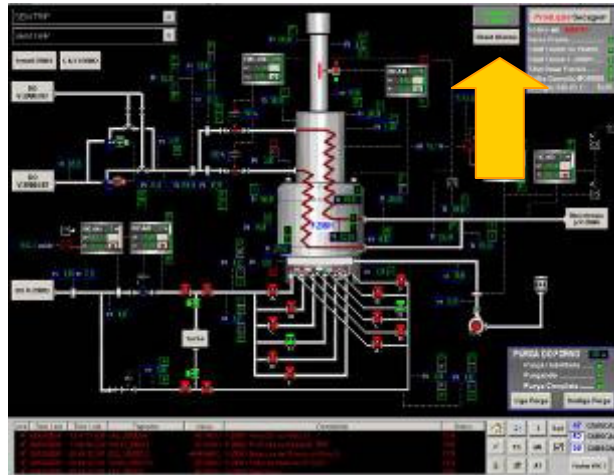


Figura 50: Localização do botão de *shutdown* na tela do forno 1 da U-298, diferente da localização em outras telas

A adequação do conteúdo informacional

Além dos exemplos citados acima, há ainda outras modificações que são realizadas pelos operadores. Este segundo tipo de intervenção do corpo operacional no sistema de apresentação de informações se concretiza através da criação de recursos de apoio à operação. As explorações e manipulações da interface realizadas fora do momento de trabalho operacional respondem à necessidade de se ultrapassar as limitações impostas pela organização das informações nas telas e pelo tamanho dos monitores de computador.

Os exemplos a seguir mostram que o “grupo de alarmes”, equipe de operação com competências voltadas à concepção das telas, promove modificações nas telas operacionais que objetivam principalmente o aumento da confiabilidade das operações através da redução de exigências cognitivas ligadas à exploração da interface em si.

A construção de uma tela, acessível a partir de qualquer outra tela operacional, onde estão reunidas todas as unidades (figura 51) exemplifica esta tentativa de tornar mais rápida e menos custosa cognitivamente a manipulação do artefato.

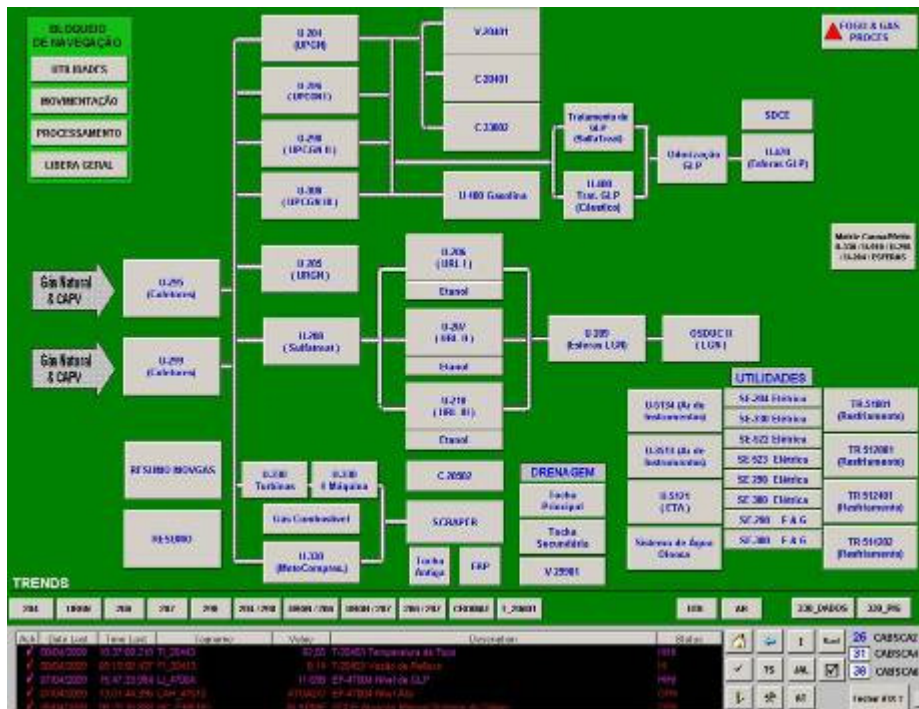


Figura 51: Tela geral do processo, com representação gráfica de todas as unidades industriais

Da mesma forma, a introdução de uma “janela” para discriminação e acompanhamento dos alarmes específicos ao Turbo Compressor (figura 52) permite que o operador canalize seus recursos cognitivos para a supervisão de um número reduzido de parâmetros, devido à reunião destas informações em um único local da tela específica deste equipamento. Ao mesmo tempo, a consulta visual a esta janela auxilia na construção de uma visão abrangente do equipamento pela possibilidade de percepção das indicações de mau-funcionamento.

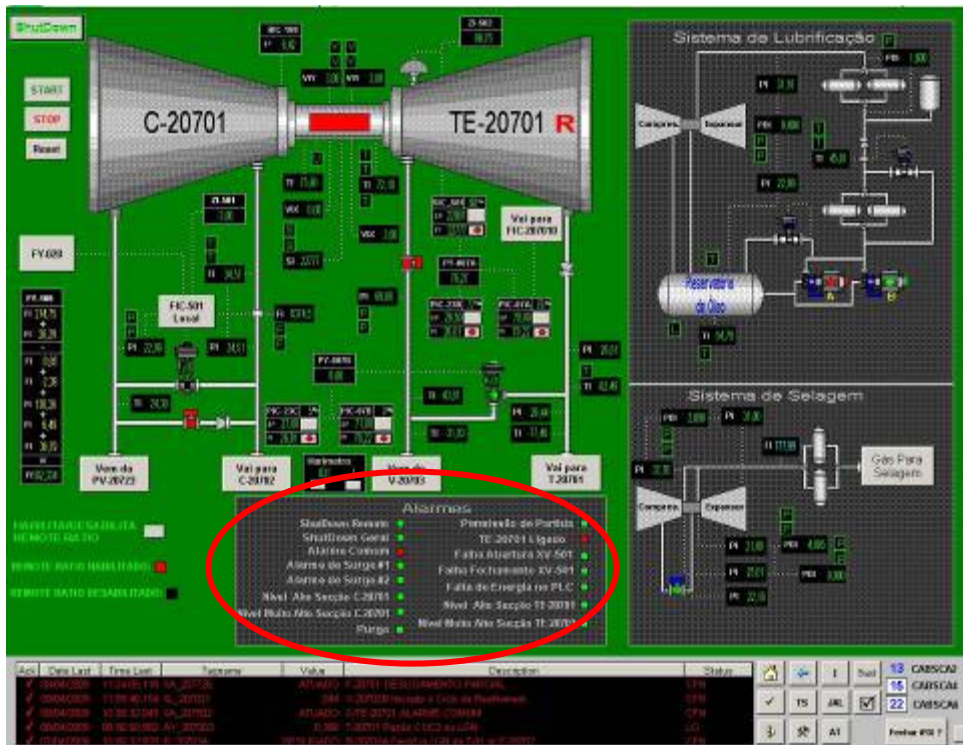


Figura 52: “Janela” com indicação reunida dos alarmes relativos ao Turbo Compressor

Outro exemplo de melhoria de telas é a introdução de uma “janela”, na tela do compressor 4 (figura 53), para acompanhamento dos eventos que podem impedir a partida do equipamento. A discriminação dos impedimentos de partida se concretiza pela mudança de cor (de verde para vermelho) na indicação de ocorrência do evento. Este recurso permite que o operador considere em tempo real os eventos com influência na partida do compressor ao mesmo tempo em que auxilia no diagnóstico da situação, já que desobriga à procura destes elementos em outras partes da tela ou em outras telas.

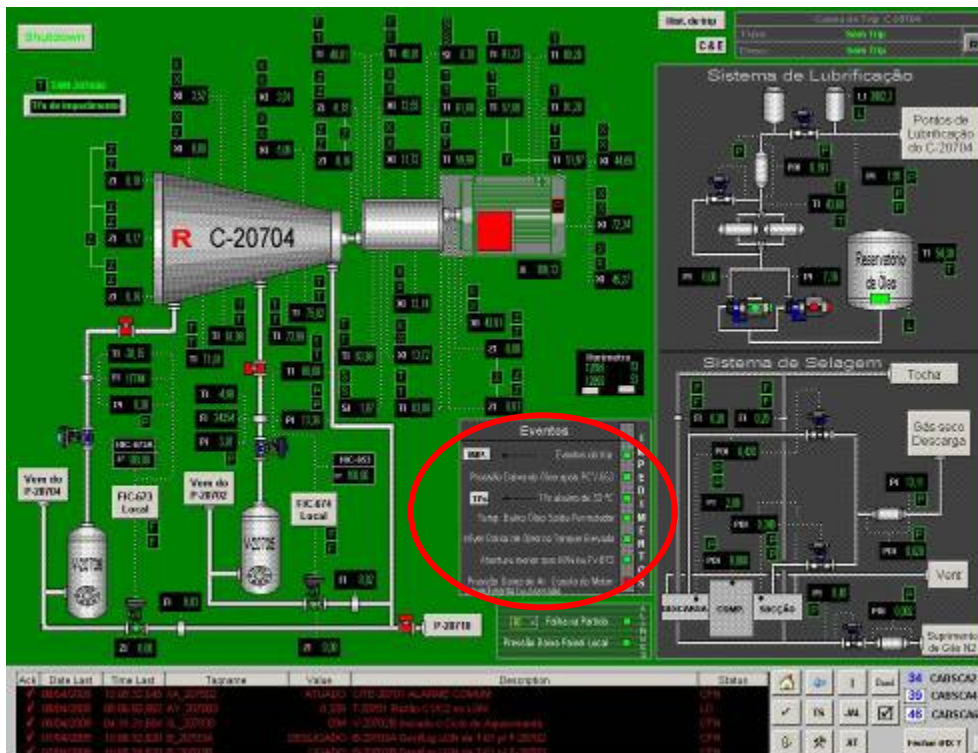


Figura 53: “Janela” utilizada para indicação dos eventos que podem impedir a partida do compressor 4

VIII. DISCUSSÃO

Neste capítulo são discutidos os resultados da pesquisa empírica realizada nas duas salas de controle estudadas. O objetivo desta parte do texto é expor em que medida a análise das situações de trabalho e da atividade dos operadores observados responde aos questionamentos colocados no capítulo IV:

- Sob que condições um dispositivo de apresentação de informações de grande formato pode tornar-se um apoio efetivo à atividade de operação em salas de controle?
- De que forma as características do processo industrial influem na utilização dos dispositivos de apresentação de informações?

VIII.1. CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA O USO DO *VIDEOWALL* NO APOIO À ATIVIDADE DE OPERAÇÃO EM SALA DE CONTROLE

VIII.1.1. O apoio à visão global, à memória de curto prazo e à atividade coletiva

Os resultados da pesquisa empírica sugerem que para se tornar efetivo operacionalmente um *videowall* deve somar-se aos artefatos disponibilizados para o operador permitindo que, através de sua adaptação às exigências da atividade, o dispositivo possa apoiar a construção da visão global das operações, a constituição de diferentes formas da atividade coletiva e, ao mesmo tempo, representar um apoio efetivo às exigências da memória de curto prazo impostas pelo processo.

VIII.1.1.1. A construção da visão global

As análises da atividade conduzidas nas duas salas de controle mostram que a atuação do operador de sala de controle no processo controlado é realizada graças à obtenção de uma visão global do processo que lhe permita utilizar os recursos humanos e técnicos disponíveis para atingir os objetivos fixados.

Entretanto, a visão global do processo é um resultado construído e não simplesmente obtido através dos dados exibidos na interface computacional. Isto é, não se pode esperar que simplesmente disponibilizar dados oriundos do processo seja suficiente para que o operador de sala de controle os incorpore às contingências da situação operacional.

A exploração dos artefatos presentes no entorno do operador segue lógicas próprias em consonância com momentos operacionais específicos. Em certos casos, a visão global engloba apenas partes do processo controlado, reduzindo as necessidades de consideração de um número muito amplo de variáveis que exporia as limitações humanas de memória de curto prazo e de tratamento da informação. Em outros casos, análises menos detalhadas de cada ponto permitem uma ampliação da abrangência da supervisão e, conseqüentemente, da visão global do processo. Os resultados das análises da atividade nas duas salas de controle sugerem que a visão global do processo controlado se constrói a partir da alternância da consideração de elementos pontuais e gerais. Na situação A, por exemplo, o operador utiliza informações globais do sistema de dutos (pontos de injeção de gás, perfil de consumo de usinas termoelétricas etc.) para ajustar sua atuação nos dutos situados em diferentes regiões. Mas, ao mesmo tempo, tais atuações pontuais influenciam e servem de parâmetro para a avaliação do sistema em sua totalidade. Desta forma, a finalização de um serviço em uma localidade específica pode representar a possibilidade de substituição da origem do gás (por exemplo, deixa-se de consumir gás proveniente da Bacia de Campos e passa-se a consumir gás boliviano), influenciando a estratégia operacional de todo o sistema. Este movimento intencional e situado de aproximação e recuo, comparável ao ajuste do foco em uma máquina fotográfica, permite estabelecer o conceito de visão global sobre esta dupla discriminação de informações e elementos da situação operacional em um momento particular. Ele se compõe, assim, da construção de elementos significativos que permitem ao operador escolher dentre os diversos recursos disponíveis e não trata, propositalmente, de recuperar todos os elementos do real. Em cada um dos dois casos, devem-se esperar diferentes usos da interface.

Mas a construção da visão global pelos operadores do console conta com outros elementos que não só aqueles presentes na interface, ou seja, as indicações numéricas de vazão, pressão e temperatura. Este movimento cognitivo intencional e finalizado é apoiado sobretudo pela constituição de sistemas de instrumentos (a utilização do Simgás, do bloco de notas e do AOG, a manipulação dos limites de alarmes, como visto), mas também pelas comunicações estabelecidas entre os operadores de console e de área e se baseia principalmente numa constante construção e atualização de representações relativas ao funcionamento do processo. Entretanto, o compartilhamento de uma representação comum entre os operadores de console e externos não ocorre da mesma forma nas duas situações estudadas. Em função da abrangência geográfica dos elementos do processo e de um grande número de equipamentos dispersos espacialmente, a visão global do processo se forma, na situação A, apenas dentro dos limites da sala de controle. Diferentemente, na situação B, todos os operadores se vêem envolvidos na mesma operação – nos casos estudados, a parada e a partida de uma unidade fabril – e têm a possibilidade de ter acesso às mesmas representações através da utilização de uma faixa de rádio única para a realização das comunicações e da alternância entre a área e a sala de controle.

Por outro lado, a disponibilização de recursos no entorno do console, como visto na situação A, se revela fundamental para a adaptação destes à singularidade da situação por parte do operador. Em certos casos, não é o recurso que é modificado, mas o seu uso. É o que acontece com o arquivo eletrônico de registro de ocorrências, diversas vezes utilizado durante o turno de trabalho para auxiliar o operador a formar uma visão de conjunto, já que contém informações passadas e atuais sobre diversas localidades e equipamentos.

VIII.1.1.2. Os apoios à memória de curto prazo

Em uma e outra situação, ocorrem exigências de memorização no curto prazo e se pôde acompanhar, por parte dos operadores de console, uma busca

constante de meios que pudessem apoiá-los na redução de tais exigências. Na situação A, por exemplo, operadores manipulam os limites de funcionamento de alarmes transformando-os em uma ferramenta de apoio à memória de curto prazo: eles não são mais utilizados para indicar anormalidades, mas para permitir que o operador acompanhe a evolução do processo sem precisar dispensar atenção constante às variáveis relacionadas àquele duto ou trecho de duto específico. Na situação B, por sua vez, o apoio à memória de curto prazo é garantido principalmente pelas comunicações com outros operadores que vão comunicando o desenrolar de suas ações para os operadores de console, atualizando assim a sua representação daquele subsistema ou equipamento em questão.

VIII.1.1.3. As formas da atividade coletiva

Cada uma das situações estudadas possui peculiaridades ligadas à natureza das operações e ao próprio processo industrial. Desta forma, a atividade coletiva adquire contornos diferentes que exigem utilizações variáveis da interface computacional. Mesmo se nas duas situações a interface desempenha um papel fundamental, principalmente em função da reunião de um grande número de dados operacionais nas telas e das possibilidades de atuação remota no processo, a atividade coletiva é complementada pela interface de forma diferente em cada uma delas.

Na situação A, a pulverização das instalações por toda a região Sudeste do país se reflete na grande heterogeneidade das operações. Os operadores de campo, neste caso, podem estar situados a centenas de quilômetros uns dos outros, possuindo objetivos operacionais diversos (muitas vezes voltados à simples gestão dos equipamentos). A operação dos equipamentos de campo é feita primordialmente pelos operadores externos à sala de controle, mesmo se em alguns casos o operador do console possui mais informações sobre uma dada localidade do que o próprio operador daquela área. Isto faz com que o operador do console assuma uma função de coordenação, centralizando as informações espalhadas por toda a extensão dos dutos. Nesta sala de controle, o coletivo de trabalho resume-se ao operador de console e ao Cotur, já que

não existe relação operacional entre os operadores do sistema Sudeste e Nordeste, cada um controlando sistemas independentes.

Por outro lado, na situação B, existe uma movimentação dos operadores entre a sala de controle e a área industrial. Mesmo se devam ser considerados diferentes graus de experiência entre os operadores, todos os operadores estão aptos a atuar tanto na área quanto no console. Esta característica, somada à unidade funcional da planta industrial, faz com que se estabeleçam relações de cooperação mais homogêneas entre os operadores, já que calcadas sobre a possibilidade de acesso às mesmas informações e ao atingimento de objetivos operacionais comuns, o que não acontece na situação A.

VIII.1.2. O processo de concepção de telas

Além das características da atividade de operação mencionadas nos parágrafos anteriores que devem ser consideradas para a efetiva utilização de um dispositivo de apresentação de informações de grande formato, a análise do processo de concepção de telas para o *videowall* realizada na situação A revelou que para que ocorra um uso operacional é necessário considerar, ainda, dois outros fatores. Em primeiro lugar, as características técnicas do dispositivo devem ser compatíveis com os sistemas existentes de apresentação de informações. Na situação A foi necessário desenvolver diversos recursos informáticos que permitissem que o *videowall* fosse tecnicamente incorporado ao conjunto de artefatos disponibilizados para os operadores. Pelas informações coletadas junto aos funcionários da empresa estudada responsáveis pela interface entre o dispositivo e a equipe de operação, apenas graças às competências técnicas da equipe de suporte informático é que foi possível desenvolver tais recursos, já que foram requeridos conhecimentos amplos de programação e análise de sistemas.

Em segundo lugar, a análise da situação A mostrou que a utilização do dispositivo guarda relação com definições organizacionais e estratégicas que condicionam, dentre outros, a disponibilização de recursos técnicos e humanos

para lidar com a nova tecnologia. A falta de uma definição clara quanto ao uso do *videowall* (se operacional ou gerencial) por parte da direção da empresa se somou às diferentes expectativas por parte das gerências do óleo e do gás. Ao mesmo tempo em que a primeira exprimia a sua falta de interesse na utilização do dispositivo, a segunda perseguia uma utilização operacional através da constituição de uma equipe de concepção e do desenvolvimento de protótipos. As diferentes perspectivas quanto ao uso da nova tecnologia adquirida pela empresa refletiram-se ainda em uma duplicidade de esforços no desenvolvimento dos recursos informáticos (soluções desenvolvidas por uma equipe não eram utilizados pela outra), expondo diferentes prioridades das duas equipes.

Sob o nosso ponto de vista, além dos fatores mencionados acima o principal fator com influência na não-utilização do *videowall* foi o próprio processo de concepção das telas. Sem a efetiva participação dos operadores, o conteúdo das telas desenvolvidas refletia os conhecimentos operacionais limitados da equipe de concepção. Além de não permitir a adaptação de esquemas de uso dos operadores que permitissem a efetivação do uso do dispositivo, a falta de participação do corpo operacional nas decisões relativas ao conteúdo das telas e à forma de interação entre este e o dispositivo culminaram em uma inadequação das informações exibidas, reduzindo de forma importante as possibilidades do *videowall* representar um apoio efetivo à atividade de operação.

Pode-se sugerir, assim, que o apoio operacional promovido pelo *videowall* só será amplamente explorado caso ocorra um processo de apropriação do dispositivo por parte dos operadores que integre tais dimensões durante o processo de concepção de telas.

VIII.2. INFLUÊNCIAS DO PROCESSO INDUSTRIAL NO USO DA INTERFACE

Em ambas as situações, as análises da atividade revelaram ainda que as características do processo possuem grande influência sobre a utilização da interface computacional.

Portanto, para que se efetive a utilização de um *videowall* como apoio à atividade de operação, deve-se considerar que a visão global, a atividade coletiva e a memória de curto prazo possuem configurações diferentes em função das características do processo industrial controlado pelos operadores de console.

Diferentemente de parte da literatura que propõe que o uso da interface está principalmente atrelado às suas características intrínsecas tais como legibilidade de caracteres, utilização de um número restrito de cores, representação simplificada dos elementos funcionais menos importantes etc., os estudos realizados nesta pesquisa sugerem que esforços devam ser empreendidos no sentido de se incorporar com maior vigor elementos relativos às especificidades do processo e da organização do trabalho. Isto é, não basta promover a percepção dos elementos na interface através da consideração inequívoca das propriedades do funcionamento técnico e humano; é necessário conhecer e apoiar as variabilidades do processo e do homem que determinam os graus de percepção destes elementos.

VIII.2.1. O uso da interface na situação A

Na situação A, a atividade do operador de console se desenvolve através de atuações e consultas visuais à interface e da utilização de artefatos heterogêneos (bloco de notas, programa de registro de eventos – Simgás, arquivo de acompanhamento operacional – AOG, calculadora) e tem seu ritmo e forma definidos por características do processo tais como a dinâmica temporal, a distância das instalações ou, ainda, a dependência das flutuações de consumo dos clientes. Assim, se pôde constatar pelas análises da atividade

que a velocidade de resposta do sistema de dutos a uma partida ou parada de bombeamento, por exemplo, pode ser da ordem de dezenas de minutos. Esta característica temporal do processo influencia a utilização da interface pelo operador permitindo que este utilize as regulagens dos limites de alarmes de forma a utilizá-los como instrumentos de acompanhamento da evolução do comportamento dos dutos, sem que seja necessário acompanhar constantemente os parâmetros a ela relacionados.

Ainda na situação A, o papel de supervisão e coordenação exercido pelo operador da sala de controle é reforçado pelo pequeno número de atuações remotas nos equipamentos de campo (bombas, válvulas etc.). Esta característica, somada à disponibilidade de dois monitores de visão geral no console de operação fazem com que haja pouca navegação entre telas, já que os principais dados operacionais (pressão, vazão, status de funcionamento de equipamentos) são exibidos permanentemente. Por outro lado, em virtude do número de localidades abrangidas pelo sistema de dutos controlado e da heterogeneidade e simultaneidade dos eventos, existe uma importante exigência da memória de curto prazo. As observações da atividade realizadas mostram que tais exigências são minimizadas de três formas principais: seja pela consulta ao programa de registro de eventos (o Simgás, ferramenta informática mantida aberta em permanência), seja pela manipulação antecipatória dos limites de funcionamento dos alarmes ou, ainda, pelas informações fornecidas pelo coletivo através de comunicações telefônicas ou durante a passagem de turno.

Outra característica do processo que determina o uso da interface na situação A é a distância entre o operador do console e as instalações controladas por ele. Em virtude da centralização das operações na sala de controle e da abrangência geográfica dos dutos, a atuação direta do operador do console nos equipamentos torna-se inexecutável. Assim, faz-se necessária a presença de operadores in loco de forma a permitir que o controle do processo permaneça sendo realizado. Para tanto, a interface computacional representa uma plataforma para esta interlocução: por um lado, a interface permite a percepção de disfuncionamentos (através de alarmes sonoros, efeitos visuais e

indicação textual) que necessitem atuação presencial de operadores no campo; por outro lado, é somente através dela que se pode ter acesso a alguns tipos de informação sobre as localidades (descrição e localização do evento, tipo de ocorrência etc.), fazendo com que a interface seja, em muitos casos, a única fonte de informações sobre determinados equipamentos e localidades. Em diversas situações observadas a ocorrência de um evento no campo determinou a abertura de telas específicas (por exemplo a interrupção da compressão na ESMAN, relatada na página 174 ou a comunicação sobre a continuação de uma manutenção em Guararema, na página 160), de forma a apoiar a construção de uma representação comum entre o operador do console e o operador de campo. Em alguns casos, o operador da sala de controle efetua testes (abertura/ fechamento de válvulas, partida/ parada de bombas) atuando diretamente na interface e, em outros, ele acompanha visualmente a mudança de status dos equipamentos manipulados in loco pelo operador de campo.

A utilização da interface na situação A é também marcada pelas diferentes exigências do processo em função da hora do dia: se durante os turnos diurnos há necessidade de registro e acompanhamento de manutenções (provocando uma maior navegação entre telas e a utilização de outros recursos informáticos - Simgás etc.) ou há maiores alterações no perfil de pressão dos dutos em função de variações no consumo (levando a uma mais intensa consulta aos gráficos de tendência, por exemplo), durante o turno noturno tais exigências são reduzidas. Neste período, a atividade de operação é realizada principalmente através das telas gerais (nas manobras de alocação do gás) e de programas acessados no monitor corporativo (para a execução de relatórios de totalização diária ou arquivamento de certificados de qualidade dos produtos transportados, por exemplo).

Nesta sala de controle se pôde observar que certas características do processo e da interface permitem a transformação de alguns artefatos, conformando-os às necessidades operacionais resultantes. Dois exemplos de gênese instrumental são mencionados nos parágrafos anteriores: o ajuste dos limites dos alarmes (de maneira a que estes sirvam como apoio à operação e não

somente como indicação de anormalidades) e a consulta ao livro de registro de ocorrências (utilizado não apenas como suporte para o registro de eventos, mas também como instrumento de apoio à memória de curto prazo). Estes exemplos sugerem que a plasticidade da interface aliada às reduzidas pressões temporais do processo possibilitam uma exploração organizada dos recursos intrínsecos do entorno artefactual (em outras palavras, a constituição de sistemas de instrumentos), de forma que seja possível para o operador submeter tais recursos disponíveis às suas necessidades situadas do contexto operacional.

VIII.2.2. O uso da interface na situação B

Por sua vez, na situação B, as observações da atividade mostram que a interface é o instrumento privilegiado para a execução de comandos remotos no processo, mesmo se outras manobras e verificações são realizadas na área. Em virtude de características do processo tais como a dinâmica temporal e a interdependência de parâmetros operacionais (principalmente pressão, vazão e temperatura) a velocidade das reações físico-químicas inviabiliza uma “terceirização” do comando: é o próprio operador da sala de controle que deve atuar remotamente sobre os equipamentos, sob o risco de não realizar as operações nos tempos impostos pelo processo.

Por outro lado, em situações onde existe a necessidade de preparo de equipamentos (como é o caso dos fornos, por exemplo, que demandam a realização de etapas anteriores à sua partida – abertura das válvulas de admissão de gás, acionamento das chamas-piloto), a atividade do operador do console depende da atuação de operadores de área, já que muitas vezes é necessário acionar presencialmente os equipamentos ou confirmar o seu funcionamento.

A importância do coletivo se mostra ainda mais relevante em virtude da ocorrência de um importante volume de falhas do sistema, conforme se pôde acompanhar pelas observações da atividade. Em muitos casos, o funcionamento dos sensores ou a sua comunicação com o sistema operacional apresenta lacunas que impedem a constituição de uma representação por

parte do operador da sala de controle, se realizada apenas através das informações obtidas nas telas da interface. A atuação em equipamentos em falha ou a verificação sobre valores de parâmetros ou sobre o status de funcionamento de equipamentos junto a operadores de área é uma constante. Da mesma forma, se pôde acompanhar erros de execução feitos por um dos operadores de console (atuação em um equipamento de uma unidade em lugar de outra, em virtude da semelhança das telas operacionais) sendo mitigados pelo outro operador. As limitações técnicas são, assim, suplantadas pelo exercício da atividade coletiva.

VIII.3. DOS LIMITES DA INTERFACE À CONSTITUIÇÃO DOS SISTEMAS DE INSTRUMENTOS

Pelas análises da atividade, mostrou-se que apesar de suas dimensões espaciais, o *videowall* não representou um apoio efetivo à construção da visão global, à redução das exigências da memória de curto prazo e à exploração do coletivo. Mas, neste caso, como os operadores se constroem apoios a partir do entorno disponível, para preencher tais necessidades?

Na situação A, os resultados da pesquisa empírica mostram que a perda de visão global e a crescente demanda das exigências de memorização de curto-prazo apontadas pela literatura são suplantadas principalmente pela constituição de sistemas de instrumentos, em uma combinação situada e oportuna de elementos heterogêneos voltados às necessidades operacionais momentâneas. Sob o ponto de vista da abordagem instrumental, os resultados apontam para uma construção de sistemas de instrumentos baseada nas relações entretidas entre o operador e o seu objeto de trabalho. Isto é, a reunião em sistema de diversos elementos do entorno artificial obedece às determinações da relação que o operador mantém com o processo. Assim como para a discussão sobre as interfaces, os sistemas de instrumentos devem sua existência não apenas às características intrínsecas de seus diversos elementos, mas principalmente à sua capacidade de responder a necessidades operacionais específicas sob a organização do operador.

Assim, em virtude das características do processo e graças à disponibilização de artefatos heterogêneos, a apropriação do entorno pelo operador de console ocorre através de gêneses instrumentais, em um movimento de concepção no uso. Esta exploração sistêmica dos artefatos responde a objetivos operacionais específicos e, mesmo se reveladora de insuficiências do sistema técnico tal qual ele se apresenta, confirma um grau de plasticidade dos artefatos disponibilizados que permite ao operador utilizar-se deles criativamente de forma a estabelecer o melhor compromisso possível entre suas capacidades e as exigências de produção. Como resumiria Béguin (2008), “(...) decorre a necessidade de se especificar margens de manobra, conceber sistemas ‘plásticos’ para que a atividade em situação tenha graus de liberdade e de autonomia para tornar o sistema técnico mais eficiente, tanto no plano da produção, quanto no plano da saúde dos operadores” (p. 73).

Na situação B, a interface é menos flexível que na situação A: os limites de funcionamento dos alarmes e equipamentos são definidos pela engenharia de processo, e cabe ao operador explorá-los segundo a evolução dos parâmetros a eles relacionados. A pesquisa de campo mostra que a dinâmica temporal do processo (que inclui reações físico-químicas rápidas) aliada à própria configuração das instalações (que determinam inúmeras possibilidades de influência de alguns equipamentos sobre outros) e à disponibilização de artefatos pela organização influenciam na utilização da interface. Estes elementos revestem o sistema técnico com um menor grau de “abertura”, ou seja, de possibilidades de exploração de suas funcionalidades, fazendo com que a atividade de operação conseqüente seja mais restrita no que tange à constituição de sistemas de instrumentos. Movimentos de concepção no uso, cristalizados por gêneses instrumentais encontram, assim, menor espaço de desenvolvimento.

Por outro lado, em virtude da participação de um grupo de operadores em um processo de melhoria das telas operacionais, este movimento de conformação da técnica à atividade se desloca, passando a constituir um movimento de “concepção para o uso”. Isto é, se concebem aspectos da atividade não mais

durante a própria atividade (a concepção no uso), mas durante a concepção dos meios de trabalho (a concepção para o uso).

VIII.3.1. Exemplos de concepção no uso: a construção dos sistemas de instrumentos

A dinâmica e as características do processo, aliadas à determinação do espectro de decisão deixado para os automatismos pela engenharia de processo determinam a utilização do entorno artefactual. Aqui cabe uma ampliação do conceito de interface utilizado até o momento. Dever-se-á, assim, considerar na situação A a interface computacional como o aparato informacional interposto entre o operador e o processo, aparato este constituído por diversos artefatos colocados à disposição do operador. Isto é, os meios disponibilizados para o operador que permitem que este atue no processo não se restringem às telas operacionais. Outros recursos informáticos foram desenvolvidos pela equipe de suporte do SCADA, tais como uma ferramenta de gestão chamada AOG desenvolvida tendo como base o programa Excel® ou ainda o próprio Simgás, livro eletrônico de registro de ocorrências. A análise da atividade revela que estes elementos computacionais conferem ao operador a possibilidade de se constituir um conjunto de recursos adaptados à sua ação situada e contextualizada. Da mesma forma, outros artefatos tais como a calculadora e o bloco de notas mostraram-se fundamentais no apoio à visão global e ao suporte da memória de curto prazo ao mesmo tempo em que servem de instrumentos de apoio às comunicações com o coletivo de trabalho.

A atividade do operador de console na situação A possui um importante aspecto construtivo, a partir do qual o operador preenche necessidades operacionais circunstanciais não supridas pela simples disponibilização de dados nas telas de computador. O operador utiliza e transforma estes recursos como uma forma de auto-gestão, por exemplo, o que pode ser sugerido pela anotação de informações relativas a eventos em curso como forma de manter registradas e “vivas” informações relevantes (hora, pessoa de contato e detalhes do evento) sem que seja necessário esgotar os limites da memória de

trabalho. Da mesma forma, o operador utiliza o livro eletrônico de registro de eventos como um suporte à memória, mantendo-o aberto constantemente e acessando-o sistematicamente como forma de trazer à tona e manter ativos na memória de curto prazo os principais eventos em curso. O livro eletrônico de registro se revela ainda um importante apoio à construção da visão global já que é a partir dele que o operador tem acesso aos principais eventos operacionais com possíveis conseqüências para a sua atividade. A organização da informação no livro eletrônico permite que o operador administre eventos do turno presente e dos turnos passados, seja adicionando informações, seja retirando-as quando não mais pertinentes. Desta forma, o livro eletrônico se constitui de uma ferramenta de comunicação não verbal entre os operadores do console que se sucedem através dos turnos de trabalho. Este aspecto estrutural do artefato vem corroborar as propostas conceituais da plasticidade (Béguin, 2004), que defende a concepção de meios de trabalho flexíveis o suficiente que possam ser apropriados e (re)concebidos pelo operador durante o uso.

Esta concepção no uso, princípio norteador da abordagem instrumental toma forma na realidade da atividade por intermédio de gêneses instrumentais (Rabardel, 1995), onde dois movimentos principais podem ser percebidos: ora se transformam as propriedades do artefato (a instrumentalização), ora se modificam os esquemas psicológicos que permitem o seu uso (a instrumentação). Na situação A, as análises da atividade mostraram a ocorrência de “desvios” na utilização dos artefatos concebidos, como aqueles exemplificados no parágrafo anterior. Esta apropriação do entorno, gênese instrumental na origem da dinâmica de passagem do artefato a instrumento se opera a partir da utilização intencional e oportunística de elementos do entorno técnico e social. O operador transforma a natureza dos artefatos de forma a conformá-los às suas necessidades, como se pôde ver com relação ao Simgás, utilizado para além de sua função de registro formal de eventos.

Outro exemplo de gênese instrumental que emerge da atividade de operação é a utilização dos alarmes. Em virtude da possibilidade de ajuste dos limites mínimos e máximos dos alarmes, os operadores os ajustam de forma a

funcionarem como um instrumento de indicação de tendência e não mais como um elemento de sinalização de anormalidades. Através das informações levantadas diretamente na interface (os valores numéricos) e graças ao seu conhecimento do processo, os operadores antecipam o comportamento dos dutos. O ajuste do limite mínimo de um alarme de uma variável de pressão para um valor próximo ao valor instantâneo (1 kg a menos, por exemplo) em um duto que se espera despressurizar permite ao operador, via aparecimento do alarme específico, acompanhar e confirmar a tendência esperada. Da mesma forma, um ajuste no limite máximo do alarme de um parâmetro de vazão de uma termoelétrica, por exemplo, permite que o operador não precise dispensar esforços cognitivos na supervisão de seu consumo. Caso esta termoelétrica comece a consumir (principalmente em casos não programados), o alarme permite que o operador tome conhecimento apenas quando da ocorrência do evento, sem ter que ficar varrendo visualmente a interface à procura dos indícios numéricos que lhe dêem a mesma informação. Este recurso é particularmente importante em virtude do número e da dispersão geográfica e funcional dos parâmetros a controlar.

Na situação B, por sua vez, a atividade de operação está intrinsecamente ligada ao uso da interface computacional tal qual ela se apresenta. Mesmo em situações de funcionamento “em reta”, quando as exigências temporais são diminuídas e as ações de supervisão se sobrepõem às de atuação em dispositivos via interface, não se presenciou a reorientação dos recursos disponibilizados pela tecnologia. Diferentemente da situação A, não é possível para os operadores ajustarem os limites de funcionamento dos alarmes, por exemplo, tal como ocorre para com os supervisores. Tampouco se presenciou a utilização de outros artefatos tais como blocos de notas ou outros programas informáticos além do sistema supervisorio.

As análises da atividade da situação A corroboram a descrição das características dos sistemas de instrumentos feita por Bourmaud (2006). Como visto no item II.3.4. do capítulo II, segundo este autor os sistemas de instrumentos:

“- organizam um vasto conjunto de instrumentos e de recursos de natureza heterogênea” - (na situação analisada: a utilização concomitante do bloco de notas, do Simgás, da calculadora, do telefone);

- “estão relacionados aos objetivos da ação perseguidos pelo sujeito e devem permitir o atingimento de um melhor equilíbrio entre os objetivos de economia e de eficácia” - (na situação analisada: a organização dos instrumentos relacionados acima responde a necessidades ditadas pela peculiaridade da situação operacional e se constituem de elementos voltados ao apoio à memória de curto prazo e à construção da visão global);

- “apresentam como características complementaridades e redundâncias de funções” - (na situação analisada: a mesma informação pode estar presente no Simgás e nas anotações manuscritas do operador. A consulta aos ranges de alarmes no AOG complementa a atuação nos limites dos alarmes feita pelo operador na interface);

- “são diferentes de um operador para outro e são estruturados em função de sua experiência e de suas competências” - (na situação analisada: a utilização concomitante ou alternada do bloco de notas e do Simgás varia segundo o operador e segundo sua familiaridade com os eventos a registrar e domínio das ferramentas informáticas);

- possuem um instrumento que desempenha o papel particular de organizador, de pivô dos outros instrumentos – (na situação analisada: o instrumento que estrutura a utilização dos outros instrumentos é a própria tela geral).

Mas a constituição de sistemas de instrumentos vai além da simples dependência do entorno artefactual, seja ele qual for. A organização dinâmica de recursos voltados à compreensão e à ação ocorre também em função dos limites colocados pela atividade coletiva: as relações do operador de sala de controle com o coletivo condicionam a apropriação e o uso da interface. O coletivo exterior aqui se transforma em instrumento, a partir do momento em que recorrer a ele representa fazer um uso individualizado e proposital de um conjunto de possibilidades finitas dentro de um contexto operacional com objetivos específicos. Assim, dois movimentos coexistem: a interface media a relação com o coletivo e o coletivo media o uso da interface.

Entretanto, se pode propor que a estruturação do sistema de instrumentos também possui como elemento constituinte, além do coletivo, o próprio objeto da atividade. Isto é, a organização em sistema dos artefatos disponíveis e sua posterior transformação em sistemas de instrumentos, já que voltados à ação, tem como elemento estruturante as relações entretidas entre o operador e o objeto de sua atividade. São as singularidades das demandas da atividade produtiva, em estreita relação com as características do processo a controlar (e com as competências do operador), que determinam a combinação e o uso oportunístico e contextualizado dos recursos artefactuais e psicológicos na base da atividade construtiva.

Da disponibilização dos recursos à sua utilização efetiva: a influência do sistema técnico nas gêneses instrumentais

A utilização dos recursos (técnicos, humanos, simbólicos) disponibilizados pela organização apresenta configurações variáveis. Neste ponto da discussão, nos focaremos nas relações entre esta utilização e o sistema técnico.

Com relação às possibilidades de apropriação dos recursos, as duas situações apresentadas nesta pesquisa são antagônicas: na situação A, diversos recursos presentes na interface computacional permitem a emergência de combinações diversas; já na situação B, os recursos disponibilizados restringem-se às telas operacionais e aos aparelhos de comunicação, dificultando um uso mais criativo e mais flexível durante a atividade operacional. A estas possibilidades de combinação de elementos associaremos o termo “abertura”.

A este conceito de “abertura”, pode-se atribuir a significação dada por Béguin (2009) para a “plasticidade”. Um sistema plástico seria então aquele cujas possibilidades de exploração pelo operador fossem adaptadas ao contexto da ação. A disponibilização de diversos artefatos utilizáveis na atividade produtiva, como se viu na situação A, permite que sejam feitas reconfigurações e combinações que operacionalizam a apropriação do entorno pelo operador, levando a uma adequação instrumental que atesta a dimensão construtiva da

atividade. Mas a manipulação proposital dos artefatos não ocorre apenas através de sua combinação: como se viu no caso dos alarmes da situação A, em alguns casos são transformadas as funções destes elementos. Um alarme cujos limites de funcionamento são modificados de forma que ele seja um instrumento de indicação de tendências e de apoio à visão global do processo, tem sua função principal de alerta modificada. Neste caso, a interface funciona como um artefato mediador pragmático, na medida em que permite uma ação do sujeito sobre o objeto de sua atividade: ele permite que o operador aja sobre o processo, mesmo que esta ação seja apenas um controle ou uma regulação (Rabardel, 1995). Em contrapartida, na utilização do Simgás a interface passa a ocupar um papel primordialmente epistêmico, permitindo o estabelecimento de uma relação de conhecimento do objeto através do artefato. O instrumento, aqui, media as relações entre o operador e as diferentes partes que compõem o sistema de dutos; é através da manipulação e da utilização particulares das informações contidas no Simgás, que este permite o conhecimento do operador sobre o objeto de sua ação.

O comportamento e as características do sistema de dutos moldam as formas pelas quais ocorrem os movimentos de concepção no uso. Nas situações estudadas, apresenta-se de forma clara uma relação entre as características do processo e a exploração do grau de abertura dos artefatos mediadores da ação. Mas a questão que nos interessa aqui é estabelecer relações entre este grau de abertura e as duas faces da gênese instrumental, a das transformações do artefato e a das transformações do operador. Se tomadas como parâmetro as utilizações diversas do entorno artefactual observadas e praticadas pelos operadores no decurso de sua ação operacional, pode-se sugerir que a situação A é francamente mais favorável ao duplo movimento que compõe a gênese instrumental.

Neste sentido, pode-se propor que a rigidez do processo possa ser suplantada pelo desenvolvimento, em um processo dialógico de concepção, de interfaces que apresentem um grau de abertura suficientemente amplo que permita ao operador estabelecer novas formas de apropriação e, conseqüentemente,

maiores possibilidades de surgimento de atividades construtivas e de desenvolvimento.

VIII.3.2. A concepção para o uso - Do processo de concepção das telas à disponibilização dos recursos para a efetivação do uso do dispositivo

Na situação B, existe uma dinâmica de apropriação da interface diferente daquela vista na situação A. As modificações nas telas de operação ocorrem no nível projetual: um grupo de operadores formalmente constituído – o “grupo de alarmes” -, é responsável por promover modificações diretamente nas telas, através de competências técnicas (oriundas de treinamentos específicos) que lhes permitem não só fazer modificações na estrutura gráfica das telas como também modificar a lógica dos automatismos na interface. Entretanto, segundo os diversos operadores componentes deste grupo entrevistados e a partir dos acompanhamentos de modificações realizadas por eles, as modificações da interface ocorrem pontualmente e buscam promover principalmente uma homogeneidade simbólica (definição de uso de cores, formas, localização de botões em telas etc.) e um suporte lógico mais condizente com as exigências da atividade (definição de inter-travamentos, demonstração gráfica da lógica de funcionamento de partes da planta, construção de menus de acompanhamento da evolução do estado de equipamentos etc.).

Como se viu em parágrafos anteriores, a interface na situação B é menos flexível a re-concepções no uso em virtude das características intrínsecas de funcionamento do processo (reações rápidas da matéria-prima quando sujeita a condições de pressão, vazão e temperatura específicas). De qualquer forma, a sua utilização comprova uma apropriação, a qual pode revelar-se de maneira assíncrona. Pode-se proceder a uma transformação do artefato durante a concepção e a uma transformação dos esquemas durante o uso (tal qual ocorre com os operadores da sala de controle não componentes do grupo de alarmes), estabelecendo uma dinâmica instrumental em tempos e espaços diferentes.

Nesta sala de controle acompanhamos os esforços do “grupo de alarmes” para transformar a cor de uma indicação de controle (manual x automático) presente nas janelas de atuação das telas operacionais. Na versão antiga, a presença de um círculo verde junto ao parâmetro controlável significava que este estava em controle manual. De forma a fazer com que a lógica da utilização do vermelho fosse uniformizada em todas as telas (atribuindo-lhe um sentido de atenção), os operadores do “grupo de alarmes” decidiram mudar a cor do círculo, fazendo com que este passasse a indicar controle manual quando exibido em vermelho (afinal, é quando o equipamento está em manual que é preciso maior atenção quanto à sua operação). Esta decisão projetual levou à transformação do artefato (instrumentalização) durante a concepção, mas a real apropriação desta nova lógica de apresentação da informação só ocorreria quando do seu uso em situação natural, obrigando a uma transformação do esquema de uso a ele associado (instrumentação). Mas esta decisão poderia ter conseqüências importantes com relação à confiabilidade e à segurança das instalações, visto que a simples comunicação da mudança de lógica⁶⁹ não seria suficiente para que esta fosse de fato incorporada na ação cotidiana dos operadores. O “grupo de alarmes”, consciente deste risco, introduziu então um novo elemento que pudesse permitir a mudança dos esquemas de utilização (a este ponto, já arraigados no coletivo) ao mesmo tempo em que reduziria as probabilidades de erro: ao invés de substituir o círculo verde por um círculo vermelho, foi feito uso de letras coloridas. Assim, a indicação de controle manual passou a ser feita pela presença de um “M” vermelho e a de controle automático por um “A” verde. Desta forma, se pôde manter a lógica de utilização de cor (vermelho: atenção) ao mesmo tempo em que se reduziriam os possíveis erros de atuação e os esforços cognitivos de transformação de um esquema de uso durante a ação.

⁶⁹ Em geral, este tipo de modificação é passada para a equipe operacional através de um TLT (Treinamento no Local de Trabalho), o qual pode ser concretizado simplesmente através de uma mensagem enviada pelo email corporativo.

VIII.3.3. A *situation awareness* como objetivo do processo de concepção

A abordagem instrumental permite compreender como os operadores de sala de controle compensam as limitações das telas (em conteúdo e tamanho físico), construindo recursos através da organização em sistemas de instrumentos de artefatos heterogêneos disponíveis no entorno produtivo.

Através desta abordagem, se pôde verificar nas situações estudadas que as conseqüências das mudanças tecnológicas (oriundas da introdução dos computadores e dos sistemas automatizados na atividade em sala de controle), como a perda da visão global e o aumento das exigências da memória de curto prazo, puderam ser suplantadas por dois movimentos distintos:

- Através da constituição de sistemas de instrumentos, o que pressupõe organizar a concepção da situação de trabalho com vistas a tornar disponíveis artefatos que possam ser apropriados durante a atividade (na situação A);
- Através da organização informal e dinâmica do coletivo de trabalho de operação, a qual pode incluir um movimento de concepção para o uso dos recursos da interface (na situação B).

A abordagem instrumental permite ainda analisar as situações de trabalho sob o enfoque dos esquemas de uso dos operadores e sua relação com a utilização de uma nova tecnologia de apresentação de informações. Sob este ponto-de-vista, é possível compreender que não basta disponibilizar um novo aparato técnico para o corpo operacional. Para que este seja efetivamente utilizado é necessário construir espaços e tempos que permitam que ocorra a criação e/ou a adaptação de “roteiros psicomotores”, social e culturalmente situados, que permitam a sua utilização.

O conceito de sistema de instrumentos permite o estabelecimento de um debate sobre um aspecto fundamental e amplamente discutido quando se aborda a atividade de operação em salas de controle: a relação entre a construção da visão global do processo e os sistemas de apresentação de informações. Neste sentido, sob o ponto de vista conceitual, podemos estabelecer aqui uma relação entre a possibilidade de construção de uma visão global do processo e a constituição de sistemas de instrumentos, dos quais o

videowall seria um dos componentes. Este debate tem ainda maior relevância se nos focarmos na importância da *situation awareness* como base para a ação do operador.

Pode-se sugerir que a construção de um modelo temporário do mundo exterior deva ser apoiada pelas possibilidades ofertadas pela interface para a apropriação de seus elementos por parte do operador. Esta proposição se apóia sobre a idéia de que a concepção prossegue no uso (Béguin e Darses, 1998), em um movimento que caracteriza o operador como o projetista potencial de seu próprio trabalho (p. 39) e que tem, na catacrese, um de seus principais elementos. Esta é a base do desenvolvimento das gêneses instrumentais (Rabardel, 1995), dinâmica que pressupõe, em maior ou menor grau, tanto modificações do objeto quanto modificações no próprio sujeito. A elaboração, adaptação e utilização de esquemas de uso, parte humana do instrumento, encontram terreno potencial para desenvolver-se em virtude dos artefatos do entorno técnico que comunicam ao operador informações numerosas e, muitas vezes, desconexas ou inadaptadas às suas necessidades momentâneas de uma compreensão voltada à ação.

Assim, a relação entre *situation awareness* e esquemas de uso decorre do fato de que estes últimos são estruturas invariantes de operacionalização da ação, as quais são colocadas em uso a partir do reconhecimento de um padrão que reúna um objetivo preciso e a disponibilidade de recursos artefactuais específicos. Isto é, o contexto operacional se constitui de um conjunto limitado de recursos externos ao operador (o entorno artefactual), um conjunto de recursos internos limitados (patamares máximos e mínimos de visão, audição etc., a presença ou não de esquemas de ação...) e de objetivos precisos, mesmo se dinâmicos; é a construção peculiar deste conjunto de elementos – a *situation awareness* (o que o operador considera no entorno, aquilo que ele deseja fazer e as ferramentas de que ele dispõe) que permitirá a emergência do grupo de estruturas mentais mais adequado à realização de ações que explorem as características dos artefatos de maneira a permitir a obtenção dos resultados esperados. Mas a construção dos objetivos da ação do operador se realiza sobre o conhecimento do funcionamento atual das instalações, de uma

representação da realidade do processo que o operador utiliza a partir das informações que lhe são disponibilizadas pela interface e pelo coletivo e de seus conhecimentos estocados na memória de longo prazo (o modelo mental de Losif, 1993).

A representação do processo revela-se um dos fatores com maior influência nos processos cognitivos de operação em sala de controle, a partir do momento em que é apenas a partir de sua constituição que é possível ao operador agir sobre o processo, através da consideração concomitante de seus recursos internos (o que ele sabe e como ele está), dos recursos externos (informações disponíveis, possibilidades de atuação) e dos objetivos possíveis, resultado da avaliação sobre a pertinência da concordância dos dois fatores anteriores.

A *situation awareness* mostra-se como elemento fundamental para a tomada de decisão, para a ação do operador. Mas esta não pode restringir-se aos elementos expostos pelos autores citados (Endsley, 1995; Bedny e Meister, 1999; Smith e Hancock, 1995). Isto é, a *situation awareness* não é apenas uma construção ou um processo cognitivo em relação exclusiva com o entorno técnico artefactual. Ela depende também das interações do operador com o coletivo de trabalho e não pode, desta forma, ser vista exclusivamente do ponto de vista cognitivo individual, ou do ponto de vista da “caixa preta” tecnológica das abordagens de outrora (Endsley, 2001). Nosso ponto de vista é, assim, que é necessário expandir o conceito de *situation awareness* de forma a que ele incorpore também outros elementos da atividade. E mais, faz-se necessário manter a importância da interface na construção da *situation awareness*, mas de forma a que esta permita a consideração da realidade operacional da atividade em sala de controle, que deve a efetividade da ação do operador a outros elementos que não só os dados originados dos sensores ou da atuação dos automatismos. Isto é, a interface deve promover a exposição de dados que possam ser utilizados como informação (Endsley, 2000), em função do contexto e das intenções do operador, permitir uma plataforma de informações que suporte as interações entre o operador e o coletivo de trabalho, admitir que os componentes da interface sejam concebidos de forma a que o operador

possa transformar a proposição dos projetistas em recursos para a sua ação e, sobretudo, deve ser fruto da participação ativa dos operadores no processo de decisões da concepção. Isto é, a interface deve oferecer espaços de concepção no uso que sejam resultado de um processo de aprendizado mútuo ancorado no encontro dos mundos heterogêneos dos diferentes atores da concepção.

VIII.4. POSSÍVEIS EVOLUÇÕES NO USO DO *VIDEOWALL*

As atuais configurações produtivas e organizacionais da situação A poderiam fazer supor um uso do *videowall* voltado ao apoio à visão global e à memória de curto prazo. Por outro lado, visto que a atividade coletiva nesta sala de controle se constitui primordialmente de comunicações com operadores de campo localizados a quilômetros de distância, a utilização do dispositivo para o compartilhamento de informações e construção de representações operativas comuns via interface torna-se improvável.

Entretanto, tendo em vista mudanças no cenário produtivo – notadamente com a integração dos sistemas Sudeste e Nordeste de transporte de gás natural e a entrada em operação de um console de operação de ECOMPs para as duas regiões na sala de controle -, um uso do *videowall* como apoio à construção da visão global do processo poderia ser estimulado. Neste caso, o *videowall* poderia suprir a necessidade provável de compartilhamento de informações entre os operadores presentes na sala de controle, agora também voltados à gestão de elementos operacionais comuns.

Por sua vez, na situação B, o projeto de modernização da sala de controle do qual participamos não estabeleceu o uso de um *videowall* em virtude, principalmente, das limitações arquitetônicas do espaço disponível (seria necessário respeitar distâncias mínimas entre a tela e os consoles e dedicar um espaço livre para manutenção do dispositivo). Entretanto, se poderia imaginar o uso de uma superfície gráfica de apresentação de informações com maiores dimensões que os monitores atuais, de 21". Seu conteúdo, no entanto,

não deveria reproduzir as telas existentes, mas perseguir o desenvolvimento de telas que, além de abarcar dados das plantas controladas, exibisse ainda informações úteis para a construção da visão global oriundas de partes das instalações sob controle de outras equipes (a exemplo da necessidade de consideração, pelos operadores do processo, do nível dos coletores – ver página 215, transcrição das 23h40 -, parte da planta controlada pela equipe do Movgas).

Em ambos os casos, a possibilidade de apreensão de dados do processo produtivo (técnicos, humanos) exibidos em uma plataforma gráfica de grandes dimensões aliada à possibilidade de comunicações verbais entre os operadores da sala de controle e os operadores de campo contribuiria, assim, à consideração do dinamismo dos recursos disponíveis, em um movimento de formação, renovação e atualização da situation awareness.

IX. CONCLUSÃO

IX.1. CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

As tecnologias de apresentação de informações em sala de controle têm conhecido uma rápida evolução, principalmente nas últimas três décadas. Passou-se de quadros de comando e painéis sinóticos a grandes superfícies gráficas multimídia (os *videowalls*), muitas vezes ocupando paredes inteiras e representando toda a cadeia produtiva de um setor industrial. Entre estes dois extremos tecnológicos, a adoção do computador para o controle do processo trouxe conseqüências não-negligenciáveis para a atividade do operador e para a confiabilidade das operações (perda da visão global, sobrecarga da memória de curto prazo, novas configurações do coletivo), muitas vezes ainda presentes nas salas de controle atuais.

A análise ergonômica do trabalho dos operadores de duas salas de controle – uma de transporte dutoviário de gás natural (situação A) e outra de controle de processo de uma unidade de recuperação de líquido de gás natural (situação B) – teve como objetivo principal elencar as características da atividade com possível influência na utilização efetiva de um *videowall*, já que na principal situação estudada a disponibilização do dispositivo não se fez acompanhar de um uso operacional. As análises da atividade nas duas situações mostraram que, para que um dispositivo de apresentação de informações de grande formato venha a ser utilizado pelos operadores, é necessário que este apóie:

- A construção da visão global
- A redução das exigências da memória de curto prazo
- As configurações da atividade coletiva

Entretanto, as análises revelaram ainda que tais características têm seu contorno em parte definido pelo próprio processo industrial controlado pelos operadores. Isto é, em virtude de características do processo (dinâmica temporal, comportamento da matéria-prima, localização geográfica de

equipamentos, interdependência de parâmetros etc.), o apoio representado pelo *videowall* pode adquirir diferentes formas.

Segundo resultados da análise da situação A, a introdução em sala de controle e a conseqüente adoção do dispositivo pelo corpo operacional depende também da consideração de aspectos técnicos e estratégico-organizacionais. Para o seu perfeito funcionamento, o *videowall* demanda a consideração de fatores ligados à arquitetura da sala de controle (área para manutenção, disposição dos consoles, ângulos e distância de visão etc.), ao sistema supervisor (compatibilidade com programas e recursos informáticos existentes), à organização do trabalho (disponibilização de recursos humanos e materiais) e ao próprio processo de concepção de telas (participação dos operadores nas decisões relativas a conteúdo e forma de apresentação das informações).

Os estudos do uso da interface computacional na situação A revelaram que, para fazer face às exigências do processo e às limitações da interface, os operadores se constroem recursos a partir do conjunto de artefatos disponibilizados na sala de controle. Assim, para se manter uma visão global do processo, o operador pode fazer uso de um registro eletrônico de eventos, no qual estão mencionadas as principais ocorrências em curso, ou de um bloco de notas sobre o qual anota informações julgadas importantes. Como apoio à memória de curto prazo, o operador transforma a função dos alarmes de forma a que eles sirvam de indicação de tendência de pressão no duto, reduzindo suas necessidades de acompanhamento e memorização de um grande número de variáveis de equipamentos e localidades.

Por outro lado, na situação B a análise do processo de melhoria das telas operacionais mostrou que a adequação da interface às exigências da atividade pode ser realizada também no nível projetual pelos próprios operadores. Neste caso, se faz necessário que os operadores possuam conhecimentos sobre o funcionamento da interface, que diferem substancialmente daqueles necessários à condução das operações. Mas os resultados mostram que as modificações realizadas pelos operadores são pontuais e voltadas

principalmente a uma homogeneização simbólica e funcional do conteúdo das telas, sugerindo que sejam necessárias outras competências (e acesso a outros “mundos”) que possam ampliar a abrangência das modificações.

Esta tese se situa, assim, em um movimento de estudo da atividade de operação em sala de controle e se propõe a analisar aspectos condicionantes das relações entretidas entre os operadores e o *videowall*. Seu interesse decorre, por um lado, do fato de este dispositivo poder representar a recuperação das conseqüências negativas oriundas da introdução dos computadores na sala de controle, principalmente em virtude de sua extensão física; por outro lado, paradoxalmente (vista a sua importância latente), os estudos sobre a utilização operacional destes dispositivos de grande formato são muito pouco numerosos.

O ineditismo da pesquisa tem sua origem na exploração de diversos fatores que podem condicionar a utilização efetiva desta nova tecnologia em salas de controle. Entre o ponto de vista da técnica e o da concepção, a apreensão da atividade calçou-se ainda sobre uma abordagem que incluísse a próprio funcionamento cognitivo e psicológico do operador de console. Das dificuldades de manejo da tecnologia à consideração da concepção enquanto espaço de desenvolvimento, exploraram-se os modos como a ação efetiva, intencional e finalizada transforma e apodera-se do existente, dando prova da irrequieta inteligência do operador. Sob o ponto de vista metodológico, as análises calcaram-se em uma abordagem comparativa das duas situações, mas ao contrário de comparar uma mesma atividade ao longo do tempo, foram comparadas atividades distintas. Sob o ponto de vista da abordagem instrumental, a nova dinâmica desenvolvida permitiu que fossem analisados os fatores e as condições com influência na apropriação de um dispositivo de apresentação de informações em vez de comparar a evolução da atividade durante o seu uso.

A principal contribuição desta tese é mostrar que, para apoiar a operação em sala de controle, um *videowall* deve apoiar a construção da visão global do processo, a memória de curto prazo e a atividade coletiva e que estes aspectos

possuem contornos variáveis em função de especificidades do processo controlado. Sua abrangência pode incluir contribuições para a concepção e para o estudo futuro da atividade em situação de uso de dispositivos de grande formato em diversos setores industriais, mas também pode representar recursos que permitam analisar as interfaces computacionais em sala de controle de um modo geral.

IX.2. LIMITES DA PESQUISA

Em primeiro lugar, nosso propósito era o de analisar a atividade em duas situações específicas e dela extrair elementos constituintes suficientemente característicos que justificassem a sua consideração na utilização operacional de um *videowall*. Sob este aspecto, os resultados alcançados refletem apenas as peculiaridades dos dois processos industriais visitados e encontram-se, assim, cerceados por suas fronteiras. Mesmo se a atividade de controle de processo apresenta padrões característicos do comportamento humano, principalmente em virtude do modo de funcionamento cognitivo, as influências de outros processos industriais sobre este comportamento ganhariam em interesse se focadas pelas lentes da utilização do *videowall*.

Em segundo lugar, não acompanhamos o uso do dispositivo, já que inexistente, e nem um processo de concepção de telas de forma a explorar metodologicamente as diferentes formas de apropriação que pudessem indicar formas concretas de apoio do *videowall* à construção da visão global, à memória de curto prazo e à atividade coletiva na situação analisada específica. Mesmo se as análises da atividade realizadas pudessem prover alguns direcionamentos possíveis com relação ao uso do dispositivo, as soluções propostas perderiam em legitimidade, representando apenas propostas instrumentais, para retomar o termo de Béguin (2006a), fadadas (em um primeiro momento pelo menos) a uma subutilização atrelada a um descompasso entre o ofertado (pelo entorno) e o criado (pelo operador).

Em terceiro lugar, apesar do volume de observações e análises realizadas, não foi possível abarcar diversas situações de trabalho, notadamente aquelas

incidentais nas quais a utilização dos sistemas de apresentação de informações se torna ainda mais central para a segurança e a confiabilidade das operações. Nestas situações, podem ser esperadas diferentes configurações da atividade (em virtude, por exemplo, da exigüidade temporal para reagir) e transformações do uso da interface, o que ofereceria possibilidades de se apreender um possível uso do *videowall* a partir destas situações mais críticas.

Em quarto lugar, a perspectiva de análise da atividade de operação não focou diretamente a questão da saúde dos operadores, já que este não era o interesse da tese e já que, durante os acompanhamentos e entrevistas realizadas nas duas salas de controle, não foram levantadas queixas ou indícios de problemas de saúde na população de operadores. Entretanto, esta é uma questão fundadora da ação ergonômica de língua francesa, principalmente nos tempos atuais, onde as doenças ocupacionais têm ocupado o crescente interesse de empresas e governos, levando os esforços de intervenção e pesquisa ergonômica a tentativas de compreensão e redução de suas causas. A perspectiva instrumental colocada neste documento tem como princípio norteador a questão do desenvolvimento concomitante do indivíduo e da atividade que, a nosso ver, permeia com propriedade as preocupações relativas à construção da saúde no trabalho. Para Caroly e Cholez (2007), "*La santé est la possibilité de réguler les événements du milieu*" (p. 3). A Análise Ergonômica do Trabalho, complementada pela perspectiva instrumental, permite, por um lado, compreender as formas pelas quais os operadores fazem face às diferentes possibilidades de construção de recursos e, por outro, permite inserir as demandas do trabalho real na previsão do trabalho futuro, provendo formas de ação onde as constraints e as exigências da tarefa possam ser compensadas pelo operador.

IX.3. PISTAS DE APROFUNDAMENTO

Esta pesquisa abre possibilidades de aprofundamento de algumas questões, em virtude dos resultados e dos limites encontrados.

A primeira delas diz respeito à análise da atividade em salas de controle sob o ponto de vista da relação entre o processo industrial e a utilização dos dispositivos de apresentação de informações de grande formato. Pode-se propor que desenvolvimentos futuros possam ocorrer no sentido de estabelecer condições de uso de dispositivos tais como o *videowall* em função das características de outros processos, diferentes dos analisados nesta pesquisa. Esta possibilidade de desenvolvimento teria ampliado o seu interesse e sua abrangência caso fosse realizada em situações de trabalho onde ocorresse um uso efetivo do *videowall*. Neste caso, a análise ergonômica do trabalho poderia ser utilizada de forma a fazer emergir características do processo com influência nas formas de apropriação do dispositivo durante a atividade de operação. Pode ser proposta a exploração e verificação dos seguintes aspectos:

- Grau de inserção do dispositivo no conjunto de instrumentos utilizados pelo operador (complementaridades, redundâncias);
- Caracterização de elementos constituintes da atividade de operação relativos às imposições do processo (possibilidades de transformação durante a atividade);
- Organização da atividade coletiva em resposta às limitações da interface.

A segunda possibilidade de aprofundamento diz respeito ao processo de concepção de telas para o *videowall*. Neste sentido, se deveria voltar o foco da análise, em uma situação de uso, para as formas de exploração do dispositivo e para as possibilidades de transformação da própria atividade, ainda durante as etapas de projeto. Os resultados obtidos com as análises da atividade seriam complementados pela colocação em prática de uma dinâmica de confrontação de mundos profissionais heterogêneos – operadores, engenheiros, técnicos em informática, chefias - a partir da construção de espaços previstos para este fim. As limitações das análises da atividade, a nosso ver relacionadas, dentre outras, à dificuldade de consideração de situações raras, mas muitas vezes críticas, poderiam ser suplantadas tendo como agora privilegiada a simulação das situações de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOULAFIA, A. Understanding work units and activities – A perspective from general psychology. **Interacting with computers**, 20, p. 272-278, 2008.
- AMALBERTI, R. **La conduite de systèmes à risques**. Paris : PUF, 1996.
- ANDERSON, N. R., VAMSIKRISHNA, P. Best practices for information presentations to operators. In: **Proceedings of the AIChE 1996 Process Plant Safety Symposium**. Houston, Texas, 1996.
- ANDORRE, V., QUÉINNEC, Y. Changes in supervisory activity of a continuous process during night and day shifts. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 21, p. 179-186, 1998.
- ANDRIEU, B. La chair vécue du cerveau - Un objet épistémologique du cerveau psychologique. **Psychologie Française**, Ed. Elsevier, n°3, vol. 52, p. 315-325, 2007.
- BAINBRIDGE, L. The ironies of automation. In: Rasmussen, J., Duncan, K., Leplat, J. (Eds.), **New technology and human error**, Chichester, Wiley, UK, 1987. p. 271-283..
- BAINBRIDGE, L. The 'cognitive' in cognitive ergonomics. **Le travail humain**, 54 (4), p. 338-343, 1991.
- BAINBRIDGE, L. Mental models in cognitive skill : the example of industrial process operation. In: Rogers, Y., Rutherford, A., Bibby, P.A., (Eds.), **Models in the mind**, Academic Press, Londres, 1992. p. 119-143.
- BANNON, L. J., BØDKER, S. Beyond the interface : Encountering artifacts in use. In: J. Carroll (ed.), **Designing Interaction: Psychology at the human-computer interface**. Nova Iorque, 1991.
- BARIL, R. Les transformations du travail des opérateurs de raffinerie de pétrole: Le passage des cadrans aux écrans. **Pistes**, v. 1, No. 1, 1999.
- BEDNY, G., MEISTER, D. Theory of activity and situation awareness. **International Journal of Cognitive Ergonomics**, no. 3, v. 1, p. 63-72, 1999.
- BÉGUIN, P. Le schème impossible, ou l'histoire d'une conception malheureuse. **International Journal of Design and Innovation**, v. 10, p. 21-41, 1997.

- BÉGUIN, P. **Simulation et participation**. Communication aux “Journées de la pratique”. Bordeaux, Laboratoire d’Ergonomie des Systèmes Complexes. 1998.
- BÉGUIN, P. Design as a mutual learning process between users and designers. **Interacting with Computers**, v. 15, p. 709–730, 2003.
- BÉGUIN, P. L'action située dans le développement de l'activité. **@ctivités**, v.1, 2004a.
- BÉGUIN, P. Monde, version des mondes et mondes communs. **Bulletin de Psychologie**, n. 57, v.1, pp 45-59, 2004b.
- BÉGUIN, P. Concevoir pour les genèses professionnelles. In : Rabardel, P., Pastré, P. **Modèles du sujet pour la conception**. Ed. Octarès, 2005a. p. 31-52,
- BÉGUIN, P. La simulation entre experts : double jeu dans la zone proximale de développement et construction du monde commun. In : Pastré, P. (dir). **Apprendre par la simulation**. Ed. Octarès, 2005b. p. 55-77.
- BÉGUIN, P. In search of a unit of analysis for designing instruments. **Artifact**, v. 00, p. 1-5, 2006a.
- BÉGUIN, P. Taking activity into account during the design process. **Anais do 16° Congresso internacional do IEA** - International Ergonomics Association, Maastricht, Holanda. 2006b.
- BÉGUIN, P. Une approche opérative de la simulation. **Éducation permanente**, n. 166, p.59-74, 2006c.
- BÉGUIN, P. Innovation et cadre sociocognitif des interactions concepteurs-opérateurs: une approche développementale. **Le Travail Humain**, v. 70, n° 4, p 369-390, 2007a.
- BÉGUIN, P. Dialogisme et conception des systèmes de travail. **Psychologie de l'Interaction**, n°23/24, pp 169-198, 2007b.
- BÉGUIN, P. Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. **@ctivités**, v. 4, n. 2, 2007c.
- BÉGUIN, P. Argumentos para uma abordagem dialógica da concepção. **Laboreal**, v. 4, n. 2, p. 72-82, 2008.
- BÉGUIN, P. L'ergonomie en conception : cristallisation, plasticité, développement. In : Hatchuel, A., Weil B., (ed). **Les nouveaux régimes de la conception . Langages, théories, métiers**. Vuibert Paris, 2009. p. 200-208.

- BÉGUIN, P., WEILL-FASSINA, A. De la simulation des situations de travail à la situation de simulation". In : Béguin, P., Weill-Fassina, A. (coord.). **La simulation en ergonomie : connaître, agir et interagir**. Toulouse : Editions Octarès, 1997. p. 5-25.
- BÉGUIN, P., RABARDEL, P. Les technologies de l'information : dématérialisation ou nouvelles formes de matérialité?. In : Fouet, J. M. (ed.). **Connaissances et savoir faire en entreprise**. Hermes, Paris, 1997. p. 41-54.
- BÉGUIN, P. et al. **Conception d'une alarme et gestion des risques dans la chimie : vers une approche développementale**. Communication au XXXIVème Congrès de la SELF, Caen, França, 15-17 de setembro, 10 p. 1999.
- BÉGUIN, P., & RABARDEL, P. Designing for instrument mediated activity. **Scandinavian Journal of information Systems**, v. 12, p. 173-190. 2000.
- BÉGUIN, P., CERF, M. Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail. **@activités**, v.1. 2004.
- BÉGUIN, P., CLOT, Y. L'action située dans le développement de l'activité. **@activités**. v. 1, n. 2. 2004.
- BERTHOZ, A., PETIT, J.-L. Nouvelles propositions pour une physiologie de l'action. **Intellectica**, 36-37, p. 367-372, 2003.
- BISSERET, A., ENARD, C. Le problème de la structuration de l'apprentissage d'un travail complexe. In : Leplat, J., (org.). **L'analyse du travail en psychologie ergonomique**. Ed. Octarès, Toulouse, 1993. v. 2.
- BLOMBERG, J., SUCHMAN, L., TRIGG, R. H. Reflections on a work-oriented design Project. **Human-Computer Interaction**, v. 11, p. 237-265. 1996.
- BØDKER, S. A human activity approach to user interfaces. **Human-Computer interaction**, v. 4, p. 171-195. 1989.
- BØDKER, S. **Through the interface – a human activity approach to user interface design**. Lawrence Erlbaum Associates, Londres, 1991.
- BØDKER, S. Creating conditions for participation: conflicts and resources in systems development. **Human-Computer interaction**, v. 11, p. 215-236. 1996.
- BØDKER, S. Computers in Mediated Human Activity. **Mind, Culture, And Activity**, v. 4, No. 3, p. 149-158. 1997.
- BÖEL, M., et al. Process control room design : real work analysis and operators involvement In: Ergonomics International 1985, **Proceedings of the 9th**

Congress of the International ergonomics Association, Bournemouth, p. 235-237. 1985.

BOFF, K. R. Revolutions and shifting paradigms in human factors & ergonomics. **Applied Ergonomics**, v. 37, p. 391-399. 2006.

BOURMAUD, G. **Les systèmes d'instruments: méthodes d'analyse et perspectives de conception**. Tese de Doutorado em Psicologia. Université Paris 8. 2006.

BRISSON, G. et al. **La démarche centrée utilisateurs dans le processus de développement d'une application interactive**, co-editado por EDF e Ackia, 1997.

BRISSON, G. et al. **Les évaluations ergonomiques des systèmes interactifs et des produits grand public**, co-editado por EDF e Ackia, 1999.

BRUYAS, M.P., LE BRETON, B., PAUZIÉ, A. Ergonomic guidelines for the design of pictorial information. **International Journal Of Industrial Ergonomics**, v. 21, p. 407-413. 1998.

BURNS, C. M. Putting it all together: improving display integration in ecological displays. **Human Factors**, v. 42, n.2, p. 226-241. 2000.

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

CAHOUR, B. Décalages socio-cognitifs en réunions de conception participative. **Le travail Humain**, v. 65, p. 315-337. 2002.

CAROLY, S., CHOLEZ, C. **A quelles conditions la mobilité est-elle source de santé? Cas des personnels de la poste**. XIVèmes journées d'étude sur les données longitudinales dans l'analyse du marché de travail. Orléans, França, 30 e 31 de maio. 2007.

CARROL, J. M. Encountering others: reciprocal openings in participatory design and user-centered design. **Human-Computer Interaction**, v. 11, p. 285-290. 1996.

CLEGG, C. W. . Sociotechnical principles for system design. **Applied Ergonomics**, v. 31, p. 463-477. 2000.

CLOT, Y. **La fonction psychologique du travail**. Quinta Edição (Primeria Edição 1999). Paris : PUF, Collection du Travail Humain, 243 p., 2006.

COOK, M. Memory and complex skills. In: Noyes e Bransby (eds). **People in control– Human factors in control room design**. The Institution of Electrical Engineers. Londres, 2001. p. 17-33.

- CORDINER, L., GRAVES, R. J. Ergonomic intervention during a gas processing plant refurbishment. **International Journal Of Industrial Ergonomics**, v.19, p. 457-470. 1997.
- DANIELLOU, F. L'activité des opérateurs de conduite dans une salle de contrôle de processus automatisé. **Relatório de pesquisa**, CNAM, Paris. 1983.
- DANIELLOU, F. **La modélisation ergonomique de l'activité de travail dans la conception industrielle**. Tese de Doutorado, CNAM, Paris, França. 1985.
- DANIELLOU, F. **L'opérateur, la vanne, l'écran – L'ergonomie des salles de contrôle**. Montrouge : ANACT, 1986.
- DANIELLOU, F. Les modalités d'une ergonomie de conception: introduction dans la conduite de projets industriels. **Note documentaire**. ND 1647-129-87. Paris : INRS. 1987.
- DANIELLOU, F. Ergonomie et démarches de conception dans les industries de processus continus – quelques étapes clés. In : Leplat, J. (coord), **L'analyse du travail en psychologie ergonomique**. Toulouse, Ed. Octarès, 1993. v. 2, p. 77-89.
- DANIELLOU, F. La construction sociale de et par l'analyse du travail. **Performances Humaines et Techniques**, edição especial, p. 25-29. Setembro de 1995.
- DANIELLOU, F. Métodos em ergonomia de concepção: a análise de situações de referência e a simulação do trabalho. In: Duarte, F. (org.). **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro, Brasil, Editora Lucerna, 2002. 1 ed., p. 27-33.
- DANIELLOU, F. A análise da atividade futura e a concepção de instalações externas. In: Duarte, F. (org.). **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro, Brasil, Editora Lucerna, 2002. 1 ed., p. 75-83.
- DANIELLOU, F. La construction de l'intervention ergonomique. In : Martin, C. e Baradat, D. (org.), **Des pratiques en réflexion**. Toulouse, Ed. Octarès, 2003. 1 ed., p.135-144.
- DANIELLOU, F. L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In : Falzon, P. (dir). **Ergonomie**. Paris : PUF, 2004. . p. 359-373
- DANIELLOU, F. The French-speaking ergonomists' approach to work activity: cross-influences of field intervention and conceptual models. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 6, n. 5, p. 409-327. 2005.

- DANIELLOU, F. Entre expérimentation réglée et expérience vecue : les dimensions subjectives de l'activité de l'ergonome en intervention. **@ctivités**, v. 3. 2006a.
- DANIELLOU, F. Simulating future work activity is not only a way of improving workstation design. **Anais do 16° Congresso internacional do IEA - International Ergonomics Association**, Maastricht, Holanda. 2006b.
- DANIELLOU, F. A ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho. In: Falzon, P. (ed.). **Ergonomia**. São Paulo, Brasil, Editora Blucher, 2007a. 1 ed., capítulo 21.
- DANIELLOU, F. Des fonctions de la simulation des situations de travail en ergonomie. **@ctivités**, v.4. 2007b.
- DANIELLOU, F., BÉGUIN, P. Metodologia da ação ergonômica : as abordagens do trabalho real. In : Falzon, P. (dir), **Ergonomia**. São Paulo : Editora Blücher, 2007. 1 ed., p. 281-302.
- DARSES, F., REUZEAU, F. Participation des utilisateurs à la conception des systèmes et dispositifs de travail. In : Falzon, P. (dir), **Ergonomie**. Paris : PUF, 2004. p. 405-420.
- DE KEYSER, V. Études sur la Contribution que pourrait apporter l'Ergonomie de la Conception des Systèmes de Contrôle et d'Alerte dans les Industries de Transformation. **Contrato C. C. E.** 8/79/45, Bruxelas. 1980.
- DE KEYSER, V. Can we build a cognitive ergonomics? **Le travail humain**, v. 54, n. 4, p. 345-350. 1991.
- DONALD, C. Vigilance. In: Noyes e Bransby (eds). **People in control– Human factors in control room design**. The Institution of Electrical Engineers. Londres, 2001. p. 35-50.
- DRIVALOU, S.S., MARMARAS, N.V. Retrofitting Artefacts. **Anais do 16° Congresso internacional do IEA - International Ergonomics Association**, Maastricht, Holanda. 2006.
- DROBELIS, D. **Aspectos cognitivos no uso de cores em telas de operação**. Primeiro Congresso de Instrumentação, Controle e Automação da Petrobrás. Rio de Janeiro, 2008.
- 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 de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1994.
- DUARTE, F. J. C. M. Complementaridade entre ergonomia e engenharia em projetos industriais. In: Duarte, F. (org.), **Ergonomia e projeto na**

indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro, Brasil, Editora Lucerna, 2002. 1 ed., p. 11-20.

DUARTE, F. J. C. M. A configuração das telas de sistemas digitais de controle de processo. In: Duarte, F. (org.), **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo.** Rio de Janeiro, Brasil, Editora Lucerna, 2002. 1 ed., p. 187-198.

ENDSLEY, M. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. **Human Factors**, v. 37, n. 1, p. 32-64. 1995.

ENDSLEY, M. **Designing for situation awareness in complex systems.** Proceedings of the Second international workshop on symbiosis of humans, artifacts and environment, Kyoto, Japan. 2001.

ENGESTRÖM, Y. Objects, contradictions and collaboration in medical cognition: an activity-theoretical perspective. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 7, p. 395-412. 1995.

ENGESTRÖM, Y. Expansive visibilisation of work : an activity-theoretical perspective. **Computer Supported Cooperative Work**, v. 8, p. 63-93. 1999.

ENGESTRÖM, Y. Activity theory as a framework for analysing and redesigning work. **Ergonomics**, v. 43, n. 7, p. 960-974. 2000.

ENGESTRÖM, Y. Quand le centre se dérobe: la notion de knotworking et ses promesses. **Sociologie du travail**, 2008.

ENGESTRÖM, Y. et al. The change laboratory as a tool for transforming work. **Lifelong learning in Europe**, v. 2, p. 10-17. 1996.

FALZON, P. Ergonomie, conception et développement. **Conférence introductive**, 40^{ème} Congrès de la SELF, Saint-Denis, La Réunion, 21-23 setembro 2005.

FALZON, P.; SAUVAGNAC, C. Carga de trabalho e estresse. In: Falzon, P. (ed.). **Ergonomia.** São Paulo, Brasil, Editora Blucher, 2007. 1 ed., capítulo 11.

FANCHINI, H. Imagerie de conduite industrielle : le choix des images, le poids des maux. **Le Travail Humain**, v. 54, no. 3. 1991.

FERREIRA, L. L. O trabalho dos petroleiros. In: Duarte, F. (org.), **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo.** Rio de Janeiro, Brasil, Editora Lucerna, 2002. 1 ed., p. 64-74.

FOLCHER, V. **Des formes de l'activité aux formes des instruments : un exemple dans le champ du travail collectif assisté par ordinateur.** Tese de doutorado em Psicologia Ergonômica. Paris 8. 1999.

- FOLCHER, V. Appropriating artifacts as instruments: when design-for-use meets design-in-use. **Interacting with Computers**, v. 15, p. 647–663. 2003.
- FOLCHER, V. De la conception pour l'usage au développement de ressources pour l'activité. In : P. Rabardel e P. Pastré (eds). **Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développement**. Toulouse : Ed. Octarès, 2005. p. 189-210.
- FOLCHER, V.; RABARDEL, P. Homens, artefatos, atividades: perspectiva instrumental. In: Falzon, P. (ed.). **Ergonomia**, São Paulo, Brasil, Editora Blucher, 2007. 1 ed., capítulo 15.
- GARBIS, C. Exploring the Openness of Cognitive Artifacts in Cooperative Process Management. **Cognition, Technology and Work**, v. 4, p. 9-21. 2002.
- GARRIGOU, A. La compréhension de l'activité des concepteurs, un enjeu essentiel. In : Martin, C. e Baradat, D. (org.), **Des pratiques en réflexion**. Toulouse, Ed. Octarès, 2003. 1 ed., p. 33-47.
- GARRIGOU, A. **Les apports des confrontations d'orientations socio-cognitives au sein de processus de conception participatifs : le rôle de l'ergonomie**. Mémoire de thèse de doctorat de 3^o cycle d'Ergonomie. Paris, Laboratoire d'Ergonomie et de Neurosciences du Travail, CNAM. 1992.
- GARRIGOU, A. et al. Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 15, p. 311-327. 1995.
- GREEN, T. R. G., HOC, J.-M. What is cognitive ergonomics?. **Le travail humain**, v. 54, n. 4, p. 291-304. 1991.
- GROOT, N. de, PIKAAR, R. N. Videowall information design: useless and useful applications”, **Anais do 16^o Congresso internacional do IEA** - International Ergonomics Association, Maastricht, Holanda. 2006.
- GUERIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo. A prática da ergonomia**. São Paulo: Editora Blücher. 2001.
- HAJDUKIEWICZ, J. R., VICENTE, K.J. Designing for Adaptation to Novelty and Change: Functional Information, Emergent Feature Graphics, and Higher-Level Control. **Human Factors**, v. 44, n.4, p. 592-610. 2002.
- HAM, D.-H., YOON, W.C. Design of Information Content and Layout for Process Control Based on Goal–Means Domain Analysis. **Cognition, Technology and Work**, v. 3, p. 205-22. 2001.

- HAN, S. H., YANG, H. IM, D.-G. Designing a human–computer interface for a process control room: A case study of a steel manufacturing company. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 37, p. 383-393. 2007.
- HASU, M., ENGESTRÖM, Y. Measurement in action: an activity-theoretical perspective on producer-user interaction. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 53, p. 61-89. 2000.
- HAUÉ, J.-B. Intégrer les aspects situés de l'activité dans une ingénierie cognitive centrée sur la situation d'utilisation. **@ctivités**, v.1. 2004.
- HENRY, C. La communication interactive : vers une recherche stratégique. **Actes du colloque 'Recherche et Ergonomie'**, Toulouse, França. 1998.
- HOC, J.-M. **Supervision et contrôle de processus. La cognition en situation dynamique**. Grenoble : PUG, 1996.
- HOC, J.-M. L'ergonomie cognitive - un compromis nécessaire entre des approches centrées sur la machine et des approches centrées sur l'homme. **Actes du colloque 'Recherche et Ergonomie'**, Toulouse, França. 1998.
- HOC, J.-M. A gestão da situação dinâmica. In: Falzon, P. (ed.). **Ergonomia**, São Paulo, Brasil, Editora Blucher , 2007. 1 ed., capítulo 31.
- HOCKEY, G. R. J., MAULE, A. J. Unscheduled manual interventions in automated process control. **Ergonomics**, v. 38, p. 2504 – 2524. 1995.
- HONEYWELL. **ASM Consortium Guidelines: Effective Operator Display Design**. Minneapolis, EUA. 2002. 74 p.
- HUBAULT, F., BOURGEOIS, F. Disputes sur l'ergonomie de la tâche et de l'activité, ou la finalité de l'ergonomie en question. **@ctivités**, v.1. 2004.
- IMADA, A. S., NAGAMACHI, M. Introduction to Participatory Ergonomics. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 15, p. 309-310. 1995.
- IOSIF, G. La stratégie dans la surveillance des tableaux de commande. Quelques facteurs déterminants de caractère objectif. **Revue Roumaine de Sciences Sociales - Psychologie**, v. 12, n. 2, p. 147-163. 1968.
- IOSIF, G. Le diagnostic des incidents par les opérateurs de centrales thermiques. **Le Travail Humain**, v. 35, n. 1, p. 37-48. 1972.
- IOSIF, G. Quelques aspects des relations entre model mental, représentation et model cognitif. **Le Travail Humain**, v. 56, n. 4, p. 281-297. 1993.
- JACKSON, J. M., DISCHINGER, M. Ergonomic work analysis as a tool for reflective practice. **Anais do 16° Congresso internacional do IEA - International Ergonomics Association**, Maastricht, Holanda. 2006.

- KONTOGIANNIS, T., EMBREY, D. A user-centred design approach for introducing computer-based process information systems. **Applied Ergonomics**, v. 28, n. 2, p. 109-119. 1997.
- LAVILLE, A. Referências para uma história da ergonomia francófona. In : Falzon, P. (dir), **Ergonomia**. São Paulo : Editora Blücher, 2007. p. 21-32.
- LEONTIEV, A. N. **Activity, consciousness, and personality**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1978.
- LEPLAT, J. Les automatismes dans l'activité : pour une réhabilitation et un bon usage. **@ctivités**, v.2. 2005.
- LI, K., WIERINGA, P. A. Understanding perceived complexity in human supervisory control. **Cognition, Technology & Work**, v. 2, pp. 75-88. 2000.
- LICHNOWSKI, A., DICKEN, C. Power generation: the advanced control desk. In: Noyes e Bransby (eds). **People in control– Human factors in control room design**. The Institution of Electrical Engineers. Londres, 2001. p. 259-272.
- LUCK, R. Dialogue in Participatory Design. **Design Studies**, n. 24, p. 523-535. 2003.
- LUCK, R. Learning to talk to users in participatory design situations. **Design Studies**, n. 27, p. 217-242. 2007.
- LUFF, P., HEATH, C. Naturalistic analysis of control room activities. In: Noyes e Bransby (eds). **People in control– Human factors in control room design**. The Institution of Electrical Engineers. Londres, 2001. p. 151-168.
- MACIEL, R. Participatory ergonomics and organizational change. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 22, p. 319-325. 1998.
- MARMARAS, N., PAVARD, B. Problem-Driven Approach to the Design of Information Technology Systems Supporting Complex Cognitive Tasks. **Cognition, Technology and Work**, v. 1, p. 222-236. 1999.
- NACHREINER, F., NICKEL, P., MEYER, I. Human factors in process control systems: the design of human-machine interfaces. **Safety Science**, v. 44, p. 5-26. 2006.
- NONAKA, I. A dynamic theory of organizational knowledge creation. **Organization Science**, v. 5, n. 1, p. 14-37. 1994.
- NORMAN, D. Twelve Issues for Cognitive Science. **Cognitive Science**, v. 4, p. 1-32. 1980.

- NORMAN, D. Les artefacts cognitifs. **Raisons Pratiques, 'objets dans l'action'**, v. 4, p. 15-34. 1994.
- NORROS, L.L., SAVIOJA, P.J. Towards a theory and method for usability evaluation of complex human-technology systems. **Anais do 16° Congresso internacional do IEA** - International Ergonomics Association, Maastricht, Holanda. 2006.
- NOYES, J., BRANSBY, M. **People in control – Human factors in control room design**. The Institution of Electrical Engineers. Londres, 2001.
- O'HARA, J. M. **Advanced human-system interface design review guidelines**. Department of Nuclear Energy, Brookhaven National Laboratory. Nova Iorque, 1990.
- O'HARA, J. M., BROWN, W. S. The effects of interface management tasks on crew performance and safety in complex, computer-based systems: overview and main findings. **U.S. Nuclear Regulatory Commission**, Office of nuclear Regulatory Research, Washington. 2002.
- PARSONS, K.C. Ergonomics and international Standards - introduction, brief review of standards for anthropometry and control room design and useful information. **Applied Ergonomics**, v.26, n. 4, p. 239-247. 1995.
- PERSSON, A., WANER, B., JOHANSSON, A. Passive versus active operator work in automated process control - a job design case study in a control centre. **Applied Ergonomics**, v. 32, p. 441-451. 2001.
- PETIT, J., QUERELLE, L., DANIELLOU, F. Quelles données pour la recherche sur la pratique de l'ergonomie? . **Le Travail Humain**, v. 70, n. 4, p. 391-411. 2007.
- PEYRARD, C. La production de connaissances dans l'activité de travail. **Bref** , n. 62, CEREQ. Paris. 1991.
- PYLYSHYN, Z. W. **Computation and cognition**. Cambridge. MIT/Bradford, 1984.
- QUEINNEC, Y. Entrevue guidée, avec Daniel Drolet, Esther Cloutier et Raymond Baril. **Pistes**, v. 4, n. 2. 2002.
- RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies, une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris : Armand Colin, 1995.
- RABARDEL, P. From artefact to instrument. **Interacting with computers**, v. 15, p. 641-645. 2003.
- RABARDEL, P. Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir. In : Rabardel, P., Pastré, P. (eds). **Modèles du sujet pour la conception**,

dialectiques activités développement. Toulouse : Ed. Octarès, 2005. p. 11-29.

RABARDEL, P., BOURMAUD, G. From computer to instrument system: a developmental perspective. **Interacting with Computers**, v. 15, p. 665–691. 2003.

RABARDEL, P., & BÉGUIN, P. Instrument mediated activity: from subject development to anthropocentric design. **Theoretical Issues in Ergonomics Sciences**, v. 6, p. 429-461, 2005.

RASMUSSEN, J. **Information processing and human-machine interaction – An approach to cognitive engineering.** North Holland, Amsterdam, 1986.

RAU, P.-L. P., CHOONG, Y.-Y., SALVENDY, G. A cross cultural study on knowledge representation and structure in human computer interfaces. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 34, p. 117-129. 2004.

ROLO, G., CABRERA, D. D. Features of decision-making in process control tasks: the relevance of the work context. **Anais do 16° Congresso internacional do IEA** - International Ergonomics Association, Maastricht, Holanda. 2006.

SAMURÇAY, R. Concevoir des situations simulées pour la formation professionnelle : une approche didactique. In : Pastré, P. (dir). **Apprendre par la simulation.** Ed. Octarès, 2005. p. 221-239.

SANDOM, C. Situation awareness. In: Noyes e Bransby (eds). **People in control– Human factors in control room design.** The Institution of Electrical Engineers. Londres, 2001. p. 17-33.

SANTOS, V., ZAMBERLAN, M. C. **Projeto Ergonômico de salas de controle.** Fundação Mapfre, Sucursal Brasil, São Paulo, 1992.

SARTER, N. B., WOODS, D. D., BILLINGS, C. E. Automation surprises. In: Salvendy, G., (Ed.). **Handbook of Human Factors & Ergonomics.** Wiley, 1997. Segunda edição.

SCAPIN, D. L. Situation et perspectives en ergonomie du logiciel. In: Sperandio, J.-C., (Ed.). **L'ergonomie dans la conception des projets informatiques.** Edições Octares, Toulouse, 1993. p. 7-68.

SENACH, B. L'évaluation ergonomique des interfaces homme-machine – Une revue de la littérature. **Relatório de pesquisa.** INRIA Sophia Antipolis. 1990.

SIEMIENIUCH, C. E., SINCLAIR, M. A. Systems integration. **Applied Ergonomics**, v. 37, p. 91-110. 2006.

- SIX, F. Le travail des cadres : le point de vue de l'ergonomie. In : Le point sur... : Approfondir. Disponível em <<http://www3.univ-lille2.fr/medtrav2000/Lepointsurapprofondir/lepointsurapprofondir8.htm>>. Acesso em: 30 de agosto de 2008.
- STANTON, N. Alarm Initiated Activities. In: Stanton, N. (ed). **Human Factors in Alarm Design**. Taylor and Francis, Londres, 1994.
- STANTON, N., BOOTH, R. T., STAMMERS, R. B. Alarms in human supervisory controls: a human factors perspective. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v.5, n.2, p. 81-93. 1992.
- STEWART, T. Ergonomics standards concerning human-system interaction - visual displays, controls and environmental requirements. **Applied Ergonomics**, v.26, n. 4, p. 271-274. 1995.
- THEUREAU, J. L'hypothèse de la cognition (ou action) située et la tradition d'analyse du travail de l'ergonomie de langue française. **@ctivités**, v.1. 2004.
- THEUREAU, J., PINSKY, L. Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique. **Revue des conditions de travail**, v. 9, p. 25-31. 1984.
- THEUREAU, J., JEFFROY, F. **Ergonomie des situations informatisées, la conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs**. Edições Octarès, Toulouse, 1994, 336 p.
- THIBAUT, J.-F. **La conception d'un système d'information dans une industrie de processus continu**. Mémoire de DESS, Laboratoire d'Ergonomie des Systèmes Complexes, Bordeaux. 1994.
- THIBAUT, J.-F. Contribuição da ergonomia em projetos de concepção e implantação de SDCD. In: Duarte, F. (org.). **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro, Brasil, Editora Lucerna, 2002. 1 ed., p. 173-186.
- THUNBERG, A., OSVALDER, A-L. Monitoring complex processes: cognitive model of the control room operator's information process. **Anais do 16º Congresso internacional do IEA - International Ergonomics Association**, Maastricht, Holanda. 2006.
- TORENVLIT, G. L., JAMIESON, G. A., VICENTE, K. J. Making the most of ecological interface design: the role of individual differences. **Applied Ergonomics**, v. 31, p. 395-408. 2000.
- TÖRNSTRÖM, L. et al. A corporate workplace model for ergonomics assessments and improvements. **Applied Ergonomics**, v. 39, p. 219-228. 2008.

- VAN LAAR, D., DESHER, O. Evaluation of a visual layering methodology for colour coding control room displays. **Applied Ergonomics**, v. 33, p. 371-377. 2002.
- VICENTE, K.J. **Cognitive Work Analysis: Toward Safe Productive and Healthy Computer-based Works**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
- VICENTE, K. J., ROTH, E. M., MUMAW, R. J. How do operators monitor a complex dynamic work domain? The impact of control room technology. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 54, p. 831-856. 2001.
- VICENTE, K. J. Ecological Interface Design: Progress and Challenges. **Human Factors**, v. 44, n.1, p. 62-78. 2002.
- VINCK, D., LAUREILLARD, P. Coordination par les objets dans les processus de conception. In: MÉADEL, C., RABEHARISOA V., (eds.). **Représenter, Hybrider, Coordonner**. Paris, CSI-Ecole des mines de Paris, 1996.
- VIRKKUNEN, J., KUUTTI, K. Understanding organizational learning by focusing on “activity systems. **Accounting, Management & information technology**, v. 10, p. 291-319. 2000.
- VYGOTSKY, L. **Mind in Society**, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- WALLACE, E., DIFFLEY, C., BAINES, E., ALDRIDGE, J. **Ergonomic design considerations for public area CCTV safety and security applications**. Police Scientific Development Branch Publication. Reino Unido, 1995.
- WANG, Y.-S., HWANG, S. L. An experimental study on the information design of CRT display in process control systems. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 15, p. 459-469. 1995.
- WILSON, J. R. Participation – A framework and a foundation for ergonomics. **Journal of Occupational Psychology**, v. 64, p. 67-80. 1991.
- WILSON, J. R. Solution ownership in participative work design: the case of a crane control room. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 15, p. 329-344. 1995.
- WOODS, D. D. Visual momentum: A concept to improve the cognitive coupling of person and computer. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 21, p. 229-244. 1984.
- WOODS, D. D. Modeling and predicting human error. In: Elkind, J., Card, S., Hochberg, J., and Huey, B., (Eds.). **Human performance models for computer-aided engineering**. Academic Press, 1990a. p. 248-274.

- WOODS, D. D., ROTH, E., STUBLER, W., Mumaw, R. Navigating through large display networks in dynamic control applications. In: **Proceedings of the Human Factors Society** – 34th annual meeting. Human Factors and Ergonomics Society. 1990b.
- WOODS, D. D. Cognitive demands and activities in dynamic fault management: abductive reasoning and disturbance management. In: Noyes e Bransby (ed.). **People in control – Human factors in control room design**. The Institution of Electrical Engineers. Londres, 1994. p. 61-90.
- WOODS, D. D., PATTERSON, E. S., ROTH, E. M. Can we ever escape from data overload? A cognitive systems diagnosis. **Cognition, Technology and Work**, v. 4, p. 22-36. 2002.
- WULFF, I. A., RASMUSSEN, B., WESTGAARD, R. H. Documentation in large-scale engineering design: information processing and defensive mechanisms to generate information overload. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 25, p. 295-310. 2000.
- ZWAGA, H. J. G., HONNHOUT, H. C. M. Supervisory control behaviour and the implementation of alarms in process control. In: Stanton, N. (ed). **Human Factors in Alarm Design**. Taylor and Francis, Londres, 1994.

ANEXO I – TRANSCRIÇÕES DE GRAVAÇÕES DA ATIVIDADE E DE PERÍODOS DE AUTO-CONFRONTAÇÃO

Data da observação: 21/09/09 - **Hora:** Início 15h21 / Término 19h02 - **Turno:** 15 X 23 – **Operadores:** Marcio (SE) / Alexandre (NE) - **Cotur:** São Leão

Data da auto-confrontação: 25/09/09 – **Hora:** Início 2h01 / Término 6h - Turno: 23 X 07 - **Operadores:** Marcio (SE) / Alexandre (NE) - **Cotur:** São Leão

Atividade auto-confrontada: Manutenção de pressão no Gasbel via solicitação de aumento de compressão na ESTAP

Artefato utilizado/ tipo de ação	Referência/ Localidade	Tempo de gravação	Hora	Atores e sentido da comunicação	Conteúdo da comunicação	Atuação na interface / Conteúdo	Observações
Telefone/ Com. realizada	ESTAP	14'00"	15h35	Op. cons.: → ESTAP:	"Tentei ligar para caramba para vocês aí, ninguém atende o telefone. O que está havendo aí? Ligando para vocês direto, ninguém atende esse telefone. [] Tá... E., aumenta a compressão aí, porque está muito baixa, pode ser? Coloca essa máquina no máximo... o máximo dela é o que? 1.400, 1.500? [] é... põe no máximo aí por favor... e que permaneça no máximo, está bom, querido? (...)		Operador tb tem que procurar maximizar o rendimento dos equipamentos.
Transcrição da auto-confrontação	<p>O que levou a pedir a compressão foi...</p> <p>A pressão de descarga que estava caindo aqui... Tinha pressão na sucção mas os caras... operam e não operam... ele é que deveriam monitorar isso aqui... porque não estava vantajoso... tinha perfil... eu analisei que tinha perfil para a máquina aqui colocar mais carga no sistema. Isso os caras é que têm que olhar tb... estava caindo aqui, que eu puxei o trend, estava caindo... o operador mais cedo deveria ter pedido 1 milhão... às vezes (incompreensível) tem uma valvulazinha aqui de reciclo que vai abrindo, os caras não olham isso, vai caindo a compressão, o rendimento da máquina.</p> <p>Quer dizer, foi a própria indicação... e vc, como é que vc sabia que tinha espaço para vc comprimir mais?</p> <p>Por causa da sucção, aqui tinha um perfil bom de sucção... a gente vê aqui pela relação de sucção e descarga entendeu? Eu vi que a relação estava pequena... a gente pega esse aqui e divide por esse aqui [pressão de descarga/ pressão de sucção]. A relação estava pequena... é nessa relação que eu tenho que me basear... com essa relação que eu tenho aqui, o cara consegue colocar 1.8, 1.7 [milhão]... e estava com 1.0, eu sei que ele pode colocar mais... (...) eu tive que dar um toque nele para ele aumentar, pelo menos para estabilizar, porque eu não queria ver o Gasbel caindo em plena segunda-feira entendeu?... a idéia é pelo menos segurar ele...</p> <p>Naquele dia quanto é que estava mais ou menos (a relação pressão descarga/ pressão de sucção)?</p> <p>800 mil, eu lembro [a vazão].</p> <p>Mas, e pressões?</p> <p>Deixa eu pegar aqui... [consulta histórico gráfico da variável pressão de sucção, clicando na tela]... 52kg...</p> <p>Isso na sucção? Ok.</p> <p>Agora esta pior ainda, está com 51 e está com 1.7M... vamos ver como é que estava a vazão naquele dia aqui... hoje está menos do que estava aquele dia... [operador está com gráfico de vazão aberto na tela] eu lembro que estava caindo desde cedo aqui, caindo, caindo, caindo... (...) para a gente não demandar tempo para esse tipo de coisa, (...) eles deviam monitorar isso aqui... aí tem que cair, a gente tem que informar eles lá para eles poderem ter a iniciativa de aumentar o rendimento da máquina entendeu? Não é bom para eles e nem para mim... porque queima combustível e não me atende. (...) eu vi que estava caindo a descarga... como é que estava a descarga naquele dia aqui: [consulta histórico gráfico da variável pressão de descarga, clicando na tela]... aqui, no trend é muito berrante, está vendo, caindo desse jeito? Eu olhei o trend aqui, analisei e vi: não pode cair...</p> <p>Tem uma queda grande aí né?</p> <p>Está caindo muito... para explicar esse pedido foi a análise dos trends para pedir mais rendimento na máquina...</p> <p>Mais rendimento na máquina e ao mesmo tempo...</p> <p>Manter o sistema...</p>						

Data da observação: 21/09/09 - **Hora:** Início 15h21 / Término 19h02 - **Turno:** 15 X 23 – **Operadores:** Márcio (SE) / Alexandre (NE) - **Cotur:** São Leão

Data da auto-confrontação: 25/09/09 – **Hora:** Início 2h01 / Término 6h - **Turno:** 23 X 07 - **Operadores:** Márcio (SE) / Alexandre (NE) - **Cotur:** São Leão


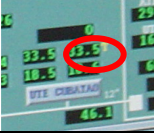
Atividade auto-confrontada: Ajustes de alarmes

Artefato utilizado/ tipo de ação	Referência/ Localidade	Tempo de gravação	Hora	Atores e sentido da comunicação	Conteúdo da comunicação	Atuação na interface / Conteúdo	Observações
	Merluza	27'15"	15h47			M2: Clica na vazão de Merluza. Altera HI 814mil→950mil e LO 399mil→600mil	
Transcrição da auto-confrontação	<p>Por que vc passa da ESTAP para Merluza? Porque deve ter alarmado aqui... Não alarmou... Então eu comecei a ajustar os alarmes então... devia estar em 700mil mais ou menos a vazão. [início do ajuste de alarmes] (...) Eu botei 600 mil para ver se tiver uma variação, uma queda de plataforma, para eu pegar rápido: opa, caiu plataforma. Se aumentar muito, eu vou ver, aumentou... eu quero acompanhar isso aqui de perto. Se cai, se aumenta. Vc está esperando um aumento aqui, de vazão? De repente estava até alarmado, vamos ver aqui [abre gráfico de histórico]... ou estava perto do valor aqui antes... [de acordo com o gráfico, a vazão naquela hora era de 714mil]... eu não esperava um aumento dela não, eu só deixei num valor perto... a gente não espera nada, eu só ajustei para poder (incompreensível) mais de perto, porque se ela disparar a vazão, para eu saber se aumentou... Ela está com 714, aí o seu HI está aqui [observador mima com as mãos o nível de vazão] aí vc aumentou o HI... Está porque muito perto, estava com 814... isso daí eu considero uma faixa de variação da plataforma, porque ela pode ter uma senóide... pode aumentar... Isso aqui é para o alarme não te perturbar? É, não me perturbar tb. Porque eu acho muito perto 100 mil para uma plataforma que tem uma variação muito grande. 100 mil para mim eu não considero muita coisa não porque a plataforma está em operação... Mas de 700 para 950, são 250 mil... já é muita coisa, eu quero saber o que aconteceu... E a mesma coisa aqui, vc aumentou o patamar mínimo para poder saber se tiver... Estava muito longe, entendeu?</p>						
	Merluza	27'44"	15h47			M2: Clica na PRESSÃO de Merluza. Altera HI 65→66	
Transcrição da auto-confrontação	<p>Vamos ver como é que estava a pressão de Merluza... [abre gráfico] estava mais ou menos estável aqui está vendo? Não estava com muita flutuação... aí já é um outro critério meu. Como está em linha reta, eu não posso colocar muito... está com 64 aqui agora, em uma linha reta... (...) coloco 2 kg para cima e para baixo. Vc deixa a linha no meio? Nesse perfil assim, eu deixo no meio. Por exemplo, quando está pressurizando, se tiver com 40 kg, eu deixo o LO com 39 e o HI com 43; se estiver despressurizando, eu deixo o HI com 41 e o LO com 37... é um critério de análise. É um critério meu, não é orientação do setor não. E uma maneira de trabalhar que eu acho que rende, para mim rende bastante. O que fez com que vc clicasse na pressão nesse momento? Aonde é que vc viu que estava regular... o que te levou a fazer esse ajuste de 65 para 66? Fiz análise certamente de pressão aqui.[abrindo o gráfico de histórico] Nessa vc não fez não. Acho muito difícil ter ajustado sem critério... porque aí eu vou perder meu tempo: vou ajustar... tempo é nosso recurso aqui de ouro... não pode perder tempo.</p>						

Data da observação: 21/09/09 - **Hora:** Início 15h21 / Término 19h02 - **Turno:** 15 X 23 – **Operadores:** Márcio (SE) / Alexandre (NE) - **Cotur:** São Leão

Data da auto-confrontação: 25/09/09 – **Hora:** Início 2h01 / Término 6h - **Turno:** 23 X 07 - **Operadores:** Márcio (SE) / Alexandre (NE) - **Cotur:** São Leão

Atividade auto-confrontada: Ajustes de alarmes (continuação)

Artefato utilizado/ tipo de ação	Referência/ Localidade	Tempo de gravação	Hora	Atores e sentido da comunicação	Conteúdo da comunicação	Atuação na interface / Conteúdo	Observações
	UTE Cubatão	29'01"	15h49			M2: Clica na PRESSÃO DA LINHA-TRONCO NA UTE CUBATAO, Altera HI 39→37 e LO (33)	
Transcrição da auto-confrontação	Aqui, a mesma pergunta: o que faz reduzir? O perfil do duto. Se o duto está despressurizando... Mesmo motivo que o de cima? Mesmo motivo.						
						M2: Clica na PRESSÃO ENTREGA PARA A UTE CUBATAO, MANTEM HI 36 e LO 32 / Clica na vazão, altera HI 505mil→10mil (Instantânea = 0)	
Transcrição da auto-confrontação	<p>Não está com consumo nenhum? Não está com consumo nenhum. Por que vc põe 10mil? Para se tiver alguma variação aqui, de vazão, para pegar logo. E por que manteve as pressões? O LO em 32? Na UTE Cubatão? Na pressão de entrega. Então, 32, 36... aquele critério.. não mexi muito porque estava parada... devia estar (incompreensível) com 32 também, vamos ver como é que estava [abre histórico]. Então deixei aqui perto da pressão que estava, mínima, com 33.5 e aquele critério de mais 4 kg. Não abaixei mais porque estava perto do mínimo operacional e eu tb não trabalho colado no mínimo não... dou um intervalozinho para...</p>						

ANEXO II – DOCUMENTO OPERACIONAL: PROCEDIMENTO DE PARADA DA URL 207 NO DIA 08 DE JUNHO DE 2009

O documento abaixo, referente à situação B, está reproduzido em sua íntegra; foram conservados os realces de texto (negritos, sublinhados e cores) assim como sua formatação original.

Procedimento de Parada da URL para Posterior Inertização e Liberação para NR-13

1. Preparação para Parada: _____

- ✓ C-04 – No HA que antecede ao dia da parada, restringir a **entrada de água** para o P-10 A/B, a fim de elevar a pressão de descarga do compressor (PI-681) para 14,5 kgf/cm², passando o set point do PIC-139 para 15,5 kgf/cm². Quando a pressão atingir o valor necessário, iniciar a transferência de propano do V-04 para a unidade com menor pressão, através da linha de make-up até atingir 10% no V-04 e 10% no V-05 (reduzir set point no LIC-73), mantendo os permutadores com os níveis operacionais. Concluída a transferência até os níveis desejados, bloquear a transferência e retornar com a válvula de água para posição anterior (aberta).
- ✓ * Ver definição com Bittencourt qual das duas opções abaixo em relação a temperatura das peneiras:
- ✓ 1^ª opção - F-01 / Peneiras: O turno de HÁ de segunda-feira deverá ajustar o “timer” das peneiras de forma que às 22 horas as duas peneiras estejam resfriadas.
- ✓ 2^ª opção – Ajustar o timer de modo que a troca das peneiras ocorra às 19 horas para que às 24:00 a peneira em aquecimento esteja com aproximadamente 240°C na saída (TI-82).
- ✓ V-03 – 2 horas anterior a parada, ajustar o nível do vaso para 10%;
- ✓ T-01 – 1 horas anterior a parada, ajustar o nível da torre para 85%, a fim de facilitar o aquecimento da torre, sem que ocorra a cavitação das bombas..

2. Início de Parada: _____

- 1^a Etapa
- ✓ CARGA: Iniciar redução gradativa de carga em rampa, de forma que passadas 02 horas a unidade esteja parada;
- ✓ T-01 – Ao iniciar a redução de carga, elevar a temperatura de fundo da torre para aproximadamente 80°C permitindo elevar os valores de C2 e C3 da corrente de GNAP até o limite de especificação do produto, atentando para o limite de temperatura de saída do F-02 (TRIP 114°C) ;

- ✓ TE- C-01 – Ao iniciar o aquecimento da torre, tirar o turbo de operação;
- ✓ C-04 – Adequar as temperaturas e níveis de propano de forma a facilitar a parada;
- ✓ V-03 – Iniciar a redução gradativa do nível de LGN do vaso em manual, de forma que após meia hora de iniciada a rampa de carga, o nível esteja menor que 5%;

- 2ª Etapa _____

- ✓ C-04 – Iniciar restrição da **entrada de água** para o P-10 A/B, a fim de elevar a pressão de descarga do o compressor (PI-681) para 14,5 kgf/cm², passando o set point do PIC-139 para 15,5 kgf/cm². Quando a pressão atingir o valor necessário, iniciar a transferência de propano do V-04 para a unidade com menor pressão, através da linha de make-up.
- ✓ P-02/04 e V-05 – Com a redução do nível do V-04, tirar de cascata os controladores de pressão do 1º e 2º estágios do C-04, iniciar a redução em manual dos níveis dos permutadores P-02 e P-04, simultaneamente com a redução de nível do V-05, até que todos fiquem com zero%, atentando para temperatura de descarga do C-04 para que não atinja 120°C no TI-694 (TRIP 130°C), pois o compressor irá recircular.
- ✓ F-01 – Se estiver apagado os maçaricos, acendê-los e alinhar a válvula de secagem da unidade (chifirão), elevando a temperatura de saída do forno para aproximadamente 100°C. Realizar ajuste da temperatura (mix gás frio com gás quente do chifirão) mantendo em cerca de 65°C no TI-005 (supervisório) e TI de campo, evitando ultrapassar de 70°C para não danificar o P-01. Observação: Este controle de temperatura deverá ser mantido enquanto a carga não estiver zerada.
- ✓ V-03 – Reduzir gradativamente as aberturas da PV-007 e FV-007 até zerar, aumentando as aberturas das FVs-06/08 simultaneamente para não pressurizar demais o V-03, zero o nível do mesmo.
- ✓ T-01 – Estando a carga da unidade abaixo de 60.000 m³/h, com a outra URL em operação (caso normal) em carga máxima (230.000 m³/h) e URGN também em carga máxima (145.000 m³/h) especificada enviando para o GASDUC II, elevar a temperatura de topo da torre injetando gás aquecido (do F-01) pela XV-183, procurando atingir a temperatura ambiente (aproximadamente 30°C) no TI-071 (prato 2), mesmo que a especificação do GNAP ultrapasse os limites (para carga inferior a 60.000 m³/h, teremos uma boa folga no resultado da mistura (mix) final do gás processado para o GASDUC II).

- 3ª Etapa _____

- ✓ C-04 – Fechar as LVs-73, 06 e 04 e bloquear para iniciar parada do compressor, procurando transferir todo o líquido do V-04 para a outra unidade. Quando a temperatura de descarga do compressor estiver em 125°C, desligá-lo, acompanhar a pressão do V-04 bloqueando a linha de make-up, quando a pressão do vaso atingir 13,5 kgf/cm²; Observação: Durante todo o processo de parada, deverá ser mantido o controle no ajuste de entrada de água no P-10 A/B monitorando a pressão de descarga (descrito na 2ª Etapa) do compressor. No momento que o C-04 for desligado, bloquear totalmente a água para manter a pressão elevada, possibilitando a maior transferência possível de propano.
- ✓ T-01 - Reduzir gradativamente o nível da torre de forma a manter o menor nível possível (limite de 30% enquanto necessário o F-02) sem que haja cavitação das B-20701 e 03 A/B; parando a B-20701 A/B e religando se for necessário,

- adequando a carga térmica do F-20702 de acordo com a necessidade (reduzindo o número de maçaricos);
- ✓ CARGA – Após parada do C-04, colocar o FIC-001 em manual, cortar totalmente a carga, não devendo ultrapassar 15 minutos para o término desta manobra, fechando em seguida a XV-01. Observação: Manter o C-02 operando a fim de comprimir o máximo de gás e minimizar a queima;
 - ✓ F-01 / “chifirão” – Ao zerar a carga, bloquear totalmente a linha de aquecimento da Unidade no chifirão, abrindo 100% do bloqueio (16 polegadas) a montante do P-01 (próximo das linhas de aquecimento da unidade e sistema de propano).
 - ✓ HV-181 - Após zerar a carga, abrir totalmente a HV-181 e a FV-183 (desde que não esfrie o V-03) para reduzir ao máximo a coluna de líquido da linha.
 - ✓ V-03 – À medida que a T-01 for perdendo pressão, abrir as FVs-06/08 até que atinjam 100%, equalizando a pressão do vaso com a torre, atentando para não ultrapassar 26 kgf/cm².
 - ✓ F-02 – Quando a T-01 estiver com dificuldades de manter nível, verificar a possibilidade de parada do forno e desligamento da B-03.
 - ✓ T-01 – Procurar transferir todo o nível da torre, ligando e desligando a B-01 alternadamente até que não se perceba mais elevação do nível. Quando isto acontecer (não elevar mais o nível), manter a B-01 em operação até a cavitação, que deverá ser acompanhada na área para o desligamento.
- 4ª Etapa _____
- ✓ F-01 – Quando a temperatura de topo da torre (T-01) estiver positiva (temperatura ambiente ou próxima), apagar os maçaricos e pilotos do F-01, bloqueando em seguida a XV-183.
 - ✓ C-03 – Parar o compressor C-03 quando o F-01 for apagado.
 - ✓ C-02 – Quando o C-02 estiver recirculando **sem envio de gás através do FT-028**, parar o compressor. Observação: Manter o PIC-313 em automático com o set point normal de operação, evitando despressurização da unidade para manter pressão positiva para drenagem final (manual) dos pontos baixos, que estará detalhada no procedimento específico de “Liberação da Unidade para NR-13”.