



AS FUNÇÕES DOS DIFERENTES OBJETOS INTERMEDIÁRIOS EM  
INTERVENÇÕES ERGONÔMICAS: UMA REFLEXÃO A PARTIR DE PROJETOS DE  
CENTROS DE CONTROLE

Camila Pinheiro Marins

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

Orientador: Francisco José de Castro Moura  
Duarte

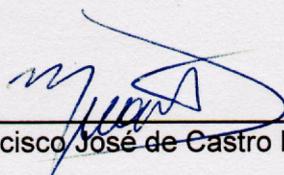
Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2015

AS FUNÇÕES DOS DIFERENTES OBJETOS INTERMEDIÁRIOS EM  
INTERVENÇÕES ERGONÔMICAS: UMA REFLEXÃO A PARTIR DE PROJETOS DE  
CENTROS DE CONTROLE

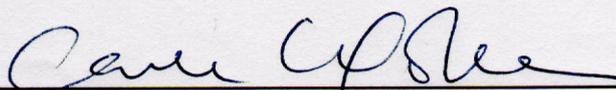
Camila Pinheiro Marins

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

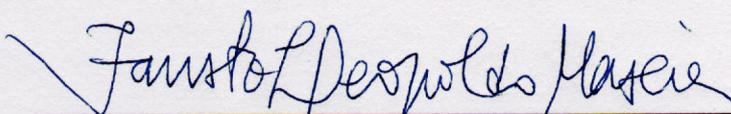
Examinada por:



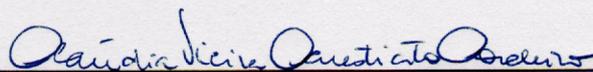
Prof. Francisco José de Castro Moura Duarte, D.Sc.



Prof. Carla Martins Cipolla, Ph.D.



Prof. Fausto Leopoldo Mascia, D.Sc.



Dr.<sup>a</sup>. Cláudia Vieira Carestiato Cordeiro, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

FEVEREIRO DE 2015

Marins, Camila Pinheiro

As funções dos diferentes objetos intermediários em intervenções ergonômicas: uma reflexão a partir de projetos de centros de controle/ Camila Pinheiro Marins. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2014.

XV, 155 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Francisco José de Castro Moura Duarte  
Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 126-130.

1. Projeto de ergonomia em centros de controle. 2. Objetos intermediários. 3. Simulação em ergonomia. I. Duarte, Francisco José de Castro Moura. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu orientador, professor Francisco Duarte, pela orientação, confiança, apoio e entusiasmo ao longo de todo esse trajeto de mestrado.

À Cláudia Cordeiro, por todos os ensinamentos em ergonomia e arquitetura, também pela confiança e seu jeito doce e paciente de nos dizer o que estamos fazendo errado.

Ao professor Fausto Mascia, por compartilhar sua experiência e me permitir acompanhá-lo em um projeto muito importante para mim e para essa dissertação.

À Maria de Fátima, por me ajudar em tudo que diz respeito ao mestrado, sempre se preocupando comigo e com todos os alunos e, ainda, pelas conversas sobre a vida.

Ao Diego Souza, pela companhia cotidiana e por estar sempre disposto a ajudar e também à Zui Clemente, ao Rogério Pontes e aos demais funcionários do PEP, pela colaboração.

A todos os professores do PEP que contribuíram para minha formação.

À dona Maria Alice Fernandes, pela simpatia, pela companhia, pelo carinho e pelo cafezinho maravilhoso!

Ao meu amigo, desde a graduação, Felipe Lopes, que me apresentou ao programa de mestrado, me incentivou a ingressar nesse mundo e me apoiou durante o percurso.

Aos meus colegas de mestrado e laboratório: Patrícia Gomes e Anderson Lima, por me mostrarem como o mundo da engenharia pode não ser tão complicado assim; Barbara Oggioni, uma pessoa sempre calma, otimista, disposta a ajudar os amigos e que faz tudo parecer fácil; Marcela Martins, pelas boas conversas, dicas de moda e brigadeiros (esse agradecimento se estende também ao Leonardo); Juliana Giglio, uma pessoa inteligente, sarcástica, e ótima companhia para viagens de projeto; Carolina Carmo, uma fofa, uma inspiração de vida, grande responsável pela ampliação da minha biblioteca pessoal (desde a primeira semana que a conheci, sua frase é “eu tenho um livro que fala sobre isso...”), sempre me ouvindo e dando conselhos maravilhosos em todos os setores da vida, te adoro, Carol! Mateus Abraçado, inspiração acadêmica e companhia para conversas sobre viagens; Felipe Maia, “retirante” divertido, prestativo e fanfarrão, e a quem também agradeço por me

tranquilizar na reta final da defesa; Michelle Figueiredo, pelas conversas descontraídas, raramente sobre assuntos acadêmicos; Viktoriya Lipovaya, a russa mais carioca que conheci, com um sotaque fofo, sempre disposta a ajudar os amigos e a quem ainda devo um café na zona sul; Marcos Bittencourt, por compartilhar seus conhecimentos, experiências e pesquisa sobre objetos intermediários, e; Vivian, a alegérrima colombiana, que possivelmente conhece mais do Rio de Janeiro do que eu.

Tenho que prestar um agradecimento especial ao meu amigo Francisco Magalhães, uma pessoa excepcional e essencial nessa caminhada, que me ajudou mais do que eu poderia ter pedido, que alegrou meus dias de Coppe, que me acompanhou diversas vezes ao bandeirão, que compartilhou comigo algumas “furadas” e muitas horas construindo maquetes eletrônicas, que me perturbou quase tanto quanto eu o perturbei, enfim, que me “aturou” nos últimos anos.

Aos meus amigos de ensino médio, Cinthia Vanni, Nathalia Pinto, Natalia Couto, Luana Alonso, Rebeca Garcia, Carolina Mendes, Ana Carolina Nascimento, André Cardoso, Artur Valente, Felipe Augusto, Flávio Nazário, Mauricio Damasceno e Fabrício Silveira, por alegrarem meus dias com divertidíssimas conversas pelo whatsapp e inúmeras tentativas (a maior parte, mal sucedida) de nos encontrarmos. Tenho muito carinho por todos.

Aos meus amigos da graduação, Adelson Saboia, Analice Leite, Fabiê Boaretto, Felipe da Rocha, Gabriel Cammarota, Gabriel Gonçalves, Luisa Pessoa, Pedro Burgos, Mariana Palmieri, Tamiris Cordeiro, Tatiana Stelling, Vanessa Robadey, por com compartilharem a experiência louca da formação em design e por saber que posso contar com todos.

À minha grande amiga, Águeda Gair, pela amizade de tão longa data, por estar sempre presente, por ser uma pessoa com quem posso sempre contar. Pelas conversas, conselhos, fofocas, chopes e pastéis. Pelas muitas recordações, por estar na minha vida e por ser praticamente uma irmã.

Ao Marcus Oberlaender, pelo amor, carinho, companhia, incentivo e confiança. Por sempre acreditar em mim e me motivar. Por me levar nas mais maravilhosas e inimagináveis viagens, por tornar os sonhos que nem sonhei ainda realidade, por ouvir minhas angústias e me tranquilizar. Pela simples calma e felicidade que me traz sua presença. Amo você!

À Lilian, à Laura e ao Walter Oberlaender, ao Marcus Vinicius Ferreira da Silva, e ao Osório Moreira, pelo carinho, apoio, e por me acolherem tão bem em sua família.

Ao meu irmão, Leandro, e minha cunhada, Bárbara, que sempre me apoiaram e que sempre foram exemplos para mim, e às minhas sobrinhas, Karen e Erika, cujos simples sorrisos me trazem toda a felicidade do mundo.

Finalmente, aos meus pais, Edson e Florinda, por tudo! Por me apoiarem em todas as minhas decisões desde que me entendo por gente, por confiarem em mim, por serem exemplos maravilhosos e por só quererem a minha felicidade. Amo vocês. Muito obrigada!

E a todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão de mais esta etapa da minha vida, meu sincero agradecimento!

Muito obrigada!

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

AS FUNÇÕES DOS DIFERENTES OBJETOS INTERMEDIÁRIOS EM  
INTERVENÇÕES ERGONÔMICAS: UMA REFLEXÃO A PARTIR DE PROJETOS DE  
CENTROS DE CONTROLE

Camila Pinheiro Marins

Fevereiro/2015

Orientador: Francisco José de Castro Moura Duarte

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho tem por objetivo descrever as funções de uso de diferentes objetos identificados em situações de projetos participativos de centros de controle, desenvolvidos a partir da utilização da abordagem ergonômica e, conseqüentemente, da análise ergonômica do trabalho. Para tanto, buscou-se relacionar os conceitos de objetos intermediários, objetos fronteiros e simulação em ergonomia ao desenvolvimento de projetos de centros de controle de indústrias de processo contínuo. Partindo dos preceitos da abordagem metodológica da pesquisa reflexiva sobre a prática profissional, foram realizados três acompanhamentos de projetos distintos de centros de controle, que permitiram a identificação dos objetos utilizados em cada situação, assim como suas respectivas funções, de acordo com a etapa projetual em que foram utilizados. Os resultados obtidos mostram que, em projetos de ergonomia, o papel dos objetos intermediários tem como principal benefício a possibilidade de inserir o usuário no projeto. No entanto, para que isso se torne possível, é necessária a construção do conhecimento acerca da atividade, resultante da análise ergonômica do trabalho, e que orientará a seleção ou desenvolvimento do conjunto de objetos mais adequado para cada situação de projeto.

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

ROLES OF DIFFERENT INTERMEDIARY OBJECTS IN ERGONOMICS  
INTERVENTIONS: A REFLECTION BASED ON CONTROL ROOM DESIGN  
PROCESS

Camila Pinheiro Marins

February/2015

Advisor: Francisco José de Castro Moura Duarte

Department: Production Engineering

This dissertation aims to describe the functions of use of different objects identified in participatory design process of control centers developed based on the use of ergonomics approach and, thereafter, the ergonomic work analysis. Therefore, the concepts of intermediary objects, boundary objects and simulation in ergonomics were related to the development of continuous process industries control centers design. Based on the precepts of the methodological approach of the reflexive research on professional practice, the participation of the researcher in three different control centers design situations, allowed the identification of the objects used in each situation, as well as their functions, according to the design stage in which they were used in. The results show that in ergonomics projects, the role of intermediary objects is primarily to create the possibility of inserting the user in the design process. However, in order to make it possible, the construction of knowledge about the activity is required. This knowledge can be obtained from the ergonomic analysis of the work, and shall guide the selection or development of the most appropriate set of objects for each design situation.

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO: QUESTÕES DE PESQUISA E APRESENTAÇÃO DO TEMA</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2 - SOBRE OS OBJETOS UTILIZADOS EM PROJETOS</b>	<b>6</b>
2.1. OBJETOS INTERMEDIÁRIOS	6
2.2. CARACTERÍSTICAS DOS OBJETOS INTERMEDIÁRIOS	8
2.3. OBJETOS FRONTEIRIÇOS	14
2.4. SIMILARIDADES E DIFERENÇAS ENTRE OS CONCEITOS	21
2.5. O USO DOS OBJETOS EM PROJETOS DE ERGONOMIA	23
<b>CAPÍTULO 3 - A SIMULAÇÃO EM ERGONOMIA</b>	<b>28</b>
3.1. ASPECTOS VARIÁVEIS DA SIMULAÇÃO	29
3.1.1. Objetivos da simulação	30
3.1.2. Escalas	31
3.1.3. Relação operador x simulação	32
3.2. A SIMULAÇÃO EM PROJETOS DE CONCEPÇÃO DE SITUAÇÕES DE TRABALHO	33
3.2.1. Estruturação	34
3.2.2. A atividade de trabalho e a simulação	38
3.2.3. Ferramentas de representação	40
3.2.4. Simulação e aprendizagem	42
<b>CAPÍTULO 4 - ABORDAGEM METODOLÓGICA</b>	<b>44</b>
4.1. REFLEXÃO SOBRE A PRÁTICA	45
4.2. O PROJETO DE PESQUISA	50
4.3. ESCOPO E PLANEJAMENTO DOS PROJETOS	54
4.3.1. Projeto A: Estudo de viabilidade de ampliação de um centro de controle integrado de dutos de gás e óleo	54
4.3.2. Projeto B: Análise ergonômica do trabalho para desenvolvimento de layout para sala de controle de uma usina termelétrica	57
4.3.3. Projeto C: Projeto de ergonomia para centralização das salas de controle de um núcleo experimental de tecnologias para indústria de petróleo	61
<b>CAPÍTULO 5 - SOBRE O ACOMPANHAMENTO DOS PROJETOS E O USO DOS OBJETOS INTERMEDIÁRIOS</b>	<b>67</b>
5.1. A CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS USADOS E SUAS FUNÇÕES NO PROJETO A: ESTUDO DE VIABILIDADE DE AMPLIAÇÃO DE UM CENTRO DE CONTROLE INTEGRADO DE DUTOS DE GÁS E ÓLEO	67
5.2. A CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS USADOS E SUAS FUNÇÕES NO PROJETO B: ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO PARA DESENVOLVIMENTO DE LAYOUT PARA SALA DE CONTROLE DE UMA USINA TERMELÉTRICA	84

5.3. A CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS USADOS E SUAS FUNÇÕES NO PROJETO C: PROJETO DE ERGONOMIA PARA CENTRALIZAÇÃO DAS SALAS DE CONTROLE DE UM NÚCLEO EXPERIMENTAL DE TECNOLOGIAS PARA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO.....	96
<b>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO.....</b>	<b>115</b>
6.1. FUNÇÕES DOS OBJETOS INTERMEDIÁRIOS EM PROJETOS DE CENTROS DE CONTROLE .....	115
6.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	122
<b>CAPÍTULO 7 - REFERÊNCIAS .....</b>	<b>126</b>
<b>Anexo 1:</b> Apresentação em Power Point com elementos interativos – PROJETO A .....	131
<b>Anexo 2:</b> Plantas (CAD) – PROJETO B .....	144
<b>Anexo 3:</b> Rascunhos - PROJETO B .....	146
<b>Anexo 4:</b> Imagens preliminares dos sistemas - PROJETO B .....	148
<b>Anexo 5:</b> Imagens da maquete eletrônica - PROJETO C .....	150

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura da dissertação .....	4
Figura 2: interações entre objetos intermediários e usuários.....	9
Figura 3: Objetos fronteiros utilizados nas intervenções de Broberg ( <i>et al.</i> , 2010; BROBERG <i>et al.</i> , 2011).....	20
Figura 4: Estrutura de fases para simulação (adaptado de CETIM, 1991 apud MALINE, 1997) .....	37
Figura 5: Relação entre problemas práticos e problemas de pesquisa (adaptado de BOOTH <i>et al.</i> , 2008).....	44
Figura 6: Reflexão sobre a teoria gerada a partir da prática (adaptado de Granath, 1991) .....	48
Figura 7: Sala de controle principal (divisória para área de engenharia) e área de engenharia (com divisória a meia altura para sala de controle principal) .....	60
Figura 8: Sala de controle da Termelétrica "B".....	61
Figura 9: Salas de controle local e espaço destinado ao novo CIC .....	62
Figura 10: Distribuição inicial dos postos de trabalho no pavimento térreo .....	69
Figura 11: Cenário 1 – Proposta A1 .....	70
Figura 12: Cenário 1 – Proposta A2 .....	70
Figura 13: Cenário 1 – Proposta B .....	71
Figura 14: Ocupação original do mezanino .....	72
Figura 15: 2º pavimento – marcação da área disponível para expansão do centro de controle (em destaque, o elevador exclusivo de acesso ao pavimento térreo).....	73
Figura 16: Pavimento térreo – marcação da área disponível para expansão do centro de controle (auditório).....	74
Figura 17: Subsolo – marcação da área disponível para expansão do centro de controle (biblioteca) .....	74
Figura 18: Distribuição inicial dos postos de trabalho, por setor, na área do segundo pavimento .....	76
Figura 19: Distribuição final dos postos de trabalho, por setor, na área do segundo pavimento .....	76
Figura 20: Sequência de cliques, que viabilizam uma apresentação interativa. ....	78
Figura 21: Propostas de solução para problema de circulação no subsolo .....	79
Figura 22: Cenário 3 – Layout final proposto para o pavimento térreo. ....	80
Figura 23: Imagens da sala de controle geradas a partir da maquete eletrônica simplificada.....	81

Figura 24: Maquete eletrônica detalhada: vista da sala de controle (fonte: CONCEIÇÃO, 2007).....	82
Figura 25: Esboço do layout (discutido em reunião) sugerido para o prédio da operação.....	86
Figura 26: Propostas de layout levadas para discussão e validação.....	87
Figura 27: Alteração de layout sugerida pelo engenheiro de automação.....	87
Figura 28: Layout original e layout proposto para a sala de controle, sala de automação e sala de emissão de PTs.....	88
Figura 29: Divisão inicial das áreas do prédio da operação.....	89
Figura 30: Distribuição de áreas proposta para o prédio da operação.....	89
Figura 31: Esboço do layout (feito pelo engenheiro de automação) sugerido para a sala de equipamentos/ estação de engenharia.....	90
Figura 32: Esboço (e tradução) da disposição dos operadores da turma na usina.....	91
Figura 33: Rascunho (desenvolvido com o engenheiro de automação e validado com o gerente de operação) da disposição dos conjuntos de monitores/sistemas/telas.....	93
Figura 34: Disposição das telas (validada com a gerência e o engenheiro de automação).....	93
Figura 35: Previsão da disposição dos consoles de operação.....	94
Figura 36: Imagens geradas a partir da maquete eletrônica.....	94
Figura 37: Planta esquemática da sala de controle principal.....	97
Figura 38: Sala de controle principal durante a realização de dois testes em unidades distintas.....	98
Figura 39: Planta esquemática da sala de controle da UMLV.....	98
Figura 40: Planta esquemática da sala de controle da UTVGL.....	99
Figura 41: Sala de controle da UTVGL.....	100
Figura 42: Posto de trabalho de controle da 5P.....	101
Figura 43: Planta baixa do prédio da 5P, onde seria instalado o CIC.....	102
Figura 44: Área disponível para a sala de controle do prédio da 5P.....	102
Figura 45: Videoconferência entre equipe de ergonomia (RJ) e representantes do núcleo experimental (SE).....	107
Figura 46: Reunião de definição de layout – OPÇÃO A.....	108
Figura 47: Reunião de definição de layout – OPÇÃO B.....	108
Figura 48: Reunião de definição de layout – OPÇÃO C.....	109
Figura 49: Reunião de definição de layout – OPÇÃO D.....	109
Figura 50: Opção B - indicações de necessidades de obras.....	110
Figura 51: Opção A - Revisada.....	110
Figura 52: Maquete eletrônica - sala de controle.....	111

Figura 53: Maquete eletrônica - vista isométrica .....	111
Figura 54: Desenho esquemático destacando o acabamento de cada parede .....	113

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Caso da articulação da indústria de caminhões (BOUJUT e BLANCO, 2003) .....	12
Quadro 2: Caso do suporte do equipamento de aplicação de tinta (BOUJUT e BLANCO, 2003).....	12
Quadro 3: Categorização dos objetos fronteiros em ergonomia participativa (adaptado de BROBERG, ANDERSEN e SEIM, 2011) .....	18
Quadro 4: Resumo dos objetos utilizados nas intervenções de Broberg ( <i>et al.</i> , 2011)	19
Quadro 5: Características do uso de objetos fronteiros em processos de projetos participativos em ergonomia (BROBERG <i>et al.</i> , 2010, BROBERG <i>et al.</i> , 2011).....	24
Quadro 6: Tipos de ferramentas intermediárias de representação (fonte: MALINE, 1997, apud LONGIN <i>et al.</i> , 1996).....	41
Quadro 7: Visitas e principais atividades realizadas .....	56
Quadro 8: Etapas do projeto da usina termelétrica .....	58
Quadro 9: Visitas e principais atividades realizadas .....	59
Quadro 10: Unidades operadas em cada sala de controle .....	62
Quadro 11: Visitas e atividades realizadas .....	64
Quadro 12: Validação do contingente de operadores e quantidade de postos previstos para o CIC .....	104
Quadro 13: Primeiro estudo preliminar de layout .....	105
Quadro 14: Segundo estudo preliminar de layout .....	105
Quadro 15: Terceiro estudo preliminar de layout .....	106
Quadro 16: Oobjetos utilizados em cada fase das três situações de projeto.....	116

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>5P</b>	Planta Piloto de Processamento Primário de Petróleo
<b>AAF</b>	Análise da atividade futura
<b>AET</b>	Análise ergonômica do trabalho
<b>APO</b>	Avaliação Pós-Ocupação
<b>CAD</b>	<i>Computer-aided design</i>
<b>CFTV</b>	Circuito fechado de televisão
<b>CIC</b>	Centro integrado de controle
<b>CM</b>	Circuito multifásico
<b>COPPE</b>	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
<b>CP</b>	Circuito de poço
<b>DOE</b>	Documento de orientações ergonômicas
<b>ECM</b>	<i>Enterprise Content Management</i>
<b>EPI</b>	Equipamento de proteção individual
<b>ETA</b>	Estação de tratamento de água
<b>GTL</b>	<i>Gas-to-liquids</i>
<b>GTs</b>	Turbinas a gás
<b>IODs</b>	<i>Intermediary objects of design</i>
<b>IPC</b>	Indústria de processo contínuo
<b>MEs</b>	Maquetes eletrônicas
<b>O&amp;M</b>	Operação e Manutenção
<b>OI</b>	Objeto Intermediário
<b>PT</b>	Permissão de trabalho
<b>RJ</b>	Rio de Janeiro
<b>SAC</b>	Situação de ação característica
<b>SADT</b>	<i>Structured Analysis and Design Technique</i>
<b>SE</b>	Sergipe
<b>SP</b>	São Paulo
<b>TVs</b>	Turbinas a vapor
<b>UBSW</b>	Unidade de <i>Basic Sediments and Water</i>
<b>UMVL</b>	Unidade de medição de vazão de líquidos
<b>UTVGL</b>	Unidade de testes de válvulas de gás <i>lift</i>
<b>VE</b>	<i>Virtual environment</i>
<b>VR</b>	<i>Virtual reality</i>

# CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO: QUESTÕES DE PESQUISA E APRESENTAÇÃO DO TEMA

Em processos de projeto, a ergonomia tem atuado em um duplo movimento: por um lado, através da análise ergonômica do trabalho (AET), procura-se gerar conhecimentos sobre a atividade dos operadores e usuários, para inseri-los nos processos de concepção, permitindo reflexões antecipadas sobre o trabalho futuro; por outro, busca-se, desde o início dos projetos, ampliar o raio de ação dos operadores e usuários sobre o projeto.

A abordagem ergonômica em projetos é considerada por muitos autores como essencialmente participativa (BÉGUIN, 2007a, 2007b; BROBERG *et al.* 2010, 2011; DANIELLOU, 2004, 2007a, 2007b; DUARTE, 2002). Entre as abordagens mais utilizadas para o envolvimento dos usuários nos projetos, pode-se destacar a simulação em ergonomia. Os processos de simulação são processos normalmente apoiados por objetos intermediários de concepção (VINCK & JEANTET, 1994) ou por objetos fronteiros (STAR & GRIESEMER, 1989), de acordo com a configuração do uso realizado desses objetos.

Embora seja comumente apontado o uso destes objetos, poucas inscrições existem na literatura sobre a utilização e função específicas dos objetos. (BITTENCOURT, 2014). Assim, esta dissertação pretende contribuir para a prática da ergonomia em projetos participativos. O objetivo é descrever as funções de uso de diferentes objetos que permeiam projetos em ergonomia. Mais especificamente, pretende-se descrever estas funções em projetos participativos de espaços de trabalho desenvolvidos a partir da utilização da abordagem ergonômica.

A motivação desta dissertação teve início com a participação da autora em projetos de ergonomia envolvendo o uso de maquetes eletrônicas. O uso mais comum das maquetes nestes projetos estava relacionado a uma apresentação da proposta final de projeto, fosse para o “convencimento” do cliente sobre a solução proposta (fazendo uso da visualização 3D para explicar pontos que não haviam sido compreendidos anteriormente por outros meios) ou simplesmente para confirmação/validação por parte do cliente (confirmando, através da visualização 3D, o que já havia sido acordado). Em ambos os casos, o uso da maquete era pontual, pouco explorado e não incentivava o diálogo e a participação dos envolvidos.

Em situações de projeto, diversos objetos são utilizados para auxiliar a comunicação entre os envolvidos, materializando e sincronizando as representações idealizadas por cada participante. São exemplos de objetos intermediários: esboços, plantas, representações 3D, maquetes, protótipos e qualquer outro artefato que permita essa antecipação de divergências de representação e, por consequência, antecipação de problemas de projeto.

Cada objeto utilizado durante um projeto pode viabilizar um grau de interação e discussão específico, dependendo do modo de uso. Fatores como níveis de detalhamento e complexidade do objeto, etapa projetual em que são utilizados, e participantes convidados a interagir, podem influenciar diretamente nos resultados obtidos com o uso dos objetos.

Como resultado dessa congruência de representações e perspectivas projetuais, espera-se, com o uso dos objetos intermediários de concepção, o alcance de resultados finais mais precisos e que reflitam as expectativas e necessidades de todos os atores envolvidos.

Segundo Bittencourt (2014), seria importante considerar para esse propósito não somente o uso de um objeto intermediário isolado, mas sim de vários instrumentos que possam ser desenvolvidos e utilizados ao longo de um projeto e que comporiam um “sistema de instrumentos” a ser utilizado pelo ergonomista e pela equipe de projeto.

Diante desse contexto, essa pesquisa busca responder aos seguintes questionamentos:

- **Do ponto de vista pragmático, quais as funções dos diferentes objetos utilizados para discussão de projetos de espaços de trabalho (comparando os objetos e funções identificados na literatura com os objetos e funções observados nos projetos realizados)?**
- **Em quais etapas de projeto estão sendo utilizados estes objetos intermediários de concepção e qual seria sua contribuição para o projeto?**

A abordagem metodológica adotada foi a reflexão sobre a prática de intervenção em projetos, tendo sido utilizadas três intervenções ergonômicas em projetos de espaços de trabalho:

- O projeto de estudo de viabilidade de ampliação um centro de controle integrado de dutos de gás e óleo, no centro da cidade do Rio de Janeiro, cujo projeto original, de 2006, também havia sido realizado pela equipe de ergonomia e projeto do departamento de engenharia de produção da COPPE, onde a maquete eletrônica foi utilizada em conjunto com outros objetos facilitadores;
- O projeto de análise ergonômica do trabalho para desenvolvimento de layout para sala de controle de uma usina termelétrica, em São Paulo, que passaria por alterações na organização do trabalho (em especial a previsão de substituição da equipe de operação e a redução da quantidade de operadores por turno), além de modificações no sistema de telas de monitoramento; e
- O projeto de ergonomia para centralização das salas de controle de um núcleo experimental de uma empresa do ramo de petróleo, em Aracaju, cujos principais desafios estavam na compreensão da atividade dos operadores, em sua maioria polivalentes, que atuavam em unidades cuja operação consistia na realização de testes de equipamentos ou circuitos diversificados, de acordo com a demanda da empresa.

### **Organização do documento**

Este documento apresenta a dissertação de mestrado e está estruturado em sete capítulos, distribuídos em três blocos principais de conteúdo, incluindo esta introdução (com a apresentação do tema) e organizados conforme o descrito a seguir.

Os três blocos de conteúdo podem ser observados na Figura 1, onde: o primeiro bloco representa a parte teórica da dissertação, composta pelo capítulo introdutório de apresentação do tema, capítulos de pesquisa bibliográfica (tratando principalmente dos assuntos: objetos intermediários, objetos fronteiros e simulação em ergonomia) e a exposição da metodologia utilizada; o segundo bloco aborda a parte prática da pesquisa, através da descrição dos projetos acompanhados, com ênfase no uso dos objetos intermediários de concepção e, por fim; o terceiro bloco conclui a pesquisa, trazendo os resultados obtidos e confrontando-os com os conceitos discutidos no referencial teórico.



Figura 1: Estrutura da dissertação

Após a apresentação do tema, O *Capítulo 2* introduz o conceito de objetos intermediários (OIs) e objetos fronteiriços. Tais conceitos são discutidos desde a década de 80 (STAR & GRIESEMER, 1989), e tratam da problemática projetual relacionada à comunicação e à cooperação entre atores heterogêneos, viabilizando trocas e discussões que permitem uma antecipação de problemas futuros. São abordados ainda: o papel de objetos intermediários em projetos de ergonomia e a utilização da maquete eletrônica como objeto intermediário e/ou fronteiroço na ergonomia como uma ferramenta de auxílio no desenvolvimento de projetos participativos de espaços de trabalho.

Em seguida, o *Capítulo 3* apresenta o conceito de simulação em ergonomia, sendo destacado o uso da simulação com objetivo de concepção (BÉGUIN & WEILL-FASSINA, 1997). Nesse contexto, a simulação surge como um artifício disponível para a antecipação de resultados projetuais, muitas vezes apoiadas pelo uso das maquetes eletrônicas, maquetes físicas ou ambientes virtuais para sua realização.

No *Capítulo 4*, é descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, a qual abrange os princípios da pesquisa reflexiva sobre a prática profissional (JACKSON, 1998; SCHÖN, 2000) e da abordagem metodológica da análise ergonômica do trabalho (GUÉRIN, 2002). Com base nisso, são expostas as metodologias de intervenção utilizadas especificamente em cada um dos três projetos acompanhados, sendo estes: (1) o projeto de estudo de viabilidade de ampliação de um centro de controle integrado de dutos de gás e óleo, (2) o projeto de análise ergonômica do trabalho para desenvolvimento de layout para sala de controle de uma

usina termelétrica, e (3) o projeto de ergonomia para centralização das salas de controle de um núcleo experimental de tecnologias para indústria de petróleo

O *Capítulo 5* enriquece a descrição as três situações de projeto selecionadas para acompanhamento na fase de estudo de campo, detalhando as situações de uso dos objetos intermediários identificados ao longo de cada projeto.

Por fim, no *Capítulo 6*, são apresentados os resultados alcançados com o acompanhamento dos projetos, confrontando-os com as expectativas estabelecidas pelo referencial teórico, apresentando sua contribuição na construção do conhecimento a respeito de tema e propondo sugestões de continuidade de pesquisa.

## **CAPÍTULO 2 - SOBRE OS OBJETOS UTILIZADOS EM PROJETOS**

Com a ascensão do sistema de engenharia simultânea nas indústrias, o enfoque de produção foi direcionado para o trabalho em equipes e o uso de técnicas interdisciplinares, tornando a interação entre atores de mundos profissionais (BÉGUIN, 2010) diferentes mais evidente e necessária. O desenvolvimento de produtos adquire uma função estratégica na empresa, em especial sobre a função produção, aumentando também a pressão por resultados (e, por consequência, processos de produção) mais rápidos e eficientes. (HARTLEY, 1998)

Dessa forma, em um cenário de engenharia simultânea, as informações devem ser geradas e transmitidas de maneira que haja um mínimo de interpretação comum entre os atores envolvidos, uma vez que atores integrantes de cada mundo profissional tendem a assimilar informações (e, logo também, objetos) de maneira específica à sua área de atuação.

Neste capítulo serão apresentados os conceitos de objetos intermediários e objetos fronteirços, destacando suas principais características, semelhanças e diferenças e exemplos de possíveis formas de uso em ergonomia.

### **2.1. Objetos intermediários**

Os chamados objetos intermediários são os artefatos criados ou utilizados ao longo do desenvolvimento de um projeto, que servem como suporte a esta atividade, auxiliando na comunicação, na antecipação de resultados e no registro do histórico de decisões projetuais. No decorrer de um processo de projeto, os objetos intermediários de concepção são produzidos, circulam, orientam, restringem, são testados, criticados, corrigidos e completados, constituindo assim um apoio, ou até uma parceria, ao trabalho dos atores envolvidos. (JEANTET, 1998).

Os estudos iniciais sobre o tema foram desenvolvidos por Vinck e Jeantet (1994), que buscaram compreender, através de observações empíricas, como os objetos utilizados no processo de projeto de produto contribuem para a inter-relação entre aspectos técnicos e sociais de projeto. Os autores afirmam que, muitas vezes, os estudos acerca do processo de projeto tendem a analisar somente um ou outro

desses aspectos e que os objetos utilizados no processo também sofreriam essa distinção de abordagem: tendendo a serem analisados de um ponto de vista técnico pelas ciências exatas ou do ponto de vista social pelas ciências sociais.

Objetos intermediários são representações de um objeto final ausente. Eles deveriam ser objetos que pudessem ser comunicados e trocados entre parceiros de projeto. Seu objetivo é melhorar as trocas, permitir que pontos de vista de vários ofícios sejam expressos e compromissos sejam alcançados. Quando um projeto é compartilhado entre diferentes projetistas, a circulação desses objetos se torna o lugar para a construção (dividindo e integrando) a ação coletiva. (VINCK *et al.*, 1996, p. 299. Tradução nossa)<sup>1</sup>

Diante disso, os autores buscaram posicionar estes objetos como atores ativos do processo de projeto e optaram por utilizar o termo “intermediário” para caracterizar um objeto de natureza híbrida, que circularia entre vários elementos, vários atores ou sucessivos estágios de um trabalho em andamento, como resultados intermediários. Desse modo, estes objetos poderiam ser considerados tanto como intermediadores entre estágios projetuais quanto entre pessoas. (VINCK & JEANTET, 1994; JEANTET, 1998)

Entre estágios projetuais, pois, ao final de cada etapa, haveria um conceito estruturado do que já foi estabelecido e do que seria esperado para a etapa seguinte e, entre pessoas, convergindo as representações e expectativas individuais em um consenso e uma representação comum a todos os participantes, permitindo assim uma continuidade projetual mais homogênea.

Essas duas funções distintas, porém complementares, são denominadas por Jeantet (1998) como dupla dimensão dos OIs, uma vez que, do ponto de vista projetual, estes são representações provisórias, em desenvolvimento e, ao mesmo tempo, são vetores de criação do conhecimento sobre o produto e traços da aprendizagem múltipla atingida durante o processo de concepção.

---

<sup>1</sup> *“Intermediary objects are representations of a final, absent object. They are supposed to be objects that can be communicated and exchanged between design partners. Their goal is to improve exchanges, enable viewpoints from various trades to be expressed and compromises to be achieved. When design is shared out between different designers, the circulation of these objects becomes the place for constructing (dividing and integrating) collective action.”* (VINCK *et al.*, 1996, p. 299.)

## 2.2. Características dos objetos intermediários

Desde a conceituação original dos objetos intermediários desenvolvida por Vinck e Jeantet (1994), algumas características principais permeiam a maior parte dos estudos acerca do tema.

Entre as mais difundidas estão o quadro de postulados de Vinck e Jeantet (1994), que apresenta uma relação entre uso e interpretação dos objetos intermediários a partir dos conceitos de objetos abertos, fechados, objetos de comissionamento e objetos de mediação; e os papéis atribuídos aos objetos intermediários, enquanto parte integrante do projeto: de mediação, tradução e representação (JEANTET, 1998). Estes dois eixos de compreensão do conceito serão melhor detalhados nos tópicos subsequentes.

### Objetos de comissionamento, objetos de mediação, objetos abertos, objetos fechados

Pioneiros na discussão sobre o tema, Vinck e Jeantet (1994; VINCK *et al.* 1996) apresentam uma proposta de relação entre quatro pontos de vistas teóricos sobre objetos, ou seja, quatro interpretações de intenções de usos baseadas em trabalhos de outros autores (não necessariamente excludentes) destes objetos intermediários (Figura 2).

Estas interpretações estariam divididas em dois eixos, sendo que o primeiro eixo estaria relacionado à **flexibilidade interpretativa** dos objetos, caracterizando-os como objetos de comissionamento ou objetos de mediação, que determina se o objeto assume um papel ativo ou passivo no processo de projeto, enquanto o segundo eixo caracterizaria as **possibilidades de ação** dos usuários a partir do objeto, colocando-os como objetos abertos ou fechados.

A Figura 2 traz a representação das interações discutidas por Vinck e Jeantet (1994), onde os círculos representariam os objetos, enquanto as setas seguidas de letras representariam as possíveis interpretações geradas a partir do uso do objeto em questão, dado pela relação entre as características dos eixos vertical x horizontal mencionados anteriormente. Este diagrama é também chamado por Vinck (*et al.*, 1996) de matriz para compreensão dos objetos e auxilia na comparação de diferentes situações e processos de projeto.

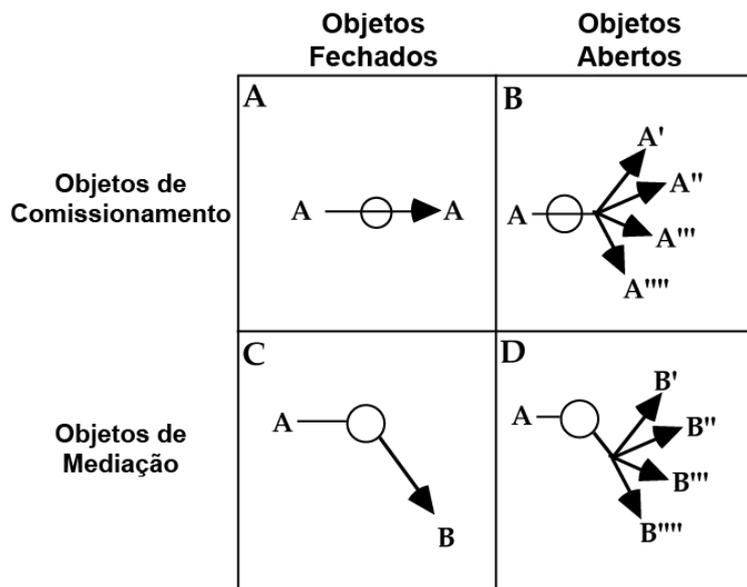


Figura 2: interações entre objetos intermediários e usuários  
(VINCK & JEANTET, 1994; VINCK *et al.*, 1996)

Uma primeira abordagem quanto à flexibilidade interpretativa dos objetos, seria o que alguns autores chamam de objetos de **comissionamento**, que podem ser entendidos como objetos simplesmente intermediadores, que, como o resultado de uma interação prévia, tornam-se objetos de instrução, que delegam uma intenção, um valor, uma interação social, etc. Destinados apenas a transmitir uma ideia inicial sem modificar seu significado. São objetos que assumem um papel passivo no processo de projeto, como intermediários “transparentes”. Levam a ideia à sua realização, são neutros. O objeto de comissionamento é aquele que representa fielmente a interação entre atores e objetos a montante desse objeto.

Por outro lado, outro grupo de autores defende que os objetos sempre transformariam a intenção inicial do seu desenvolvimento, ou seja, seriam inevitavelmente **mediadores**, atores e tradutores (gerando, conseqüentemente, uma interpretação), adquirindo um papel ativo e interativo no processo de projeto. Eles seriam a representação de etapas anteriores e ao mesmo tempo um novo ponto de partida para novas interpretações e etapas futuras.

As características de mediação e comissionamento estariam diretamente relacionadas a duas formas opostas de consideração dos objetos: enquanto os objetos de comissionamento estariam relacionados a um aspecto mais técnico do processo de projeto, onde os objetos, ferramentas e métodos seriam intermediários “transparentes”, traduzindo metas em resultados, objetos de mediação passariam a

levar também em consideração as características sociais do projeto, em um cenário que inclui ações e mediações. (VINCK *et al.* 1996)

No outro eixo do diagrama, encontram-se os objetos fechados ou abertos. Objetos **fechados** seriam objetos que imporiam ao seu usuário uma forma de interpretar ou agir, somente transmitindo ao usuário a intenção do autor. O usuário deve compreender o objeto e agir da forma pretendida pelo seu autor, não cabendo ao primeiro interpretar ou transformar tais intenções.

Objetos **abertos**, por sua vez, permitiriam ao usuário uma flexibilidade para manipular e reinterpretar seus aspectos, incentivado pelas relações criadas a partir do objeto. Ele consentiria uma liberdade de ação por parte de seus usuários.

Deve-se ressaltar, no entanto, que essa classificação não pretende ser intransigente; os objetos não possuem uma classificação fixa, uma vez que o resultado obtido com o uso de cada objeto pode variar em função de diversos fatores circunstanciais, como o grau de interação entre os envolvidos, a complexidade do objeto, e o momento de uso. Da mesma forma, um mesmo objeto, em situações de projeto distintas, também pode assumir uma posição diferente no diagrama.

#### Triplo papel dos objetos intermediários: tradução, mediação e representação

Outro aspecto frequentemente mencionado em estudos sobre OIs (JEANTET, 1998; BOUJUT e BLANCO, 2003; VINCK, 2009), recai sobre o caráter híbrido dos objetos intermediários, fazendo relação à possibilidade do objeto aplicar-se tanto à construção de um novo produto, quanto à organização da coordenação da equipe de trabalho. O que leva os autores a também atribuírem aos objetos intermediários um triplo papel: de tradução, mediação e representação. Esses registros visam solidificar o conceito inicialmente mais genérico proposto por Vinck e Jeantet (1994).

A **tradução** refere-se às mudanças necessárias para que o projeto passe de um estado de “necessidade expressa” a um estado de “solução calculada” do produto, ou seja, a transformação da ideia conceitual do produto em dados concretos, expressos usualmente por documentos teóricos como lista de requisitos, restrições, especificações. A ideia é que, quando os resultados de uma fase projetual a montante passam a servir de ponto de partida para a fase a jusante, este trabalho corresponderia a uma tradução.

As operações de tradução consistem em enriquecer a definição do produto, incluindo perspectivas e limitações dos novos atores que vão surgindo no processo. Em um processo cooperativo este processo de transformação torna-se coletivo e requer dos participantes uma explicação constante das escolhas que fazem ou modificação que propõem, levando gradativamente a um entendimento comum e à criação de um histórico de projeto compartilhado por todos os envolvidos.

A **mediação** seria responsável pela conexão de lógicas heterogêneas e objetos distintos. Embora possam ser considerados mediadores da ação, neste sentido os objetos intermediários não seriam um meio totalmente transparente de mediação das intenções do seu criador, isso porque as ideias ou intenções do autor representadas por eles estariam sujeitas às restrições das ferramentas ou meios utilizados para construí-las ou expressá-las. Boujut e Blanco (2003) complementam que essa mediação possui fundamental importância durante o processo de projeto para promover a participação e cooperação de atores a jusante do processo (como, por exemplo, a equipe de fabricação).

E a **representação** se daria tanto em um sentido temporal, como representações provisórias do projeto, como projeções ou antecipações de características desejadas no futuro produto; quanto organizacional, referindo-se ao conhecimento limitado que tem cada ator sobre o produto futuro e que cada um manifesta durante a construção ou uso dos OIs, que seriam, assim, vestígios de uma aprendizagem recíproca durante o processo de projeto.

As representações e suas formas induzem vários tipos de interações, elas fornecem meios, mas também limitações à expressão dos participantes. O objeto representa aqueles que o conceberam, materializando suas intenções e, ao mesmo tempo, o constitui um traço e um marco dos atores e de suas relações.

### Exemplificação

Boujut e Blanco (2003) apresentam dois casos de projetos em que podem ser analisados os usos de objetos intermediários. O primeiro caso envolve o desenvolvimento de um novo modelo de articulação de um eixo frontal em uma indústria de caminhões e, o segundo, a reformulação do suporte de um equipamento de aplicação de tinta para a indústria automobilística. Os dois casos são apresentados, resumidamente nos quadros Quadro 1 e Quadro 2.

**Caso 1 - Desenvolvimento de um novo modelo de articulação de um eixo frontal em uma indústria de caminhões**

O primeiro caso trata de um projeto realizado em uma grande indústria de caminhões, onde o produto analisado foi um eixo frontal, composto por diversas partes forjadas, tendo o estudo focado particularmente na articulação.

A empresa em questão adotava um procedimento em que diversos testes deveriam ser realizados, por razões de segurança, antes da validação do projeto. Em função disso, as partes forjadas dos produtos deveriam ser completamente definidas ao final da fase preliminar de projeto, o que representava uma antecipação de um ano e meio em comparação aos outros subsistemas.

A primeira fase do projeto foi dada pela construção de um modelo CAD 3D da articulação, que foi desenvolvido a partir de informações de projetos anteriores e da planta 2D do eixo previamente definido do novo projeto. Assim, o projetista, com base nessas informações e em seu conhecimento e experiência pessoais, já conseguiu estimar o processo de forja. Dessa forma, ao avaliar o projeto, o projetista cogitou que algo ainda pudesse ser aperfeiçoado pelo profissional de forja, mas não sabia exatamente o que. O projeto assim continuou, tendo sido aprovado sem ressalvas.

O próximo passo seria o desenvolvimento de um modelo de superfície 3D da articulação. A construção do modelo 3D é um processo demorado, sendo quase impossível, após esta etapa, modificá-lo sem perigo de aumentar o tempo de espera e os gastos de projeto. Finalizado o modelo, o forjador poderia iniciar a construção de um modelo CAD das matrizes e começar as sequências de usinagem.

Somente após a produção de um desenho 2D da junta, incluindo as dimensões e tolerâncias, o especialista da produção pôde identificar um problema relativo ao dimensionamento: uma das tolerâncias estava obviamente fora das capacidades da máquina. Embora, neste caso, a solução tenha sido viabilizada através de uma modificação local da solução, dentro da forma de CAD, o mais comum é que estes imprevistos gerem discordâncias entre departamentos e acarretem modificações demoradas sobre o produto e novos investimentos não planejados no processo de fabricação.

Quadro 1: Caso da articulação da indústria de caminhões (BOUJUT e BLANCO, 2003)

**Caso 2 - Reformulação do suporte de um equipamento de aplicação de tinta para a indústria automobilística**

Este segundo caso trata de uma companhia que projeta e fabrica máquinas de aplicação de tinta para a indústria automobilística. A revisão do projeto deste produto, que consistiria no redesenho do suporte do equipamento, foi desencadeada por uma necessidade de reformulação devido a uma nova oferta feita por um concorrente.

O engenheiro e o projetista responsáveis pelo projeto surgiram com duas alternativas de princípios de solução. Em uma reunião com o engenheiro, diversos projetistas e o gerente de projetos, planejada para avaliar e escolher uma das duas soluções, os participantes reuniram-se em torno dos desenhos CAD e uma imagem de publicidade de produto do concorrente e, então, foram apresentadas as duas soluções propostas. Nenhuma solução realmente satisfizesse ao grupo, mas entre as duas alternativas, a solução de duplo-suporte rapidamente foi rejeitada pelo grupo e retirada da mesa. Daí em diante o grupo se concentrou na solução de suporte simples.

A segunda etapa da reunião foi dedicada à pesquisa de proposições alternativas que satisfizessem aos requisitos principais discutidos no primeiro período. Um dos desenhistas começou a esboçar ideias sobre a primeira solução e, logo, todos os participantes começaram a esboçar no desenho. A partir desta fase, surgiu um princípio de solução.

Quadro 2: Caso do suporte do equipamento de aplicação de tinta (BOUJUT e BLANCO, 2003)

Tomando por base as observações realizadas nestes casos, os autores puderam destacar algumas características implícitas ao uso dos OIs nestas situações, entre elas:

- *O papel dos rascunhos como objetos no processo de “avaliação-especulativa”*: os rascunhos seriam especulações que permitiriam uma avaliação rápida. Por exemplo, o esboço sobre o desenho técnico, poderia ser considerado como uma exteriorização da imagem mental de solução do participante. Então, este esboço se tornaria um objeto intermediário que faria a mediação da proposta do participante;
- *Como os esboços podem tornar-se uma síntese do trabalho realizado pelo grupo*: os esboços criariam alguma irreversibilidade do processo de projeto porque, uma vez que o desenho estivesse no papel, ele se tornaria uma referência para os participantes que, implicitamente, orientariam as escolhas futuras a partir dele;
- *Maleabilidade dos objetos*: o material disponível deve ser muito versátil, a fim de enfrentar as incertezas projetuais. Mudanças rápidas, avaliações rápidas, vários níveis de representações são criados durante a cooperação, assim, os esboços apresentariam uma versatilidade natural que seria muito útil para promover o processo de avaliação da solução, mas, por outro lado, esta versatilidade revelaria também a fraqueza dos esboços como meios para a cooperação, pois os esboços seriam, na sua maioria, não estruturados, o que poderia levar a problemas de ambiguidade no processo de interpretação do seu conteúdo;
- *Criação de objetos compartilhados (processo de criação de novas convenções)*: ao criar representações comuns, tais como desenhos ou modelos CAD, os participantes estão envolvidos em um processo de criação de convenções locais que lhes permitem construir uma base para cooperação.

### 2.3. Objetos fronteiriços

O conceito de objetos fronteiriços foi discutido inicialmente por Star e Griesemer (1989), em um estudo etnográfico relacionado aos mecanismos de auxílio à coordenação do trabalho científico aplicados em um museu de vertebrados em Berkeley, nos Estados Unidos. Motivados pelo desejo de analisar a natureza do trabalho coletivo, estes primeiros autores a discutirem o conceito de objetos fronteiriços partiram de uma premissa que classificaram “necessidades de informação”. Pouco depois, Star (2010) complementaria este argumento de “necessidades de informação”, classificando-o como “requisitos de informação e trabalho”.

O objetivo do estudo de Star e Griesemer (1989) seria estabelecer pontos obrigatórios de passagem da informação, compreensíveis da mesma forma por toda a rede de participantes envolvidos, através da utilização de “objetos científicos que tanto habitariam diversos mundos sociais interceptáveis, quanto satisfariam às exigências informacionais de cada um deles”. Cabe ressaltar que, conforme comentado por Star (2010), para os autores, o termo “objeto” assumiria o sentido de um conjunto de arranjos de trabalho que poderia ser, ao mesmo tempo, material e processual.

O conceito de objeto fronteiriço desenvolvido por estes autores é amplamente conhecido e tornou-se base para diversos estudos posteriores nas mais variadas áreas do conhecimento:

Objetos fronteiriços são objetos que são tanto plásticos o suficiente para se adaptarem às necessidades locais e restrições das diversas partes que os aplicam, e ainda robustos o suficiente para manterem uma identidade comum entre situações. Eles são fracamente estruturados no uso comum, e se tornam fortemente estruturados no uso em situações individuais. Estes objetos podem ser abstratos ou concretos. Eles possuem diferentes significados em diferentes mundos sociais, mas sua estrutura é comum o suficiente para mais de um mundo para torná-los reconhecíveis, um meio de tradução. (STAR & GRIESEMER, 1989, p. 393. Tradução nossa)<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> *“Boundary objects are objects which are both plastic enough to adapt to local needs and the constraints of the several parties employing them, yet robust enough to maintain a common identity across sites. They are weakly structured in common use, and become strongly structured in individual site use. These objects may be abstract or concrete. They have different meanings in different social worlds but their structure is common enough to more than one world to make them recognizable, a means of translation.”* (STAR & GRIESEMER, 1989, p. 393)

No estudo de caso dos autores, em 1989 (STAR & GRIESEMER, 1989), os objetos fronteiriços foram utilizados em conjunto com métodos de padronização (em especial para coleta e registro de espécimes e de notas de campo) desenvolvidos pelos pesquisadores. Em sua visão, ambas as ferramentas seriam essenciais para traduzir a informação – os métodos padronizados ajudariam a “disciplinar” as informações obtidas e os objetos fronteiriços aperfeiçoariam a comunicação, fornecendo a cada mundo social envolvido a autonomia necessária para realização do seu trabalho.

Dentro desse conceito, são apresentadas quatro possíveis formas que os objetos fronteiriços poderiam assumir, baseados em formas particulares de ação e cooperação. Porém, a pretensão dos autores é que essa lista fosse somente o início de um catálogo mais abrangente de categorias. As formas iniciais apresentadas pelos autores seriam: repositórios, tipos ideais, fronteiras coincidentes e formulários padronizados.

Um **repositório** seria um conjunto de itens modulares, artigos que poderiam ser individualmente removidos sem prejudicar ou modificar a estrutura do todo, como uma biblioteca, por exemplo. A base da ideia de um repositório seria a modularidade; a possibilidade de condução de investigações privadas.

**Tipos ideais** seriam objetos como diagramas, um atlas ou qualquer descrição vaga, sem muitos detalhes, de alguma coisa ou local. Uma descrição abstrata em todos os domínios, que serviria como um meio de comunicação e cooperação simbólico. Esses objetos teriam a vantagem da adaptabilidade nos diversos mundos sociais. Nesse caso, o termo “espécimes” seria um exemplo de tipo ideal, pois poderia ser utilizado para incorporar dados tanto concretos quanto teóricos e seria compreensível a diferentes mundos sociais.

Objetos com **fronteiras coincidentes** seriam aqueles que possuiriam as mesmas fronteiras, porém com conteúdos diferentes. Seria uma referência comum para a condução de trabalhos autônomos, que possuísem diferentes modos de agregar dados, principalmente em um trabalho envolvendo uma área territorial extensa. A vantagem deste tipo de objeto seria a resolução de metas distintas. Um exemplo de fronteiras coincidentes seria um mapa que, embora possa possuir as mesmas fronteiras delineadas para vários pesquisadores, cada um pode preenchê-lo ou buscar nele as informações que lhes forem mais relevantes.

Por fim, a quarta categoria de objetos fronteiriços seriam os **formulários padronizados**, que corresponderiam métodos de comunicação comum entre grupos de trabalho dispersos. O resultado do uso desses objetos seria a obtenção de indicadores padronizados, podendo circular entre diversos grupos sem perda do significado da informação, eliminando incertezas locais.

Outra reflexão importante retirada do estudo de Star e Griesemer (1989) seria a ideia de que “objetos fronteiriços agem como ancoras ou pontes, porém temporárias”, de onde se pode entender que estes objetos não teriam um significado agregado fixo; seu significado somente existiria e faria sentido no contexto de projeto em que estiver sendo utilizado e para os atores envolvidos.

Complementando essa ideia, Trompette e Vinck (2009) colocam que os objetos fronteiriços estariam relacionados principalmente ao compartilhamento de significado e interpretações, aumentando a autonomia de cada mundo social, assim como a comunicação entre eles.

Mais de duas décadas depois de seu primeiro trabalho acerca do conceito de objetos fronteiriços (STAR & GRIESEMER, 1989), Star (2010) publica um novo estudo para relatar que, embora o conceito original de objetos fronteiriços estivesse associado a três componentes principais – (1) flexibilidade interpretativa, (2) necessidades e arranjos da estrutura de informática e de processos de trabalho e (3) a dinâmica entre usos mal estruturados e mais adaptadas dos objetos –, muitas vezes o uso do conceito é restrito à flexibilidade interpretativa, que também vem a ser confundida com o processo de idas e vindas entre aspectos muito ou pouco estruturados do processo. Star (2010) ressalta, ainda, que os objetos fronteiriços não são eficazes em qualquer nível de escala ou sem a devida consideração do modelo por completo.

### Exemplificação

Para exemplificar o conceito de objetos fronteiriços, será apresentada uma pesquisa realizada por Broberg, Andersen e Seim (2011). No entanto, convém serem apresentados previamente os critérios de classificação dos objetos fronteiriços utilizados pelos autores, que se basearam nos estudos de Carlile (2002) e Wenger (2000).

No entanto, para os fins de pesquisa para esta dissertação, foi feito um recorte no resultado, considerando-se somente os resultados referentes às categorias de objetos fronteiriços definidas por Carlile (2002), que se seriam uma adaptação das categorias originais definidas por Star e Griesemer (1989).

Partindo da premissa de que o conhecimento é uma problemática nas organizações, Carlile (2002) realizou um estudo etnográfico com o objetivo de entender como o conhecimento é diferentemente estruturado entre quatro funções consideradas pelo autor como principais e interdependentes (vendas/marketing, projeto de engenharia, engenharia de produção e produção) envolvidas no processo de criação de produtos de produção em larga escala. Nesse estudo, o uso de objetos fronteiriços foi visto como um meio de representar, aprender e transformar o conhecimento para resolver questões em determinada fronteira.

As três categorias de objetos fronteiriços definidas por Carlile (2002), que o autor buscou para descrever, a partir de suas observações, os objetos e o uso feito deles pelos indivíduos, e que corresponderiam aos:

- Repositórios – no mesmo sentido de Star e Griesemer (1989), seriam pontos de referência em comum de passagem da informação, como uma fonte compartilhada da qual seria possível buscar soluções para problemas interdisciplinares (ex. bibliotecas, base de dados de custos);
- Formulários e métodos padronizados – forneceriam um formato compartilhado para solução de problemas entre diferentes cenários funcionais, através de uma linguagem e estrutura compreensíveis a todos (ex. padrões para comunicação de problemas, métodos de resolução de problemas); e
- Objetos, modelos e mapas– objetos e modelos são representações simples ou complexas que podem ser observadas e então utilizadas entre diferentes configurações funcionais (ex. rascunhos, desenhos, protótipos, maquetes), enquanto mapas, ou mapa de fronteiras, representam as dependências e limites existentes entre diferentes grupos funcionais em um nível mais sistêmico (ex. mapas de processos, matrizes de fluxo de trabalho, simulações computadorizadas).

Baseados nesta classificação de Carlile (2002), Broberg, Andersen e Seim (2011) buscaram, na literatura acadêmica, trabalhos relevantes no estudo de objetos fronteiros entre os anos de 1995-2008.

Como resultado, obteve-se a relação dos objetos identificados nos trabalhos selecionados (Quadro 3) que, de alguma forma, foram utilizados em projetos de ergonomia participativa.

Apesar da larga gama de objetos presentes no Quadro 3, os autores ressaltam que o papel exercido por estes objetos raramente são mencionados nos trabalhos encontrados.

Tipo de Objeto	Registro no processo de ergonomia participativa
Repositório	Nenhum
Formulários e métodos padronizados	Documentos <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Blueprints” de ergonomia</li> <li>• Questionários</li> <li>• Relatórios de lesões</li> <li>• Listas de resultados e problemas</li> <li>• Inventários</li> <li>• Diagrama de layout</li> <li>• Rascunhos manuais</li> <li>• Desenhos</li> <li>• Diagramas</li> <li>• Tabelas</li> <li>• Registros de reuniões</li> <li>• Diagrama de Pareto</li> <li>• Diagrama de relações</li> <li>• Diagrama de árvore</li> </ul> Pensamento inovador Testes de usabilidade Entrevistas com grupos focais
Objetos, modelos e mapas	Protótipos Testes de estações de trabalho e equipamentos Slideshow com imagens de espaços de trabalho CAD Visualização computadorizada <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2D</li> <li>• 3D</li> <li>• Animação</li> <li>• Manequim</li> <li>• Ambiente virtual</li> </ul> Mocks-ups em escala ou em tamanho real Jogos de produção Gráficos espinha de peixe Quadro de recomendações ergonômicas

Quadro 3: Categorização dos objetos fronteiros em ergonomia participativa (adaptado de BROBERG, ANDERSEN e SEIM, 2011)

O objetivo de Broberg (*et al.*, 2010; BROBERG *et al.*, 2011) era o de desenvolver métodos e ferramentas para serem aplicados por ergonomista e outros profissionais, incentivando a participação direta no projeto de novas instalações e sistemas de trabalho.

Para isso, os autores apresentaram dois estudos de caso, enfatizando os objetos utilizados para esse propósito e o contexto de uso dos mesmos. As intervenções foram realizadas em duas organizações: uma empresa de manufatura industrial prestes a implementar uma nova tecnologia, e em um escritório de administração pública, que iria integrar três departamentos em um único escritório panorâmico (“*open office*”). Em ambos, os objetos utilizados (Quadro 4), que podem ser caracterizados como objetos fronteiricos, foram testados como ferramentas para o processo de projeto utilizando a ergonomia participativa.

<b>Tipo de Objeto</b>	<b>Projeto utilizado</b>	<b>Descrição</b>
Workbook	Empresa de manufatura	Foi entregue a cada participante um caderno com seleção de fotos do atual ambiente de trabalho, no qual poderiam escrever comentários utilizando um código de cores para “boa solução”/ “solução problemática”/ “problema a ser resolvido”.
Jogo de layout	Empresa de manufatura	Um quadro de jogos com a planta das novas instalações da fábrica foi disponibilizado no centro de uma sala de reuniões, durante um workshop, com peças móveis em diferentes cores, que representariam equipamentos, máquinas e instalações. Os participantes se revezariam para manipular as peças, explicando as soluções propostas.
Cenários	Empresa de manufatura	Com maquete 1:20 – com o auxílio da maquete e de modelos móveis do maquinário e figuras em LEGO, foram simulados processos e espaços de trabalho  Com marcações no chão – foram marcados, no chão do local de instalação das novas tecnologias, os locais destinados ao novo maquinário, paredes e portas. Depois disso, foi pedido aos usuários que simulassem situações de uso, refletindo sobre o que funcionaria ou não no novo projeto de layout.
Safari de fotos	Escritório adm. pública	Os trabalhadores foram divididos em quatro equipes, equipados com câmeras fotográficas digitais e levados a visitar quatro organizações com escritórios com espaços abertos (“ <i>open space offices</i> ”). Posteriormente, cada equipe apresentou uma seleção de fotos com o que consideraram pontos positivos e negativos e o impacto para que estes atributos poderiam ter para o projeto do novo ambiente de trabalho.
Sessão do escritório dos sonhos	Escritório adm. pública	Os trabalhadores, em grupos, foram convidados a esboçar seu escritório dos sonhos em um pôster, utilizando, quando desejado, complementos para explicar suas ideias. Os pôsteres incluíam ideias tanto para o layout físico quanto para questões organizacionais. Ao final, os grupos apresentavam seus projetos entre si para discussão.

Quadro 4: Resumo dos objetos utilizados nas intervenções de Broberg (*et al.*, 2011)

No primeiro caso, os ergonomistas organizaram duas séries de atividades, com dois workshops em cada série. A primeira série foi realizada em uma sala de reuniões e foram utilizados os objetos *workbook* e o jogo de layout. A segunda série foi realizada na área da produção, onde as novas tecnologias seriam instaladas, e teve como base o resultado da série anterior, focando na ergonomia e nos processos de trabalho. Nessa segunda etapa, os objetos utilizados incluíram a utilização de cenários de uso, uma maquete em escala 1:20 e marcações no chão. Como resultado, a intervenção gerou um novo projeto de layout e uma detalhada lista de especificações ergonômicas validada por todos os envolvidos.

No segundo caso, no escritório de administração pública, foi utilizada a mesma estrutura de workshops, porém focando em dois outros objetos: o safari de fotografia e o rascunho do escritório dos sonhos. O resultado desta intervenção foram experimentos de espaços de trabalho implementados na situação existente, assim como uma proposta detalhada de layout para o novo escritório. Ambas as intervenções foram consideradas muito bem sucedidas pelos envolvidos.



Figura 3: Objetos fronteiriços utilizados nas intervenções de Broberg (et al., 2010; BROBERG et al., 2011)

## 2.4. Similaridades e diferenças entre os conceitos

Tendo sido apresentados os conceitos de objetos intermediários e objetos fronteirços, convém inter-relacionar os conceitos, identificando semelhanças e diferenças entre as duas abordagens que caracterizam o uso dos objetos identificados no processo de projeto.

Para tanto, cabe retomar o estudo já apresentado de Boujut e Blanco (2003) sobre o uso de OIs como um meio para promover a cooperação em projetos de engenharia, no qual foram estudados os papéis de diferentes OIs como mediadores na criação de representações compartilhadas. O trabalho dos autores reforça a premissa de que, num ambiente de engenharia simultânea, a cooperação e comunicação entre atores demandaria um conhecimento compartilhado do produto, do trabalho dos outros atores, assim como do processo de projeto, conferindo ao conceito de OIs a função de **caracterização da inter-relação entre informação, conhecimento e meio de comunicação**.

É apresentada, ainda, a suposição de que, “na verdade, objetos intermediários agem como objetos de fronteira no sentido de Star (1989)” (BOUJUT & BLANCO, 2003). Ou seja, em certas situações, os objetos de fronteira poderiam constituir um universo onde estariam inseridos os objetos intermediários, uma vez que estes objetos intermediários poderiam agregar a função de objetos de fronteira, intermediando a relação não só entre fases projetuais, pessoas, mas também mundos profissionais distintos.

A origem dos dois conceitos pode ser relacionada ao esforço de seus autores em compreender e considerar a materialidade das coisas que mobilizam e que são produzidas pelos atores em determinada situação. (VINCK, 2009)

Embora os conceitos de OIs e objetos fronteirços possam ter muito em comum, Vinck (2009) é categórico ao afirmar que “todos os objetos intermediários não são objetos fronteirços”, embora, em certos casos, eles possam contribuir com a articulação de mundos sociais heterogêneos. Objetos intermediários podem tornar-se objetos fronteirços especialmente quando equipados, tornando possível a criação de uma equivalência entre mundos heterogêneos. Por “equipado”, o autor se refere ao ato de se adicionar algo a um objeto intermediário que irá mudar seu status perante a situação de projeto. O autor levanta ainda a hipótese de que, possivelmente, a passagem de objeto intermediário a objeto fronteirço deva-se justamente a esse trabalho de equipá-lo para o uso, pois uma vez equipado com uma informação, um

objeto intermediário seria capaz de entrar em um espaço suficientemente comum a vários mundos sociais, construindo uma equivalência entre esses diferentes mundos e permitindo que esse objeto intermediário passe a atuar como um objeto fronteiroço.

Três outros grupos de autores também buscaram a inter-relação entre objetos intermediários e objetos fronteiroços: Papadimitriou e Pellegrin (2007), Trompette e Vinck (2009) e Hall-Andersen e Broberg (2014).

Segundo os primeiros, “o conceito de objetos intermediários de projeto (*intermediary objects of design* – IODs) foi desenvolvido *a partir* do conceito de objetos fronteiroços de Star, com o intuito de analisar a natureza e o conteúdo dos diversos objetos produzidos durante o processo de projeto (...).” Assim, a maior distinção que estes autores apontam entre objetos intermediários e objetos fronteiroços deve-se ao **caráter singular dos Ols de representação e tradução dos estágios intermediários de um futuro resultado final.**

O ponto de vista de Trompette e Vinck (2009) sobre a repercussão do conceito de objetos fronteiroços relaciona o sucesso destes artefatos a dimensões como sua flexibilidade interpretativa, mas ressaltam que, muitas vezes, fatores relacionados à estrutura necessária para sua correta utilização são negligenciados. Neste estudo, os autores resgataram o conceito original de objetos fronteiroços e apresentam uma possibilidade de desdobramento deste conceito em quatro dimensões:

- Abstração – facilitando o diálogo entre mundos distintos;
- Multifuncionalidade – tornando possíveis diversas práticas/atividades;
- Modularidade – diferentes partes do objeto podem viabilizar diferentes discussões entre os participantes; e
- Padronização da informação – possibilitando a interpretação das informações obtidas. (ETIENNE WENGER, 2000 apud TROMPETTE & VINCK, 2009)

Por sua vez, para Hall-Andersen e Broberg (2014), a diferenciação entre os dois conceitos viria da capacidade de **facilitação da colaboração** entre diferentes domínios do conhecimento proporcionada pelos objetos fronteiroços, enquanto o objetivo dos objetos intermediários seria facilitar a circulação da informação. Além disso, os autores defendem que ambos os conceitos fornecem a possibilidade de

aperfeiçoar o entendimento dos diferentes papéis que um objeto pode assumir na integração do conhecimento ergonômico no processo de projeto.

Trompette e Vinck (2009) concluem que, comparando-se Ols e objetos fronteirços, o conceito de Ols estaria mais relacionado à descrição e monitoramento de projetos através da multiplicidade de inscrições intermediárias do objeto e que dão suporte ao trabalho coletivo. O conceito de Ols estaria, assim, mais ligado à função de mediação do que de articulação, enquanto os objetos fronteirços, na visão de Akrich (2007, apud TROMPETTE & VINCK, 2009) objetivariam um modo de visão compartilhada entre atores de mundos profissionais distintos.

## **2.5. O uso dos objetos em projetos de ergonomia**

Segundo Tichkiewitch e Brissaud (2000), a diminuição do tempo de fabricação de um produto em um contexto de engenharia simultânea é atingida através do paralelismo e harmonização de tarefas, assim, o sucesso na integração do processo de desenvolvimento de projeto estaria relacionado a três elementos (ou três níveis de integração): comunicação, coordenação e cooperação.

Isso posto, os autores posicionam os objetos intermediários como uma nova ferramenta para modelização do processo de desenvolvimento de produtos, mais pragmática, baseada na inter-relação dos profissionais envolvidos na atividade de projeto.

“Em se tratando de projetos de novos espaços de trabalho e sistemas de produção, pode ser difícil para os usuários do novo espaço de trabalho contribuírem, se as representações do futuro projeto estiverem unicamente na linguagem de engenheiros e arquitetos.” (BROBERG, ANDERSEN & SEIM, 2011, p. 469-470)<sup>3</sup>

A partir da pesquisa já apresentada de Broberg, Andersen e Seim (2011), envolvendo dois estudos de caso, os autores conseguiram identificar oito características do uso de objetos fronteirços em processos de projetos participativos

---

<sup>3</sup> *“When it comes to design of new workplaces and production systems, it may be difficult for the future workplace users to contribute, if the representations of the future design are solely in the language of engineers and architects.”* (BROBERG, ANDERSEN & SEIM, 2011, p. 469-470)

em ergonomia (Quadro 5). Estas características não caracterizam o objeto em si, e sim o desempenho de certo tipo de representação num dado contexto.

No uso de objetos fronteiros por ergonomistas em projetos participativos, uma das sugestões de Broberg, (et al., 2010, Borberg et al., 2011) seria selecionar os objetos a serem utilizados com base na capacidade que estes possuam de agir também como objetos de projeto, possibilitando aos participantes não somente comentar a respeito deles, mas também interagirem com ele, ratificando a ideia apresentada pelos mesmos autores (e por Vinck e Jeantet, 1994) de que objetos abertos deveriam permitir uma **transformação** das diferentes ideias de projeto dos participantes, enquanto objetos fechados teriam o objetivo principal de **transferir** a intenção de um projetista ao outro.

Características do uso de objetos fronteiros em processos de projetos participativos em ergonomia:	
Objeto Fronteiro	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os objetos não vêm prontos, não tem significado sozinhos, eles precisam ser criados através das ações dos participantes. Eles são objetos-na-ação (ex. <i>workbook</i>, cenários de uso, sessão do escritório dos sonhos)</li> <li>2. Eles possuem características intrínsecas capazes de desenvolver um projeto ou antecipar o que seria um projeto bom ou ruim</li> <li>3. Alguns objetos são flexíveis e maleáveis de um modo que torna possível que sejam configurados rapidamente de acordo com a nova situação de trabalho (ex. jogo de layout)</li> </ol>
Contexto de uso	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. O uso de objetos fronteiros demanda regras e instruções (ex. livro de trabalho, jogo de layout)</li> <li>5. No caso estudado, um facilitador foi usado para mediar o uso dos objetos, informando regras, instruções e guiando o uso dos objetos</li> <li>6. Os objetos fronteiros são utilizados em eventos discretos, em um espaço de aprendizagem temporária dentro da organização, o que induz os participantes a se concentrarem na atividade de projeto</li> <li>7. É necessária atenção na seleção do local de uso do objeto fronteiro</li> </ol>
Produto final	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Os objetos fronteiros em si, tornam-se <i>outputs</i> do evento participativo em que foram utilizados</li> </ol>

Quadro 5: Características do uso de objetos fronteiros em processos de projetos participativos em ergonomia (BROBERG et al., 2010, BROBERG et al., 2011)

No estudo da atividade de concepção, os OIs tornam-se traços do surgimento do produto e da construção progressiva do problema e/ou da solução. Os OIs permitem a construção de um referencial sobre o qual se apoia a sequência das ações de projeto. Alguns objetos podem ainda desempenhar um papel particular no processo

de projeto, quando o momento de uso destes objetos corresponderia a momentos de ruptura ou de transição entre as fases distintas da concepção. Esses objetos de ruptura seriam marcadores de troca de fases e a obtenção ou finalização destes objetos contribuiria para a criação de pontos de irreversibilidade do processo de concepção. (VINCK, 2009)

### Exemplificação

Em 2014, Hall-Andersen e Broberg (2014) descrevem um projeto de logística e layout de uma planta de processamento estéril de um hospital, na Dinamarca, desenvolvido por uma empresa de consultoria em engenharia. Entre os profissionais de diferentes áreas que compuseram a equipe de projeto, foi designada uma ergonomista, que possuía dois propósitos principais: assegurar que o projeto estivesse de acordo com a legislação de segurança e saúde ocupacional vigente, e desenvolver um documento de orientações ergonômicas (DOE)<sup>4</sup> para o projeto.

Entre os objetos utilizados neste projeto, dois tiveram um papel de destaque na integração do conhecimento de ergonomia no projeto: o rascunho de layout e o documento de orientações ergonômicas. O rascunho de layout foi utilizado em reuniões entre a ergonomista, o consultor e o gerente de projeto do hospital. O consultor e o gerente de projeto apresentavam sugestões de layout à ergonomista, que as comentavam e propunha novas soluções. Em algumas reuniões, houve a participação de um desenhista, encarregado de ajustar os layouts enquanto as novas ideias iam surgindo. Essa estratégia ajudou no diálogo e na elucidação dos prós e contras das diferentes soluções de layout.

O DOE, por sua vez, foi desenvolvido com base nas discussões entre a ergonomista, o consultor e o gerente de projeto, e seu conteúdo abordou principalmente questões relacionadas ao espaço de trabalho e estações de trabalho abordando aspectos ergonômicos físicos e psicossociais. Terminado o documento, este foi entregue ao consultor e ao gerente de projeto, e a ergonomista saiu de cena.

---

<sup>4</sup> Buscou-se a melhor tradução para o termo original utilizado pelos autores: *ergonomic guideline document (EGD)*.

Assim, de acordo com o entendimento dos autores, sobre o uso do esboço de layout, a presença do desenhista nas reuniões teria transformado esse objeto em um “objeto fronteiro aberto”, permitindo que os participantes explorassem e elaborassem diferentes soluções durante as reuniões. Quando não havia a presença do desenhista nas reuniões, o rascunho do layout passaria a atuar como um objeto “fechado”, viabilizando apenas discussões, mas não a definição e visualização de novas soluções.

Quando alcançada uma solução de layout final, esta foi entregue ao hospital e aos responsáveis pela execução, o que teria mudado o status de objeto fronteiro, para objeto intermediário, uma vez que, nesta etapa, sua principal função seria transmitir a ideia do layout final às outras partes envolvidas no projeto (hospital, responsáveis pela construção, etc.). O DOE, por sua vez, foi reconhecido como um objeto intermediário “fechado”, quando avaliado por sua função de passar adiante orientações ergonômicas, porém pôde ser caracterizado também como “aberto” em relação ao uso feito pelos atores *downstream*<sup>5</sup>, pois quando uma recomendação não fazia sentido no entendimento destes atores, eles criavam sua própria interpretação do documento.

### Categorias de uso do conceito de objetos intermediários em projetos

Em uma mais recente análise sobre os diferentes possíveis modos de utilização dos objetos intermediários em um contexto de projeto, Bittencourt (2014) distingue três categorias principais de uso, com base em uma revisão de artigos sobre o tema.

A primeira categoria seria a de **mediação entre diferentes especialidades**. Neste contexto, o uso dos objetos visaria integrar o mais cedo possível o conhecimento de diferentes grupos profissionais a fim de antecipar possíveis problemas processuais. Nesta categoria, o autor cita o trabalho de Boujut e Blanco (2003), já mencionado anteriormente, onde ferramentas CAD foram utilizadas para mediar o conhecimento entre atores de projeto e auxiliar nas tomadas de decisões.

---

<sup>5</sup> Por atores *downstream*, deve-se compreender atores à jusante do processo de projeto, ou seja, a quem chegará o projeto, podendo-se tratar da equipe de manutenção, de fabricação, de limpeza, ou usuários finais, por exemplo.

Na segunda, estaria a **mediação entre trabalhadores e projetistas**, quando os objetos intermediários são utilizados para integrar o conhecimento dos usuários na atividade de projeto, auxiliando no processo de tomada de decisões e na antecipação de problemas. Neste grupo poderiam estar incluídos objetos comumente utilizados em projetos, como protótipos de produtos ou *softwares* e relatórios de validação.

Por fim, a terceira categoria incluiria **intervenções em projetos com inserção de novos objetos intermediários**, e esse grupo, cuja proposta estaria bem próxima a do anterior, seria composto por objetos específicos criados por ergonomista ou profissionais de projeto para promover a integração do conhecimento dos usuários no processo de projeto. Neste grupo, poderiam ser incluídos os projetos de Broberg (*et al.*, 2011), que utilizaram os OIs: *workbook*, jogo de layout, cenário, safari de fotos e escritório dos sonhos.

O que Bittencourt (2014) aponta ainda, com base na revisão realizada dos artigos, e principalmente considerando-se o terceiro grupo, é que, cada vez mais, parece emergir uma tendência de se utilizar os OIs como um recurso para pensar e construir a participação em projetos, orientada pelo ergonomista. Assim, o conceito de objeto intermediário que, inicialmente poderia ser entendido como um instrumento analisador da atividade de projeto, poderia tornar-se também um recurso de ação no projeto.

---

A partir de todos os aspectos expostos ao longo deste capítulo, que buscou apresentar e caracterizar os conceitos de objetos intermediários e objetos fronteirços, pode-se observar que o uso feito destes objetos pelos ergonomistas incorpora características de ambos os conceitos, ou seja, em ergonomia o conceito de objetos intermediários comumente se confunde com o de objetos fronteirços, principalmente quando os objetos são equipados (VINCK, 2009). Com base nisso, e considerando que o objetivo da presente pesquisa é analisar, sobretudo, as funções exercidas pelos objetos nas situações de projeto (e não particularmente a classificação dos mesmos), **neste trabalho, o termo “objetos intermediários” será utilizado para referência a todos os objetos (intermediários ou fronteirços)** identificados ao longo dos três projetos acompanhados na pesquisa de campo.

## CAPÍTULO 3 - A SIMULAÇÃO EM ERGONOMIA

O papel do ergonomista em um processo de concepção é considerar as possíveis consequências que determinadas escolhas de projeto podem ter sobre as futuras condições de realização do trabalho e sobre os constrangimentos que essas escolhas podem trazer aos trabalhadores ou à própria produção. Além disso, a integração da análise do trabalho durante o processo de projeto reflete no desenvolvimento de um sistema de trabalho futuro que permita aos trabalhadores alcançarem os objetivos que lhes forem designados, preservando sua saúde. (MALINE, 1994; BÉGUIN, 2006)

O objetivo deste capítulo será discutir como os objetos intermediários podem auxiliar a atividade do ergonomista em projetos de concepção de novos espaços de trabalho, no que se refere à simulação da atividade futura. A abordagem aqui apresentada visa relacionar a importância da utilização da simulação como uma ferramenta de apoio para projetos de concepção de situações de trabalho em ergonomia.

Acompanhando o avanço da tecnologia nas últimas décadas, a simulação relacionada à ergonomia e situações de trabalho tem se tornado cada vez mais popular nas instituições dos mais diversos campos de atuação. Além das vantagens em relação ao tempo, custo e segurança, estas simulações são muitas vezes utilizadas para representar ou compreender situações que ocorrem com muito pouca frequência no mundo real, situações de alto risco, as não acessíveis ou situações que ainda não existem (futuras). Em alguns segmentos, as simulações da atividade são comumente utilizadas, tais como; indústrias de aviação, petrolíferas, nucleares, entre outras.

O enfoque do uso da simulação para fins de concepção de situações de trabalho baseia-se na necessidade de compreensão das diferenças entre o trabalho prescrito *versus* o trabalho real (DANIELLOU *et al.*, 1989) e no preceito de que o conhecimento cognitivo que o operador possui acerca de suas ações é incoerente com a sua descrição das mesmas (SCHÖN, 2000). Ou seja, situações que corroboram a importância de estudos envolvendo simulação das atividades em projetos de concepção como forma de aprimorar os resultados obtidos em projetos de novas situações de trabalho.

Logo, se o objetivo do ergonômista em projetos de concepção é realizar análises eficazes e ajudar a equipe de projeto no processo de tomada de decisões a partir de antecipações realistas, o ergonômista precisa fundamentar suas ações a partir de quadros de referências ou modelos, pois ele estará definindo ferramentas ou dispositivos de trabalho a partir dos que estão sendo avaliados na situação atual. Para Maline (1994), “simular as condições de realização da atividade de trabalho é tentar representar como os operadores podem concretamente conduzir bem suas tarefas nas situações de trabalho em concepção” (MALINE, 1994). Desse modo, a simulação pode ser considerada como um dos elementos passíveis de utilização pelo ergonômista para orientar sua análise.

A simulação tipicamente utilizada em engenharia, envolvendo *softwares* de gestão ou fluxos de recursos, está relacionada ao funcionamento técnico global de um dispositivo. Ela constrói uma representação da realidade de um sistema, compreendendo seu trabalho futuro e auxilia na obtenção de respostas relativas ao funcionamento dos sistemas de produção ou outros aspectos quantitativos relacionados à produção. Por outro lado, a simulação utilizada em ergonomia está mais relacionada ao trabalho necessário para a obtenção dos resultados e busca incorporar ao projeto condições que permitam aos trabalhadores desenvolver sua atividade de trabalho para atingir os objetivos de produção determinados. (MALINE, 1994)

### **3.1. Aspectos variáveis da simulação**

Nos tópicos seguintes, serão apresentadas as principais características e possíveis definições em relação aos objetivos, à escala e à relação do usuário com as situações de simulação em uma abordagem mais ampla acerca do uso da simulação em ergonomia.

O objetivo é fornecer uma compreensão preliminar do funcionamento da simulação para, após, analisar como essa dinâmica pode ser inserida na atividade de projeto de concepção de espaços de trabalho em projetos de ergonomia.

### 3.1.1. Objetivos da simulação

“Um método de análise e de transformação das situações operacionais a partir da utilização de um *modelo da realidade*, utilizado com um triplo objetivo: conhecer, agir e interagir”, está é a primeira definição de simulação apresentada por Béguin e Weill-Fassina (1997) na introdução de uma obra que reúne diversos autores em trabalhos a respeito do tema simulação em ergonomia.

Assim como os artefatos utilizados como objetos intermediários ou fronteiros, a simulação, como categoria isolada, pode assumir diversas funções em projetos, cabendo então restringir o conceito à abordagem relacionada ao tema deste trabalho.

Para Béguin & Weill-Fassina (1997), a observação da simulação em ergonomia pode assumir três objetivos distintos: de observação, de formação ou de concepção.

Para o objetivo de **observação** (ou pesquisa), busca-se compreender o comportamento cognitivo individual ou coletivo. Com esse objetivo, as principais questões da simulação tratam da determinação das invariáveis, da apresentação da simulação e do grau de redução da complexidade da situação simulada.

Quando a simulação apresenta um objetivo de **formação**, esta pode visar tanto à observação do desempenho do indivíduo, quanto de suas competências adquiridas através de ensinamento e informações fornecidos ao mesmo.

A simulação com a finalidade de **auxílio à concepção**, pode ser compreendida como uma ferramenta que o projetista poderia utilizar em um projeto de desenvolvimento de um objeto ou de uma situação potenciais. Este último objetivo pode ser separado ainda em dois subgrupos:

- *Da simulação como ensaio para avaliar a eficiência, validar ou aprimorar um dispositivo:* através da criação de uma situação respeitando o máximo possível as características materiais futuras. O objetivo normalmente é testar a qualidade dos materiais aplicados, seja comparando a performance observada em diferentes situações, testando variações de parâmetros, seja comparando a performance esperada à observada na simulação; e
- *Da simulação como uma dimensão intrínseca à concepção:* nesse caso, explora-se o campo de possibilidades de projeto, e participando do processo de redução de incertezas projetuais.

Rogalski (1997) acrescenta à lista, um quarto possível objetivo da simulação: de **avaliação**. Nesse sentido, a simulação pode ser compreendida como um instrumento para avaliar essencialmente os operadores ou problemáticas provenientes da formação profissional.

Para os fins dessa pesquisa, o objetivo desejado pelo uso da simulação refere-se ao seu uso como uma dimensão intrínseca à concepção, demandando, portanto, a utilização de objetos que permitam uma representação operativa de caráter tanto individual quanto coletivo do processo de concepção, onde entram em cena os produtos intermediários.

E estes produtos intermediários (grafismos, maquetes, plantas), por sua vez, desempenhariam um papel de tripla importância no processo de concepção: de objeto simbólico, de resultado proveniente de cada etapa de projeto e de forma de simulação individual e coletiva.

### **3.1.2. Escalas**

Independente do objetivo da simulação, há ainda uma distinção entre duas grandes categorias, de acordo com a escala e nível de detalhamento da simulação (BÉGUIN & WEILL-FASSINA, 1997 e DAELE, 1997). O termo “escala”, utilizado pelos autores, refere-se à abrangência da simulação, a quais informações ou características da situação (atual ou desejada) serão reproduzidas durante a simulação. As duas categorias apresentadas seriam:

- *Situações simuladas*: que tem por objetivo reproduzir uma situação-alvo, com a seleção de características pertinentes, onde a escolha das variáveis depende do objetivo, do modelo da tarefa, etc.
- *Micromundos*: cujo objetivo é analisar processos cognitivos em situações dinâmicas, onde as variáveis podem ser controladas ou manipuladas. Não se trata de representação fiel do ambiente natural, e sim de um dispositivo onde se possa manipular as características gerais da situação para uma melhor avaliação da atividade dos usuários.

As situações simuladas apresentam uma abordagem ascendente, analisam uma situação natural e tem como característica marcante a extração de variáveis,

enquanto os micromundos apresentam uma abordagem descendente, guiada por objetivos mais teóricos – filtrando os objetivos mais gerais da atividade.

Uma das maiores questões em relação a ambos os métodos de simulação seria a definição de quais variáveis podem ser retiradas e quais devem ser mantidas, para que não haja prejuízo aos resultados obtidos.

### **3.1.3. Relação operador x simulação**

A relação estabelecida entre a situação de simulação e a situação de referência está diretamente ligada à relação do operador com suas atividades. Assim, o sucesso dos resultados obtidos na simulação está diretamente relacionado com o grau de comprometimento do operador, ou seja, à forma como ele encara a representação de sua atividade.

É preciso que haja um mínimo de identificação do usuário com a situação apresentada para que seja possível ao observador analisar de fato o conhecimento cognitivo que o operador aplica na realização de suas tarefas, uma vez que “a atividade compreende competências tácitas que muitas vezes fazem parte do subconsciente do trabalhador e, por isso, são difíceis de ser reconhecidas, observadas e avaliadas” (ASSUNÇÃO & LIMA, 2002).

Assim sendo, as situações de simulação devem ser selecionadas dentro da “zona próxima de desenvolvimento”<sup>6</sup> do operador (BÉGUIN & WEILL-FASSINA, 1997), de modo que não se aproximem nem se afastem demasiadamente de suas competências. Se a situação apresentar um baixo grau de complexidade, é possível que ela não desperte o interesse do operador e este não demonstre todo seu conhecimento implícito para a realização da tarefa. Do mesmo modo, se a situação apresentada for desafiadora em excesso, pode gerar uma inibição ou novamente falta de interesse do operador em realizá-la, em ambos os casos comprometendo a finalidade da simulação.

---

<sup>6</sup> Zona próxima de desenvolvimento, ou Zona de desenvolvimento proximal (*zone of proximal development*), trata-se de um termo criado por Vygotsky (1978) e que se refere à maneira como a aquisição de novos conhecimentos pode depender tanto da aprendizagem anterior do indivíduo, como da disponibilidade de instrução.

### 3.2. A simulação em projetos de concepção de situações de trabalho

Tendo sido apresentadas algumas características referentes à aplicação da simulação em ergonomia, os itens subsequentes tratarão de características específicas da simulação para fins de concepção de novos ambientes de trabalho.

A simulação pode ser considerada uma das fontes que alimentam a ação ergonômica, como um dos métodos de intervenção na concepção de novas situações de trabalho, definindo-a como uma das formas de se antecipar o efeito da implementação de um novo projeto, e buscando contornar as incertezas projetuais através de uma predição da composição da situação futura. (DANIELLOU, 2007a)

O objetivo da simulação de condições de realização do trabalho é assegurar que os critérios de desempenho de um projeto sejam instruídos a partir do andamento de uma simulação centrada nas necessidades do projeto. (Maline, 1997, p. 104. Tradução nossa)<sup>7</sup>

A simulação da situação de trabalho futura faz-se necessária, entre outras razões, devido ao “paradoxo da ergonomia de concepção”, que dispõe que toda transformação dos meios de trabalho leva a uma modificação da atividade, não sendo possível adaptar os meios de trabalho à atividade observada (THEUREAU & PINSKY, 1984, apud DANIELLOU, 2007a; THEUREAU & PINSKY, apud MALINE, 1994), ou seja, ele propõe que não se pode basear a atividade futura na análise da atividade de referência, pois ao modificar sua estrutura, a atividade também se modifica, não permanecendo válidos os mesmo parâmetros avaliados na situação anterior.

Assim sendo, o objetivo da análise dos resultados obtidos na simulação seria fornecer um **prognóstico para orientação da situação de trabalho futura** e não especificar com total fidelidade como esta situação se comportará no contexto da atividade futura. Situações de trabalho não são projetos estáticos; sua configuração depende diretamente da interação de seus usuários com as instalações, os equipamentos e uns com os outros. Assim, “a abordagem da atividade futura possível não é uma tentativa de previsão da atividade, mas da previsão das margens de

---

<sup>7</sup> “L’objectif de la simulation des conditions de réalisation du travail est de veiller à ce que les critères d’efficacité d’un projet soient instruits à partir d’une démarche de simulation anthropocentrée dans les conduites de projet.” (Maline, 1997, p. 104)

manobra, do espaço no interior do qual a atividade poderá ser realizada” (DANIELLOU, 2004).

Quando propostas de soluções começam a ser elaboradas pelos projetistas, o ergonomista pode implementar simulações para avaliar as possíveis formas da atividade futura.

“Quando um protótipo ou maquete em tamanho real está disponível, as simulações podem ser organizadas como uma experimentação. (...) Quando o futuro sistema está prefigurado apenas por plantas, ou por uma maquete em escala reduzida, a abordagem da atividade futura assumirá a forma de uma *simulação linguageira*, em que os modos operatórios serão reconstituídos sob forma de narrativa.” (DANIELLOU, 2007a, p.311)

Na simulação “linguageira”, os modos operatórios possíveis são reconstituídos conjuntamente, através de narrativas. Nesse tipo de simulação, o ergonomista propõe roteiros com elementos já conhecidos que possam integrar o sistema futuro, mas no caso de haverem operadores experientes, estes também podem propor roteiros, considerando as possíveis dificuldades que eles possam antecipar. Tal simulação pode ser observada no trabalho de Broberg (*et al.*, 2011), através do uso da maquete física, das marcações no chão e dos cenários nos workshops do projeto da empresa de manufaturas.

Essa simulação narrada, no entanto, deve também respeitar algumas regras para obtenção de um resultado satisfatório e produtivo: as narrativas devem seguir uma continuidade cronológica e cognitiva, e atentar para a compatibilidade com as propriedades do ser humano (as ações e situações narradas devem ser física, cognitiva e temporalmente viáveis de serem executadas). Desse modo, podem ser recuperadas “histórias” de situações de trabalho que orientarão as tomadas de decisões do ergonomista e da equipe de projeto.

### **3.2.1. Estruturação**

Embora não haja um consenso formal que determine o processo de utilização de simulações para a finalidade de concepção, diversos autores buscaram estabelecer alguns parâmetros (fundamentados principalmente em estudos de casos) que auxiliassem na utilização desta ferramenta.

Para Maline (1997), os métodos de simulação em empresas normalmente são utilizados para projeções de caráter mais técnico, como em estudos de engenharia, para análise de projetos, modelagem de dados, validação de modelos, paralelos às simulações numéricas e ao desenvolvimento de modelos de realidade virtual. No entanto, o procedimento de aplicação da simulação em ergonomia integra diversas fases (GUERIN *et al.*, 2002) ao longo do projeto, mas está diretamente ligado a três fases em particular, conforme descrito a seguir.

Na fase de *análises preliminares*, ao longo da qual são analisadas as características gerais do projeto e ocorre uma classificação das situações de trabalho encontradas, selecionando-se as situações que devem ser melhor estudadas, por serem estratégicas para o desenvolvimento do trabalho futuro. Nesta fase, também podem ser selecionadas **situações de referência**, cujo objetivo seria modelar as condições nas quais os trabalhadores se encontram ao longo da sua atividade de trabalho. A situação de referência pode caracterizar tanto uma situação de trabalho existente, que deve ser mantida na situação futura, quanto uma situação distinta, que apresente as características desejáveis ao projeto da situação futura. O objetivo seria identificar algumas situações típicas, ou **situações de ação característica (SACs)** (JEFFROY, 1987; apud MALINE, 1994), que seriam situações possivelmente enfrentadas pelos trabalhadores.

Segundo Daniellou (2007a), as “situações de referência” ou “situações de ação característica” auxiliariam na preparação das condições de simulação da atividade futura. Logo, o ergonomista deve procurar situações existentes que podem ser analisadas e servirem de base para um esclarecimento dos objetivos e condições da atividade futura. Ao analisar as SACs, deve-se buscar, nas situações existentes, elementos que possam ser aproveitados na situação futura.

A análise de situações de referência pode buscar, por exemplo: situações em que as funções que deverão ser asseguradas pelo futuro sistema estejam configuradas antes sob outra forma, situações existentes que comportem algumas das características técnicas ou organizacionais do futuro sistema e situações de referência correspondentes ao contexto geográfico, ou antropológico, do local onde o projeto será implementado.

A partir da seleção das situações de referência, deve-se buscar gerar uma lista de situações de ação características, determinando quais ações, dentro das situações analisadas, provavelmente serão enfrentadas pelos trabalhadores na situação futura.

Cada SAC escolhida deve ser definida a partir: dos objetivos buscados, dos critérios de produção, das categorias profissionais envolvidas e dos fatores capazes de influenciar o estado das pessoas. Desse modo, as SACs contribuem para o estabelecimento de uma ligação entre as atividades analisadas e a abordagem da atividade futura. (DANIELLOU, 2007a)

Posto isso, a análise do trabalho aparece na simulação como um instrumento que permitiria identificar cenários que serviriam como referência para a simulação das condições de realização da atividade futura e esta simulação permitiria que cada um dos atores envolvidos avaliasse o projeto em diversos aspectos e confrontassem suas opiniões e críticas (DUARTE, 2002).

Em seguida, estaria uma *fase projetiva*, que corresponderia à elaboração de cenários. Um cenário seria uma seleção de variáveis (relacionadas a elementos da atividade de trabalho e da tarefa a ser realizada, características de produção, da organização, da população, etc.) orientada pelas situações estudadas na etapa de análises preliminares. Essa fase projetiva visa à elaboração de um cenário da atividade futura, descrevendo e considerando de modo realista uma configuração possível para essa atividade.

Os cenários devem reunir situações em função de um critério de análise pré-determinado (manutenção, variação de modos de operação, valorização de competências, etc.) e sua representação pode assumir duas formas principais: textual ou gráfica.

Posteriormente, a *fase prospectiva* consistiria em pesquisar, a partir dos cenários construídos, as situações de trabalho que se mostrassem relevantes a ponto de serem utilizadas no projeto (soluções), através da simulação propriamente dita. Para tanto, Maline (1994) aponta três características fundamentais que relacionam o uso de cenários à simulação: (1) a visão da simulação como uma forma de dinamização do cenário; (2) o uso da simulação como uma etapa de validação dos cenários construído, e (3) a capacidade da simulação em auxiliar na determinação se um cenário pode ou não ser incorporado ao projeto da situação futura.

Cetim (1991 apud MALINE, 1997) segue a mesma lógica de Maline (1994) apresentada uma estrutura de fases essenciais para o desenvolvimento da simulação, conforme exposto na Figura 4.

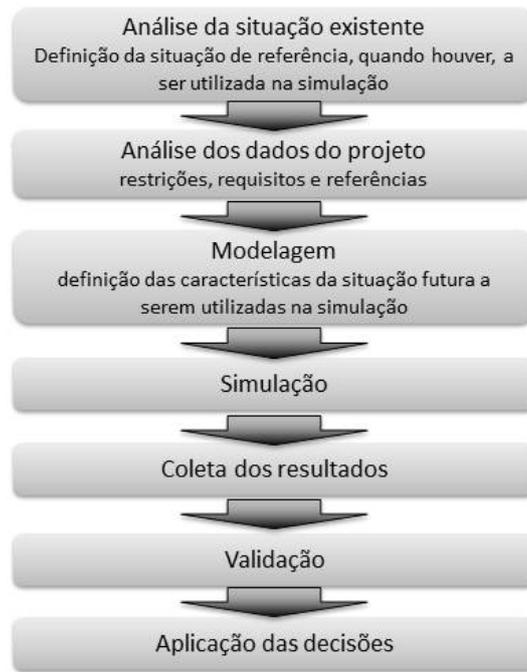


Figura 4: Estrutura de fases para simulação (adaptado de CETIM, 1991 apud MALINE, 1997)

A respeito das simulações de condições de realização de trabalho, Maline (1997) e Daniellou (2007a; 2007b) distinguem quatro elementos que devem ser levados em consideração, de forma a fornecer as condições mínimas para a realização de uma simulação:

- *O estabelecimento das condições de aceitabilidade social da simulação:* ou seja, a construção social do processo participativo deve deixar explícito o papel a ser desempenhado por cada grupo participante (líderes de projeto, trabalhadores, equipe de manutenção, etc.);
- *A escolha dos participantes da simulação para representar as competências pertinentes:* um grupo de indivíduos em interação para entrarem em contato, experimentarem e tornarem possível uma avaliação do projeto em simulação. Esta escolha deve levar em consideração o tipo de conhecimento profissional necessário para a realização da simulação;
- *A representação do futuro sistema por suportes materiais:* existem vários suportes possíveis para simulação (desenhos, maquetes, mock-ups, protótipos, etc.), logo, a seleção da ferramenta de representação (Quadro 6) deve proporcionar um uso coletivo e participativo. Estes objetos auxiliariam principalmente na definição de escolhas projetuais

implícitas ou ainda não identificadas inicialmente. Neste sentido, deve-se observar que diferentes suportes não oferecem as mesmas vantagens, do mesmo modo que não apresentam as mesmas restrições. Cada suporte possui propriedades diferentes e viabilizam diferentes discussões; e

- *O levantamento prévio dos roteiros que servirão para a simulação e que devem ser elaborados a partir das SACs: durante a simulação busca-se antecipar o máximo possível de riscos e dificuldades que possam ser encontradas no futuro sistema de trabalho. Problemas projetuais menores podem ser corrigidos durante a própria simulação caso o líder de projeto esteja presente, porém, problemas de maior porte podem necessitar estudos mais detalhados, negociações e até mesmo novas simulações.*

### **3.2.2. A atividade de trabalho e a simulação**

Buscando compreender o que os ergonomistas visam conhecer na concepção para que o resultado seja favorável à saúde e ao desenvolvimento da atividade dos trabalhadores, Béguin (2007b, 2010) apresenta três perspectivas que orientam a prática profissional do ergonomista durante a atividade de projeto.

Tais perspectivas refletem três finalidades que conduzem a formas distintas de simulação, porém com objetivos complementares.

#### A Cristalização

“...é necessário compreender conjuntamente a concepção do artefato e de seus usos.” (BÉGUIN, 2007b, p.111. Tradução nossa)<sup>8</sup>

O conceito de cristalização considera que todos os artefatos ou dispositivos técnicos cristalizam um conhecimento prévio, ou seja, um modelo do usuário e de sua atividade, que não necessariamente reflete a realidade. Porém, uma vez cristalizado,

---

<sup>8</sup> “...il faut appréhender conjointement la conception de l’artefact et des usages.” (BÉGUIN, 2007b, p.111)

esse modelo seria imposto a todos os envolvidos no processo de concepção e influenciaria o trabalho futuro.

Os projetistas possuem uma representação do trabalho dos usuários e o modelo concebido por eles transparecerá traços dessa representação no modelo desenvolvido. Um sistema, dispositivo ou artefato conterá, assim, um reflexo de todas as escolhas realizadas por seus projetistas.

Dessa forma, a ideia de cristalização remete mais uma vez à importância do uso da simulação como forma de se obter um prognóstico da atividade futura, buscando-se realizar uma predição da situação futura, porém buscando-se fornecer a maior margem de manobra possível para modificações. (DANIELLOU, 2004).

### A Plasticidade

*“...a eficácia dos dispositivos não está apenas nos artefatos, mas também na atividade dos indivíduos em situação de trabalho.” (BÉGUIN, 2007b, p.111. Tradução nossa)<sup>9</sup>*

Partindo-se do princípio de que seria impossível antecipar completamente a atividade futura, a plasticidade consiste em conceber sistemas que viabilizem um ajuste às circunstâncias, levando-se em conta as flutuações naturais da atividade.

Eles são “plásticos” no sentido de que eles deixam, à atividade em questão, margens de manobra suficientes para tornar a técnica mais eficiente, tanto em termos de eficiência produtiva quanto de saúde dos operadores.

A plasticidade busca compreender a inteligência da tarefa ao conceber os espaços de ação. Nesse contexto, a simulação surge com uma função menos preditiva e mais cognitiva, colocando em cena a diversidade e variabilidade das situações (SACs). Mas, para isso, torna-se também necessário um conhecimento da atividade que viabilize o desenvolvimento de um inventário das situações que os operadores deverão ser capazes de gerir na situação futura.

---

<sup>9</sup> “...l’efficacité des dispositifs ne repose pas uniquement sur les artefacts, mais également sur l’activité des sujets en situation. ” (BÉGUIN, 2007b, p.111)

## O Desenvolvimento

*“...o desenvolvimento dos artefatos e o desenvolvimento da atividade devem ser considerados em conjunto durante a condução de um projeto.” (BÉGUIN, 2007b, p.111. Tradução nossa)<sup>10</sup>*

Uma vez que o resultado do trabalho do projetista define somente uma hipótese, que deverá ser testada, validada ou recusada a partir da confrontação com as aprendizagens dos outros atores envolvidos no projeto, o desenvolvimento visa articular, conjuntamente, os artefatos previstos pelos projetistas durante a concepção e o desenvolvimento dos recursos de ação dos usuários. Trata-se de favorecer os processos dialógicos durante o projeto: onde o usuário pode aprender com os resultados preliminares do projetista e o projetista pode também aprender com o ponto de vista do usuário.

Nessa perspectiva, a simulação pode ser considerada como um vetor de trocas, que fornece um suporte ao diálogo entre operadores e projetistas, favorecendo as curvas de desenvolvimento que articulam a produção dos projetistas e a produção dos operadores.

### **3.2.3. Ferramentas de representação**

Maquetes eletrônicas, maquetes volumétricas e *softwares* de simulação são usualmente utilizados como ferramentas de representação para simulação pelos profissionais envolvidos na concepção. Estes instrumentos, propriamente ditos, não diferem dos artefatos presentes no dia-a-dia dos profissionais envolvidos, como arquitetos, engenheiros e projetistas.

Logo, qual seria a distinção entre o uso destes instrumentos no cotidiano desses profissionais e em uma situação de simulação? Maline (1997) aponta algumas especificidades que caracterizam o uso específico dessas ferramentas para simulação do trabalho, que incluiriam:

---

<sup>10</sup> *“...développement des artefacts et développement de l'activité doivent être envisagés conjointement durant la conduite d'un projet.” (BÉGUIN, 2007b, p.111)*

- O uso coletivo e participativo dessas ferramentas;
- O diferente domínio da aplicação; e
- A diferença de objetivos.

Ferramentas de projeto	Ferramentas de projeto / simulação	Ferramentas de simulação e de experimentação
- Realidade virtual; - Gráficos funcionais, SADT, MERISE; - Ferramentas analíticas (ECM...); - Vídeo; - Desenhos, esboços;	- Maquetes em escala reduzida; - Plantas; - Softwares antropométricos;	- Ferramentas de representação integral, simuladores; - Ferramentas de gestão; - Maquetes em escala real; - Protótipos.

Quadro 6: Tipos de ferramentas intermediárias de representação (fonte: MALINE, 1997, apud LONGIN *et al.*, 1996)

A simulação necessita de um suporte para sua realização, alguma ferramenta que, aliada aos cenários desenvolvidos, permita passar da fase projetiva à prospectiva. Sem a intenção de fornecer uma lista exaustiva, Maline (1994) apresenta quatro suportes utilizados para simulação em ergonomia: plantas/mapas, maquetes, protótipos e *softwares*.

Segundo Theureau (1997), haveria uma tendência de utilização de abordagens teoricamente mais modestas para a simulação (e que conferem menor importância à experimentação clássica e às ferramentas estatísticas), porém empiricamente melhor inseridas no processo de concepção, que se apoiariam em suportes como o uso de protótipos, maquetes e cenários de uso.

No que diz respeito às maquetes (físicas ou virtuais), o autor (MALINE, 1994) explica que esse suporte é utilizado com maior eficácia em projetos de concepção de locais ou equipamentos de trabalho, que tratem de maquinários, escritórios, órgãos de controle ou aplicações informatizadas.

Além disso, em um projeto de concepção de sistemas de trabalho, podem ser identificados três tipos de decisões a serem tomadas: as escolhas explícitas, as escolhas implícitas e as escolhas não estabelecidas. Sendo que, a simulação do trabalho desempenha um papel decisivo na resolução das duas últimas, uma vez que a simulação vai além da visão e avaliação da eficácia técnica de um sistema, pois busca analisar a eficácia do sistema considerando a condução do sistema pelo seu usuário durante o exercício da atividade de trabalho. (MALINE, 1997)

### **3.2.4. Simulação e aprendizagem**

Béguin (2006) observa ainda, que, para que se obtenha uma abordagem operativa de uma simulação com finalidade de concepção (uma abordagem que leva em consideração a diversidade de fatores relacionados à atividade e que visa antecipar as margens de manobra da atividade), é necessária a observação de alguns elementos:

- O papel da situação simulada como medidora, como um recurso para se obter o projeto final. Assim, a simulação torna-se um processo de construção de conhecimento na construção de um modelo;
- A finalidade pragmática da simulação para concepção, cujo objetivo final é a construção de uma situação a partir da elaboração de um modelo;
- A troca entre os atores envolvidos como uma dimensão estratégica da simulação para concepção, onde acontece uma aprendizagem mútua entre atores heterogêneos (projetista e operador), e;
- A reflexão sobre a simulação, que pode se dar a partir de uma análise posterior à ação, como a auto confrontação.

Em suma, as características da simulação em ergonomia apresentadas visam uma melhor compreensão dos elementos que justificam e norteiam a aplicação desse método para simulação de projetos de concepção de situações de trabalho futuras.

Conforme o exposto, o uso desse tipo de simulação é de fundamental importância, pois possibilita uma economia significativa de recursos (tempo, investimento, mão-de-obra) e permite observar previamente a interação do usuário com o projeto, possibilitando alterações anteriores à sua real implementação.

A partir do momento em que se determina que será realizada uma simulação durante um processo de concepção, estabelece-se implicitamente que os atores envolvidos na simulação farão parte das decisões do processo de concepção.

Conforme apontado por Béguin (2006), a simulação tem três características que são não só desejáveis, como fundamentais no modelo de engenharia simultânea e em projetos ergonômicos<sup>11</sup> participativos:

- A simulação não se trata de uma cópia da situação real e sim de uma representação manipulável da realidade;
- As situações de simulação são dispositivos que permitem trocas, onde é possível adquirir aprendizagens cruzadas (“*apprentissages croisés*”) entre os atores envolvidos; e
- Devem ser conduzidas de forma a incentivar um retorno reflexivo sobre a ação.

---

<sup>11</sup> O termo “projetos ergonômicos” será utilizado nesse trabalho para caracterizar projetos participativos que façam uso da metodologia de abordagem ergonômica do trabalho, nos termos de Guérin (*et al.*, 2002).

## CAPÍTULO 4 - ABORDAGEM METODOLÓGICA

A metodologia utilizada nesta pesquisa apoiou-se nos preceitos da pesquisa reflexiva sobre a prática profissional (SCHÖN, 2000; JACKSON, 1998), e da abordagem metodológica da análise ergonômica do trabalho (GUÉRIN, 2002). A estruturação de toda a dissertação teve início com o projeto de pesquisa, que foi desenvolvido em paralelo à revisão da literatura, que, por sua vez, forneceu um suporte à pesquisa de campo.

Conforme descrito brevemente no primeiro capítulo, as questões de pesquisa apresentadas neste trabalho estão fundamentadas em uma problemática observada em campo, relacionada ao uso dos objetos em projetos, e que se transformou em uma problemática de pesquisa.

Esse tipo de relação entre problemas práticos e questões de pesquisa é discutida por Booth (*et al.*, 2008) e apresentada sob forma gráfica na Figura 5. Enquanto um problema prático é solucionado através de uma ação, o problema de pesquisa deve ser solucionado respondendo a uma questão que ajude a compreendê-lo melhor. Ambas as vertentes podem ser interligadas, uma vez que se busca uma resposta teórica para posterior aplicação prática. Trata-se, portanto, de uma pesquisa aplicada, tendo em vista que o problema de pesquisa visa uma consequência prática.



Figura 5: Relação entre problemas práticos e problemas de pesquisa (adaptado de BOOTH *et al.*, 2008)

#### 4.1. Reflexão sobre a prática

As formulações iniciais da análise da atividade futura remetem à implementação dos métodos científicos específicos de cada etapa do processo de concepção. Jackson (1998) defende, porém, que a contribuição dos ergonomistas depende principalmente de uma modelagem mais precisa do processo de concepção e também da construção das próprias condições que possibilitem transformar as representações dos atores. Essa idealização do autor se apoia em duas premissas: a de que o processo de concepção não é linear e a de que a intervenção dos ergonomistas não pode se restringir à mera implementação dos métodos adaptados a cada etapa do processo de concepção.

Para alcançar estes objetivos, as reflexões *a posteriori* das intervenções e os debates provenientes destas reflexões permitiriam melhor avaliar as mesmas. Nesta abordagem, estas reflexões *a posteriori* estão no centro da “prática dos pesquisadores”, que coloca a reflexão como método de produção de conhecimento sobre a ação dos ergonomistas. (GARRIGOU, 1992; apud JACKSON, 1998)

“De toda forma, a reivindicação da perspectiva de reflexão sobre a ação, como motor da produção de conhecimento, permitiu aos ergonomistas no quadro da AAF (análise da atividade futura) considerarem esta questão fundamental como sendo o núcleo dos interesses de pesquisa, aguardando novas situações de intervenção.” (JACKSON, 1998, p.30. Tradução nossa)<sup>12</sup>

Jackson (1998) coloca o trabalho dos ergonomistas como um objeto de estudo em ergonomia, através da “pesquisa sobre a prática”, que seria uma perspectiva metodológica de produção de conhecimento sobre o trabalho dos ergonomistas.

Esta abordagem insere o ergonomista em um papel característico: atuando, inicialmente, na transformação das situações de trabalho durante uma intervenção ergonômica, para, em seguida, construir uma problemática a partir de sua intervenção que viabilize sua contribuição com a geração de conhecimento científico.

---

<sup>12</sup> “De toute façon, la revendication de la perspective de réflexion sur la pratique, comme moteur de la production de connaissances, a permis aux ergonomes dans le cadre de l’AAF d’envisager cette question fondamentale comme étant au coeur de préoccupations de recherche, en attendant de nouvelles situations d’intervention...” (JACKSON, 1998, p.30)

A pesquisa em ergonomia visa, nesse contexto, produzir “interpretações gerais” que devem ser confrontadas com outras disciplinas para que o resultado seja validado e reutilizado posteriormente em outras situações. De acordo com o autor, devido à proximidade com a metodologia de estudo de caso, a validação dos estudos baseados em pesquisa sobre a prática podem se valer dos mesmos critérios de validação utilizados para os estudos de caso.

O interesse pela modelização da ação dos ergonomistas no processo de concepção industrial surge, portanto, da pesquisa sobre a prática. Essa reflexão sobre a prática não se trata de uma proposição exclusiva de estudo do trabalho dos ergonomistas, já tendo sido discutida por Schön (2000) em um caráter mais amplo, referindo-se à prática profissional em diversas disciplinas, como engenharia, medicina e arquitetura.

A prática reflexiva sobre a ação entra em questão uma vez que Schön (2000) metaforicamente caracteriza o processo de projeto como um “diálogo” entre o projetista e a situação de projeto. Em sua análise, o autor propõe que o projetista forneceria ao projeto seus objetivos, ideias e conhecimentos e, em retorno, o projeto o “responderia” e o “surpreenderia” com resultados inesperados ou restrições que o levariam a reformular o problema. À medida que o projetista reflete sobre as consequências e implicações inesperadas de suas ações, as situações respondem-lhe, permitindo que ele forme novos julgamentos que nortearão suas ações subsequentes.

Essa metafórica “discussão” entre o projetista e a situação de projeto induz à reflexão de que a ação nunca equivaleria à concretização pura e direta de uma ideia, uma vez que a concretização da ação enfrenta resistências, resultando em movimentos sequenciais que transformam a ideia e demandam novas estratégias para contorná-las, tornando possível, eventualmente, a consolidação da ação. O processo de projeto assumiria, desse modo, a forma de uma conversação reflexiva com a situação.

À medida que o projetista encadeia seu conjunto de ações, sua postura em relação à situação de projeto passa por uma série de mudanças, passando de um reconhecimento da possibilidade e liberdade de escolha para uma aceitação dos imperativos que seguem a escolha. (SCHON, 2000)

O trabalho de Schön (2000) exprime, ainda, que os estudos de projeto deveriam buscar profissionais capazes de refletir-na-prática, que seria uma habilidade

exercida por profissionais bem preparados para refletir em uma situação de projeto, que busquem recorrer mais à sua capacidade e experiência profissionais para resolução de problemas enfrentados durante situações com as quais eles se deparam em seu cotidiano, do que à técnica racional, adquirida com a formação profissional teórica. Tal capacidade remeteria o talento artístico profissional, correspondendo aos tipos de competências derivadas de um exercício de inteligência, que o profissional demonstra em situações da prática que são únicas, incertas e conflituosas.

Schön (2000) propõe, assim, o conceito da prática reflexiva, que se refere à capacidade do profissional de refletir na e/ou sobre as situações que enfrenta.

Desse modo, uma das formas de produzir conhecimento na pesquisa em ergonomia seria a análise reflexiva sistemática da intervenção, onde o pesquisador, após ter atuado como ergonomista em determinada intervenção, analisaria, posteriormente, uma problemática proveniente da intervenção realizada.

Na abordagem reflexiva, o ergonomista possui competências e um *background* de pesquisa, a partir dos quais será capaz de triar as demandas provenientes da empresa, decidindo em quais intervir e buscando, assim, as razões que motivaram sua vinda. Após a análise da situação de trabalho e a formulação das interpretações particulares a tal situação, o ergonomista pode enfim retornar à teoria científica, de forma a produzir interpretações gerais. A validação científica das interpretações gerais é obtida a partir de confrontações heterogêneas com conhecimentos das ciências experimentais. (DANIELLOU, 1992; apud JACKSON, 1998)

Assim, do mesmo modo que os estudos de caso visam ser generalizáveis a proposições teóricas, buscando-se generalizar um conjunto particular de resultados a uma teoria mais abrangente (YIN, 2005), Granath (1991) apresenta a teoria utilizada por profissionais de arquitetura, que sugere que “as teorias científicas podem ser geradas a partir da prática”.

Da mesma forma, Glaser e Strauss (1967) propõem a geração da teoria a partir da prática como modo de pesquisa, porém ressaltando que a produção desse conhecimento depende também da confrontação dos resultados com as teorias existentes. O estudo de Granath (1991) traz sua representação desta teoria, que pode ser observada na Figura 6. A figura demonstra como uma teoria resultante da prática pode ser confrontada com outras disciplinas e práticas por meio da reflexão sobre a própria experiência.

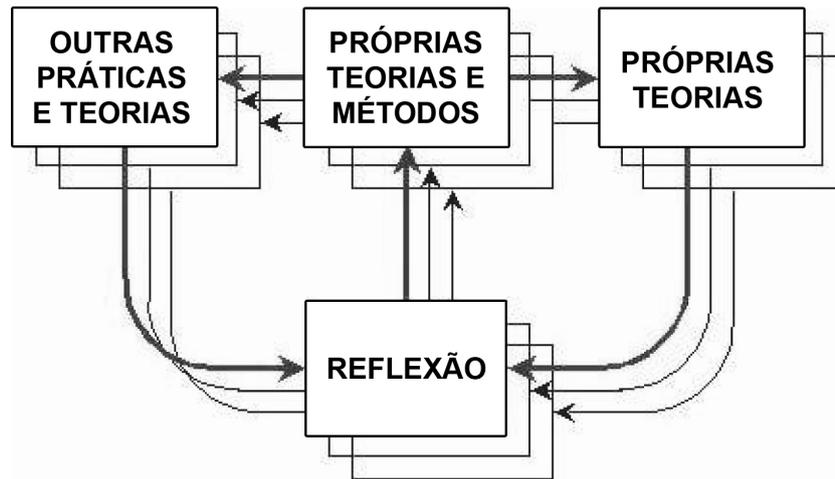


Figura 6: Reflexão sobre a teoria gerada a partir da prática (adaptado de Granath, 1991)

A abordagem metodológica utilizada nessa dissertação assemelha-se a um estudo de casos múltiplos, uma vez que a definição de um estudo de caso pode ser apresentada como “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.” (YIN, 2005, p.32)

Outra similaridade está relacionada ao que Yin (2005) classifica como técnica etnográfica da observação participante, onde o pesquisador não atua simplesmente como um observador passivo, podendo, ao contrário, participar dos eventos que estão sendo estudados e perceber a realidade como um ator interno ao estudo de caso.

Conforme mencionado, os critérios de validação de produção do conhecimento nas pesquisas a partir de estudos de casos aproximam-se da perspectiva reflexiva em ergonomia, na medida em que o resultado desta pesquisa também visa à generalização a partir de um caso, podendo-se equiparar as intervenções aos casos. (FALZON, 1998)

Os critérios de validade dos estudos de caso propostos por Yin (2005) contemplam:

- *A validade do constructo* – a partir do estabelecimento de medidas operacionais corretas (fontes de informações múltiplas, encadeamento de evidências, revisão e validação dos dados) para os conceitos que estão sendo estudados;

- *A validade interna* (apenas para estudos causais ou explanatórios) – estabelecendo-se uma relação causal capaz de mostrar como certas condições levam a outras condições;
- *A validade externa* – estabelecendo um domínio ao qual as descobertas de um estudo podem ser generalizadas; e
- *A confiabilidade* – demonstrando que as operações de um estudo podem ser repetidas, obtendo-se os mesmo resultados.

Outros critérios de validade para estudos de caso sugeridos por Tornebolm (1983; apud GRANATH, 1991) incluem:

- *O critério de configuração* – permitindo que a pesquisa seja comparada com outras, verificando-se se ela se enquadra nos princípios epistemológicos da disciplina ou da escola na qual estaria inserida; e
- *O critério de veracidade* – que determina que o pesquisador deve manter-se o mais próximo possível da veracidade histórica da situação estudada, fazendo-se necessário, para isso, constituir uma “memória” da intervenção que viabilize a realização de uma confrontação e validação com os atores envolvidos (FALZON, 1998).

A partir disso, Falzon (1998) sugere a possibilidade de se extrair de uma intervenção uma *visão generalizante*, cujo objetivo seria identificar os resultados que poderiam ser exportados a outras situações, configurando assim uma utilização retrospectiva, que disponibilizaria essa experiência acumulada a outros ergonomistas; praticantes ou pesquisadores.

Ainda em relação ao processo de validação da pesquisa sobre a prática, a constituição e tratamento dos dados de pesquisa também demandam atenção específica, de modo a permitir a constituição da **memória da intervenção**, conforme mencionado por Falzon (1998). Como referência para modelos de constituição desta memória, o estudo de Jackson (1998) descreve três elementos principais utilizados no caso analisado pelo autor:

- *Um caderno de bordo* – contendo a maior quantidade possível de traços históricos da intervenção; entre notas, pautas de reuniões, plantas, documentos técnicos;

- *Uma descrição histórica da intervenção* – uma espécie de reconstituição da intervenção que sirva de suporte às confrontações; e
- *Uma síntese dos fatos* – que permita uma validação com os atores envolvidos.

#### **4.2. O projeto de pesquisa**

O projeto de pesquisa possuiu duração de dois anos e teve início com o desenvolvimento dos projetos, seguido pelo desenvolvimento do referencial teórico, apresentado no segundo e no terceiro capítulos deste documento.

Considerando as questões de pesquisa apresentadas no primeiro capítulo e estipulando como unidades de análise “o uso feito dos objetos de projeto em cada caso”, a seleção das situações de realização do estudo foi realizada de modo que os projetos atendessem aos seguintes critérios:

- Projetos que utilizassem a AET para compreensão da atividade de trabalho envolvido no projeto de concepção;
- Priorização de projetos que abrangessem centros de controle, e,
- Projetos nos quais fosse previsto, em seu escopo, o uso da maquete eletrônica.

A partir destes critérios, foram selecionados três projetos para estudo, sendo eles:

- A.** Projeto de estudo de viabilidade de ampliação de um centro de controle integrado de dutos de gás e óleo, no Rio de Janeiro (RJ);
- B.** Projeto de análise ergonômica do trabalho para desenvolvimento de layout para sala de controle de uma usina termelétrica, em São Paulo (SP); e
- C.** Projeto de ergonomia para centralização das salas de controle de um núcleo experimental de tecnologias para indústria de petróleo, em Aracaju (SE).

Para constituir a memória das intervenções realizadas nesta pesquisa, conforme a sugestão de Falzon (1998), foram utilizados os seguintes materiais e instrumentos:

- *Caderno de bordo da intervenção*: durante a realização de todos os projetos, a pesquisadora manteve um caderno de campo que, além de conter as informações coletadas nas visitas, incluía também percepções relacionadas às suas questões de pesquisa. Foram registrados todos os acompanhamentos de atividades, principais entrevistas e verbalizações, sugestões, comentários de reuniões, esboços de layouts, visitas às situações de referência e todas as demais informações que pudessem contribuir para o projeto de pesquisa.
- *Relatórios, plantas e documentos (fornecidos pela empresa ou desenvolvidos ao longo do projeto)*: em todos os projetos, as empresas forneceram à equipe acesso aos desenhos necessários (planta baixa, planta de iluminação, cortes, etc.) e, além disso, foram mantidas em forma de arquivo eletrônico, pela equipe de projeto, todas as soluções intermediárias desenvolvidas em cada projeto, visando à possibilidade de resgate da progressão do projeto e do histórico de tomada de decisões. Foram utilizados, também, documentos como especificações de equipamentos, quantitativo de funcionários e todos os demais documentos que viessem a se mostrar necessários ao longo dos projetos. Os relatórios foram essenciais para registro e acompanhamento da evolução de cada projeto, em especial os relatórios iniciais, de compreensão das demandas, que foram utilizados para validação das informações coletadas. No caso do projeto do centro de controle integrado de dutos de gás e óleo, foram consultados, ainda, relatórios anteriores referentes à avaliação pós-ocupacional, também realizada pela equipe de ergonomia e projetos do Programa de Engenharia de Produção da UFRJ no ano de 2008.
- *Correios eletrônicos trocados entre os atores envolvidos no projeto*: o registro das atividades de projeto por meio de correio eletrônico permite recuperar o histórico do projeto tanto no que diz respeito às informações de andamento e progressão do projeto, como no sentido temporal, principalmente no que se refere às causas e resultados das alterações de layout necessárias no decorrer do projeto. Além disso, através das

interações por meio eletrônico, é possível também o resgate das interações realizadas tanto com representantes da empresa, quanto entre integrantes da própria equipe de projeto.

Os três projetos foram acompanhados não simultaneamente, mas sequencialmente, o que favoreceu uma reflexão preliminar ao final do acompanhamento de cada um. Embora os três projetos tenham atendido aos critérios impostos para a pesquisa, cada um representava uma situação particular:

- O projeto A tratava de uma situação já existente que, num primeiro momento sofreria uma ampliação imediata da quantidade de postos de trabalho na sala de controle, seguida por um estudo de viabilidade para ampliação posterior de todo o centro de controle;
- No projeto B, o objetivo seria a modernização da sala de controle existente, com a expectativa de substituição de todo o contingente de operadores, e;
- No projeto C, o escopo previa a centralização de salas de controle locais em um único centro de controle, que deveria ser projetado para ser instalado em uma edificação já existente.

Apesar disso, a base para o estudo de todos os casos foi a mesma, apoiando-se nos princípios da análise ergonômica da atividade (AET), em maior ou menor grau de aprofundamento.

A análise ergonômica do trabalho foi uma abordagem utilizada em todos os casos estudados, segundo as premissas propostas por Guérin (et al. 2002). Conforme o autor, cada ação ergonômica é específica, necessitando uma abordagem única e particular. Desse modo, o ergonomista necessitaria então construir uma compreensão da situação de trabalho, utilizando a ação ergonômica para tentar relacionar as necessidades sociais às possibilidades de mudanças.

A relação estabelecida entre o ergonomista e os trabalhadores está diretamente ligada à qualidade da análise a ser realizada, pois esta análise depende principalmente da participação dos operadores. Alguns métodos e ferramentas tipicamente utilizados na abordagem ergonômica fazem-se, então, necessários para a realização da análise. Destacando-se, entre eles, as observações, entrevistas e verbalizações.

Os primeiros contatos do ergonomista com a equipe de trabalhadores devem buscar compreender as diferentes estratégias adotadas pelos trabalhadores que tornam possível a realização da atividade, visando situar essas informações em seu contexto, para que seja então possível interpretá-las. Esse primeiro contato pode ocorrer em forma de observações e entrevistas livres, onde o ergonomista busca compreender a relação entre as condições de trabalho e suas consequências para a saúde do trabalhador, que fornecerão embasamento para a formulação de hipóteses. (GUÉRIN *et al.*, 2002)

Após a fase inicial de observações abertas, o ergonomista torna-se capaz de identificar categorias de informações com objetivos precisos, passando a realizar “observações sistemáticas”, focadas nas informações consideradas mais relevantes para sua análise.

A obtenção dos registros de observação e entrevistas leva o ergonomista à fase de descrição da atividade, organizando os dados brutos e buscando formular hipóteses, em um pré-diagnóstico. Essas hipóteses comumente levam a um novo plano de observações baseado nos dados que ainda seriam necessários coletar e compreender para a formulação do diagnóstico final.

Durante todo o processo de observações e entrevistas, o ergonomista deve estar atento às verbalizações dos operadores. Verbalizações, nesse sentido, não se restringem à simples fala do operador. Para ser caracterizada como verbalização, esta fala deve possuir um conteúdo significativo e, muitas vezes, implícito acerca da atividade. A verbalização normalmente contém informações sobre o conhecimento tácito da atividade, necessário para se compreender as estratégias de trabalho adotadas pelos trabalhadores. Nem sempre a verbalização do operador é óbvia, pois este tende a descrever seu trabalho em função do que ele imagina que sejam os objetivos e interesses do interlocutor, devendo-se buscar, em sua fala, informações que levem à compreensão de características intrínsecas ao trabalho (fatores relacionados à experiência).

As verbalizações sobre as condições de exercício da atividade muitas vezes fazem aparecer elementos importantes das situações de trabalho não mencionadas pelos outros interlocutores e permitem a compreensão do trabalho a partir do ponto de vista do que é pertinente para o operador.

As verbalizações relativas à descrição de uma dada atividade observada podem ser simultâneas ou consecutivas. As verbalizações simultâneas ocorrem

quando o operador é capaz de explicar as atividades no momento em que estão sendo realizadas, no entanto deve-se atentar para que a verbalização não influencie ou atrapalhe a atividade. Por sua vez, as verbalizações consecutivas ocorrem quando o operador as realiza após a atividade, comentando retrospectivamente suas ações. Nesse caso, elas podem ser orientadas pelos registros realizados ou podem ser orientadas, ainda, por um questionamento do observador com base nos registros do operador ou do ergonomista.

Para o autor (GUÉRIN, 2002), três princípios básicos justificam a importância das verbalizações dos operadores para a análise ergonômica: (1) o de que a atividade não pode ser reduzida ao que é observável, sendo necessária uma explicação complementar por parte do operador, (2) o de que as observações e análises são sempre limitadas em sua duração, e (3) de que nem todas as consequências do trabalho são aparentes.

Além disso, os objetivos das verbalizações variam de acordo com o momento da análise. Num primeiro contato, as verbalizações podem auxiliar na compreensão das principais características da atividade na familiarização do ergonomista com o vocabulário de determinada situação de trabalho, enquanto nos períodos de observação sistemática, elas facilitam na compreensão e acompanhamento do desenvolvimento das atividades. Por fim, na interpretação dos resultados, seu papel é apoiar a elaboração e validação do diagnóstico final.

### **4.3. Escopo e planejamento dos projetos**

Com base no conteúdo apresentado neste capítulo, serão apresentadas, a seguir, informações básicas dos projetos acompanhados nesta pesquisa, em ordem cronológica. O objetivo é fornecer uma compreensão do contexto projeto, escopo, objetivos e planejamento de cada projeto.

#### **4.3.1. Projeto A: Estudo de viabilidade de ampliação de um centro de controle integrado de dutos de gás e óleo**

No segundo semestre de 2012 foi realizado o acompanhamento de um projeto de estudo de viabilidade de ampliação de um centro de controle integrado de dutos de gás e óleo, situado no Rio de Janeiro, e pertencente a uma empresa de logística e

transporte, com operação em nível nacional. O projeto original do centro de controle havia sido realizado, em 2006, também pela equipe de ergonomia e projeto do Programa de Engenharia de Produção da COPPE.

O projeto original deste centro de controle foi acompanhado por Conceição (2007). Essa autora realizou um estudo acerca da relação entre teoria e prática de projeto, tendo como base o projeto desse centro de controle que integrou, desde seu início, as disciplinas de ergonomia e arquitetura.

O escopo do recente estudo de viabilidade surgiu de uma demanda da empresa que identificou a necessidade de ampliação do centro de controle. O objetivo principal era avaliar a possibilidade de expansão do centro de controle existente, assim como áreas adjacentes de apoio, devido a uma demanda de crescimento de aproximadamente 100% (a partir de 2014) referente aos postos de operação contínua. Porém, antes disso, também havia uma demanda imediata de ampliação da quantidade de postos de trabalho da sala de controle existente, que deveria se ampliada de 21 (vinte e um) para 23 (vinte e três) postos.

Embora a intenção inicial fosse aproveitar o espaço já existente e pertencente à empresa (composto por três pavimentos – subsolo, 1º pavimento, mezanino e 2º pavimento – em um prédio comercial no centro da cidade), outra solicitação do escopo do projeto demandava uma previsão do espaço total necessário para a alocação deste centro de controle (e ambientes de apoio) em outra localidade.

O fato de a mesma equipe ter sido responsável pelo projeto original, ter acompanhado a etapa de execução e ter realizado, posteriormente, uma avaliação pós-ocupação, foi de extrema importância no sentido da equipe atual possuir um histórico dos problemas já identificados e/ou solucionados desde a inauguração do centro de controle (como, por exemplo, deficiências iniciais do isolamento acústico no centro de controle e questões relativas à manutenção).

O escopo do projeto de estudo de viabilidade de ampliação do centro de controle determinava um prazo total de quatro meses e previa a análise de três cenários:

- *Cenário 1:* Ampliação imediata da quantidade de postos de trabalho na sala de operação, incluindo, em curto prazo, dois novos consoles no atual centro de controle, alterando apenas a disposição dos consoles atuais e interferindo minimamente na atividade realizada no centro.

- *Cenário 2*: Ampliação do centro de controle para a previsão de crescimento a médio prazo, em sua atual localização;
- *Cenário 3*: Ampliação do centro de controle para a previsão de crescimento a médio/longo prazo, em outra localização e identificando áreas necessárias ao projeto de realocação do centro de controle, considerando uma nova localização das suas instalações.

As principais visitas e atividades realizadas ao longo do projeto podem ser observadas no Quadro 7, onde se destacam (em negrito) os objetos intermediários cujas funções e uso serão analisados nessa dissertação.

Não constam no quadro atividades relacionadas ao *Cenário 3*, uma vez que esta etapa era composta somente pela entrega de um relatório. Assim, de acordo com a finalidade deste projeto de pesquisa, no capítulo seguinte serão detalhadas apenas as fases correspondentes aos *Cenários 1 e 2*.

Visitas realizadas	Principais atividades desenvolvidas
1ª Visita: 16 de julho de 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação inicial, compreensão do projeto. Coleta de dados iniciais com o Coordenador do setor de óleo (contato-chave no projeto);</li> </ul>
2ª Visita: 09 de agosto de 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição (a partir das <b>plantas</b> com opções apresentadas) da opção de layout a ser adotado no cenário 1;</li> <li>• Verificação da atual ocupação das salas e postos de trabalho e verificação das possibilidades arquitetônicas da área prevista para expansão (dimensões, pé direito duplo, etc.);</li> </ul>
3ª Visita: 15 de agosto de 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização de medições e registros fotográficos para retificação do as built e das <b>plantas</b> do Cenário 1;</li> </ul>
4ª Visita: 06 de setembro de 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validação de pontos da Avaliação Pós-Ocupação (APO) no centro de controle.</li> </ul>
5ª Visita: 12 de setembro de 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do Cenário 2 (<b>Power Point interativo</b>) – situação atual, demandas identificadas, necessidades de expansão e possibilidades de expansão.</li> </ul>
6ª Visita: 24 de outubro de 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunião de apresentação e discussão do Cenário 2 (<b>apresentação interativa em Power Point</b>): necessidades de expansão, novas demandas identificadas, estudos preliminares de layout (<b>plantas</b>), opções de acessibilidade e <b>maquete eletrônica</b>. (inclusão de representantes da operação e da manutenção, além das gerências)</li> </ul>
7ª Visita: 14 de novembro de 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunião de reapresentação do Cenário 2 (<b>Power Point interativo e imagens da maquete eletrônica</b>), incluindo gerentes-gerais.</li> </ul>

Quadro 7: Visitas e principais atividades realizadas

A metodologia utilizada neste projeto apoiou-se nos princípios apresentados anteriormente, porém fez uso, especificamente, das atividades e instrumentos discriminados a seguir.

Análise de documentos fornecidos pela empresa, nos quais estavam expressas as necessidades de crescimento de postos de trabalho do centro de controle.

Levantamento arquitetônico (*as built*) das áreas destinadas ao centro de controle (subsolo, térreo e mezanino) e identificação das áreas de ampliação (obtenção de plantas baixas junto à empresa e realização de medidas gerais para conferência das plantas).

Levantamento do histórico do projeto original (plantas e relatórios), de 2006, e do estudo de pós-ocupação realizado em 2009.

Realização de reuniões e entrevistas com coordenadores e demais envolvidos com o projeto.

Observações das atividades de trabalho nos diversos ambientes do centro de controle a fim de identificar o uso e a ocupação atual destes ambientes e carências quanto ao apoio à operação e à manutenção;

Entrevistas com os trabalhadores a fim de levantar os principais problemas dos ambientes e carências quanto ao apoio à operação, verificação da situação atual das demandas identificadas no estudo pós-ocupação e levantamento de novas demandas.

#### **4.3.2. Projeto B: Análise ergonômica do trabalho para desenvolvimento de layout para sala de controle de uma usina termelétrica**

No segundo semestre de 2013 foi realizado o acompanhamento de um projeto de avaliação ergonômica para desenvolvimento de uma proposta de novo layout para a sala de controle de operação (e demais ambientes do prédio da operação) de uma usina termelétrica em São Paulo, prevendo também a futura integração das atividades realizadas em salas de controle locais. O estudo deste centro de controle correspondeu à segunda etapa de um projeto mais amplo, cujo escopo pode ser observado no Quadro 8.

1ª Etapa do Projeto	Desenvolvimento de layout para a oficina e demais ambientes do prédio da manutenção
<b>2ª Etapa do Projeto</b>	<b><i>Desenvolvimento de uma proposta de novo layout para a sala de controle de operação (e demais ambientes do prédio da operação)</i></b>
3ª Etapa do Projeto	Desenvolvimento de recomendações para o desenvolvimento de um novo padrão de telas para o sistema supervisorio da operação da usina

Quadro 8: Etapas do projeto da usina termelétrica

Durante esta etapa, desenvolvida ao longo de cinco semanas (cinco ciclos de visitas), foi realizado um estudo ergonômico, baseado no acompanhamento das atividades dos operadores, visando compreender o trabalho, as necessidades dos usuários, e definindo assim os requisitos e restrições projetuais. O estudo ergonômico foi apoiado por observações, entrevistas e documentos técnicos obtidos durante as visitas realizadas.

Conforme o primeiro projeto apresentado, a metodologia utilizada neste projeto também se apoiou nos princípios apresentados no início do capítulo, porém utilizando como suportes as atividades e instrumentos discriminados abaixo e melhor detalhados no capítulo seguinte:

- Análise do projeto existente;
- Revisão de normas nacionais e internacionais;
- Condução de entrevistas com gerentes, coordenadores e operadores;
- Acompanhamento das atividades de manutenção;
- Acompanhamento de atividades em situação de referência (Termelétrica “B”);
- Reuniões com supervisores, gerentes e técnicos;
- Construção de alternativas de layout;
- Validação das propostas junto a operadores, gerentes e supervisores.

O Quadro 9 traz um resumo das atividades desenvolvidas em cada ciclo de visitas realizadas na usina termelétrica. Conforme mencionado para o Quadro 7, da página 58, estão destacados em negrito os objetos intermediários cujas funções e uso serão analisados nessa dissertação.

Visitas realizadas	Principais atividades desenvolvidas
1ª Visita: 13 a 15 de agosto de 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Início do estudo ergonômico da sala de controle principal;</li> <li>• Coleta de dados técnicos (<b>plantas, especificações, dimensões de equipamentos e mobiliários, quantitativo de funcionários</b>) da sala de controle principal e ambientes de suporte;</li> <li>• Acompanhamento das atividades desempenhadas pelos técnicos de operação, supervisor e engenheiros da sala de controle principal;</li> <li>• Início do desenvolvimento de uma proposta de layout preliminar para sala de controle principal;</li> <li>• Visita à sala de controle da Termelétrica “B” (situação de referência).</li> </ul>
2ª Visita: 20 a 22 de agosto de 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento das atividades desempenhadas pelos técnicos de operação, supervisor e engenheiros da sala de controle principal;</li> </ul>
3ª Visita: 27 a 29 de agosto de 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento de atividades na sala de controle da Termelétrica “B”;</li> <li>• Início do desenvolvimento de uma proposta de layout preliminar para sala de controle e demais instalações do prédio da operação;</li> </ul>
4ª Visita: 05 de setembro de 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação e discussão da proposta de layout preliminar desenvolvido pela equipe de projeto (<b>plantas e Power Point</b>).</li> </ul>
5ª Visita: 12 de setembro de 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunião para apresentação, validação e revisão do layout final da sala de controle (<b>plantas, Power Point e imagens da maquete eletrônica</b>).</li> </ul>

Quadro 9: Visitas e principais atividades realizadas

Cabe ressaltar que, entre o início do projeto, em junho de 2013, e o início da *Etapa 2*, dois meses depois, houve uma mudança na estruturação da gerência de O&M (operação e manutenção), tendo entrado um novo gerente na área de operação. Esta alteração teve influência no andamento do projeto, uma vez que o escopo do projeto havia sido idealizado pelo gerente anterior.

O escopo do projeto previa um estudo ergonômico que contemplaria duas salas de controle: a sala de controle principal, no prédio da operação, e a sala de controle de elétrica local (localizada no 3º pavimento da planta de geração, próxima às turbinas de geração a vapor).

No decorrer do projeto, a demanda sofreu uma alteração: a nova previsão seria de que a sala de elétrica deixasse de existir, e o sistema de elétrica fosse integrado aos sistemas de operação na sala de controle principal. Portanto, o layout a ser desenvolvido passaria a contemplar somente a sala principal.



Figura 7: Sala de controle principal (divisória para área de engenharia) e área de engenharia (com divisória a meia altura para sala de controle principal)

Além disso, o cenário encontrado pela equipe de projeto para desenvolvimento do novo espaço de trabalho trazia diversos desafios, uma vez que a previsão era de que todo o contexto da atividade de operação da sala de controle fosse alterado. Entre esses desafios, estavam:

- Por razões de término de contrato, a previsão era de que todos os operadores em atividade fossem substituídos por operadores da nova empresa administradora da usina, uma vez que a nova empresa assumiria essas atividades (aproximadamente no final de 2014);
- Na ocasião do projeto, existiam duas funções de operação distintas: operadores de painel e operadores de campo (inclusive com diferenciação salarial). Os operadores da nova empresa passariam a assumir, todos, ambas as funções, sem distinção de cargo;
- O número de operadores por turno seria reduzido de cinco turmas de nove operadores por turno (mais um supervisor), para cinco turmas de quatro operadores por turno (entre estes, um assumiria, também, as atribuições de supervisor);
- A atividade de operação em si sofreria mudanças, não só pela redução do número de operadores por turno, mas também pela previsão de modificação das telas do sistema supervisório (integração dos sistemas de tratamento de água e de elétrica e previsão de desenvolvimento de um novo padrão de telas – *Etapa 3*).

Estes, entre outros fatores, levaram a equipe de projeto a buscar por situações de referência (DANIELLOU, 2007a) que auxiliassem na caracterização da atividade futura. Foram levadas em consideração, para esse objetivo, as atividades

desenvolvidas, na ocasião do projeto, pelos operadores da sala de controle da própria termelétrica (Termelétrica “A”) e também as atividades desenvolvidas em outra unidade termelétrica (Termelétrica “B”), da mesma empresa que assumiria a operação da usina e cuja atividade dos operadores (segundo o gerente de operação, que já havia trabalhado na Termelétrica “B”) teria características bastante semelhantes ao modo de operação que se pretendia implementar na usina.

Foram acompanhadas, então, atividades dos operadores nas salas de controle e em campo em ambas as usinas termelétricas: “A” (de efetiva realização do projeto) e a “B” (situação de referência), com a finalidade de identificar as situações de ação características que pudessem orientar o futuro projeto (Figura 8).

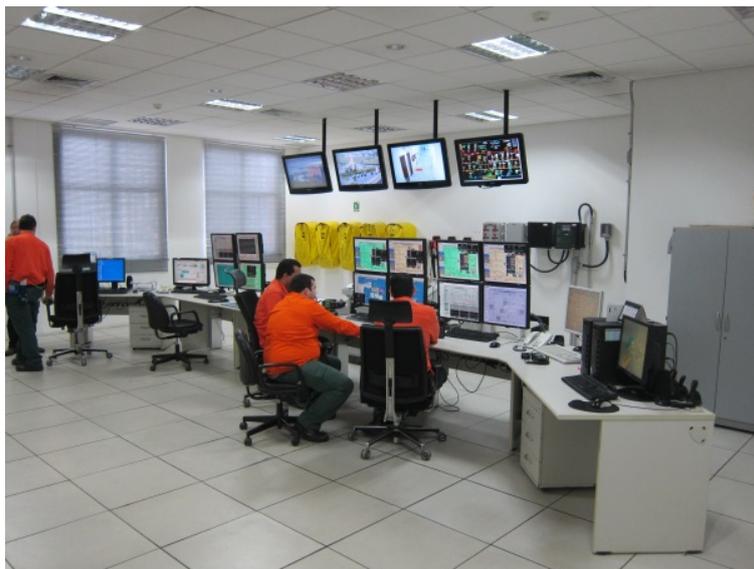


Figura 8: Sala de controle da Termelétrica “B”

#### **4.3.3. Projeto C: Projeto de ergonomia para centralização das salas de controle de um núcleo experimental de tecnologias para indústria de petróleo**

O projeto apresentado a seguir foi desenvolvido em um núcleo experimental de uma empresa de petróleo, em Aracaju, e foi realizado em um período de sete meses (de outubro de 2013 a maio de 2014). O objetivo do projeto era a centralização das salas de controle locais, transferindo a operação das unidades existentes para um único centro de controle integrado.

O novo centro de controle deveria ser instalado em uma edificação já existente na planta, de forma a favorecer a polivalência entre os operadores das diversas unidades e o melhor aproveitamento da mão-de-obra disponível, considerando que

nem todos os recursos de testes das unidades eram utilizados simultaneamente, o que possibilitava a realocação de operadores de unidades sem testes em andamento em unidades onde os testes estariam sendo realizados.

As oito unidades instaladas no núcleo experimental na ocasião do estudo tinham suas operações distribuídas em quatro salas de controle, conforme apresentado no Quadro 10 e na Figura 9.

Sala de controle	Unidades operadas a partir da sala de controle
Sala de Controle Principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidade de Gas-to-Liquids – GTL</li> <li>• Circuito de Poço – CP</li> <li>• Circuito Multifásico – CM</li> <li>• Unidade de Teste Erosional</li> </ul>
Sala de controle da UMVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidade de Medição de Vazão de Líquidos – UMVL</li> <li>• Unidade de <i>Basic Sediments and Water</i> – UBSW</li> </ul>
Sala de Controle da UTVGL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidade de Teste de Válvulas de Gás Lift – UTVGL</li> </ul>
Sala de Controle da 5P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta Piloto de Processamento Primário de Petróleo – 5P</li> </ul>

Quadro 10: Unidades operadas em cada sala de controle



Figura 9: Salas de controle local e espaço destinado ao novo CIC

Para a criação do centro de controle integrado, a equipe de projeto utilizou como base o conhecimento das situações reais de trabalho, de forma a garantir que o ambiente projetado se adequasse às necessidades de uso das diversas unidades.

Uma das principais questões abordadas no projeto dizia respeito ao acompanhamento das atividades de operação. Em especial as atividades que envolviam testes com novos equipamentos ou novas tecnologias que eram realizados com a participação de engenheiros do centro de pesquisa da empresa e/ou de representantes dos fabricantes dos equipamentos.

Na sala de controle principal havia uma área contígua à sala de operadores, onde estas pessoas podiam acompanhar os testes por telas replicantes. Porém, havia uma expectativa de que a sala de operações existente se transformasse em uma área dedicada exclusivamente para este acompanhamento e/ou em área de apoio aos operadores de campo.

Logo, uma das principais preocupações da equipe de ergonomia incluía a avaliação da real necessidade destes engenheiros ou fornecedores acompanharem os testes, na situação futura, com a proximidade semelhante à da situação existente.

O projeto foi dividido em quatro etapas, mais uma vez utilizando a abordagem metodológica da análise ergonômica do trabalho, realizada através de acompanhamentos e observações das atividades, verbalizações e entrevistas com os operadores das salas de controle existentes e outros atores relacionados à operação (supervisor, gerente, equipe de manutenção). Com isso, buscou-se identificar as necessidades dos diferentes usuários, sob o ponto de vista do trabalho, além de aprofundar o conhecimento sobre as atividades exercidas e obter cenários de diferentes contextos de operação dos testes.

As quatro macro etapas do projeto compreendiam:

- Etapa 1: Avaliação ergonômica inicial e compreensão das demandas
- Etapa 2: Viabilidade – Estudos preliminares de arquitetura
- Etapa 3: Projeto básico da arquitetura, acústica e iluminação (anteprojetos)
- Etapa 4: Entrega de imagens da maquete eletrônica
- Etapa 5: Acompanhamento da obra e entrada em operação.

Este trabalho de pesquisa se apoiará sobre o acompanhamento das **etapas 1 a 4** do projeto, que foram desenvolvidas ao longo de quatro visitas presenciais e uma videoconferência, ocasiões nas quais foram realizadas as atividades descritas no

Quadro 11. Conforme os quadros 7 e 9, estão destacados, em negrito, os objetos os objetos intermediários cujas funções e uso serão analisados nessa dissertação.

<b>Unidade</b>	<b>Principais atividades</b>
1ª Visita: 29 a 31 de outubro de 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleta de dados técnicos (<b>plantas, especificações, dimensões de equipamentos e mobiliários, quantitativo de funcionários</b>) da sala de controle principal e ambientes de suporte;</li> <li>• Realização de observações livres e entrevistas com operadores das unidades, supervisores e engenheiro de automação;</li> <li>• Início do desenvolvimento de uma proposta de layout preliminar para sala de controle principal;</li> </ul>
2ª Visita: 16 a 18 de dezembro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento das atividades desempenhadas pelos técnicos de operação (5P, UTVGL, GTL, CP, CM, UMLV e atividade de emissão de PT) ;</li> </ul>
3ª Visita: 29 e 30 de janeiro de 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento de atividades;</li> <li>• Entrevistas com operadores (GTL, CM, UTVGL) e supervisor de operação;</li> <li>• Reunião com a gerente do núcleo de experimentação sobre necessidades e restrições de projeto;</li> <li>• Início do desenvolvimento de uma proposta de layout preliminar para sala de controle e demais instalações do prédio da operação;</li> </ul>
4ª Visita: 25 a 27 de fevereiro de 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunião com a gerente da planta, gerente de projeto, supervisor de operação e representante dos operadores para apresentação e discussão da proposta de layout preliminar desenvolvido pela equipe de projeto (<b>Power Point e plantas com estudos preliminares de layout</b>).</li> </ul>
Videoconferência: 31 de março de 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunião, via videoconferência, para apresentação, validação e revisão do layout final do centro de controle (<b>Power Point interativo</b>).</li> </ul>

Quadro 11: Visitas e atividades realizadas

Na primeira visita realizada ao núcleo de experimentação, o gerente de projeto levou a equipe de ergonomia para conhecer todas as instalações do núcleo, passando por todas as salas de controle, apresentando a equipe e explicando aos operadores como o projeto aconteceria, ou seja, que a equipe circularia pelas unidades, realizando acompanhamentos das atividades dos operadores, com o objetivo de coletar informações para o desenvolvimento do projeto do novo centro de controle.

Depois de feito esse primeiro contato, a equipe de ergonomia organizou um plano de observações, baseando-se nas unidades que estivessem em operação na ocasião das visitas. Por se tratar de um núcleo experimental de tecnologias, as unidades possuíam características distintas de operação no que dizia respeito à finalidade, complexidade, continuidade e sigilo operacional.

O projeto de centralização das salas de controle do núcleo experimental teve início com a AET realizada em cada uma das quatro salas de controle existentes, que contemplavam as oito unidades do núcleo (Quadro 10, apresentado no Capítulo 4), de

acordo com a disponibilidade de atividades e testes possíveis de serem observados em cada unidade.

As visitas ao centro de experimentação buscaram ser agendadas de modo a coincidirem com os testes programados para cada unidade, com o objetivo de permitir à equipe de ergonomia realizar acompanhamentos da atividade real dos operadores. Mesmo assim, devido à variabilidade das operações e imprevistos aos quais os testes eram suscetíveis ao longo dos processos de montagem, realização e desmontagem, muitas vezes ocorriam modificações no cronograma de operações, inviabilizando alguns acompanhamentos<sup>13</sup>.

Com isso, ao longo dos três primeiros períodos de visitas, a equipe de ergonomia acompanhou testes nas unidades UTVGL, UMVL, CP e CM, sendo que, nas duas últimas, foi possível acompanhar testes com a presença de pessoas externas.

Na unidade 5P, a unidade mais recente e que ainda não estava totalmente montada, a equipe de ergonomia entrevistou os operadores sobre os poucos testes que já haviam sido realizados. Na GTL, unidade que estava em rotina de hibernação, a equipe apenas conversou com os operadores, tentando resgatar “histórias” de situações típicas de trabalho que ocorriam quando a unidade estava em operação para tentar compreender o trabalho dos operadores. Nas unidades UBSW e Erosional, cujos testes eram muito esporádicos, a equipe também somente entrevistou os operadores (da UMVL e da UTVGL, respectivamente), para obter informações sobre as atividades realizadas.

Este projeto demandou um grande tempo da equipe de ergonomia na etapa de acompanhamento das atividades realizadas pelos operadores, especialmente por se tratar de uma planta de experimentação, que apresentava uma grande variabilidade de atividades.

Embora algumas unidades tivessem uma operação praticamente regular, ou no mínimo mais frequente, como no caso da UMVL, UTVG e a GTL, outras recebiam demandas bastante esporádicas (como no caso da UBSW e Erosional). Algumas

---

<sup>13</sup> Por definições do contrato, todas as visitas da equipe de ergonomia ao núcleo de experimentação eram agendadas pela empresa e deveriam ser solicitadas com, no mínimo, dez dias de antecedência, o que inviabilizava alterações em curto prazo na programação de visitas.

recebiam demandas com regularidade, porém usualmente os processos de preparação, montagem e desmontagem dos testes era muito maior do que o período de efetiva realização dos testes (CM e CP). Além disso, havia unidades em situações atípicas, como no caso da GTL, que estava em rotina de hibernação, e a 5P que ainda não estava completamente estruturada.

Assim, a equipe de ergonomia fez uso de outros artifícios, como entrevistas e resgate de “histórias” de atividades com os operadores, para compreender as necessidades operacionais das unidades onde o efetivo acompanhamento das atividades não foi viável.

## **CAPÍTULO 5 - SOBRE O ACOMPANHAMENTO DOS PROJETOS E O USO DOS OBJETOS INTERMEDIÁRIOS**

Este capítulo tem por objetivo apresentar um resumo do desdobramento e desenvolvimento das três situações de estudo de caso acompanhadas, a partir do contexto de uso dos objetos identificados. Para tanto, serão apresentados os conjuntos de objetos utilizados em cada intervenção, buscando-se descrever a contribuição de cada um para a evolução do projeto.

Uma vez que as funções de cada objeto intermediário são determinadas a partir da observação das características físicas e os modos de uso do objeto (BITTENCOURT, 2014), para cada situação de projeto, serão apresentados os objetos correspondentes, observando-se a fase em que foram utilizados, suas características, os atores envolvidos na interação e as questões debatidas com o suporte do objeto.

Visando manter o foco da pesquisa nos objetos identificados em cada projeto, optou-se por apresentar nesse capítulo as descrições agrupadas por classe de objetos, priorizando, assim, o detalhamento das situações de uso de cada OI.

### **5.1. A caracterização dos objetos usados e suas funções no projeto A: Estudo de viabilidade de ampliação de um centro de controle integrado de dutos de gás e óleo**

Conforme mencionado no capítulo anterior, este projeto foi composto por três cenários (ou etapas). Porém, considerando os objetivos desta pesquisa, a descrição do acompanhamento contemplará somente os dois primeiros.

A seguir, serão descritos os objetos intermediários identificados ao longo da intervenção, caracterizando a situação e forma de uso dos mesmos, assim como suas contribuições para o projeto.

O conjunto de objetos identificados no decorrer deste projeto inclui: plantas (CAD), apresentações em *Power Point*, imagens da maquete eletrônica 3D e relatórios de projeto.

Cabe ressaltar que, nas três reuniões realizadas nestas etapas, houve a participação dos gerentes de pelo menos um dos setores (óleo ou gás), de engenheiros, de representantes da operação (normalmente o coordenador de turno) e um representante da manutenção.

## **Plantas (CAD)**

As plantas utilizadas nas apresentações, muitas vezes continham elementos diferenciais que situavam os participantes quanto à problemática a ser apresentada pela equipe de ergonomia. Porém, mesmo quando apresentadas sem elementos complementares, elas também facilitavam a percepção e compreensão das mudanças propostas, gerando discussões significativas ao projeto, como no caso da distribuição dos postos de trabalho do segundo pavimento (Figura 18), descrito no tópico subsequente.

Quando utilizadas de forma impressa, as plantas apoiaram os participantes quando estes desejavam comparar um mesmo elemento em propostas distintas ou quando os participantes comparavam uma imagem projetada com outra proposta ou com a disposição original. Os exemplos de situações de uso das plantas impressas ou digitais utilizadas neste projeto serão apresentados a seguir.

### Cenário 1 – apresentação das propostas de layout

A etapa de desenvolvimento do *Cenário 1* correspondeu ao desenvolvimento de um estudo para ampliação imediata do então atual número de consoles da sala de controle, de forma a atender a carência já existente de postos de trabalho de operação. Nesta etapa, que teve um prazo de execução de dez dias, foi verificada a viabilidade de se alocar no mínimo mais 2 (dois) consoles de operação na sala de controle, para a gerência de óleo.

Neste período, foi possível realizar o levantamento dos documentos fornecidos pela empresa, revisão do *as built*. Pois devido às diferenças de medidas entre as plantas fornecidas e a situação real da sala, foi necessária uma verificação dos dados (principalmente dimensões) contidos nas plantas da sala de controle.

A sala de controle existente contava com vinte e um consoles de operação, sendo seis da equipe de gás (em azul), quatorze da equipe de óleo (em verde), e um console reserva (em branco), conforme pode ser observado na Figura 10.

Nota-se que, para facilitar a identificação dos consoles de cada unidade, a equipe de projeto caracterizou a ocupação dos consoles através do uso de cores distintas. Do mesmo modo, o uso das cores auxiliou na distinção da área pertencente ao projeto (colorida) da área não contemplada no contrato (em preto e branco). Essa caracterização através de cores é uma estratégia da equipe de projeto para evidenciar os pontos mais relevantes apresentados em cada planta.

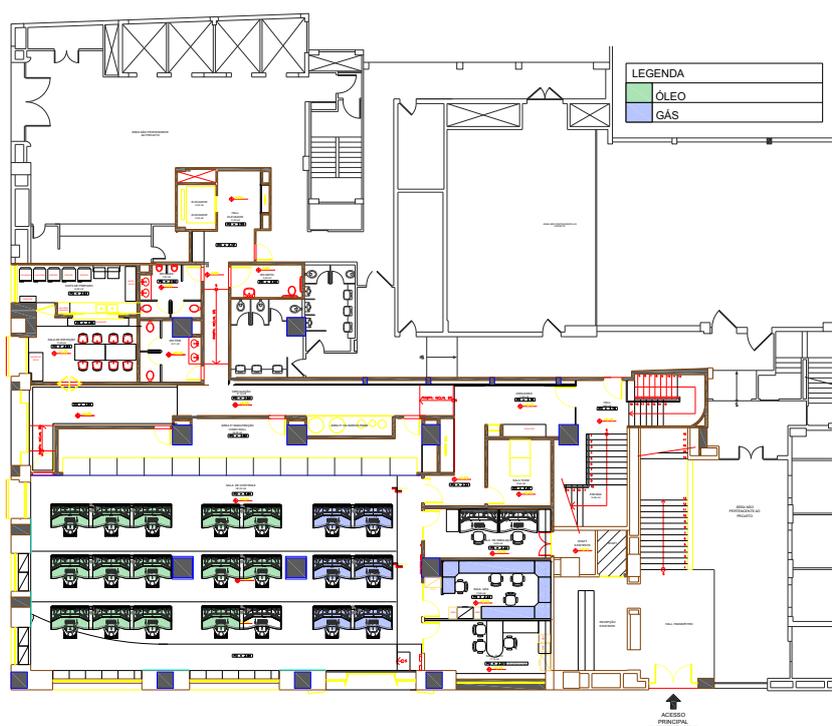


Figura 10: Distribuição inicial dos postos de trabalho no pavimento térreo

A partir desta configuração inicial, deveriam ser geradas duas opções de novos layouts para que a empresa selecionasse a que melhor atendesse às suas necessidades. Porém, na realidade, foram geradas três opções (A1, A2 e B), sendo que as opções A1 (Figura 11) e A2 (Figura 12) diferiam unicamente nos espaços deixados entre as ilhas de consoles.

Nesta etapa, a diferenciação gráfica necessária para compreensão das propostas apresentadas deveria focar nos novos consoles inseridos no layout.

Portanto, nas imagens apresentadas as propostas A1, A2 e B, destaca-se (em preto) o posicionamento dos dois consoles adicionais.



Figura 11: Cenário 1 – Proposta A1

Na proposta A1, o corredor da lateral esquerda possui 97cm de largura, e os vãos entre os consoles, 51cm de largura, cada. Enquanto na proposta A2, o corredor da lateral esquerda possui 90cm de largura, e os vãos entre os consoles apresentam 66cm de largura.

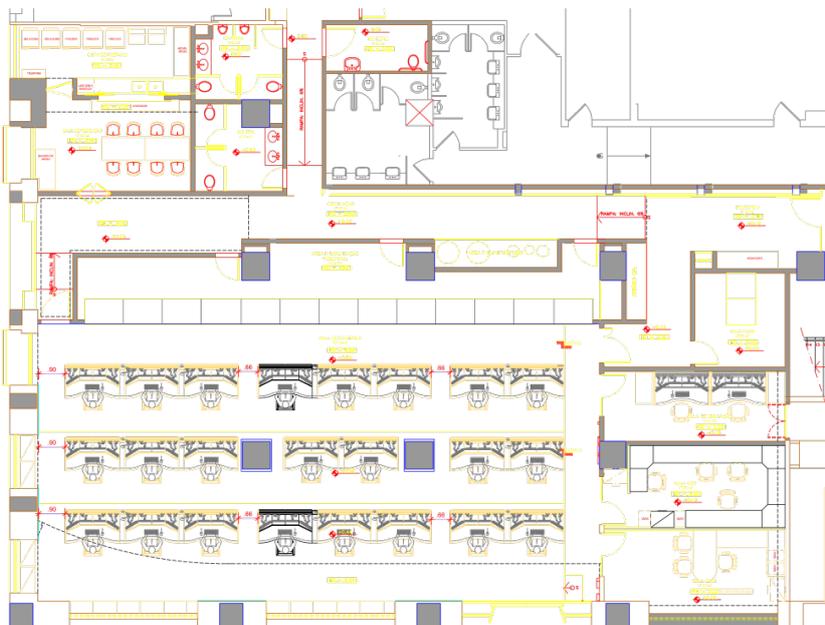


Figura 12: Cenário 1 – Proposta A2

A proposta B (Figura 13) apresenta uma configuração distinta, criando duas ilhas de seis consoles cada (na 1ª e na 3ª fileiras), o que aumentaria o espaço nos

vãos de passagem, porém dificultaria a circulação nos corredores entre as fileiras de consoles.



Figura 13: Cenário 1 – Proposta B

A empresa optou pela proposta A2, com espaços maiores entre os consoles e o corredor da lateral esquerda um pouco mais estreito. Esta opção foi selecionada a partir da observação de que o corredor da lateral direita já possuía 1,20m de largura, atendendo aos requisitos necessários para rota de fuga. Logo, priorizou-se a opção que proporcionaria maior conforto na mobilidade entre as fileiras de consoles.

Ao final do *Cenário 1* foi entregue a planta baixa da sala de controle com a nova proposta de layout. A interação entre a equipe de projeto e os representantes da empresa, nessa etapa, ocorreu principalmente via internet e telefone, além da entrega física das plantas.

Um uso distinto das plantas ocorreu durante o *Cenário 2*. Esta etapa do projeto correspondeu a um estudo para ampliação, a médio prazo, da sala de controle (Figura 10) e ambientes de apoio à operação, de forma a atender às demandas de crescimento já existentes, assim como as previstas para os anos seguintes, considerando a atual localização e a incorporação de novos espaços no mesmo edifício.

## Cenário 2 – Primeira reunião: apresentação das possíveis áreas de expansão

Na **primeira reunião** do *Cenário 2*, que seria uma reunião para validação das informações para construção de propostas de layout, foi realizada uma apresentação em *Power Point* que tinha por objetivos: confirmar os dados obtidos em relação à necessidade de expansão, apresentar outras demandas complementares identificadas e discutir as possibilidades de expansão na localidade atual (áreas disponíveis).

As demandas complementares foram identificadas a partir de uma avaliação da situação atual das condições de trabalho nas instalações do centro de controle, e que poderiam se mostrar relevantes para decisões projetuais futuras, tais como problemas de acústica, manutenção, climatização.

Em relação à necessidade de expansão, concluiu-se que, para acomodar todos os postos existentes, compreendidos no mezanino (Figura 14), térreo (Figura 16) e subsolo (Figura 17), e também os postos e áreas de apoio decorrentes da demanda de crescimento, o novo espaço de trabalho necessitaria de uma área mínima de 1.500m<sup>2</sup>.



Figura 14: Ocupação original do mezanino

Quanto às áreas possíveis para expansão do centro de controle na mesma localização, a empresa apresentou as seguintes possibilidades:



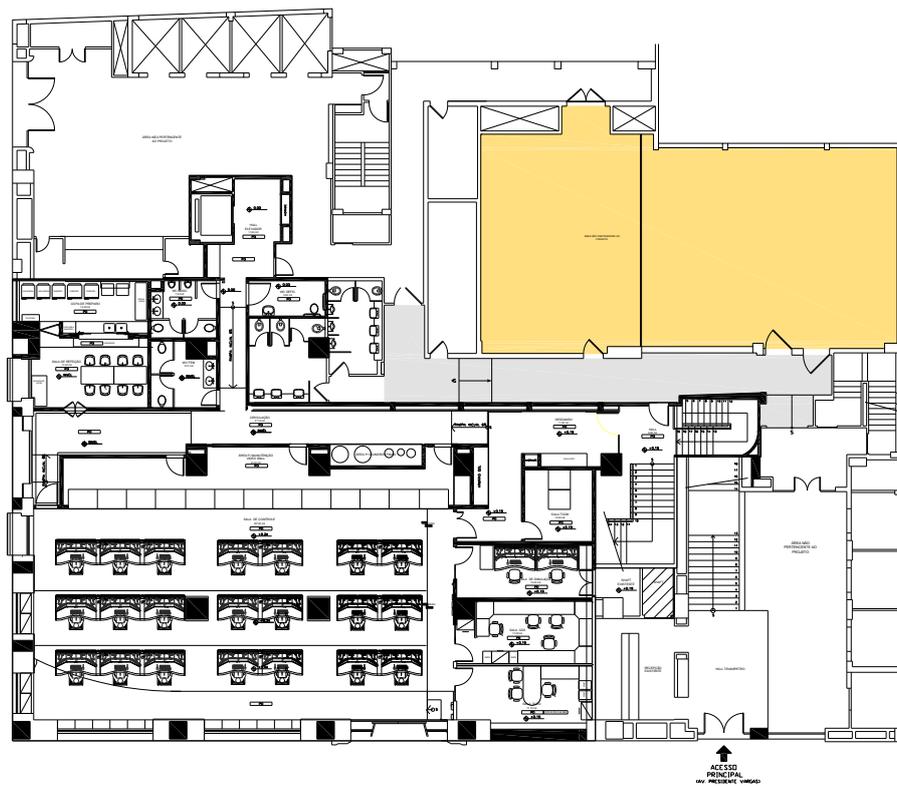


Figura 16: Pavimento térreo – marcação da área disponível para expansão do centro de controle (auditório)

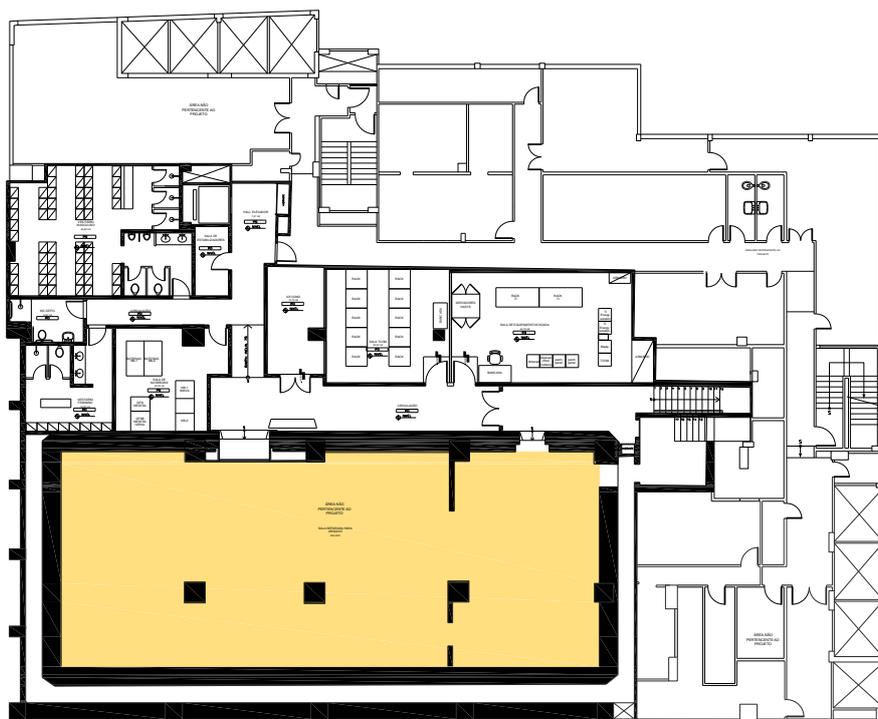


Figura 17: Subsolo – marcação da área disponível para expansão do centro de controle (biblioteca)

Com base nesta reunião, foi definido que a melhor opção de área para expansão seria o segundo pavimento, pois seria a única opção com dimensões que

atenderiam à metragem quadrada requisitada, além de possuir a vantagem do acesso aos quatro pavimentos (subsolo, térreo, mezanino e 2º andar) pelo elevador exclusivo. Entre as demandas complementares, feitas pela empresa, foi dado foco especial à questão da acessibilidade para portadores de necessidades especiais, sendo solicitada uma adaptação do futuro ambiente de trabalho para atender a essa população.

A partir desse momento, deu-se início à elaboração das opções de layout e, posteriormente, da maquete eletrônica simplificada da opção selecionada para a sala de controle. Aproximadamente um mês após a primeira reunião, foi realizada a **segunda reunião**, para apresentação das propostas.

#### Cenário 2 – Segunda reunião: apresentação da proposta de layout

Assim, na segunda reunião de projeto, além da apresentação em *Power Point*, a equipe de projeto levou as plantas impressas em formato A3 com os novos layouts e as disponibilizou para os participantes da reunião durante a apresentação, para que estes pudessem observar os detalhes das novas propostas de layout.

Estas plantas impressas acabaram exercendo um papel fundamental na reunião. Como as plantas baixas normalmente possuem muitos detalhes, a apresentação através da projeção, mesmo com imagens ampliadas, nem sempre permite uma visualização satisfatória de todo o conteúdo de informações. Por esse motivo, a equipe de projeto optou por levar para a reunião plantas impressas, que foram utilizadas quando os participantes desejavam observar detalhes ou comparar um mesmo elemento em propostas distintas. Nesses casos, enquanto uma proposta era exposta no projetor, os participantes a comparavam com outra proposta ou com a disposição original nas plantas impressas.

Outro ponto, cuja discussão foi possível através da apresentação em *Power Point* e que não havia sido percebido previamente pela equipe de projeto, estava relacionado à distribuição dos novos postos de trabalho no segundo pavimento: os representantes da equipe do setor de óleo presentes na reunião comentaram que os postos de trabalho próximos às janelas haviam sido majoritariamente destinados à equipe de gás (o que não havia sido uma decisão premeditada da equipe de projeto), conforme pode ser observado na Figura 18. Foi solicitada, então, uma redistribuição

destes postos, dividindo mais equilibradamente a proporção de postos próximos à janela para cada setor.

Este ponto possivelmente não teria sido perceptível caso a equipe de projeto não houvesse caracterizado graficamente (através de cores distintas), os espaços destinados à ocupação de cada gerência.

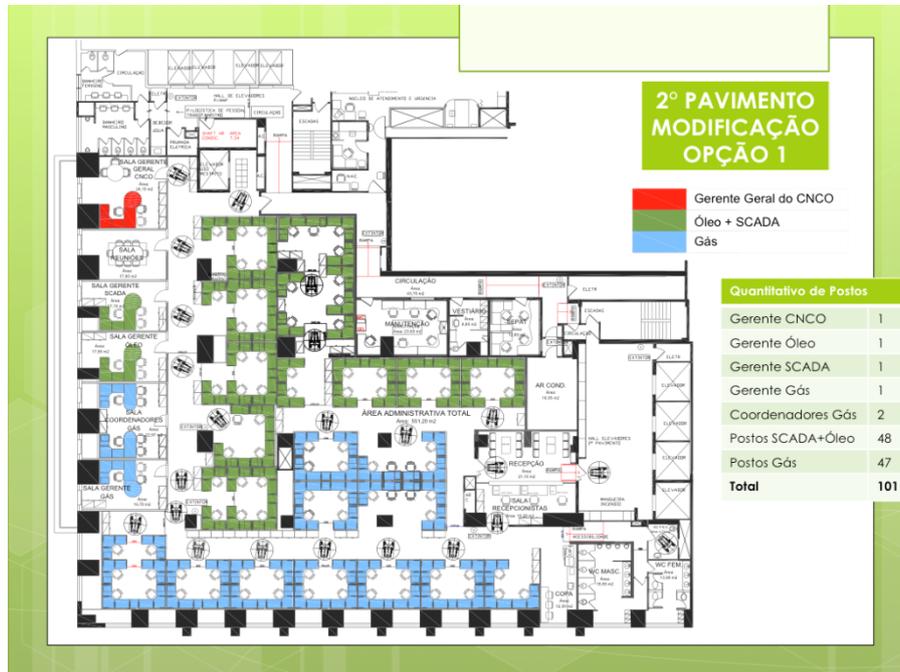


Figura 18: Distribuição inicial dos postos de trabalho, por setor, na área do segundo pavimento



Figura 19: Distribuição final dos postos de trabalho, por setor, na área do segundo pavimento

## **Apresentações em *Power Point***

Entre os objetos utilizados neste projeto, destaca-se a importância da utilização das apresentações em *Power Point* com elementos interativos na fase de apresentação de propostas de layout, pois as sequências de slides ajudaram na compreensão das mudanças propostas e na visualização das novas dimensões e novas configurações dos ambientes. Isso se deve ao fato de que, para elucidação de determinadas situações, a equipe de projeto buscou acrescentar aos slides elementos (ex. animações, cores, setas, marcações) que auxiliassem na compreensão dos problemas ou soluções.

### Cenário 2 – Segunda reunião: apresentação das possíveis áreas de expansão

Para a **segunda reunião** do *Cenário 2*, a equipe de projeto desenvolveu uma apresentação em *Power Point* (Anexo 1) contendo os estudos preliminares de layout e opções de acessibilidade para cadeirantes e para questões de manutenção, além das imagens da maquete eletrônica simplificada.

Nesta ocasião, os elementos interativos foram utilizados, por exemplo, para explicar as dificuldades de circulação enfrentadas pela equipe de manutenção no subsolo, no exemplo da Figura 20.

Buscou-se retratar que, devido ao bloqueio de uma porta de emergência a qual o crachá da equipe de manutenção não tinha acesso, quando era necessário realizar algum trabalho na sala de no-breaks ou na sala de estabilizadores, que necessitasse de algum equipamento da sala de elétrica, os funcionários tinham que subir as escadas para o pavimento térreo e descer novamente para conseguirem percorrer o trajeto de uma sala à outra.

Este trajeto foi então demonstrado através de uma sequência de cliques que simulavam, passo-a-passo o caminho que deveria ser percorrido pelo funcionário em tal situação.



Figura 20: Sequência de cliques, que viabilizam uma apresentação interativa.

Embora se tratasse de uma situação que ocorria com certa frequência, com exceção do funcionário da equipe de manutenção presente na reunião, nenhum dos outros participantes tinha conhecimento desta dificuldade de circulação existente naquele pavimento.

Foram propostas, então, duas soluções (Figura 21) para o problema de deslocamento enfrentado pela equipe de manutenção: a primeira solução, que manteria a estrutura original, permitindo apenas o acesso controlado pela porta próxima ao elevador e; a segunda opção, que manteria a equipe de manutenção sem

acesso à porta de emergência e criaria um corredor próximo à escada. A empresa optou pela primeira opção, em função da menor quantidade de obras necessárias.

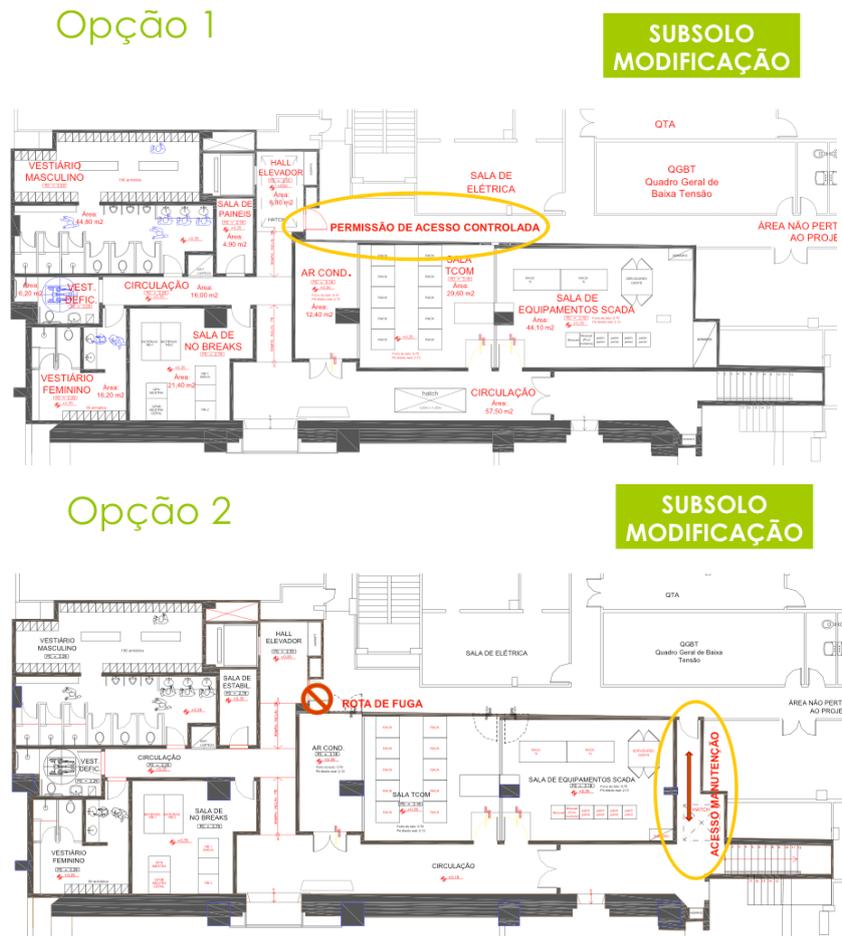


Figura 21: Propostas de solução para problema de circulação no subsolo

Após a segunda reunião, foram elaboradas as alterações nas opções de layout do *Cenário 2* (Figura 19), considerando ajustes provenientes de comentários da primeira reunião para validação. Foi realizada, então, uma **terceira reunião** para validação da opção final de layout proposto pelos estudos de viabilidade para o *Cenário 2*.

Nesta última reunião, foram solicitadas modificações principalmente na apresentação, pois esta também seria apresentada ao gerente geral para aprovação do projeto. Com base nisso, foi solicitado que, na apresentação, fosse enfatizado que haveria somente um aumento de postos de trabalho (e não um aumento de efetivo), que fossem frisados os problemas de manutenção do Videowall atual para fundamentar a proposta de substituição e que fossem retiradas as representações gráficas dos cadeirantes que estavam presentes em diversos slides, como, por

exemplo, na Figura 18, sob a alegação de que o foco deveria ser mantido na ampliação do número de consoles e não nas alterações para acessibilidade.

Ao final do *Cenário 2*, foi disponibilizada para a empresa, a apresentação em PowerPoint das opções de distribuição das áreas previstas no relatório anterior - esquemas em plantas baixas. As apresentações foram também utilizadas em reuniões internas, posteriores à conclusão do projeto, para discutir a viabilidade financeira e técnica para aprovação do projeto.

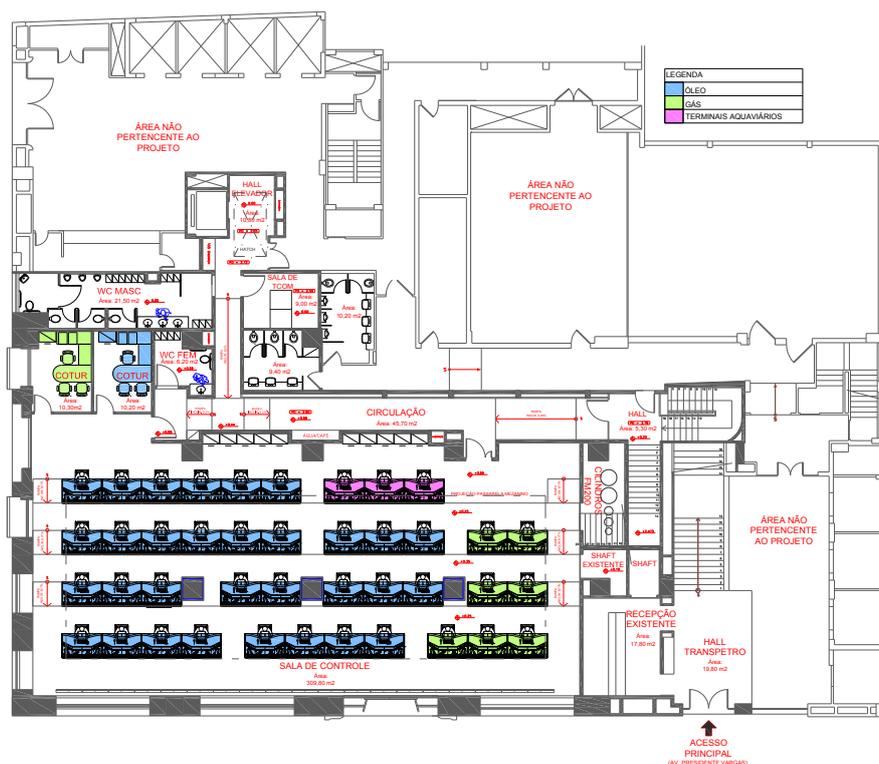


Figura 22: Cenário 3 – Layout final proposto para o pavimento térreo.

### Imagens da maquete eletrônica

Embora não tenham sido utilizadas para o propósito de discussão e para uma possível simulação da atividade futura, as imagens geradas a partir da maquete eletrônica 3D expuseram aos participantes uma antecipação do futuro ambiente de trabalho e foram utilizadas para validar a proposta em reuniões internas (Figura 23).

As imagens da maquete eletrônica foram somente exibidas ao final da apresentação da **segunda reunião**, para fins de validação e confirmação das

características do layout selecionado, mas não geraram comentários ou modificações relevantes para o projeto.

Ao final do *Cenário 2*, foram entregues à empresa as imagens de maquete eletrônica simplificada das opções para a sala de controle.



Figura 23: Imagens da sala de controle geradas a partir da maquete eletrônica simplificada

No estudo apresentado por Conceição (2007), acerca do projeto de concepção do centro de controle integrado, a autora comenta que foram utilizados três modelos de maquete eletrônica, em diferentes fases de projeto: uma maquete eletrônica volumétrica e uma maquete física (apresentando a opção de layout escolhida, na fase de anteprojeto) e, a outra, uma maquete eletrônica detalhada do projeto (no final da penúltima fase: de projeto básico de ergonomia e arquitetura).

A maquete eletrônica volumétrica e a maquete física foram citadas apenas como entregas, e não há um esclarecimento mais profundo acerca do seu uso no projeto, uma vez que o foco do trabalho estava relacionado à atividade de projeto em si e não à função específica dos objetos utilizados.

Buscando observar os diferentes pontos de vista sobre essas questões fundamentais, assim como outras que foram surgindo ao longo do projeto, chegou-se à opção de layout escolhida e aprovada pela diretoria, a partir da qual foram elaboradas uma **maquete eletrônica volumétrica** de todo o projeto e uma **maquete física da sala de controle**. Essas ferramentas foram então utilizadas para apresentar o projeto, juntamente com as plantas baixas, para os diferentes atores. A partir daí surgiram novos questionamentos a partir dos quais se buscou um ponto em comum, fazendo as alterações que levaram à versão final do projeto.(CONCEIÇÃO, 2007, p.51)

A maquete eletrônica detalhada foi elaborada somente após finalizada a etapa de revisão dos documentos do projeto e foi utilizada somente para gerar vídeos e imagens que destacassem os principais pontos do projeto. Essas imagens e vídeos seriam utilizados para divulgação interna/externa, assim como para uma eventual necessidade de resgate do projeto.

A partir desse uso seria possível considerar a maquete como um objeto fechado (VINCK & JEANTET, 1994). Seu objetivo não seria gerar novas proposições, mas certificar-se que esta seria a opção desejada entre aquelas debatidas ao longo do projeto com o apoio de outros objetos intermediários.



Figura 24: Maquete eletrônica detalhada: vista da sala de controle (fonte: CONCEIÇÃO, 2007)

Do mesmo modo, no estudo de viabilidade de ampliação do centro de controle, realizado em 2012, embora houvesse uma preocupação da equipe de projeto em observar o uso da maquete eletrônica como objeto intermediário, a mesma só foi desenvolvida nas etapas finais (para apresentação do layout selecionado) e foi de pouco auxílio na apresentação e nas discussões sobre o projeto. Os atores presentes nas reuniões de validação das etapas de projeto focaram mais nas discussões envolvendo as apresentações em *Power Point* e plantas impressas.

Nesse caso, especificamente, é possível que essa preferência pela discussão sobre as plantas e apresentações tenha ocorrido, em função de todos os atores envolvidos possuírem uma formação que viabilizava a “leitura” e o entendimento das plantas de projeto (todos eram engenheiros).

O estudo de viabilidade foi concluído, porém a aprovação para implementação do projeto ainda seria discutida internamente na empresa. Caso fosse aprovado pela

direção da empresa, o passo seguinte do projeto seria o detalhamento das soluções propostas.

O projeto discutido apresentou uma utilização muito frequente de objetos intermediários comuns em projetos de ambientes de trabalho, mas consegue ilustrar como estes artifícios aprimoram a comunicação entre toda a equipe. Os artefatos, em conjunto, e à disposição dos participantes, viabilizaram discussões mais ricas acerca de possíveis divergências e garantiram um entendimento compartilhado mais homogêneo de todas as características do projeto.

Um ponto que pôde ser observado durante o uso dos objetos trata da complementaridade entre alguns destes. Em determinados momentos, grupos de objetos se mostraram complementares durante as apresentações do layout proposto, quando participantes pediam para retomar imagens da apresentação em *Power Point* (da maquete eletrônica, da planta interativa, ou de tabelas de áreas de cada ambiente) já apresentadas em slides anteriores para compará-las às plantas impressas também levadas para a apresentação.

## **Relatórios**

Nesse projeto, foram desenvolvidos dois tipos de relatórios: os relatórios preliminares e relatórios finais de cada etapa. Os relatórios preliminares eram enviados antes do fechamento de cada etapa para uma validação prévia dos contatos-chaves do projeto. O objetivo era oferecer previamente aos participantes da reunião o material a ser apresentado, enriquecendo as discussões realizadas durante as efetivas reuniões de validação.

Os relatórios finais eram documentos fechados contendo os resultados de cada etapa. Por exemplo, ao final do *Cenário 1*, foram entregues: um relatório de atividades, um relatório de especificação técnica para compra dos módulos dos consoles e, ao final do *Cenário 2*, foi entregue um relatório preliminar com a identificação das demandas de crescimento e áreas necessárias/possíveis para ampliação.

Esses relatórios (preliminares e finais), que reuniram em seus anexos cópias das apresentações, das plantas e das imagens da maquete eletrônica, tornam-se dessa forma elementos que permitem um resgate do histórico das etapas de desenvolvimento do projeto. O relatório acaba, assim, tornando-se um objeto que

compila os outros grupos de objetos, pois traz resultados das decisões tomadas com o auxílio de todos os outros OIs.

## **5.2. A caracterização dos objetos usados e suas funções no projeto B: Análise ergonômica do trabalho para desenvolvimento de layout para sala de controle de uma usina termelétrica**

Alguns dos objetos utilizados ao longo deste projeto foram de fundamental importância, principalmente para a comunicação entre os usuários, a gerência e a equipe de projeto. Sobretudo por se tratar de um projeto de duração relativamente curta, falhas na comunicação poderiam resultar em perdas significativas de tempo, além de influenciar no resultado final do projeto.

A seguir, serão apresentados os objetos identificados durante a realização do projeto e suas contribuições para o resultado obtido. Esta relação inclui: plantas, esboços e rascunhos livres, imagens preliminares de sistemas e imagens da maquete eletrônica 3D.

### **Plantas (CAD)**

Neste projeto, as plantas foram utilizadas, em formato impresso ou eletrônico em três ocasiões distintas: no primeiro ciclo de visitas, na primeira reunião de projeto, para compreensão da demanda; no quarto ciclo de visitas, para a apresentação da proposta de layout; e no quinto ciclo de visitas, em uma reunião para apresentação do layout final.

#### Primeiro ciclo de visitas – primeira reunião de projeto

Na **primeira visita** realizada para o início do projeto do prédio da operação da termelétrica, a equipe de ergonomia realizou uma reunião com o gerente da operação e com o engenheiro de automação: contatos-chave do projeto. Esta reunião teve por objetivo apresentar a equipe, obter informações preliminares sobre as atividades desenvolvidas no prédio da operação e compreender as expectativas e necessidades da gerência em relação ao projeto.

Assim, nesta reunião, o gerente e o engenheiro apresentaram o que consideravam as demandas e necessidades mais relevantes para o projeto. No que dizia respeito ao centro de controle, essas demandas estavam principalmente relacionadas a:

- *Operação*: foi solicitado um acesso controlado à sala de controle, a segregação da estação de engenharia (separação da sala de controle), remoção do espaço para supervisão (já que o supervisor passaria a ser um dos operadores), a previsão de dois computadores com acesso à rede da empresa, a previsão de um acesso direto da sala de controle para a área e a previsão de uma sala de apoio para emissão de PTs;
- *Distribuição dos postos de trabalho da operação*: a configuração futura previa: três postos de trabalho controlando compressores, ETA (estação de tratamento de água), caldeiras e TVs (turbinas a vapor); dois postos controlando GTs (turbinas a gás); e um posto de elétrica (deixado em aberto, pois caso houvesse o console exclusivo para operações de elétrica, provavelmente, haveria somente um para operação das GTs);
- *Equipamentos de energia (nobreak, faturamento, telefonia, racks)*: deveriam ficar reunidos em um mesmo local, porém seria necessário observar as restrições de movimentação de alguns equipamentos;
- *Ocupação do prédio*: o prédio da operação deveria ser dividido entre operação (com acesso restrito) e postos administrativos; a copa deveria ser de acesso exclusivo dos operadores (que passariam a receber comida) e deveria contar com, no mínimo: geladeira, micro-ondas e grelha; e o vestiário (masculino) deveria comportar, no mínimo, trinta e três armários;

Nesta primeira reunião, a equipe de ergonomia havia levado plantas do prédio da operação impressas em formato A3 para a realização de anotações, caso fossem necessárias. No entanto, no decorrer da reunião, os representantes da empresa utilizaram uma das plantas impressas como base para rascunho e para transmissão das necessidades e sugestões de projeto para a equipe. Na Figura 25, pode-se observar o rascunho, que corresponderia a uma primeira sugestão de layout idealizada por eles (a imagem ampliada pode ser observada no Anexo 2).

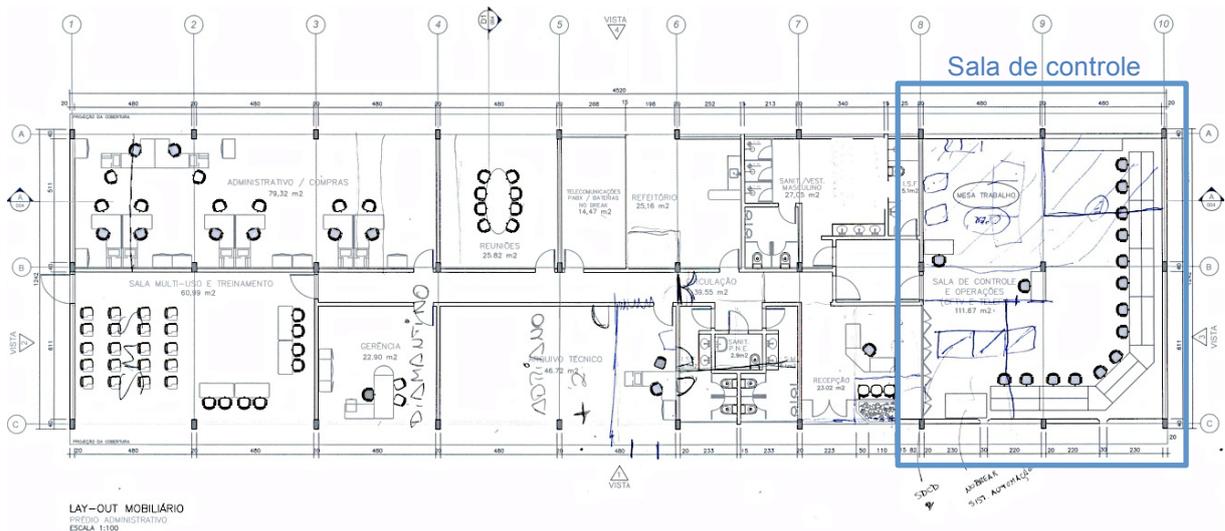


Figura 25: Esboço do layout (discutido em reunião) sugerido para o prédio da operação

Este esboço ajudou a equipe de projeto a compreender as expectativas iniciais dos representantes da empresa, principalmente no que dizia respeito ao espaço desejado para a sala de controle e sala de equipamentos. O rascunho serviu como ponto de partida para a compreensão das necessidades dos usuários, porém somente do ponto de vista da gerência e automação.

#### Quarto ciclo de visitas – apresentação da proposta de layout

No **quarto ciclo** de visitas, após a realização da AET, foi apresentada ao gerente de operação e ao engenheiro de automação, separadamente, a proposta de layout desenvolvida pela equipe de projeto para o prédio da operação. Nesta etapa, a equipe de projeto levou plantas impressas em formato A3 (Figura 26), além de imagens do conjunto de consoles e telas propostos para a sala de controle (Figura 29 e Figura 30).

A equipe optou por levar somente as plantas impressas, pois o objetivo seria confirmar se as expectativas da equipe de projeto e da empresa estavam alinhadas em relação às decisões de projeto majoritárias. Restava apenas uma decisão gerencial quanto ao uso desejado para uma das salas do prédio, destacada na Figura 26. Havia sido comentado que talvez essa sala fosse ocupada por outra gerência administrativa, mas, caso isso não ocorresse, ela deveria ser configurada como uma sala multiuso. O gerente optou pela segunda opção, pois, não havia uma confirmação de ocupação da sala pela gerência administrativa e, a partir do layout apresentado, o

gerente concluiu que a configuração da segunda opção viabilizaria o uso da sala para diversos propósitos, como treinamento, reunião ou espaço para diálogo de segurança.

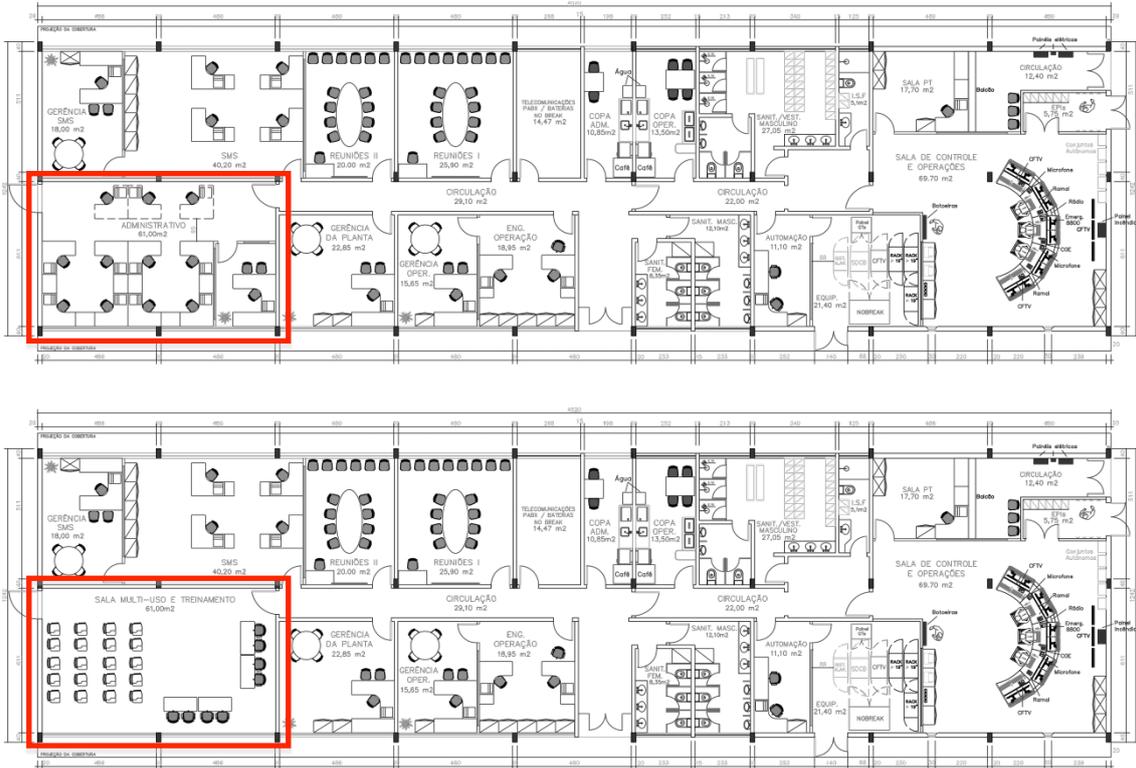


Figura 26: Propostas de layout levadas para discussão e validação

O mesmo layout foi apresentado ao engenheiro de automação, que, avaliando principalmente a sala de equipamentos e seu posto de trabalho, sugeriu que a sala fosse ligeiramente expandida para a direita, de modo a prever espaço adicional para um 4º rack de equipamentos (Figura 27), alegando que, caso houvesse uma necessidade de expansão no futuro, esse rack possivelmente seria posicionado indevidamente em outro local.

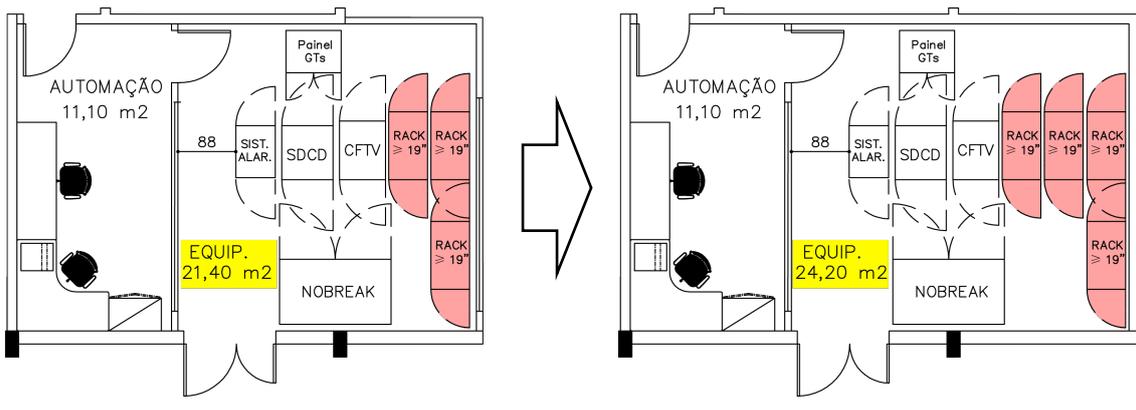


Figura 27: Alteração de layout sugerida pelo engenheiro de automação

## Quinto ciclo de visitas – apresentação do layout final

Por fim, no **quinto ciclo** de visitas, foi realizada uma reunião para validação final do layout proposto e, mais uma vez, a reunião envolveu somente a equipe de projeto, o gerente de operação e o engenheiro de automação.

Nessa reunião, foi realizada uma apresentação em *Power Point*, revisando a demanda inicial, as outras demandas identificadas e detalhando as soluções de layout propostas. A equipe de projeto preparou uma imagem comparativa do layout da sala de controle original e do novo layout proposto (Figura 28), que permitiu aos participantes uma melhor visualização do resultado do projeto.

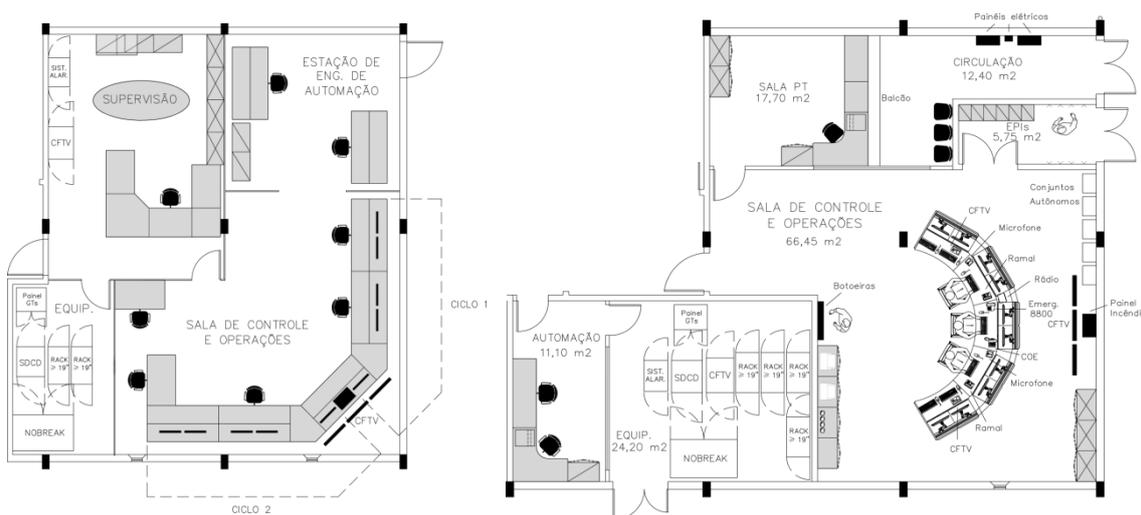


Figura 28: Layout original e layout proposto para a sala de controle, sala de automação e sala de emissão de PTs

Outra forma encontrada para comparar a situação original do prédio da operação com a proposta de layout final do projeto, foi a apresentação de imagens das plantas do prédio ilustrando a repartição das áreas (por uso): comparando a distribuição original (Figura 29) e a final (Figura 30).

Através dessa imagem, pode-se perceber que as modificações principais do projeto incluíram: o deslocamento da gerência de SMS, a substituição da sala de engenharia pela sala multiuso, a segregação, em três salas distintas da gerência da planta, gerência de operação e engenharia de operação, a criação de uma nova sala de reunião, ampliação da sala de controle e da sala de equipamentos, transferência da estação de automação, criação de uma sala de emissão de PTs, hall de circulação e hall de EPIs anexo à sala de controle.

Além disso, o comparativo das imagens permite observar a baixa necessidade de obras estruturais para implementação do novo layout, que era uma das prerrogativas do projeto.

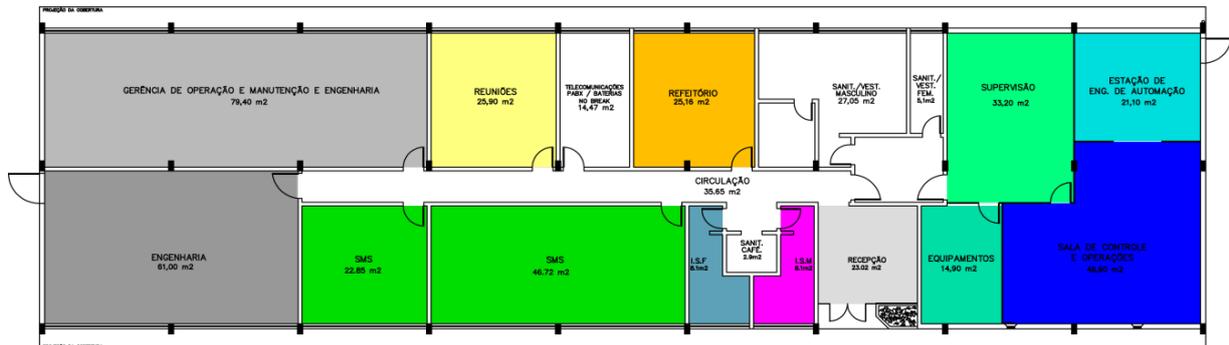


Figura 29: Divisão inicial das áreas do prédio da operação

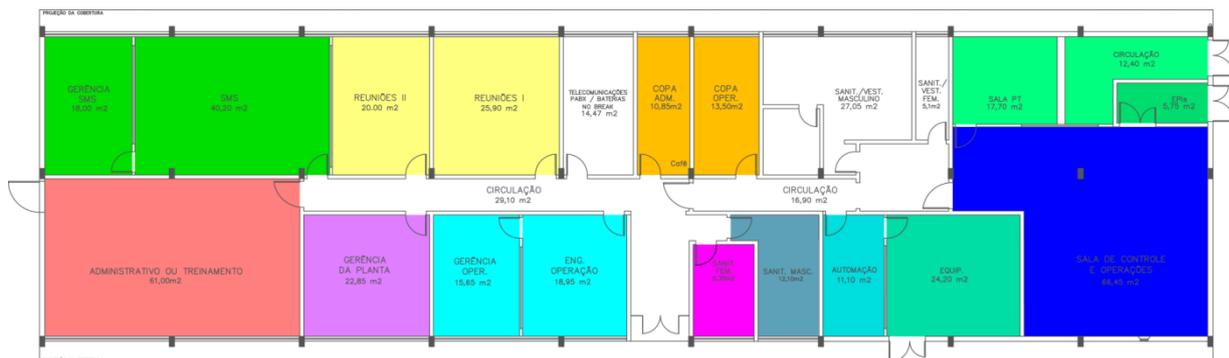


Figura 30: Distribuição de áreas proposta para o prédio da operação

### Esboços ou rascunhos livres

Os esboços ou rascunhos livres foram estratégias encontradas para mediar a comunicação entre as duas partes envolvidas no projeto. Foram as formas encontradas, durante o projeto, para transmissão de informações entre a equipe de projeto e os funcionários da empresa, principalmente em relação a questões complexas de serem compreendidas verbalmente.

O uso destes rascunhos ou esboços ocorreu em três momentos durante o projeto: durante o primeiro período de visitas, para auxiliar na compreensão das recomendações para a estação de engenharia; no segundo ciclo de visitas, para o entendimento da localização dos operadores na usina durante o turno; e no terceiro ciclo de visitas, para definição da disposição das telas/sistemas dos consoles de operação.

## Primeiro ciclo de visitas – recomendações para estação de engenharia

No **primeiro ciclo de visitas**, durante o acompanhamento das atividades realizadas na sala de controle, os operadores comentaram sobre alguns aspectos que poderiam ser melhorados no projeto futuro. Foi comentado que a estação de engenharia (dentro da sala de controle) atrapalhava muito a operação, mas algumas vezes também podia facilitar a atividade dos operadores (ex. quando necessitavam forçar um sinal, testar alguma válvula).

Ao conversar com o engenheiro de automação sobre a estação de engenharia, ele comentou que gostaria que o posto de trabalho ficasse dentro da sala de equipamentos e que não necessitaria de acesso direto, nem visão para a sala de controle (*"...nós sempre avisamos aos operadores o que vamos fazer, então não precisa de contato direto"*). As demandas para o pequeno espaço destinado à sala de equipamentos eram inúmeras e possuíam diversas restrições: devia-se evitar o deslocamento do equipamento de Nobreak, devido à dificuldade de locomoção pela grande quantidade de fios passando sob o piso; devia-se evitar também o deslocamento lateral do equipamento de CFTV; deveria ser previsto um espaço para acesso por ambos os lados dos racks e dos equipamento do CFTV e do sistema de alarme.

Então, buscando auxiliar a equipe de projeto, o engenheiro de automação fez um esboço de como imaginava a disposição da sala, apontando locais dos equipamentos e do posto de trabalho da engenharia, e propondo uma divisão entre a parte do posto de trabalho e dos equipamentos, devido à baixa temperatura necessária para a área dos aparelhos.



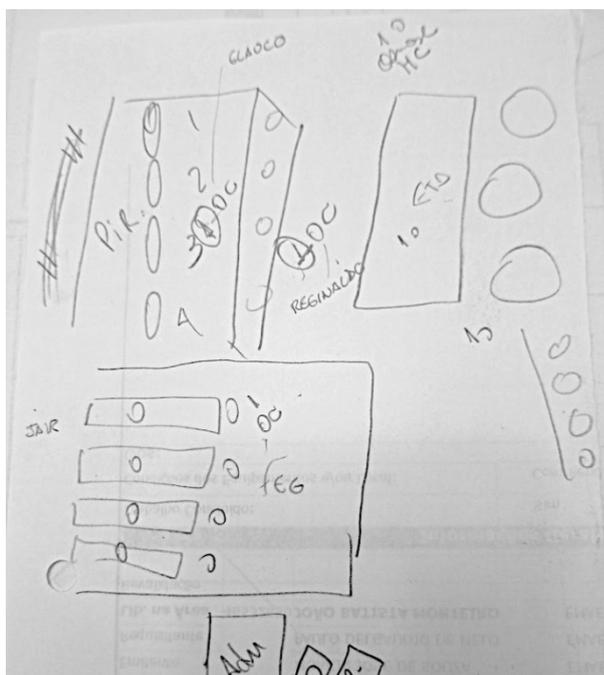
Figura 31: Esboço do layout (feito pelo engenheiro de automação) sugerido para a sala de equipamentos/estação de engenharia

## Segundo ciclo de visitas – localização dos operadores

Na ocasião da **segunda série de visitas**, foram realizados acompanhamentos das atividades de emissão de PTs, e das atividades dos operadores (da sala de controle e de campo).

Em meio às observações realizadas pela equipe de projeto durante essa visita, a equipe teve dificuldade para compreender quais atividades eram exercidas por cada um dos nove operadores de cada turno, uma vez que não seria possível acompanhar em detalhes a atividade de cada operador e que as atividades dos operadores de campo sofriam variações de turma para turma. Ao comentar essa dificuldade com um dos operadores da sala de controle, este prontamente rabiscou em um pedaço de papel um esquema da usina para auxiliar sua explicação quanto à área em que cada operador de campo costumava trabalhar na sua turma (Figura 32).

Este rascunho do operador auxiliou a equipe a compreender que as atividades eram distribuídas basicamente em quatro áreas: a área da usina antiga (onde estavam localizadas as turbinas a vapor), a área da usina nova (onde estavam localizadas as turbinas a gás), a estação de tratamento de água e a área administrativa (centro de controle).



Qtd.	Tipo	Localização
1	Supervisor de turno	Sala de controle
2	Op. Sala	Sala de controle
1	Op. Campo	FEG
1	Op. Campo	Piratininga – 1º andar, alimentação
1	Op. Campo	Piratininga – 3º andar, elétrica
1	Op. Campo	ETA – Osmose
1	Op. Campo	ETA – Torre
1	Op. Campo	ETA – Desmi

Figura 32: Esboço (e tradução) da disposição dos operadores da turma na usina

### Terceiro ciclo de visitas – definição da disposição das telas/sistemas dos consoles de operação

Durante o **terceiro período de visitas**, foi realizado um novo acompanhamento na situação de referência, no qual as atividades dos operadores puderam ser observadas com mais detalhes (dois ergonomistas acompanharam dois operadores durante todo o turno de trabalho) e, em outro dia, foi realizada uma nova reunião com o engenheiro de automação e o gerente de operação para esclarecimento de alguns pontos e discussão sobre o andamento do projeto.

Um dos pontos abordados nessa reunião foi em relação à quantidade de consoles e de telas necessários para a sala de controle. Quanto à quantidade dos operadores (para equipe de ergonomia pareceu, com base nos acompanhamentos, subdimensionada), o gerente informou que o quantitativo de operadores por turno era definido de acordo com uma classificação da empresa, a partir de critérios tais como quantidade de equipamentos e nível de automação da usina. Em seguida, discutiu-se a disposição e quantitativos de telas/sistemas operacionais, orientados pela disponibilidade e integração do sistema previstas pelo engenheiro de automação. Durante essa conversa, foi proposta uma sugestão de organização das telas (Figura 33 e Anexo 3), baseada nos seguintes critérios:

- Em uma situação normal, dois operadores ficariam responsáveis pela operação do painel e não haveria uma atribuição precisa de tarefas, todos os operadores (inclusive os de campo) deveriam saber operar todos os equipamentos/ciclos. Em situações extraordinárias, poderiam ficar três operadores no painel;
- Os sistemas das turbinas a gás (GTs) não se comunicavam com os outros sistemas (pois eram sistemas específicos do fabricante das turbinas);
- Os três conjuntos de quatro telas (em destaque na Figura 33) poderiam acessar todas as (mesmas) telas entre si, com possibilidade de configuração (de alarmes, por exemplo) diferenciada, quando necessário.

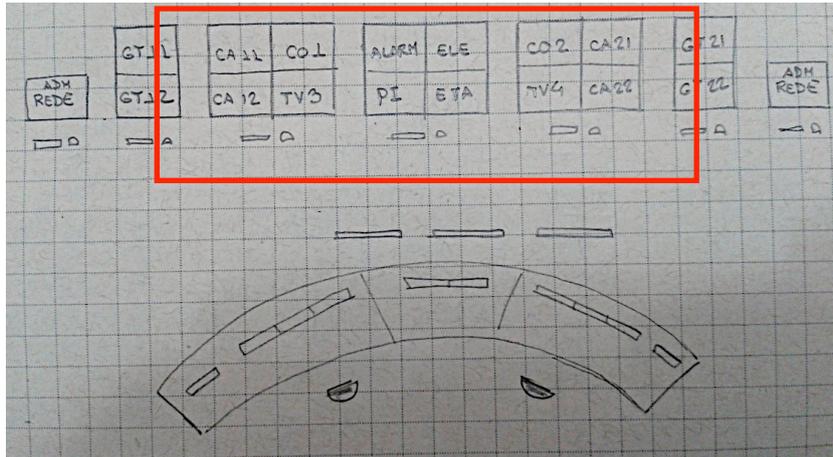


Figura 33: Rascunho (desenvolvido com o engenheiro de automação e validado com o gerente de operação) da disposição dos conjuntos de monitores/sistemas/telas.

### Imagens preliminares dos sistemas

Juntamente à apresentação da proposta de layout desenvolvida para o prédio da operação realizada para o gerente de operação e para o engenheiro de automação, **no quarto ciclo**, a equipe de projeto levou, além da apresentação em *Power Point* e das plantas impressas em A3 (Figura 26), imagens do conjunto de consoles e telas propostos para a sala de controle (Figura 29 e Figura 30).

Estas imagens foram utilizadas para validar a quantidade/disposição das telas com a gerência e a engenharia de automação.

Ambos o gerente de operação e o engenheiro de automação aprovaram a sugestão de disposição das telas e consoles levada para comentários e validação (Figura 34, Figura 35 e Anexo 4).



Figura 34: Disposição das telas (validada com a gerência e o engenheiro de automação)



Figura 35: Previsão da disposição dos consoles de operação

### Imagens da maquete eletrônica 3D

As imagens da maquete eletrônica 3D (Figura 36) foram utilizadas para a representação da proposta final de layout selecionada e apresentada na reunião de validação do layout final, no **quinto ciclo de visitas**, porém somente com o objetivo de validação das soluções propostas. O gerente de operação apenas comentou que havia ficado muito satisfeito com o resultado final.

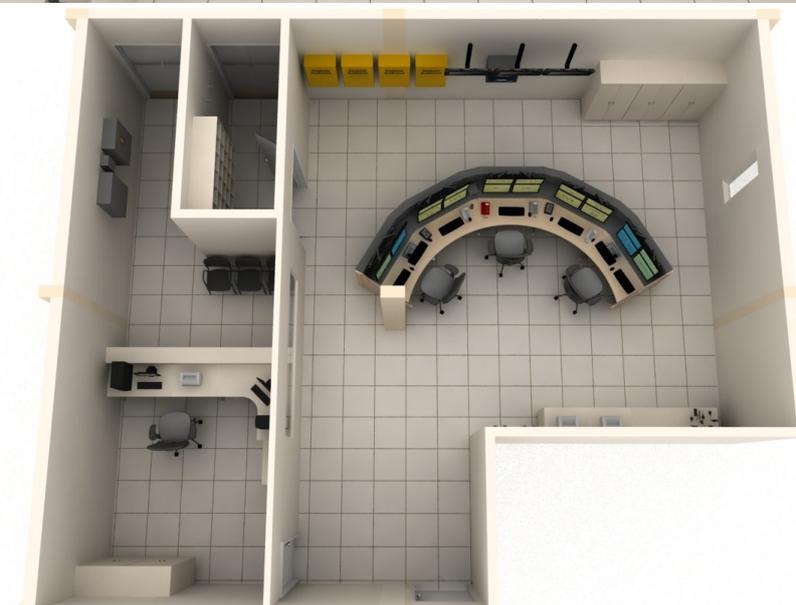


Figura 36: Imagens geradas a partir da maquete eletrônica

Pôde-se observar que a maquete eletrônica foi utilizada somente na etapa final de desenvolvimento do projeto, desempenhando assim um papel mais de objeto fechado (apenas transmitindo as ideias e decisões já definidas) do que de objeto aberto (que permitiria uma discussão e alterações por parte dos envolvidos) (Vinck e Jeantet, 1994).

A restrição de tempo influenciou o uso específico da maquete eletrônica nesse projeto, podendo ser apontados alguns agravantes para o uso tardio deste artefato no contexto apresentado:

- Devido à complexidade da análise da atividade (e com a decisão de observação de outro centro de controle, de outra unidade de geração, em outra cidade, como referência), o desenvolvimento das alternativas projetuais foi deslocado temporalmente para o final da segunda fase do projeto, retardando também o prazo previsto para o início do desenvolvimento da maquete;
- O tempo de desenvolvimento da maquete eletrônica em si não costuma ser considerado no escopo do projeto ou não é posto como prioridade (principalmente se ela for desenvolvida pela própria equipe de projeto). Mesmo a maquete sendo mencionada no escopo do projeto, é necessária uma reflexão prévia sobre o uso que se deseja fazer deste instrumento, de modo a viabilizar discussões mais proveitosas ao projeto;
- O desenvolvimento da maquete eletrônica depende muito de definições prévias. O início da construção de uma maquete eletrônica exige um mínimo de definições projetuais já estabelecidas, uma vez que a alteração dos parâmetros de uma maquete demanda mais tempo do que os de um desenho 2D.

Todos os objetos utilizados durante o processo de projeto foram de suma importância para o resultado obtido, principalmente em função do curto prazo para desenvolvimento do projeto (agravado pela situação atípica de diversas alterações simultâneas previstas para a atividade em questão). Embora os operadores não tenham participado do processo de tomada de decisões, a participação deles foi fundamental para compreensão da atividade e os mesmos se mostraram sempre dispostos a colaborar com a equipe de ergonomia.

## Relatórios

Neste projeto, o escopo previa a entrega de um único relatório projetual, ao final da etapa de desenvolvimento de layout para o centro de controle da usina. Este relatório continha, além das especificações de mobiliário para a sala de controle e demais salas do prédio da operação (requisitadas no escopo do projeto), uma contextualização da situação atual, a descrição dos problemas encontrados, um breve relato do acompanhamento realizado na situação de referência e um detalhamento do layout final adotado. No anexo do relatório, foi incluída a planta baixa em formato A1 com o novo layout do prédio da operação.

Dessa forma, o uso do relatório neste projeto cumpriu o papel de validação da etapa final do projeto, mas também de marco temporal de finalização desta etapa do projeto e reunindo vestígios do processo de projeto que orientaram o desenvolvimento do projeto para o resultado nele apresentado.

### **5.3. A caracterização dos objetos usados e suas funções no projeto C: Projeto de ergonomia para centralização das salas de controle de um núcleo experimental de tecnologias para indústria de petróleo**

Os objetos utilizados ao longo deste projeto foram particularmente mais eficientes em situações de validação e tomadas de decisões do que no processo de compreensão efetiva da atividade dos trabalhadores.

A seguir, serão relacionados os objetos utilizados no decorrer do projeto, caracterizando seu uso e sua contribuição. A discussão acerca dos objetos identificados contemplará: as plantas, as apresentações em *Power Point*, as imagens da maquete eletrônica 3D e os relatórios projetuais.

## Plantas (CAD)

As plantas impressas, mais uma vez utilizadas simultaneamente com a apresentação dos estudos preliminares de layout em *Power Point*, auxiliaram na comparação e visualização dos detalhes das opções apresentadas.

Além disso, foram desenvolvidas pela equipe de projeto, plantas esquemáticas de cada sala de controle que permitiram uma melhor visualização do espaço e dos

equipamentos disponíveis em cada sala. Tais informações, aliadas à AET, seriam essenciais para a configuração do novo centro de controle.

### Sala de controle principal

A sala de controle principal reunia a operação de três unidades: GTL, Circuito Multifásico e Circuito Poço (a Figura 37 traz uma visão esquemática geral da sala de controle principal). Na ocasião do projeto, os postos de trabalho da sala estavam sendo ocupados<sup>14</sup> da seguinte forma: dois postos estavam sendo utilizados pela GTL, dois pelo circuito multifásico, um pelo circuito poço e, além destes, havia dois postos administrativos que eram utilizados por todos os operadores, esporadicamente, para emissão de relatórios, comunicação interna e pesquisa.

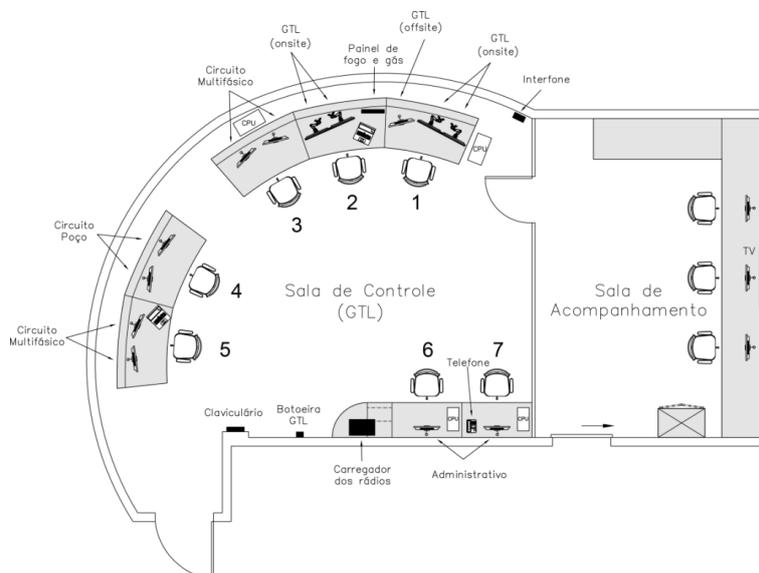


Figura 37: Planta esquemática da sala de controle principal

Além dos micros administrativos, também eram utilizados dois notebooks nas bancadas de trabalho, onde eram consultadas informações que não faziam parte do supervisor, mas que eram necessárias aos testes, como instruções e variáveis a serem utilizadas nos testes.

Além disso, havia uma área contígua à sala de operadores (sala de acompanhamento), onde os engenheiros da empresa e os representantes dos fabricantes podiam acompanhar os testes por telas replicantes.

<sup>14</sup> Os postos de trabalho 2, 3, 4 e 5 (Figura 37) estavam sendo utilizados da forma descrita, porém, todos acessam as telas (e, portanto, podem ser utilizados para operação) das unidades: GTL, CM, CP e Erosional, de acordo com a variabilidade da programação de testes.

Uma das principais queixas dos operadores sobre a sala existente referia-se ao número elevado de pessoas circulando em alguns momentos da operação, e ao ruído resultante disto. A proximidade entre os postos de trabalho das diferentes unidades, principalmente quando havia pessoas externas ou testes ocorrendo simultaneamente, perturbava a operação nos postos próximos. Essa crítica pôde ser confirmada pela equipe de ergonomia, pois durante o período de observações, em muitos momentos a sala apresentou uma ocupação superior a 10 pessoas (Figura 38), tornando difícil a comunicação até mesmo entre dois operadores posicionados no mesmo posto.



Figura 38: Sala de controle principal durante a realização de dois testes em unidades distintas

### Sala de controle da UMVL

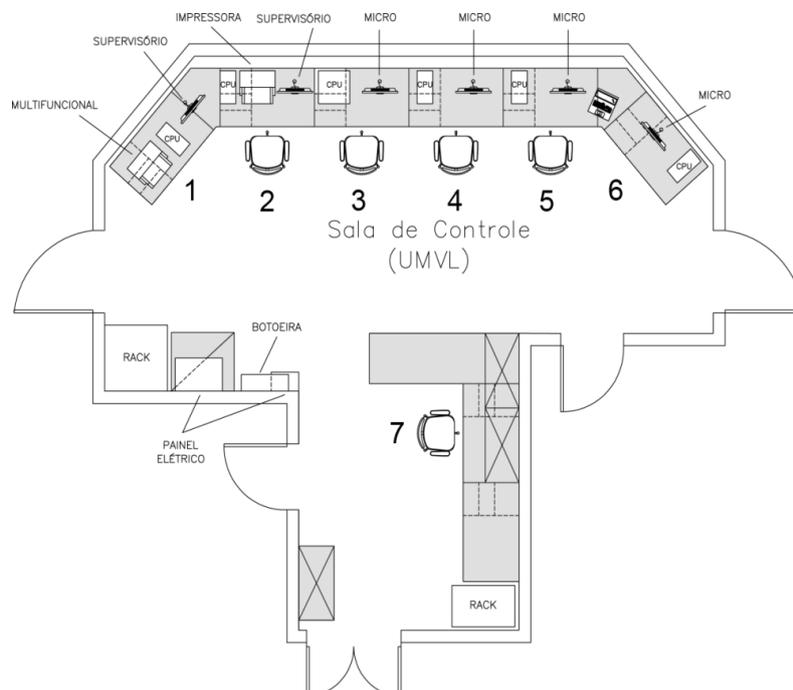


Figura 39: Planta esquemática da sala de controle da UMVL

A UMVL realizava calibração de medidores de vazão de líquidos para certificação e funcionava em horário administrativo. A unidade recebia demandas de testes diariamente, sendo realizados, aproximadamente, dois testes por dia. Os testes tinham duração aproximada de quatro a oito horas, cada.

A UMVL era responsável também pelos testes da unidade UBSW, que testava os medidores de BSW. A demanda de testes de UBSW dependia da carteira de projetos, que não era muito frequente, mas, caso fosse necessário, as duas unidades poderiam rodar testes simultaneamente.

Segundo a gerência do polo, a UMVL provavelmente não migraria para o CIC, devido a exigências impostas para o processo de acreditação pela norma ISO 17.025, principalmente no que dizia respeito ao controle de acesso à unidade. Porém, independente disso, foi solicitada a previsão de um posto de trabalho para operações da UMVL/ UBSW no CIC, para realização de testes não relacionados à acreditação das válvulas.

#### Sala de controle da UTVGL

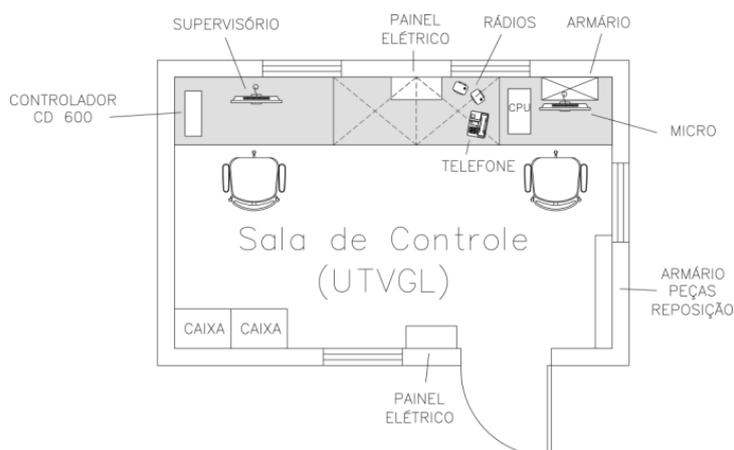


Figura 40: Planta esquemática da sala de controle da UTVGL

A UTVGL era a unidade mais antiga do polo e era responsável pelos testes de válvulas de gás lift. Esta planta ficava em operação o ano todo e o trabalho realizado não possuía muita variabilidade. A UTVGL realizava testes de durabilidade e desempenho de válvulas, além de testes na unidade Erosional, embora a planta de

teste Erosional fosse praticamente uma planta independente e possuísse uma demanda baixíssima (no ano anterior só havia sido realizado um teste na unidade).

A unidade de teste Erosional era de uso eventual e não tinha um posto de trabalho fixo, portanto, os próprios operadores da UTVGL também eram responsáveis pela unidade Erosional. Essa unidade não podia ser operada a partir da sala de controle da UTVGL, pois a UTVGL ainda tinha um sistema supervisório não integrado. Assim, em uma ocasião habitual de teste, um operador da UTVGL ficaria responsável pela montagem do teste e outro operador acompanharia o teste da sala de controle da GTL ou da 5P. No entanto, quando a UTVGL não estava tendo testes, os operadores costumavam ser deslocados para o CM, para a 5P ou para o CP.

A unidade operava com dois operadores, em horário administrativo, todavia, quando a demanda era grande, o horário podia ser estendido, embora não se tratasse de uma prática comum.

Uma criticidade evidente estava relacionada às instalações desta sala de controle: a sala foi instalada em um container em frente à unidade (Figura 40). Acrescido a isso, o mobiliário utilizado também era improvisado e, na ocasião das duas primeiras visitas, o ar condicionado não estava funcionando – fatores que prejudicavam ainda mais o desenvolvimento das atividades. Nas palavras dos operadores, “...é um provisório que virou permanente”.

Segundo os operadores, era raro que pesquisadores ou fornecedores fossem acompanhar os testes, mas, quando ocorria, costumava ser para acreditar a válvula, e eles não ficavam na sala de controle (container).



Figura 41: Sala de controle da UTVGL

### Sala de controle da 5P

A unidade 5P era a planta mais nova do polo e era responsável por testes de equipamentos de separação de óleo, gás e água. A unidade possuía seu próprio galpão de experimentos, que permitia a montagem simultânea de dois testes. A planta da unidade ainda não estava 100% pronta, mas já estava em operação em circuito reduzido, pois alguns conjuntos de equipamentos, como caldeira, *trenchs* (drenagem) e algumas bombas ainda não estavam operando e não estavam disponíveis no supervisório.

A equipe de trabalho da 5P era composta de três operadores, que se revezavam entre as atividades de painel e campo e trabalhavam em turno administrativo. Na época do projeto, havia um posto de trabalho da 5P (no prédio da 5P), com uma tela de sistema supervisório.



Figura 42: Posto de trabalho de controle da 5P

### Novo centro integrado de controle (CIC)

O espaço destinado ao CIC já havia sido construído e apenas aguardava o projeto do centro de controle (interior). A área disponível para o projeto da sala de controle e demais salas de suporte que viessem a se mostrar necessárias era de 195,00m<sup>2</sup>, conforme pode ser observado na Figura 43 e na Figura 44.

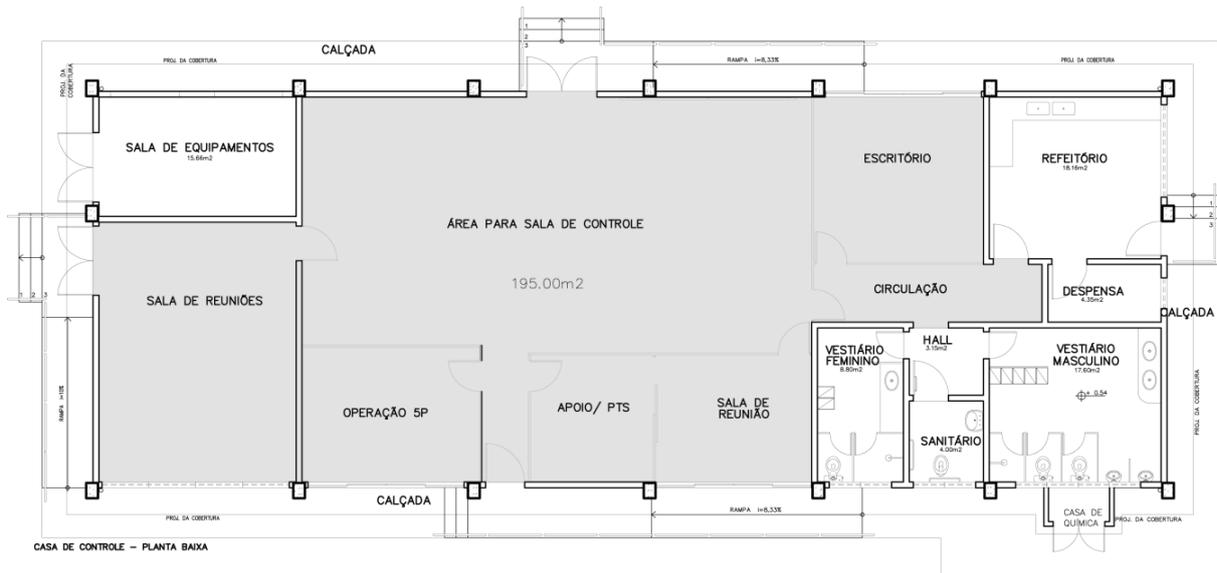


Figura 43: Planta baixa do prédio da 5P, onde seria instalado o CIC



Figura 44: Área disponível para a sala de controle do prédio da 5P

Com base nos acompanhamentos realizados, e nas solicitações e restrições impostos pela gerência, deu-se início ao desenvolvimento do projeto de layout no novo centro de controle, observando-se alguns critérios relacionados abaixo.

Os postos de trabalho deveriam ser projetados prevendo um espaço que acomodasse ao menos duas pessoas, pois, quando começava um teste, era comum a presença de um engenheiro responsável (mesmo que por pouco tempo) ou até de outro operador, realizando o acompanhamento da partida teste. Poderia haver também técnicos/engenheiros dos fornecedores acompanhando os testes, mas a previsão inicial era que estas pessoas ficassem acompanhando os testes em um ambiente separado, a princípio na atual sala de controle principal.

Para cada unidade com previsão de migração para o CIC, deveriam ser observados os equipamentos, de uso individual e coletivo, disponíveis e verificados quais deveriam ser levados para a nova sala. Nesse ponto, as plantas esquemáticas auxiliaram na definição dos equipamentos existentes e utilizados por cada unidade.

Solicitou-se também a previsão de, no mínimo, dois telões (ou videowall) e, no máximo, três. As informações compartilhadas nos telões contemplariam, a princípio, três sistemas: CFTV (tela exclusiva); fogo e gás; e segurança.

Além das demandas relacionadas à sala de controle, havia ainda demandas relacionadas aos ambientes de apoio: foram identificadas necessidades de previsão de uma sala de emissão de PTs, uma sala de engenharia, uma sala de reuniões, uma copa molhada, um local para armazenamento dos EPIs e sanitários.

### **Apresentações em *Power Point***

As apresentações em *Power Point* foram utilizadas pontualmente em duas ocasiões: na reunião para *validação da compreensão das demandas* e apresentação dos estudos preliminares de layout e na *videoconferência para validação do layout final*. Nas duas ocasiões, as apresentações favoreceram a discussão dos pontos propostos pela equipe de projeto, direcionando o foco das discussões nos elementos indicados nos slides.

Em especial na apresentação desenvolvida para a videoconferência, a presença dos elementos interativos foi essencial para a fluidez da reunião e para o acompanhamento dos atores que participavam à distância, pois à medida que a equipe de projeto conduzia a apresentação e apresentava os pontos a serem debatidos, os participantes do polo acompanhavam precisamente através das indicações gráficas nos slides.

### Reunião para validação da compreensão das demandas

Após o período de acompanhamento das atividades das unidades (realizado durante os três primeiros ciclos de visitas), foi realizada uma reunião para apresentação da avaliação ergonômica inicial e validação da compreensão das demandas. Essa reunião contou com a presença da gerente do polo, do gerente de projeto, do supervisor de operação e de um representante dos operadores, além de dois integrantes da equipe de ergonomia.

Entre outros pontos, na reunião foram validadas as informações referentes ao contingente de operadores (existentes, na ocasião, em cada unidade e quantidade de

postos previstos para o CIC - Quadro 12), ao projeto arquitetônico inicial (quantidade de postos, composição dos postos e demais equipamentos), tipo de mobiliário a ser utilizado e às necessidades das salas de apoio.

A discussão acerca do efetivo de trabalhadores e das questões organizacionais mostrou-se necessária, pois se tratava de um ponto chave para a definição do dimensionamento de postos de trabalho, influenciando diretamente nas decisões relacionadas ao layout. Embora pareça se tratar de uma informação simples, duas questões dificultavam a equipe de projeto a precisar com exatidão o contingente de operadores:

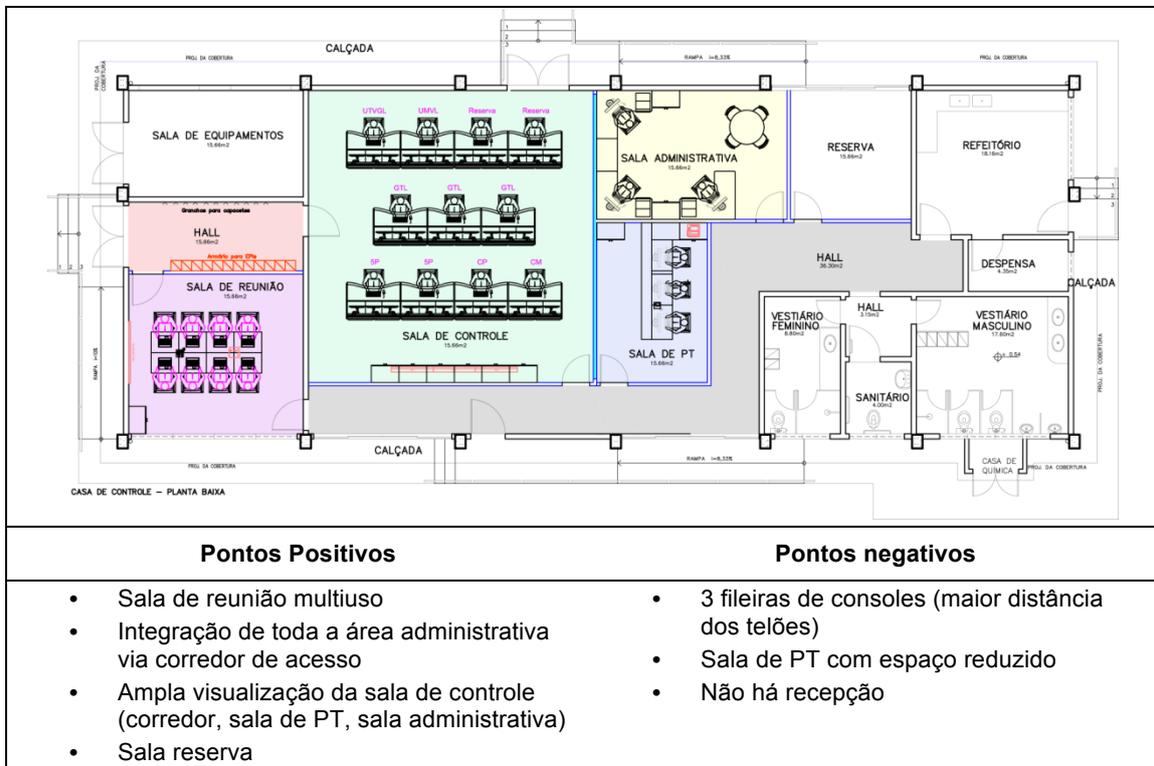
- Nas duas primeiras visitas realizadas, a equipe de operadores da GTL era composta por operadores próprios e contratados, sendo que os operadores contratados eram ex-operadores, experientes, da própria empresa, aposentados, que ajudaram a partir a planta da GTL. Na ocasião da terceira visita, o contrato destes havia terminado, porém havia uma expectativa de que eles retornassem, por um novo contrato, quando a unidade voltasse a operar; e
- A frequente rotatividade de operadores entre as unidades (polivalência dos operadores),

Estas duas questões levaram a equipe de projeto a recorrer aos participantes da reunião para obter informações complementares para precisar o efetivo de operadores. Mesmo durante a reunião, houve dificuldade para precisar a quantidade exata de operadores (entre turmas, folguistas, etc.), porém, com base em um número estimado, foi definida somente a quantidade de consoles de operação que seriam destinados a cada unidade no novo centro de controle.

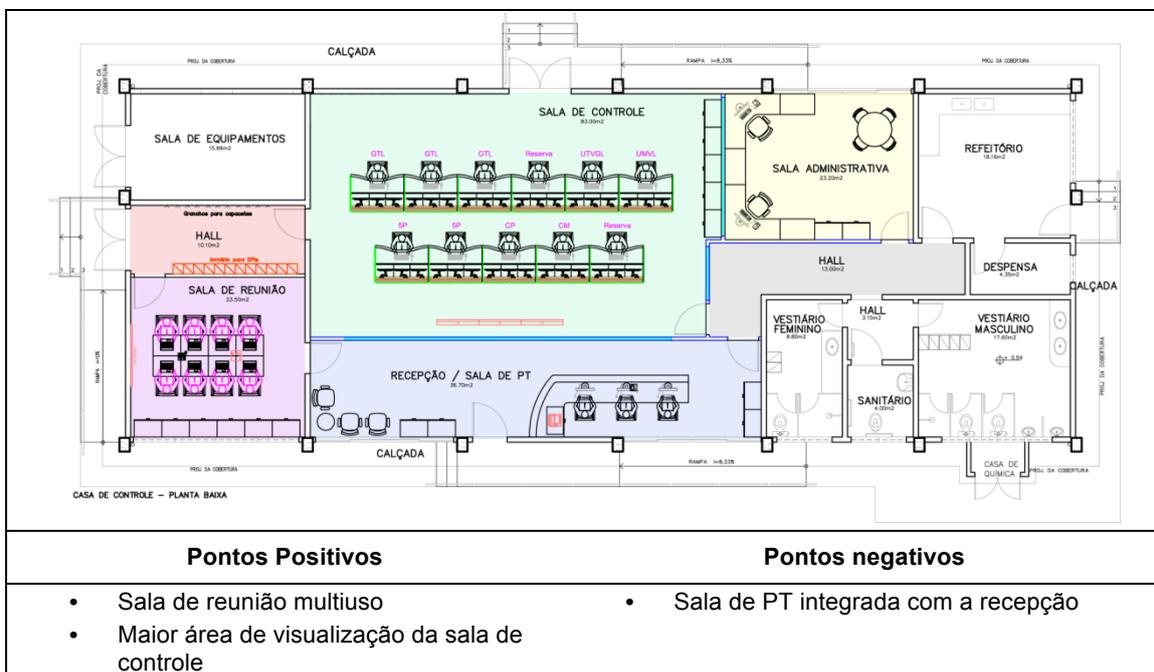
<b>Unidade</b>	<b>Nº de operadores</b>	<b>Turno / HA</b>	<b>Postos previstos no novo CIC</b>
GTL	2 por turno	Turno	03
GTL	05	HA	
Circuito Poço	03	HA	01
Circuito Multifásico	03	HA	01
UTVGL (+ Erosional)	02	HA	01
5P	03	HA	02
UMVL (+ UBSW)	04	HA	01
Reserva	-	-	01 a 03
<b>TOTAL:</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>10 a 12</b>

Quadro 12: Validação do contingente de operadores e quantidade de postos previstos para o CIC

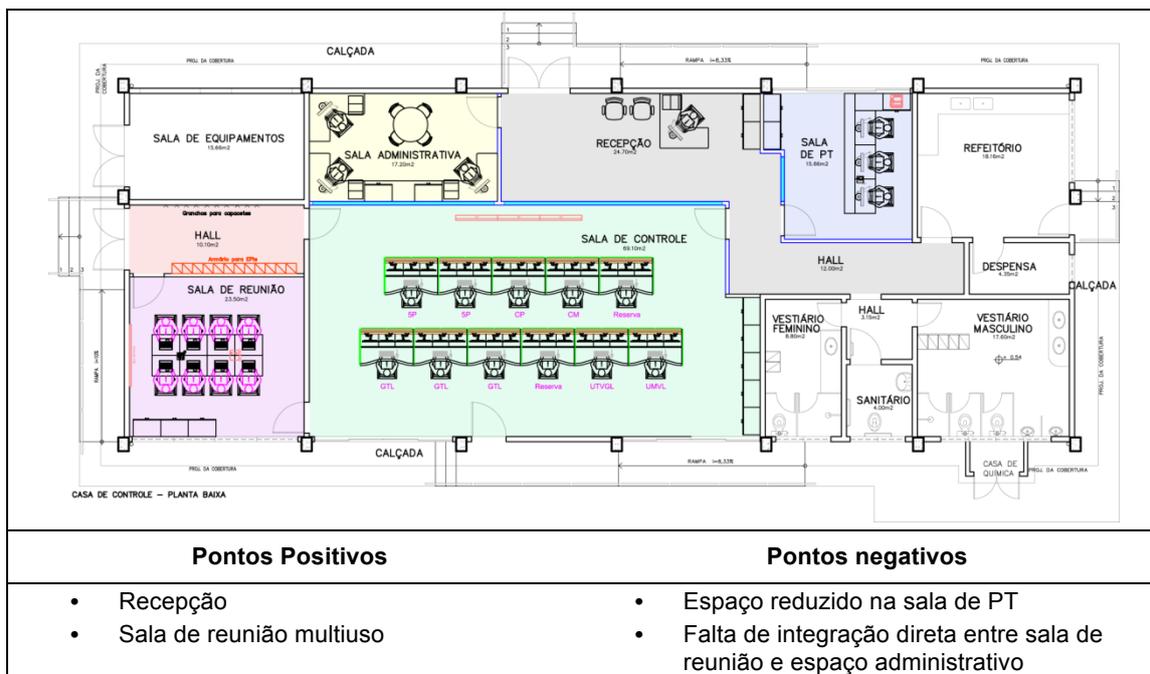
Na mesma reunião, foram apresentados estudos preliminares de layout, tendo sido apresentadas três possibilidades de layouts, apontando-se os pontos positivos e negativos de cada opção (Quadro 13, Quadro 14 e Quadro 15). Além da apresentação em *Power Point*, a equipe de ergonomia levou também cópias das plantas com as opções de layout impressas em papel A3, visando facilitar a visualização e comparação das opções pelos participantes.



Quadro 13: Primeiro estudo preliminar de layout



Quadro 14: Segundo estudo preliminar de layout



Quadro 15: Terceiro estudo preliminar de layout

Embora todos os participantes tenham considerado que as três opções possuíam pontos fortes e fracos, entre as opções apresentadas, foram unânimes na preferência pela primeira opção (Quadro 13), principalmente em razão da disposição dos consoles de operação. Segundo o supervisor de operação, “*essa configuração de bancadas no controle seria melhor para discussão nos testes e funcionaria melhor do que a configuração de fila dupla: fica um balcão muito grande...*”. O balcão muito grande, segundo o supervisor, seria pior, pois era frequente que ocorressem dois ou mais testes (na mesma unidade ou em unidades diferentes) simultaneamente, o que gerava uma circulação maior de pessoas na sala e um aumento do ruído produzido. Além disso, todos consideraram o fluxo de pessoas no centro de controle, parecia mais adequado nessa opção.

Outro ponto comentado sobre os layouts foi relacionado à restrição de acesso: tendo sido sugerido que o acesso fosse restrito (via crachá) também na área administrativa, sob a justificativa de que “*teremos problemas de novo (...) com acesso direto pra copa, o que gera muita sujeira e bagunça na copa. Irá precisar de porta de acesso para impedir que todos possam usar o sanitário e a copa da sala de controle*”.

A restrição de acesso à sala ou ao centro de controle é uma questão recorrente nesse tipo de projeto, porém trata-se de uma decisão que deve ser avaliada com cautela para que não influencie na atividade do operador, como já ocorria no núcleo.

Na sala de controle atual, havia sido instalado um interfone que o visitante deveria utilizar para solicitar acesso à sala. A instalação deste interfone havia gerado duas situações distintas: ou os operadores tinham que parar sua atividade e levantar da mesa para atender ao interfone na parte interna da sala (instalado em uma parede) ou utilizavam a saída de emergência para acesso à sala, sendo que para a entrada na sala pela porta de emergência, era necessário inserir uma senha numérica.

### Reunião para validação do layout final

A reunião para fechamento do layout final foi realizada, via videoconferência (Figura 45), entre a equipe de ergonomia, no Rio de Janeiro, e representantes do núcleo de experimentação, em Aracaju. Entre os presentes na reunião, em Aracaju, estavam a gerente do polo, gerente de projeto, supervisor de operação e um engenheiro do centro de pesquisas do Rio de Janeiro que visitava o polo.



Figura 45: Videoconferência entre equipe de ergonomia (RJ) e representantes do núcleo experimental (SE)

O objetivo da reunião era a validação do layout final do centro de controle, além da validação de um estudo de telas dos consoles de operação, visando determinar a quantidade e o tipo – supervisor ou micro administrativo – de monitores que seriam previstos para cada console, de cada unidade.

Apesar de a reunião anterior ter apontado uma direção a ser seguida em relação à definição do layout, a equipe de ergonomia optou por apresentar mais algumas opções que considerava pertinentes.

A maior diferença entre as opções dava-se por a opção preliminar “A” (Figura 46) apresentar uma menor necessidade de obras estruturais, enquanto a opção “B” (Figura 47) e derivadas da opção “B”: “C” (Figura 48), “D” (Figura 49) e “E”, necessitariam de mais obras.

As opções “C”, “D” e “E” eram estruturalmente similares à opção “B”, sendo que apenas as configurações internas das salas sofriam alterações. Por exemplo, entre as opções “B” e “C”, a única mudança era a configuração interna da sala de controle, enquanto a opção “D” já apresentava mudanças nos locais das salas de PT, de reuniões, administrativa e vestiários. Logo, como a estrutura das três opções era similar, seria possível intercambiar as configurações internas dos ambientes (escolher um ambiente de cada opção), sem modificar o todo.

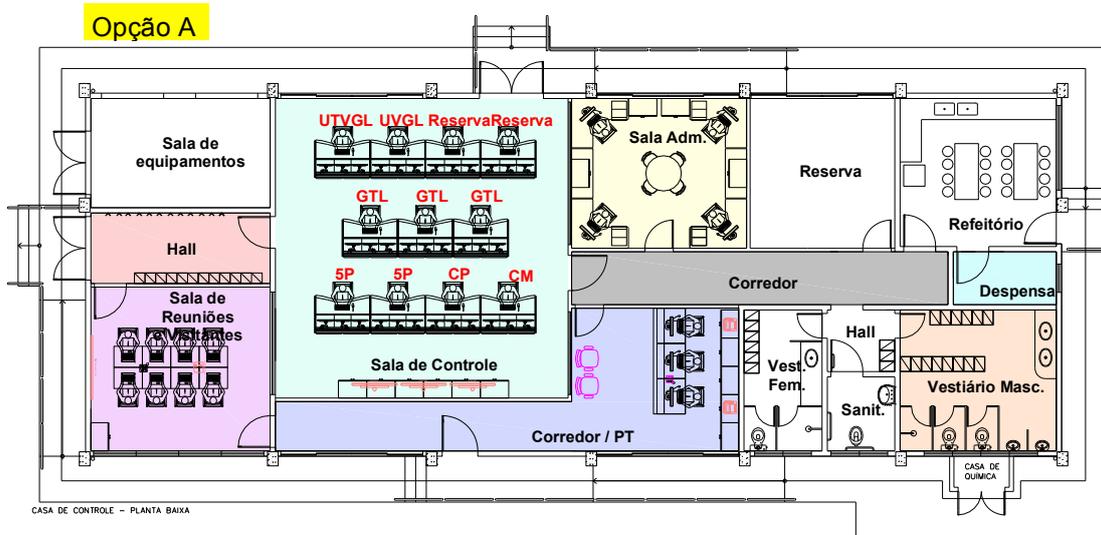


Figura 46: Reunião de definição de layout – OPÇÃO A

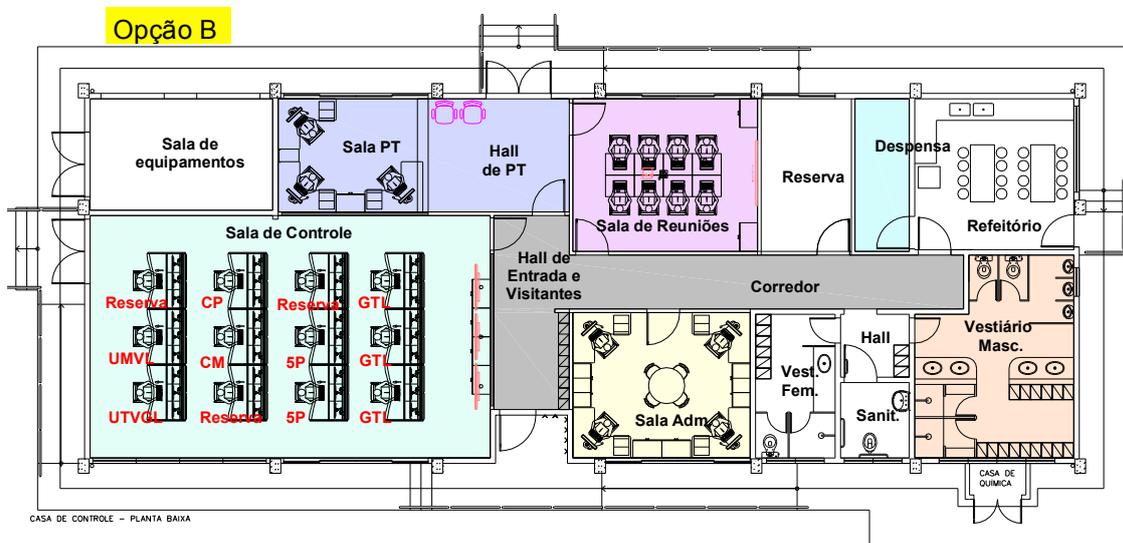


Figura 47: Reunião de definição de layout – OPÇÃO B

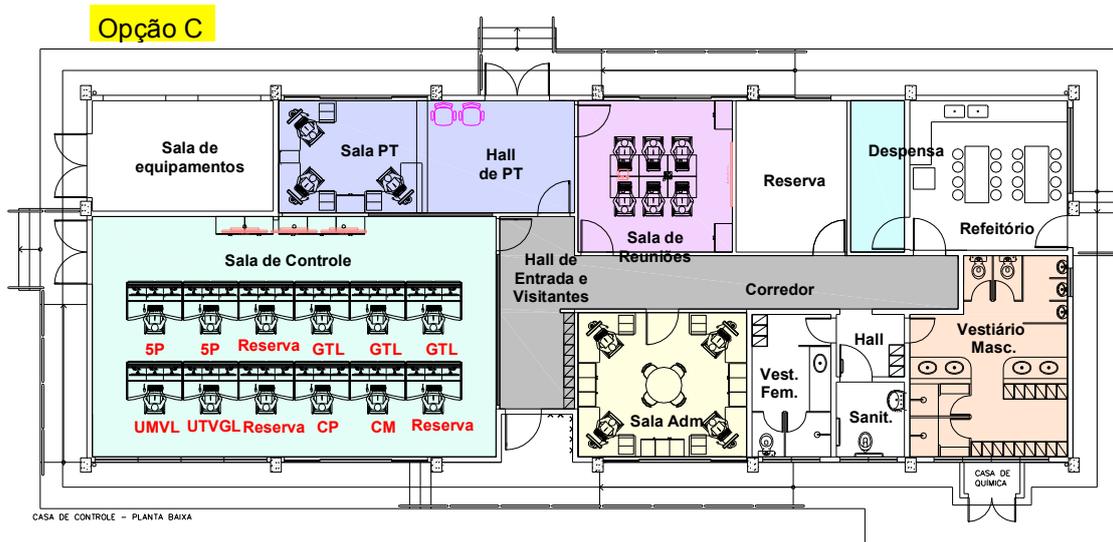


Figura 48: Reunião de definição de layout – OPÇÃO C

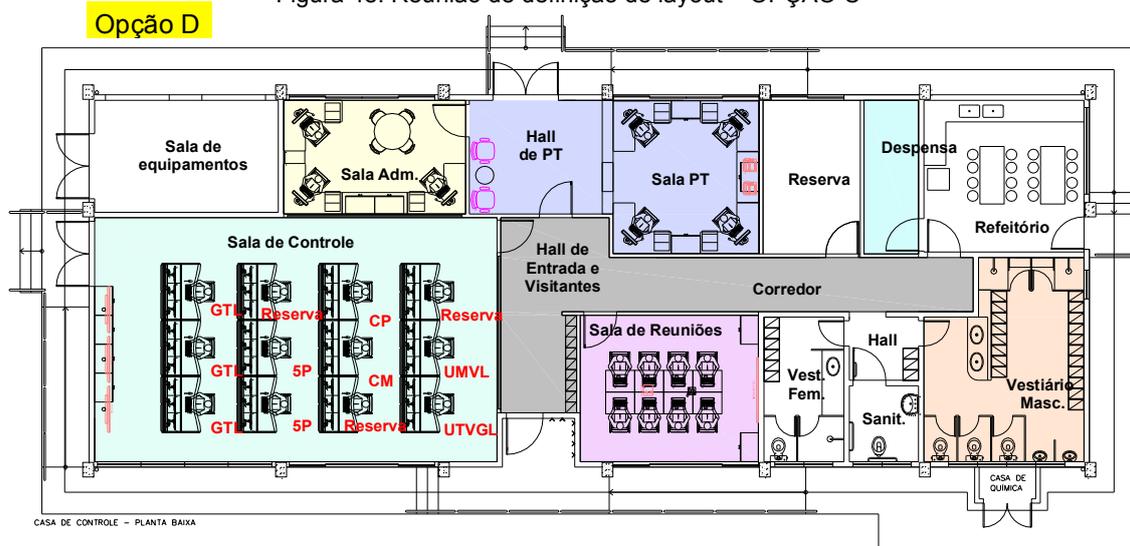


Figura 49: Reunião de definição de layout – OPÇÃO D

A equipe de ergonomia montou a apresentação buscando apresentar da forma mais detalhada e dinâmica possível os detalhes de cada opção. A apresentação foi enviada com antecedência para os participantes da reunião para que estes pudessem se familiarizar previamente com os pontos que seriam discutidos e houve também a preocupação, devido à distância, de fazer com que os participantes do núcleo conseguissem acompanhar passo-a-passo (a cada clique) os pontos discutidos pela equipe de projeto.

Para isso, foram utilizados elementos interativos (círculos, setas, etc.) indicando graficamente todos os pontos positivos e negativos de cada opção. Um exemplo pode ser observado na Figura 50, retirada de um slide da apresentação, que indicava as necessidades de obras estruturais para a opção “B”.

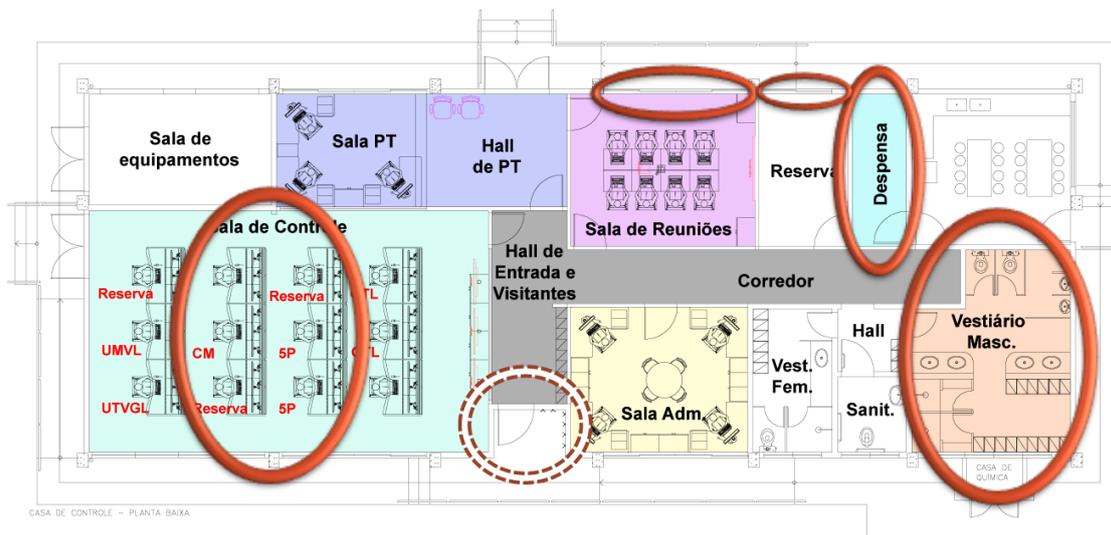


Figura 50: Opção B - indicações de necessidades de obras

Por motivos predominantemente financeiros, ou seja, que demandaria um volume de modificações estruturais menor, os representantes do núcleo de experimentação se ativeram à escolha da opção “A”, tendo sido solicitadas, ainda, três novas modificações (Figura 51):

- A alteração do local da despensa com diminuição da sala reserva (1), resultando na criação de um novo acesso ao prédio na fachada norte (2); e
- Antigo vestiário masculino deveria ser utilizado somente como sanitário (3), pois o vestiário oficial que deveria ser utilizado pelos funcionários estaria localizado em outro prédio (no galpão de serviços);

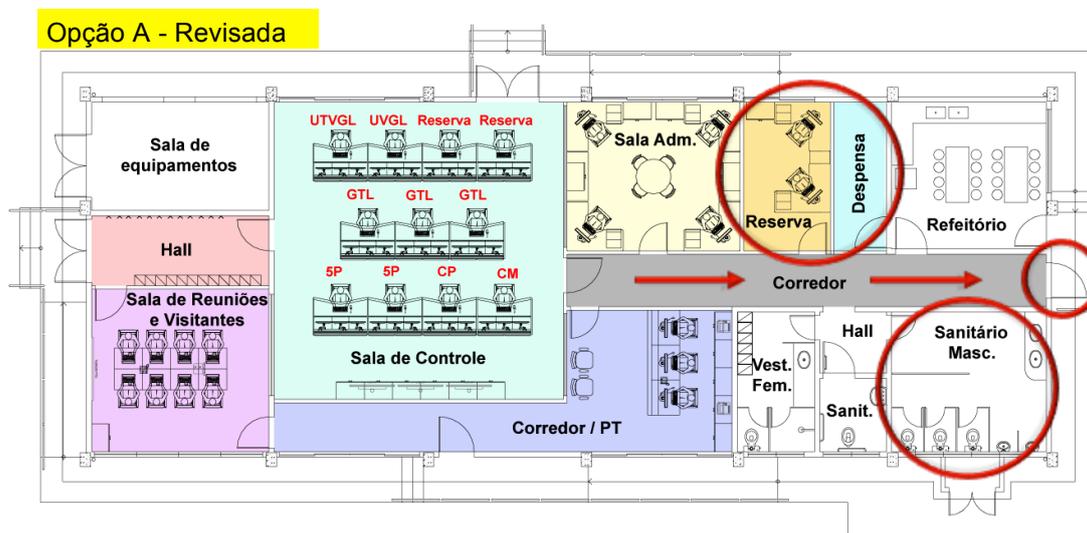


Figura 51: Opção A - Revisada

A definição do layout final concluiu a *Etapa 2* (estudos preliminares de arquitetura) do projeto.

### Imagens da maquete eletrônica 3D

As imagens da maquete eletrônica 3D (Figura 52 e Figura 53) foram utilizadas especificamente para conclusão de uma etapa projetual (*Etapa 4*). Neste caso, as imagens não foram apresentadas presencialmente, tendo sido entregues por meio eletrônico (uma cópia do arquivo eletrônico desenvolvido com as imagens da maquete eletrônica pode ser observada no Anexo 5).



Figura 52: Maquete eletrônica - sala de controle

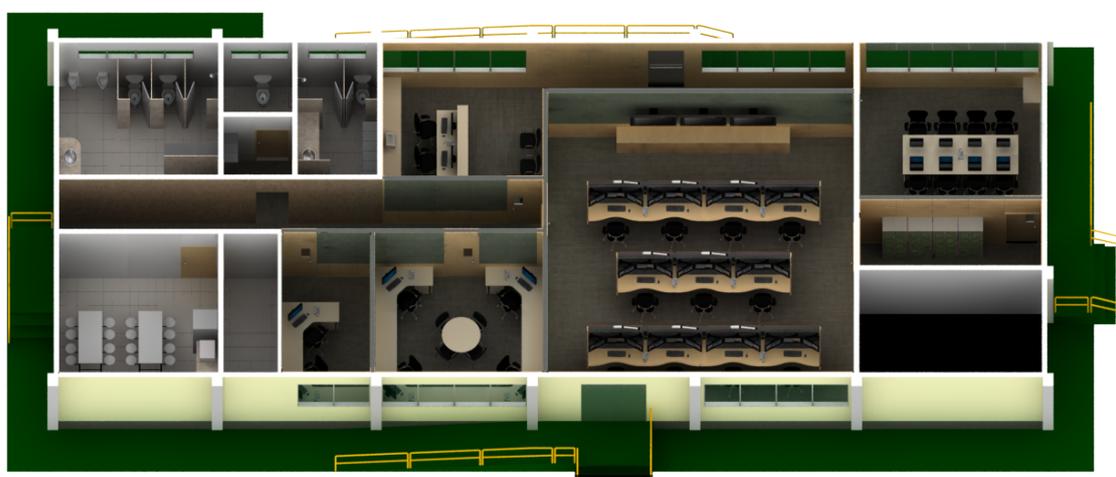


Figura 53: Maquete eletrônica - vista isométrica

Como exposto anteriormente, o uso da maquete eletrônica neste projeto (assim como nos anteriores) não relevante para fins de promoção da discussão acerca das atividades de trabalho a serem realizadas na situação futura.

Mais uma vez, fatores como a complexidade da análise da atividade, o tempo de desenvolvimento da maquete eletrônica (que normalmente não é considerado no desenvolvimento do escopo do projeto ou, quando o uso da maquete é incluído no escopo, não há um planejamento de uso específico) e a dependência de definições prévias para início do desenvolvimento da maquete foram fatores que podem ser apontados não como impeditivos, porém como complicadores para um uso mais articulado da maquete eletrônica para fins de discussão e aperfeiçoamento do projeto final.

No entanto, no decorrer deste projeto, foi observada uma possibilidade de uso distinto do esperado da maquete eletrônica, auxiliando na **comunicação entre a própria equipe de projeto**. Na etapa de desenvolvimento da maquete eletrônica, que ocorreu paralelamente à construção dos desenhos do anteprojeto arquitetônico, do relatório com recomendações sobre os projetos arquitetônicos e do relatório de especificação de materiais e de mobiliário, a equipe de projeto fez uso da maquete eletrônica para conferir e confirmar os elementos previstos no layout final, como elementos de arquitetura, materiais de acabamento, especificação de mobiliário e posicionamento de equipamentos, por exemplo.

Embora as principais decisões (como definições das necessidades de obras estruturais, e configuração das salas) já tivessem sido tomadas e validadas, ainda assim, alguma possível desconformidade observada nessa etapa (em relação a mobiliário, materiais de acabamento, etc.) ainda poderia ser contornada com uma antecedência que não interferiria em prazos e custos de projeto. Foi o que ocorreu no projeto: enquanto dois projetistas trabalhavam no desenvolvimento na maquete eletrônica, simultaneamente, duas arquitetas trabalhavam nos desenhos técnicos e relatórios de especificações e confrontavam suas escolhas com a representação na maquete eletrônica.

A maquete eletrônica foi utilizada, assim, para auxiliar na tomada de decisões dentro da própria equipe de projeto e na validação de algumas escolhas em relação ao layout. Neste projeto, especificamente, a maquete eletrônica auxiliou na definição das cores de tecidos de revestimento das divisórias e piso, do modelo e cor dos armários a

serem utilizados no hall de equipamentos e na verificação dos materiais utilizados para acabamento das paredes em alvenaria.

Em determinado momento, enquanto os projetistas finalizavam a estrutura da edificação na maquete, a arquiteta lhes enviou, via e-mail, o relatório preliminar de especificações de materiais de acabamento e mobiliário, juntamente com as cores selecionadas da cartela de cores dos fornecedores e um desenho esquemático (a arquiteta havia solicitado uma imagem preliminar da maquete aos projetistas) informando o acabamento que deveria ser utilizado em cada parede (Figura 54).

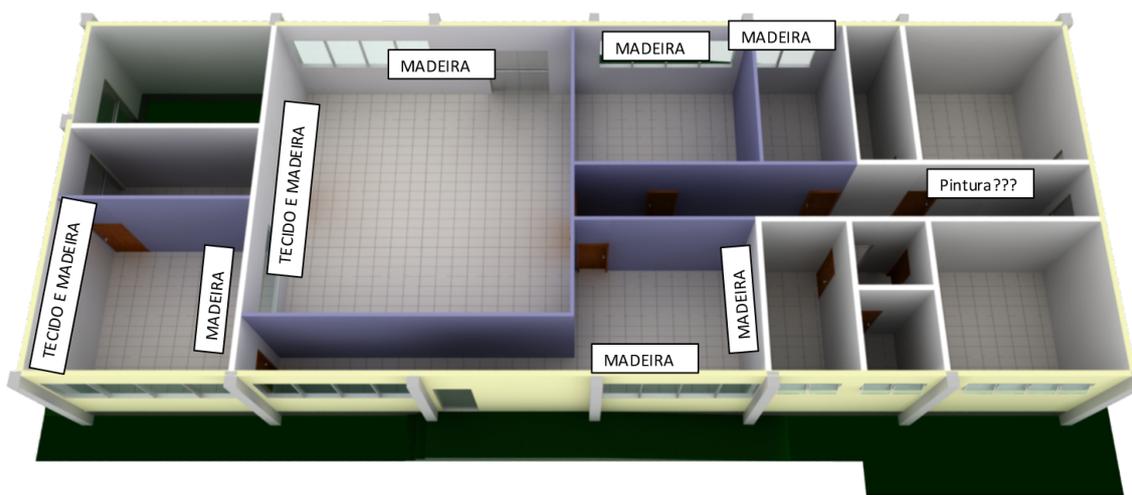


Figura 54: Desenho esquemático destacando o acabamento de cada parede

Desse modo, a maquete eletrônica se mostrou útil para a equipe de projeto durante a fase de desenvolvimento da própria maquete e das especificações técnicas e, ainda, agregou valor ao projeto, se considerado que o resultado final foi beneficiado pelos aperfeiçoamentos possibilitados por essa colaboração entre a equipe de projeto, através do uso deste OI como mediador entre profissionais de distintas especialidades. (BITTENCOURT, 2014)

## Relatórios

O escopo do projeto previa o desenvolvimento e entrega de dois relatórios principais ao longo do projeto: um relatório inicial, ao final da Etapa 1 foi entregue contendo o estudo ergonômico realizado, as demandas iniciais identificadas e sua relação com o programa arquitetônico previsto para o centro integrado de controle e, ao final da Etapa 3, foram entregues dois relatórios, um de especificação de materiais

de acabamento (piso, paredes, teto e cores) e outro com recomendações sobre os projetos arquitetônicos e especificações de mobiliário. Juntamente aos relatórios da Etapa 3, foram entregues também os desenhos pertinentes aos anteprojetos arquitetônico, acústico e lumínico.

Os três relatórios desenvolvidos serviam de marco temporal de finalização das etapas e também de vestígios do processo de projeto. No entanto, podem ser observadas duas finalidades de uso distintas entre os relatórios entregues nas Etapas 1 e 3.

O primeiro relatório apresentado, contendo a compreensão das demandas, foi utilizado como objeto intermediário para discussão entre a equipe de projeto, os operadores, o gerente de projeto e a gerente da planta, pois após a elaboração do relatório, a equipe de projeto conversou com um grupo de operadores e confirmou as informações contidas no documento, validando as percepções obtidas a partir da AET. Com o gerente de projeto e a gerente do polo, a equipe de ergonomia enviou eletronicamente o documento e obteve um *feedback* do seu conteúdo na reunião de validação das demandas. Isso proporcionou aos operadores e aos gerentes a possibilidade de intervenção direta no objeto, pois o conteúdo do relatório poderia ser modificado a partir da intervenção destes atores.

Quanto aos relatórios entregues ao final da Etapa 3, a finalidade de uso destes pode ser equiparada ao que foi comentado em relação aos relatórios utilizados nos projetos anteriores, uma vez que estes relatórios trazem o resultado de todas as interações realizadas ao longo do projeto, viabilizadas através do uso dos outros objetos mencionados.

## **CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO**

Neste capítulo, serão expostos os resultados alcançados com esta pesquisa, apresentando uma discussão sobre as funções de uso das categorias de objetos identificadas ao longo do acompanhamento dos três projetos, seguida por uma breve discussão acerca da relevância do uso da maquete eletrônica nos projetos enquanto objeto intermediário. Por fim, serão apresentadas as considerações finais referentes a este trabalho, mencionando sua relevância para o tema estudado, assim como possíveis vertentes de continuação da pesquisa.

### **6.1. Funções dos objetos intermediários em projetos de centros de controle**

Com base no expositivo teórico e nos projetos apresentados, tornou-se possível realizar observações sobre o uso contextualizado dos objetos intermediários e, em especial, das maquetes eletrônicas em projetos ergonômicos de centros de controle.

A seguir, será apresentada uma compilação dos objetos identificados ao longo das três intervenções ergonômicas apresentadas anteriormente. As classificações das funções de uso dos objetos apresentadas neste capítulo apoiaram-se principalmente nos estudos de Vinck, Jeantet (VINCK & JEANTET, 1994; VINCK *et al.*, 1996; JEANTET, 1998) e Bittencourt (2014). No Quadro 16 é apresentado um resumo dos objetos identificados nos três projetos, organizados de acordo com a fase em que foram utilizados em cada projeto.

Cabe ressaltar que as funções resumidas no Quadro 16 referem-se somente às situações de uso contextualizadas neste projeto de pesquisa, pois como apresentado anteriormente (Capítulo 2), os objetos não possuem uma classificação fixa, visto que o resultado das interações alcançadas com o suporte de cada OI pode variar em função das estratégias de uso pensadas pelos projetistas ou ergonomistas.

OBJETO	PROJETO	ETAPA PROJETUAL		
		Etapas preliminares (compreensão da demanda, análise da atividade)	Desenvolvimento de alternativas	Validação
Relatórios	PROJETO A			✓
	PROJETO B			✓
	PROJETO C	✓		✓
Plantas (CAD)	PROJETO A		✓	
	PROJETO B	✓	✓	✓
	PROJETO C	✓		
Esboços e Rascunhos	PROJETO B	✓	✓	
Imagens preliminares de sistemas	PROJETO B		✓	
Apresentações em <i>Power Point</i>	PROJETO A		✓	✓
	PROJETO C	✓	✓	✓
Maquetes eletrônicas	PROJETO A			✓
	PROJETO B			✓
	PROJETO C			✓

Quadro 16: Oobjetos utilizados em cada fase das três situações de projeto

1. Relatórios: os relatórios, utilizados em todos os projetos, podem ser considerados objetos intermediários fechados e, ainda, na maioria das vezes, também desempenharam um papel de transição ou ruptura entre fases projetuais (VINCK, 2009), teoricamente tornando irreversíveis as decisões tomadas até o ponto de sua entrega. Em algumas situações, no entanto, quando os relatórios foram enviados para avaliação e validação prévias (como no caso do estudo de viabilidade) ou representaram entregas intermediárias para validação (no caso do núcleo de experimentação), os relatórios poderiam ser considerados objetos intermediários abertos, estando suscetíveis a novas interpretações. Da mesma forma, estes documentos também podem ser inseridos na categoria de mediação entre projetistas e usuários. Os relatórios desempenharam um papel de tradução das necessidades projetuais, refletindo o resultado de todas as interações que transformaram um conceito abstrato em um projeto passível de ser concretizado.

2. Plantas (CAD): as plantas, assim como o objeto anterior, foram utilizadas nas três situações de projeto acompanhadas, identificando-se duas situações de uso distintas. A primeira delas diz respeito ao uso das plantas impressas juntamente às apresentações em *Power Point*, utilizadas nos projetos de ampliação do centro de controle e do centro de experimentação, que facilitaram a compreensão de detalhes projetuais e/ou comparação de propostas de layout; a segunda refere-se ao uso feito no projeto da termelétrica, quando a planta impressa, levada pela equipe de ergonomia, na primeira reunião de projeto, foi utilizada pelos participantes para transmitir suas sugestões quanto ao novo layout. No primeiro caso, as plantas poderiam ser consideradas como objetos intermediários fechados, pois passavam um conjunto de informações aos participantes que não poderia ser modificado, mas, a partir delas, poderiam surgir outras propostas de layout, sem modificação da intenção inicial. No segundo caso, seria possível caracterizar as plantas utilizadas como rascunhos como objetos intermediários abertos, pois os atores se apropriaram das plantas, realizando modificações nas mesmas, possibilitando a geração de novos resultados. Em ambos os casos, no entanto, as plantas impressas também se enquadrariam na categoria de mediação entre projetistas e usuários. As plantas propiciam uma mediação limitada no sentido da forma, mas que exemplificam o conceito de representação temporal do OI, pois, principalmente se comparadas todas as plantas geradas ao longo do projeto, é possível reconstituir o processo de evolução do projeto no tempo.

3. Esboços e rascunhos: os esboços e rascunhos, conforme utilizados no projeto da termelétrica, para transferir conhecimentos dos usuários para a equipe de projeto, podem ser considerados objetos intermediários abertos, pois estariam suscetíveis a reelaborações e reinterpretações tanto do usuário como da equipe de projeto. Esse caso trata claramente de outra situação em que os objetos agem como mediadores entre usuários e projetistas.

4. Imagens preliminares dos sistemas: as imagens dos sistemas utilizadas no projeto da termelétrica podem ser consideradas como modelos, no sentido de Carlile (2002), mas também como objetos intermediários fechados, pois transmitiriam uma ideia que não foi alterada ou reinterpretada. E, mais uma vez, integrariam a categoria de mediadores entre projetistas e usuários, auxiliando na validação do conhecimento adquirido pelo ergonomista e, conseqüentemente, refletindo nos resultados apresentados.

5. Apresentações em Power Point: as apresentações foram utilizadas em duas situações de projeto distintas (no estudo de viabilidade e no projeto do núcleo experimental), tendo apresentado resultados positivos em ambas as situações. Num primeiro momento, estas apresentações poderiam ser consideradas como objetos intermediários fechados, pois apenas transmitiram as ideias dos projetistas, sem proporcionar uma possibilidade de ação concreta por parte dos participantes das reuniões. No entanto, da forma como utilizado, esse objeto supera o caráter “fechado”, aproximando-se do conceito de objeto aberto, uma vez que ele foi cuidadosamente pensado e desenvolvido de forma a permitir que o usuário consiga interagir e discutir as opções de projeto apresentadas.

As informações nelas apresentadas serviram de base para discussões e novas definições projetuais, a partir de colocações feitas pelos participantes. Do mesmo modo, elas podem ser consideradas, nos termos de Bittencourt (2014), como um artefato mediador entre projetistas e usuários.

6. Maquetes eletrônicas: nas situações de projeto acompanhadas, a maquete eletrônica apresentou duas características de uso distintas. Na primeira, as imagens geradas a partir da maquete eletrônica 3D foram utilizadas, em todos os projetos, como validação do layout de projeto final, cumprindo também um papel de elemento de transição entre fases projetuais (muitas vezes, concluindo o ciclo de desenvolvimento de propostas e passando à fase de especificações). Nesse sentido, as imagens das maquetes eletrônicas podem ser caracterizadas como objetos intermediários fechados, ou seja, cujo uso visou simplesmente transmitir a intenção da equipe de projeto, sem possibilidades de novas interpretações do objeto.

Por outro lado, na situação descrita no último projeto, em que a maquete eletrônica foi utilizada pela equipe de ergonomia para definição de detalhes projetuais, a maquete eletrônica poderia ser considerada como um objeto intermediário de mediação aberto, uma vez que, a partir das discussões internas à equipe, o objeto estava sujeito a novas interpretações e, conseqüentemente, a mudanças.

Entretanto, no primeiro caso, ao que diz respeito à caracterização do seu uso, este objeto pode ser considerado, mais uma vez, como mediador entre projetistas e usuários. Porém, no segundo, ele poderia se inserir em outra categoria, que caracterizaria a mediação entre diferentes especialidades, referindo-se à facilitação do diálogo proporcionada por ele entre projetistas e arquitetas.

A maquete eletrônica destaca-se como elemento de maior complexidade de desenvolvimento utilizado nas intervenções, tendo sido realizada uma reflexão mais detalhada sobre o uso deste objeto.

As maquetes eletrônicas (MEs) são uma opção de representação virtual da futura situação de trabalho cada vez mais utilizadas em projetos, como os apresentados nesta pesquisa, podendo assumir diversos graus de detalhamento e complexidade.

Um dos principais benefícios que podem ser destacados, a partir do seu uso, é a integração de equipes de setores distintos no desenvolvimento e aprovação de projetos de espaços de trabalho, principalmente se houver o envolvimento dos futuros usuários nos processos de tomada de decisão em diferentes etapas de projeto.

Desse modo, as MEs poderiam assumir um papel tanto de objetos intermediários, quanto de objetos fronteiros, ao integrar profissionais de áreas diferentes em etapas intermediárias do projeto para avaliações prévias do resultado final, buscando prevenir problemas futuros e otimizar a produtividade no ambiente de trabalho projetado.

Para Boujut e Blanco (2003), o papel dos objetos intermediários como mediadores seria de fundamental importância para estimular a participação e cooperação de atores *downstream* durante o processo de projeto, principalmente se utilizados como objetos abertos, suscetíveis a novas interpretações.

No entanto, deve ser observada uma ressalva em relação à escolha do modo de representação. Embora a tecnologia CAD e simulações virtuais de espaços de trabalho estejam se desenvolvendo rapidamente e, portanto, podem e devem ser utilizadas em projetos ergonômicos participativos, deve-se atentar para um possível fenômeno denominado defasagem de visualização (*visualization delay*). (BROBERG et. al., 2011)

A defasagem de visualização é caracterizada pela necessidade de atuação de um especialista em CAD (ou qualquer outra ferramenta utilizada) para realizar modificações sugeridas pelos participantes, podendo acarretar dificuldade ou inibição de participação, e se converter em um obstáculo ao invés de um instrumento facilitador.

O tempo demandado para programação ou alteração de parâmetros em softwares de CAD ou de simulações computadorizadas, antes que uma nova solução possa ser apresentada, contrasta com as características de maleabilidade e flexibilidade atribuídas aos objetos intermediários ou fronteiros. (BOUJOUT & BLANCO , 2003; BORBERG *et al.*, 2010; BROBERG *et al.*, 2011)

A mesma teoria é sustentada por Vinck (2009), ao propor que alguns OIs, como rascunhos e esboços, apresentam um baixo nível de codificação e, por isso, facilitam a integração de conhecimentos e pontos de vista, enquanto outros, muito codificados, dependem de convenções de alto nível. O autor oferece como exemplo, plantas de detalhamento fornecidas por consultores aos responsáveis pela fabricação. Estes objetos oferecem pouca capacidade de ação de concepção ao fabricante, ou seja, são objetos fechados.

Alguns autores propõem, como solução para atenuar o problema de defasagem de visualização, a inclusão de um profissional facilitador (como um desenhista) nas reuniões de projeto, que seria responsável exclusivamente por realizar ajustes nos layouts, enquanto as sugestões de alterações surgissem. Tal experiência pode ser observada no caso da planta de processamento estéril, apresentado por Hall-Andersen e Broberg (2014), no Capítulo 2.

A partir da caracterização do uso dos objetos nas diversas situações de projetos e dentro das questões de pesquisa que a dissertação se propôs a elucidar, podem ser apontadas algumas considerações.

Os objetos comumente utilizados no processo de concepção exercem papéis de fundamental importância para a condução do projeto, principalmente no que diz respeito à comunicação entre os integrantes de mundos profissionais distintos. Embora alguns objetos utilizados pela equipe de ergonomia nas intervenções tenham apresentado elementos diferenciados (como no caso das apresentações com elementos interativos), pôde-se perceber o quanto esse uso dos OIs pela equipe de ergonomia como um recurso para pensar e construir a participação em projetos pode incentivar a colaboração entre os diversos atores.

Isso reforça a ideia de Bittencourt (2014), sobre a importância do uso de um sistema de objetos, que seria a caracterização do conjunto de objetos utilizado como suporte ao processo de projeto. O autor propõe ainda, a criação de uma engenharia de objetos intermediários, sob o argumento de que seria uma demanda justificada pelas poucas opções de OIs exploradas para uso em projetos. O autor busca com isso

estimular o desenvolvimento de novas ferramentas para explorar novos desafios de concepção.

Nesse sentido, deve-se conceber um planejamento prévio e mais elaborado do uso dos objetos ou até considerar o desenvolvimento de um novo objeto intermediário que atenda às necessidades do projeto e auxilie na promoção da integração do conhecimento dos usuários no processo de projeto. (BITTENCOURT, 2014)

Outra questão surgida a partir desse estudo seria que determinadas características do trabalho não são facilmente expressadas verbalmente, demandando o uso de objetos auxiliares (plantas, esboços, etc.) para transmissão de informações entre a equipe de projeto e os usuários, como no caso dos rascunhos utilizados no projeto da termelétrica.

Quanto à maquete eletrônica, embora a equipe de projeto tivesse a intenção, ainda que não estruturada, de utilizar a maquete eletrônica como uma ferramenta de auxílio para o desenvolvimento de uma simulação, mesmo que “linguageira” (DANIELLOU, 2007a), da situação de trabalho futura, o que pôde ser observado a partir das situações acompanhadas é que o uso deste artefato para essa finalidade não é trivial, demandando uma consideração e elaboração preliminar de um plano de ação.

Os impeditivos observados para um uso mais eficiente das maquetes eletrônicas como ferramentas de auxílio à simulação incluíam:

- *A necessidade de planejamento adequado do uso da maquete eletrônica:* muitas vezes o uso da maquete não é prevista no escopo do projeto. Porém, mesmo quando há previsão de uso, essa atividade não é detalhada, o que acaba influenciando na falta de tempo necessário para realização das simulações;
- *O elevado grau de detalhamento de projeto e de definições prévias necessários para dar-se início ao desenvolvimento da maquete:* o que acaba postergando o uso desse artefato para etapas mais a montante do processo de projeto quando, possivelmente, já tenham sido tomadas decisões projetuais irreversíveis; e
- *O tempo necessário para construção da maquete em si:* que deve ser considerado no escopo do projeto no planejamento das atividades,

ponderando-se também o tempo necessário para a realização de possíveis ajustes (durante ou após seu uso). (BOUJOUT & BLANCO , 2003; BORBERG *et al.*, 2010; BROBERG *et al.*, 2011; HALL-ANDERSEN & BROBERG, 2014)

Outra reflexão trata da função da simulação e da percepção de que a maquete eletrônica em ergonomia não visa a exercer a mesma função que uma maquete utilizada em outras disciplinas (como arquitetura, desenho industrial ou em engenharia). Na ergonomia, ou ao menos na ergonomia para finalidade de concepção (MALINE, 1994; MALINE, 1997), a simulação é utilizada como base para compreensão do uso futuro dos espaços de trabalho projetados, muitas vezes sendo utilizado o modo de “simulação linguageira“, no qual modos operatórios serão reconstituídos pelos usuários sob forma de narrativa. Dessa forma, no que diz respeito à simulação em ergonomia, os objetos intermediários (e a maquete eletrônica) constituiriam possibilidades de suportes a essa simulação. (DANIELLOU, 2007a)

## **6.2. Considerações finais**

O objetivo principal desta dissertação é discutir o uso dos objetos que circulam entre os atores envolvidos em projetos ergonômicos de ambientes de trabalho. Para isso, foram apresentados, inicialmente, os possíveis papéis desempenhados por estes objetos, a partir de uma pesquisa bibliográfica que envolveu três conceitos principais: de objetos intermediários de concepção, de objetos fronteiros e de simulação em ergonomia.

Para a viabilidade da pesquisa, foram então selecionadas três situações de projeto envolvendo concepção de centros de controle, conduzidos pela abordagem metodológica da análise ergonômica do trabalho, visando à observação do uso feito a partir dos objetos presentes nas intervenções ergonômicas.

Em relação à maquete eletrônica, existia uma expectativa de uso que vislumbrava uma simulação da atividade futura, ou que no mínimo, viabilizasse discussões mais aprofundadas sobre as atividades desempenhadas pelos operadores, como forma de antever o efeito da implementação do novo projeto.

Desde as primeiras discussões envolvendo o conceito de objetos intermediários, estes vêm evoluindo gradativamente, acompanhando os avanços

tecnológicos e permitindo antecipações projetuais cada vez mais próximas da realidade. Com base nisso, deve-se buscar utilizar os objetos que atendam às necessidades específicas a cada tipo ou a cada etapa de projeto. A complexidade do projeto e o orçamento e o tempo disponíveis podem representar fatores determinantes na seleção dos objetos utilizados. Projetos mais simples, com registros mais detalhados, ou uma equipe mais experiente e integrada, por exemplo, demandariam menos esforços de comunicação.

Esta pesquisa buscou analisar a função dos objetos intermediários em projetos de intervenção ergonômica de concepção em centros de controle a partir da contextualização do uso. Embora o uso convencional dos objetos nas situações de projeto estudadas já apresente um elevado nível de contribuição para questões de cooperação e comunicação entre atores de mundos profissionais distintos, quando os objetos são pensados e construídos com um objetivo de uso específico, os resultados alcançados podem ser potencializados, beneficiando principalmente os usuários do sistema de trabalho futuro.

O desenvolvimento desta pesquisa gerou reflexões; algumas a respeito do uso de OIs em projetos de centros de controle orientados pela AET, que tem início com a noção de que a principal contribuição proveniente do uso dos objetos intermediários em ergonomia está relacionada à possibilidade de **inserir o usuário no projeto**. Ao considerar o usuário como um ator com alto grau de conhecimento acerca de sua própria atividade, o projetista ou ergonomista deve buscar estratégias para que esse conhecimento possa ser incorporado no projeto da situação de trabalho futura.

No entanto, para que isso se torne possível, é também necessária a construção do **conhecimento acerca da atividade** pela equipe de projeto, que é o resultado esperado da **análise ergonômica do trabalho**.

A realização prévia da AET pode auxiliar na seleção dos objetos mais adequados para cada situação de projeto e na interação entre projetistas e operadores. Dito de outra forma, quando construído com base na AET, o objeto intermediário (utilizado em etapas iniciais, para compreensão da demanda, ou em etapas intermediárias, para discussão de alternativas projetuais, ou, ainda, em etapas finais, para validação dos resultados) representa a materialização de um conhecimento prévio sobre a atividade de trabalho.

O uso de um objeto não se restringe à simples ação de apresentá-lo ao usuário, a instrumentalização da participação depende do fornecimento de meios para

que o usuário apodere-se do objeto, o que não é um processo trivial. Para esse objetivo, buscou-se o conceito de objeto equipado (VINCK, 2009), que implica em equipar um objeto de forma que o usuário seja capaz de compreender prontamente o objeto e interagir com o mesmo, aprovisionando o trabalho do ergonomista. Logo, o uso de cada objeto demanda uma organização (e um entendimento da situação de trabalho) que viabilize a **função dialógica entre projetistas e usuários**.

Muitas vezes, o resultado mais importante no processo participativo não se trata da ideia que o projetista tenta passar ao usuário, mas, sobretudo, da construção que o usuário estabelece a partir do uso deste objeto.

Mesmo antes de o usuário ter a experiência com a nova situação de trabalho, o uso do objeto proporciona uma margem de tempo para o que usuário busque construir a sua experiência de trabalho (retomando situações de referência), de forma a contribuir ainda nas etapas de desenvolvimento da situação futura. Ou seja, ao tentar materializar as questões de projeto, o objetivo da equipe de ergonomia e projeto é aproximar o usuário do projeto, diferente de outras abordagens, onde os projetos são conduzidos sem a participação ativa desse usuário.

Caso não seja encontrado um objeto que satisfaça ao objetivo da equipe de projeto, esta pode buscar desenvolver um novo objeto intermediário, como no caso de Broberg (*et al.*, 2010; BROBERG *et al.*, 2011). Além disso, deve ser considerado não o uso de um objeto isolado, mas de **sistemas de objetos** que, criados e utilizados de maneira coerente, auxiliariam o ergonomista a atingir seus objetivos de concepção. (BITTENCOURT, 2014)

Para que possa haver o uso mais eficiente dos objetos, é necessária uma reflexão prévia sobre o uso que se deseja fazer de cada instrumento, demandando também a inclusão desta atividade (uso de determinado objeto ou realização de uma simulação) no planejamento do projeto.

Embora cada vez mais frequente, o desenvolvimento de novos objetos intermediários ainda não representa uma prática comum em projetos correlatos, mas diversos estudos podem comprovar os benefícios provenientes da utilização dos objetos intermediários, fronteiros e da simulação da atividade, cabendo aos interventores recorrerem aos registros de experiências já realizadas para orientação sobre as possibilidades de uso destes artefatos.

Acredita-se que os resultados obtidos com esta pesquisa possam vir a contribuir na compreensão do uso dos objetos que permeiam a atividade de projeto, principalmente no que se refere a projetos participativos de concepção apoiados na intervenção ergonômica. Além de inspirar profissionais da área a recorrerem mais a estes artefatos, a fim de se obter resultados de projeto que atendam ou superem os objetivos previstos, considerando a atividade real dos trabalhadores no desenvolvimento dos sistemas de trabalho futuro.

Outra ferramenta participativa relacionada à simulação ou a antecipação de uma situação de trabalho ou da operação de determinado sistema trata do uso de ambientes virtuais (*virtual environment - VE*) ou de realidade virtual (*virtual reality - VR*)<sup>15</sup>. Embora alguns estudos já possam ser encontrados acerca das contribuições ergonômicas provenientes do uso de ambientes virtuais em projetos participativos (WILSON, 1999), o uso dessa ferramenta ainda apresenta restrições pragmáticas (muitas vezes demandando a presença de profissionais facilitadores para condução das sessões). Estima-se, no entanto, que, com o avanço da tecnologia, essas restrições sejam superadas.

Assim, uma das possibilidades de aprofundamento desta pesquisa abrange a análise do uso da realidade virtual como ferramenta participativa de projeto, avaliando se esta ferramenta também se enquadraria no conceito de objeto intermediário de concepção. Dessa forma, os limites da pesquisa poderiam ser expandidos para além de projetos de centros de controle, buscando analisar o uso e funções de objetos tecnologicamente mais sofisticados, como a realidade virtual, para simulação em projetos participativos de concepção.

---

<sup>15</sup> Ambientes virtuais seriam modelos eletrônicos tridimensionais, nos quais o usuário pode interagir intuitivamente e em tempo real com o ambiente ou com os objetos do ambiente; enquanto a realidade virtual seria o termo utilizado para descrever o conjunto de tecnologias utilizadas para projetar esse ambiente virtual para o participante (WILSON, 1999)

## CAPÍTULO 7 - REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, A. A. & LIMA, F. P. A. “A Nocividade no Trabalho: Contribuição da Ergonomia”. Aguarda publicação In: R. Mendes. **Patologia do Trabalho**. Rio de Janeiro, Atheneu, 2002.

BÉGUIN, P., WEILL-FASSINA, A. “De la simulation des situations de travail à la situation de simulation”. In: \_\_\_\_\_. (Coord.). **La Simulation en Ergonomie: Connaître, Agir et Interagir**. Collection Colloques. Toulouse, France: Octarès Éditions, 1997. p. 5-28.

BÉGUIN, Pascal. Une approche opérative de la simulation. **Education permanente**, 166, pp 59-74, 2006.

BÉGUIN, P., “O ergonomista, ator da concepção”. In FALZON, Pierre (ed), **Ergonomia**, 1ª ed, capítulo 22, São Paulo, Blucher, 2007a.

BÉGUIN, Pascal. Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. **Activités**, vo.4, n.2, pp 107-114, 2007b.

BÉGUIN, P. **Conduite de projet et fabrication collective du travail : une approche développementale**. Thèse de habilitation à diriger des recherches. Université Victor Segalen Bordeaux 2. Bordeaux : France. 2010.

BITTENCOURT, J. **Expressão da experiência de trabalho em projeto: argumentos para uma engenharia de objetos intermediários**. Orientadores Francisco José de Castro Moura Duarte e Pascal Béguin. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. 2014, 299p. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção)

BOUJUT, Jean-François; BLANCO, Eric. “Intermediary Objects as a Mean to Foster Co-operation in Engineering Design”. **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)**. Netherlands, v. 12, n. 2, p. 205-219, 2003.

BROBERG, O.; ANDERSEN, V.; SEIM, R. “Participatory ergonomics in design processes: the hole of boundary objects”. **Applied Ergonomics**. Denmark, v.42, issue 3, p. 464-472, march 2011.

BROBERG, O, SEIM, R.; ANDERSEN, V. "Collaborative design of workplaces: The role of boundary objects". In P Vink & J Kantola (eds), **Advances in Occupational, Social, and Organizational Ergonomics**. Taylor & Francis, Boca Raton, pp. 49-58, 2010.

BOOTH, W.; COLOMB, G.; WILLIAMS, J. **The Craft of Research**, 3rd Edition. University of Chicago Press, 2008.

CARLILE, P. "A Pragmatic View of Knowledge and Boundaries: Boundary Objects in New Product Development". **Organization Science**. Vol. 13, No 4, p. 442-455, 2002.

CONCEIÇÃO, C. S. **A Prática de Projeto: O Caso de um Centro de controle**. Orientador Francisco José de Castro Moura Duarte. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. 2007, 180p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção).

DAELE, Agnes Van. **Contribution de la simulation à l'étude de l'activité d'opérateur en situation dynamique**. Collection Colloques. 1ère édition. Toulouse, France: Octarès Éditions, 1997.

DANIELLOU, François; LAVILLE, Antoine; TEIGER, Catherine. Ficção e realidade no trabalho operário. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. 17(68): p. 7-13. out/dez, 1989.

DANIELLOU, François. "Questões epistemológicas levantadas pela ergonomia de projeto". In: \_\_\_\_\_. (Org.). **A ergonomia em busca de seus princípios**: Debates epistemológicos. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

DANIELLOU, F. "A ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho". In: FALZON, P. (Ed). **Ergonomia**. São Paulo, SP: Blucher, 2007a.

DANIELLOU, F. "Simulating future work activity is not only a way of improving workstation design". **Activités**, 4 (2), pp. 84-90, 2007b.

DUARTE, F. "Complementaridade entre ergonomia e engenharia em projetos industriais". In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002.

FALZON P. "La construction des connaissances en ergonomie : éléments d'épistémologie". In M.F. Dessaigne & I. Gaillard (Eds) **Des évolutions en ergonomie**. Toulouse: Octarès, 1998.

GLASER, B. G., & STRAUSS, A. L. **The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research**. Hawthorne, NY: Aldine de Gruyter, 1967.

GRANATH, J. Å. **Architecture, technology and Human Factors: Design in a Socio-Technical Context**. Doctoral thesis. Göteborg: Chalmers University of Technology, 1991.

GUERIN, F. *et al.* **Comprender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 2002

HALL-ANDERSEN, L., BROBERG, O. "Integrating ergonomics into engineering design: The hole of objects". **Applied Ergonomics**, Denmark, v.45, p. 647-654, 2014.

HARTLEY, John R. **Engenharia Simultânea: Um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos**. Trad. Francisco José Soares Horbe. Porto Alegre, Editora Bookman, 1998.

JACKSON M. **Entre situations de gestion et situations de délibération: l'action de l'ergonome dans les projets industriels**. Thèse de doctorat d'Ergonomie, CNAM, Paris, 1998.

JEANTET, A., "Les objets intermédiaires dans la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception". **Sociologie du travail**, n. 3/98, p. 291-316, 1998.

MALINE, J., **Simuler le travail. Une aide à la conduite de projet**. Lyon-Montrouge: ANACT, 1994.

MALINE, Joël. Simuler pour approcher la réalité des conditions de réalisation du travail: la gestion d'un paradoxe. In: BÉGUIN, Pascal; WEILL-FASSINA, Annie (Coord.). **La Simulation en Ergonomie: Connaître, Agir et Interagir**. Collection Colloques. 1ère édition. Toulouse, France: Octarès Éditions, 1997.

PAPADIMITRIOU, K.; PELLEGRIN, C. "Dynamics of a project through Intermediary Objects of Design (IODs): A sensemaking perspective". **International Journal of Project Management**. v.25, issue 5, pp. 437-445. 2007.

ROGALSKI, J. "Simulations: fonctionnalités? Validités? Approche sur le cas de la gestion d'environnements dynamiques ouverts". In: BÉGUIN, P., WEILL-FASSINA, A. (Coord.). **La Simulation en Ergonomie: Connaître, Agir et Interagir**. Collection Colloques. Toulouse, France: Octarès Éditions, 1997. p. 5-28.

SCHON, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Artes Médicas. Porto Alegre, RS: 2000.

STAR, S. L., GRIESEMER, J. R., "Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39" – **Social Studies of Science (SAGE)**. London, Newbury Park and New Delhi, v. 19, pp. 387-420, 1989.

STAR, S.L. This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept. **Science Technology & Human**. v: 35, issue: 5, pp.601-617, 2010.

TICHKIEWITCH, S., BRISSAUD, D. "Co-ordination between product and process definitions in a concurrent engineering environment." In: COLLEGE INTERNATIONAL POUR LA RECHERCHE EN PRODUCTIQUE. Grenoble. **Annals of the CIRP**. Grenoble, France: 2000. Vol. 40/1/2000.

THEUREAU, J., (1997). L'utilisation des simulateurs de salle de contrôle de réacteur nucléaire et de cockpit d'avion à des fins autres que de formation : présentation et discussion des tendances actuelles. In BÉGUIN, Pascal; WEILL-FASSINA, Annie (Coord.). **La simulation en Ergonomie : connaître, agir, interagir**. Collection Colloques. 1ère édition. Toulouse, France: Octarès Éditions, 1997 (pp. 104-123).

TROMPETTE, P., VINCK, D., "Revisiting the notion of boundary objects", S.A.C **Revue d'anthropologie des connaissances**, vol.3, n.1, pp. 3-25, 2009.

VINK, D.; A. JEANTET. "Mediating and Commissioning Objects in the Sociotechnical Process of Product Design: A Conceptual Approach". In: MACLEAN, D., SAVIOTTI, P. and VINCK, D. (Eds.). **Management and New Technology: Design, Networks and Strategy**. COST Social Science Series, Bruxelles, 1994. p. 11-129.

VINCK, D., JEANTET, A., LAUREILLARD, P., "Objects and Other Intermediaries in the Sociotechnical Process of Product Design: an exploratory approach". In: PERRIN, J., VINCK, D. (eds), **The role of design in the shaping of technology**. COST A4 Social Sciences, vol.5, Bruxelles, EC Directorate General Science, R&D, 1996, pp. 297-320

VINCK, D. "De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière". **Revue d'anthropologie des connaissances**. 1/ 2009 (Vol. 3, n° 1), pp. 51-72, 2009.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society**: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard. 1978. University Press.

YIN, R. **Estudo de Caso** – Planejamento e Métodos. Trad. Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre, Bookman, 2001.

WENGER, E., "Communities of practice and social learning systems". **Organization**, 7, pp. 225–246. 2000.

WILSON, J. "Virtual environments applications and applied ergonomics". **Applied Ergonomics**. United Kingdom, v.30, issue 1, p. 03-09, 1999.

**Anexo 1: Apresentação em Power Point com elementos interativos -  
PROJETO A**



## ESTUDOS DE VIABILIDADE PARA AMPLIAÇÃO DO CENTRO DE CONTROLE

Equipe:  
Francisco José de Castro Moura Duarte (coord.)  
Cláudia Vieira Carreirão Cordeiro  
Francisco Duarte Magalhães Silva  
Camilla Martins



## NECESSIDADES DE EXPANSÃO

CENÁRIO 2



## OUTRAS DEMANDAS IDENTIFICADAS

CENÁRIO 2



## DEMANDAS DE EXPANSÃO

(previsão gerencial - validada)

SETOR	CONSOLES DE OPERAÇÃO		POSTOS ADMINISTRATIVOS	
	ATUAL	2016	ATUAL	2016
Gerente	x	x	1	1
Óleo	15 (c/ reserva)	30 (c/ reservas)	29 (c/ SCADA)	50 (c/ SCADA)
Gás	6 (c/ reserva)	7 (c/ reservas)	30	50
Terminais Aquiaviários	x	3 (s/ reservas)	x	x
<b>TOTAIS</b>	<b>21</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>101</b>

## ACÚSTICA

- Houve reparos, mas ainda há ruídos externos, principalmente em situações extremas (passagem de blocos carnavalescos, trânsito intenso, etc.).
- Houve correção da percepção de odores externos.



## CLIMATIZAÇÃO

- Dificuldades de ajustes rápidos, especialmente dia/noite.
- Sistema principal à base de água, com controle de temperatura por vazão d'água >> depende da manutenção.
- Apenas o sistema de emergência é à base de gás com melhor controle.
- Medição digital da temperatura via sensores.



## SALAS TÉCNICAS - SUBSOLO

- Ar condicionado
- Localização das bocas de insuflamento x equipamentos
- Dificuldades de acesso
- Para colocação e retirada de equipamentos de grande porte.
- Para salas de apoio à manutenção



Escada atual em aivenaria

## SALA DE CONTROLE

- Quantidade de postos de trabalho
- Acessibilidade para portadores de necessidades especiais
- Armazenamento de mochilas
- Pé direito muito alto para manutenção e limpeza
- Troca de cadeiras



## COPA

- Poucos lugares para refeições dos operadores (térreo)
- Demanda de espaço para armazenamento de alimentos
- Alimentos transportados (durante a semana)
- Alimentos congelados (finais de semana e feriados)
- Necessidade de copa para funcionários administrativos



## BANHEIROS

- Melhor dimensionamento do banheiro e do vestiário masculino
- Quantidade de peças sanitárias e armários
- Tamanho das bancadas de pia
- Posicionamento de acessórios
- Troca do piso por um de limpeza mais fácil.



Pia do banheiro feminino (comparação)



Banheiro masculino

## MANUTENÇÃO E LIMPEZA

- Espaço adequado para guardar materiais e equipamentos.

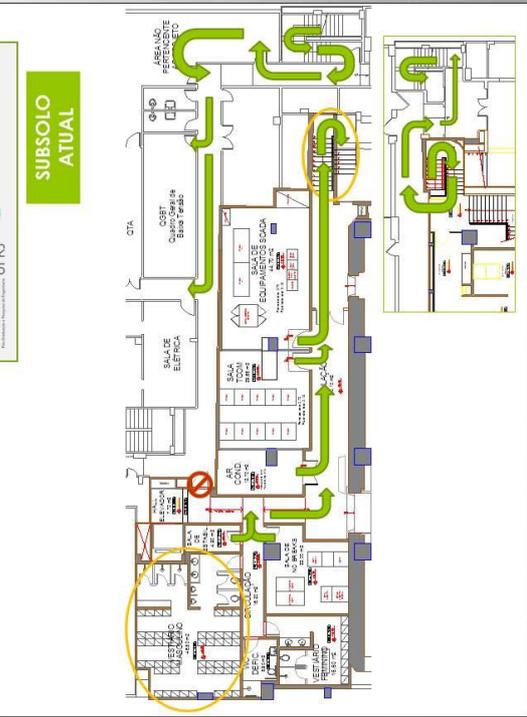
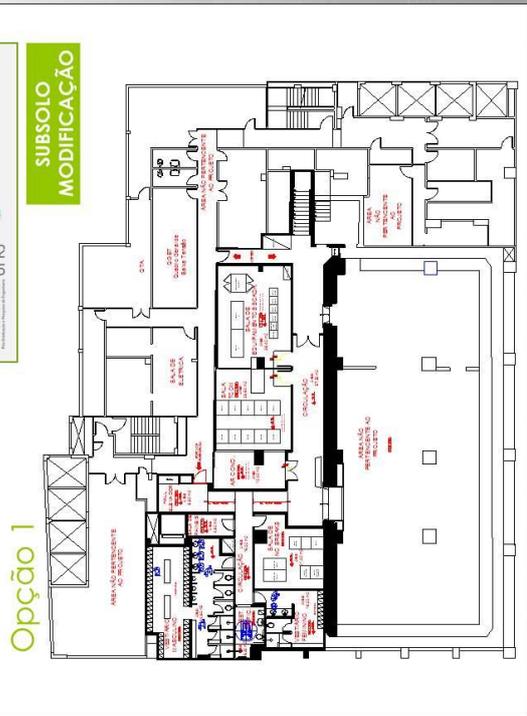
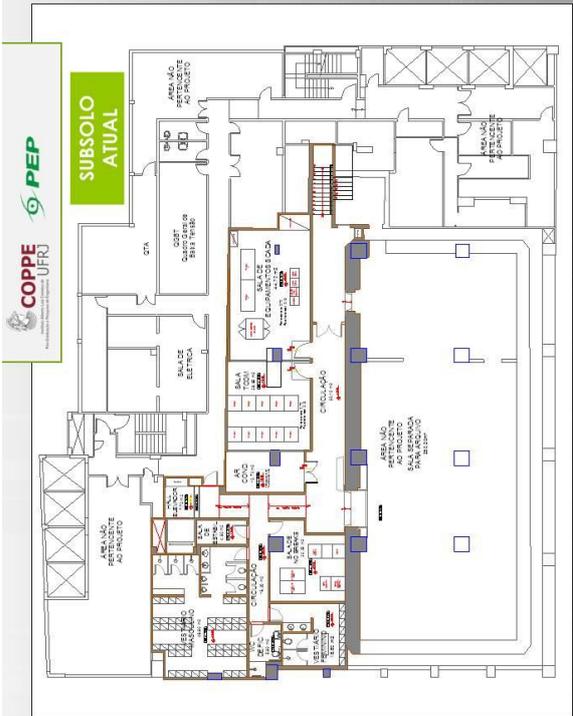
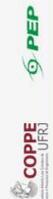


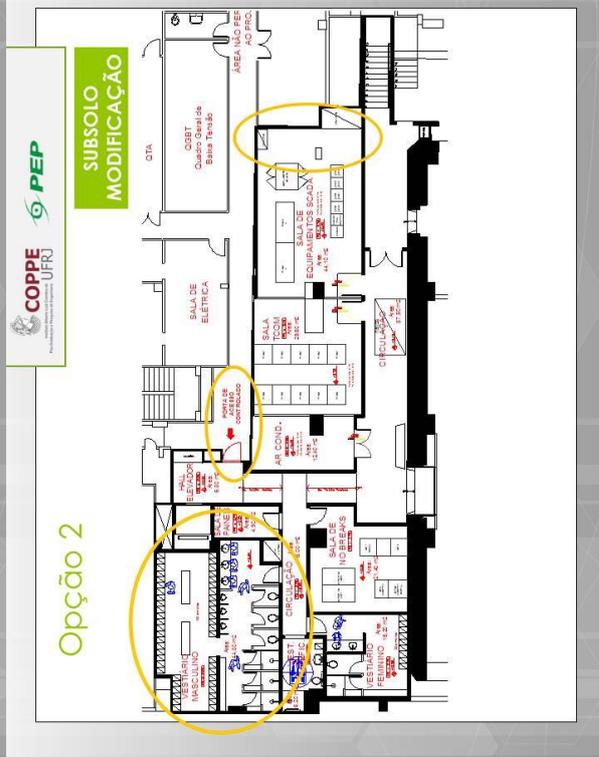
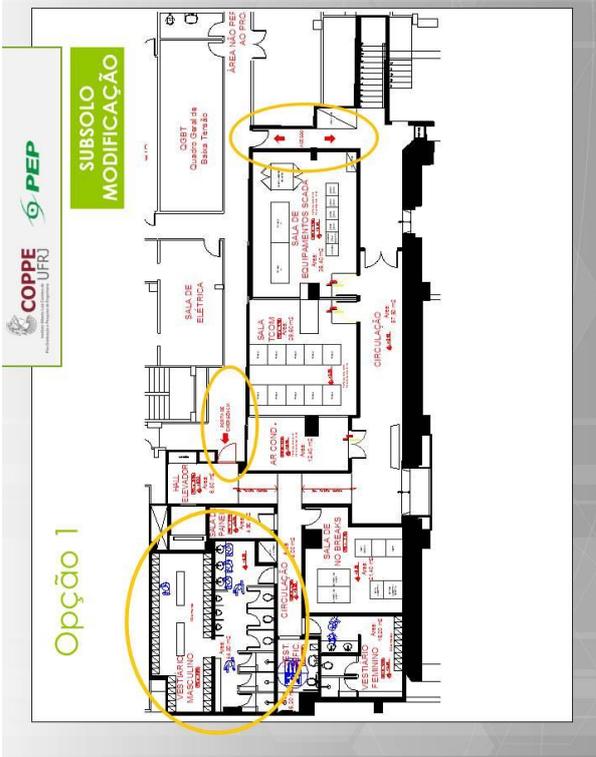
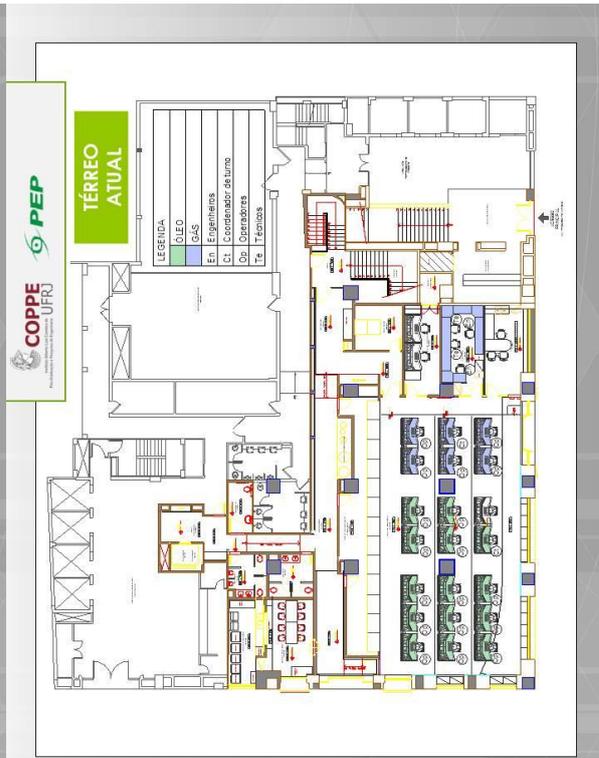
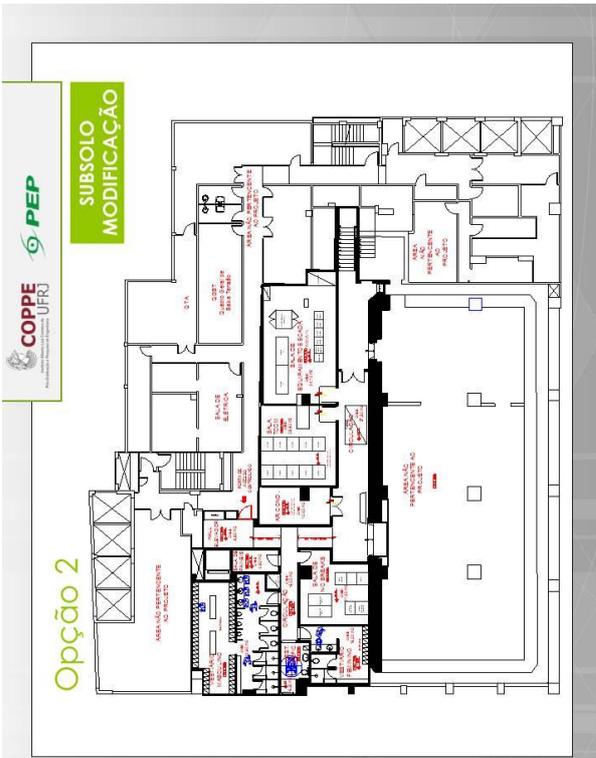
## OCUPAÇÃO

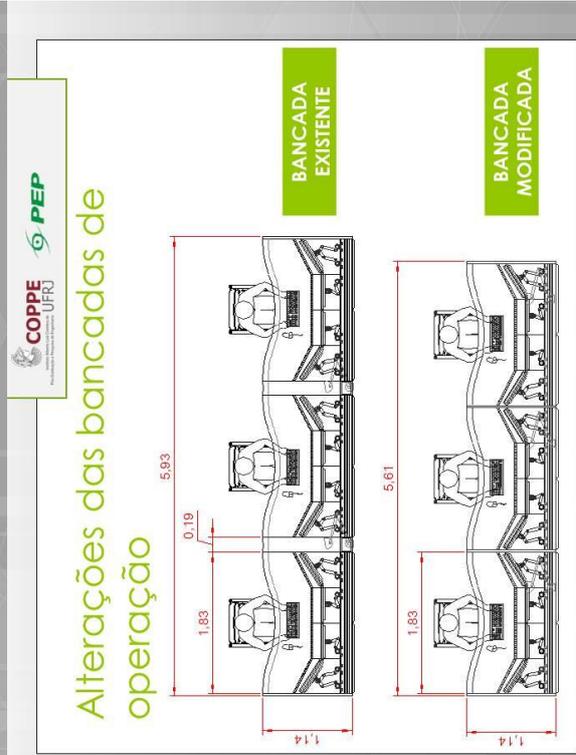
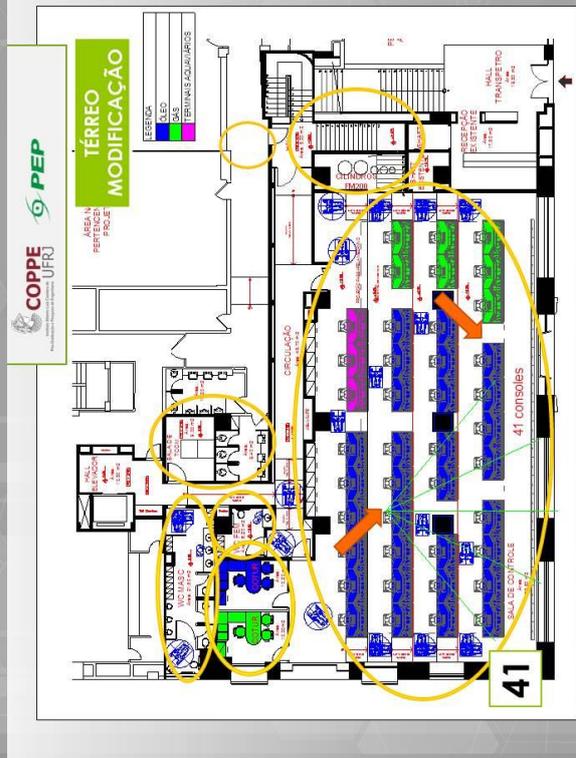
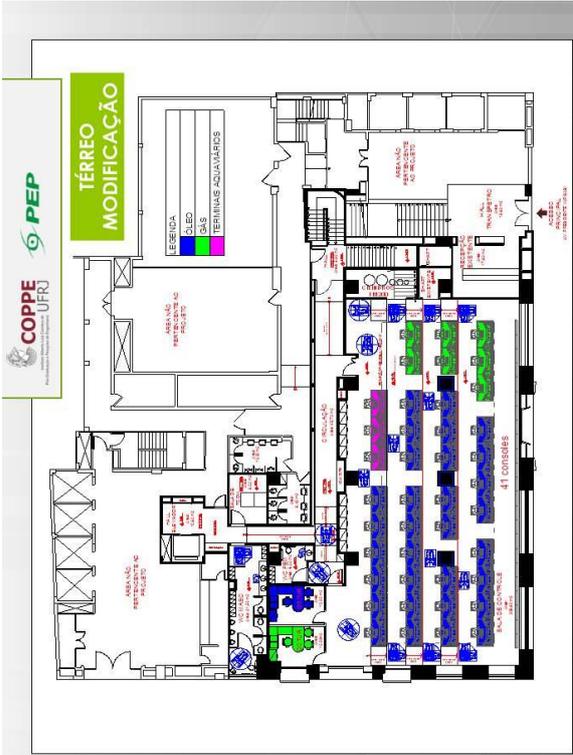
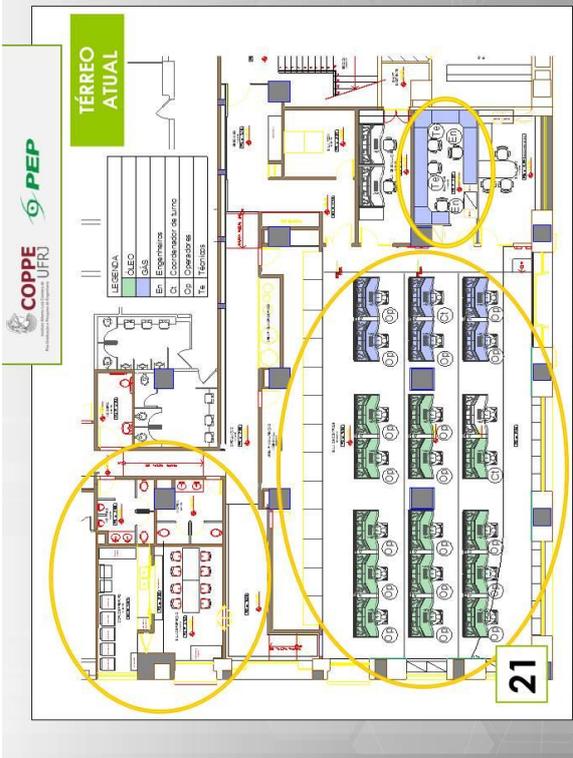
- Agrupar em um mesmo ambiente, com espaço e mobiliário adequado, todo o administrativo de óleo, gás e SCADA.
- Quantidade de postos de trabalho
- Quantidade de armários
- Ambientes de apoio
- Recuperar às salas de COTUR para gás e óleo.
- Aumentar a lugares e/ou quantidade de salas de reunião disponíveis.
- Prever acessibilidade para portadores de necessidades especiais.

# ESTUDOS PRELIMINARES DE LAYOUT

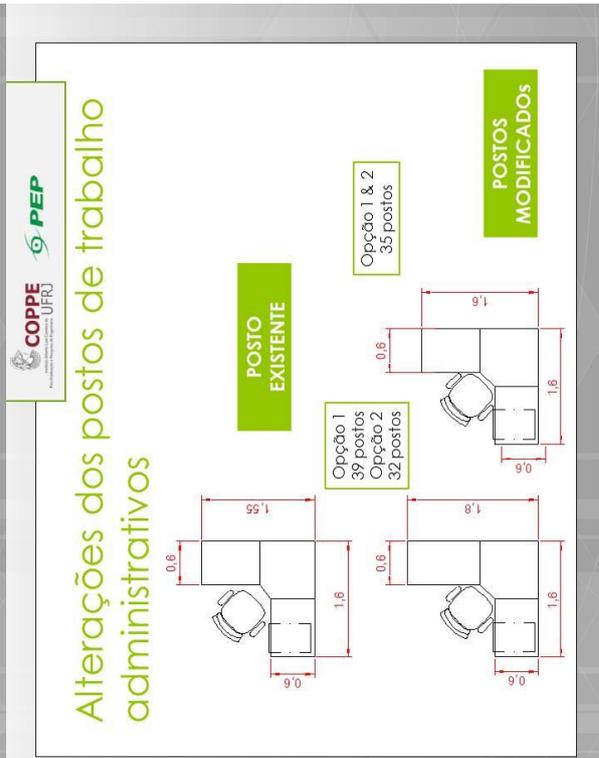
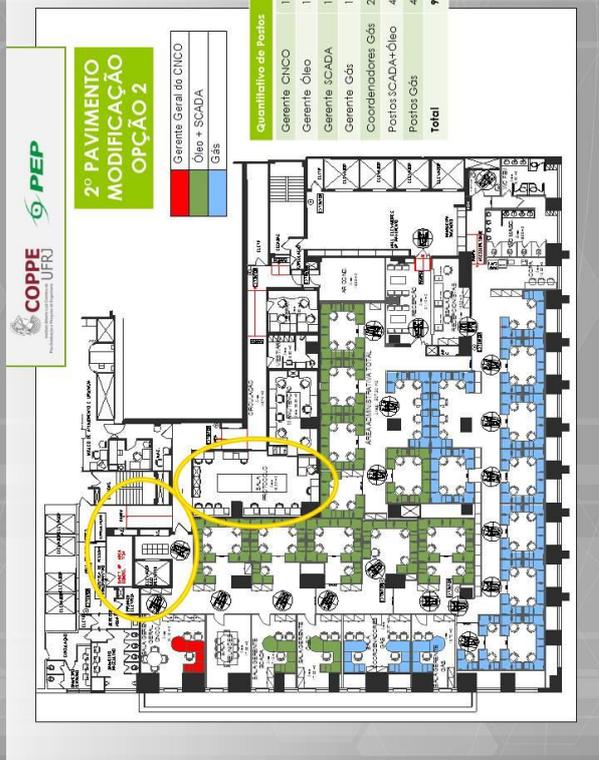
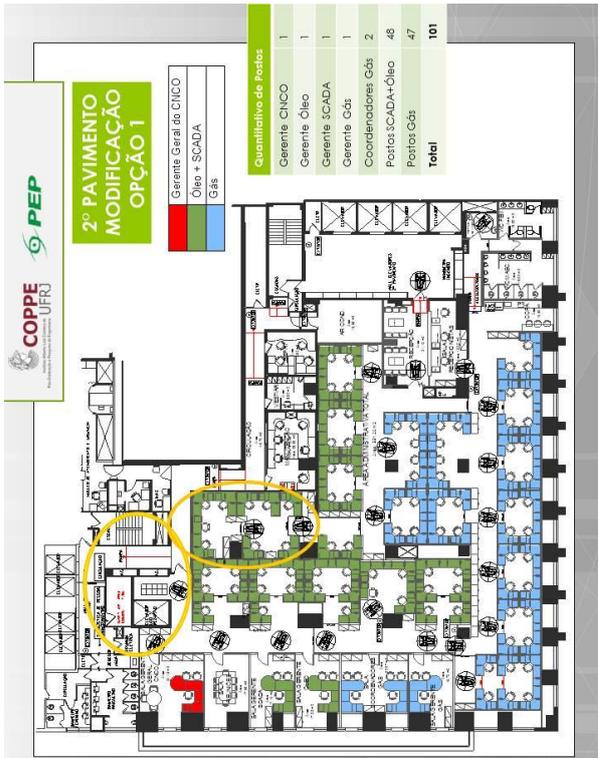
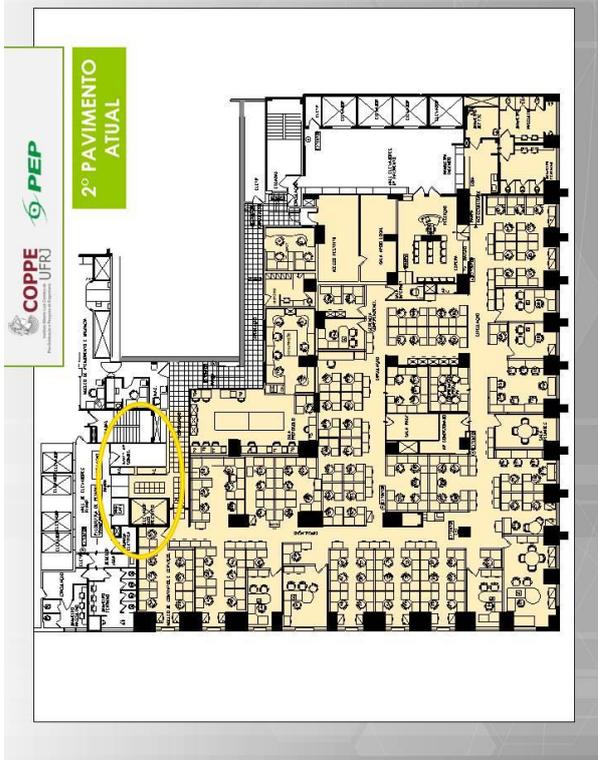
## CENÁRIO 2









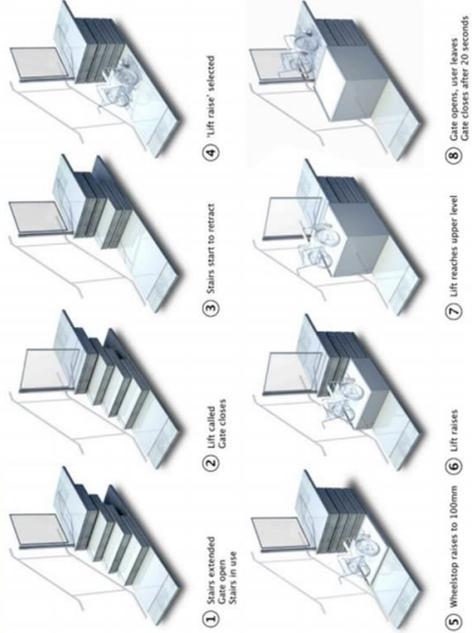


PLATAFORMAS INCLINADAS & VERTICAIS



OPÇÕES DE ACESSIBILIDADE CADEIRANTES

ESCADA RETRÁTIL

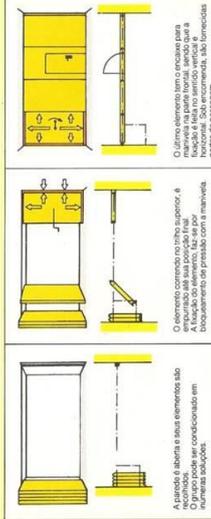
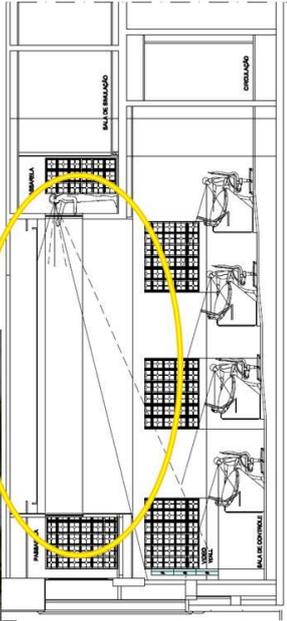
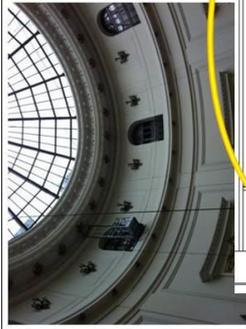


OPÇÕES DE ACESSIBILIDADE MANUTENÇÃO

Exemplo  
CCBB



APOIO A  
MANUTENÇÃO  
TETO SALA DE  
CONTROLE



A parede é aberta e seus elementos são removidos ou deslocados para ser acondicionados em diversas soluções.

O elemento correto no teto superior, é encaixado na sua posição final. O deslocamento do prelo com a manivela.

O último elemento tem o encaixe para manivela na parte frontal, sendo que a manivela é removida para a posição final horizontal. São encostadas, são formadas as portas de passagem.

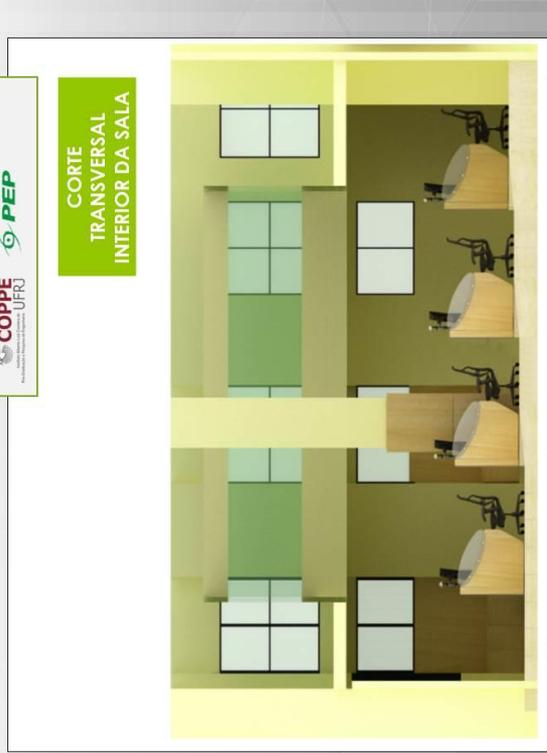
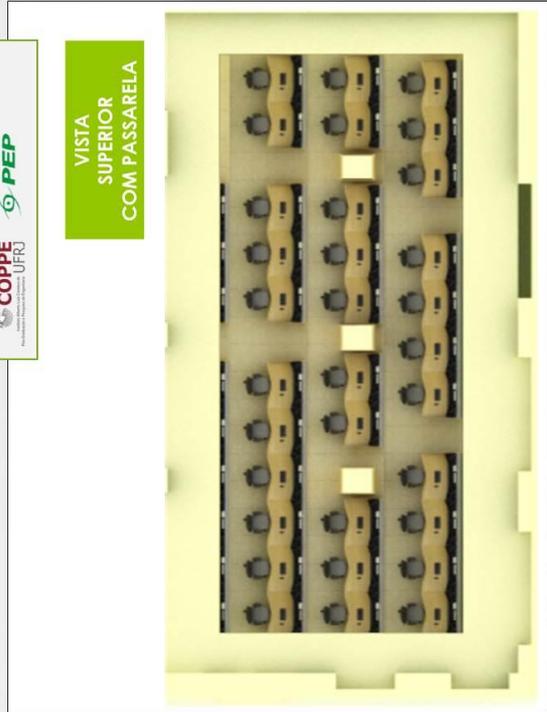
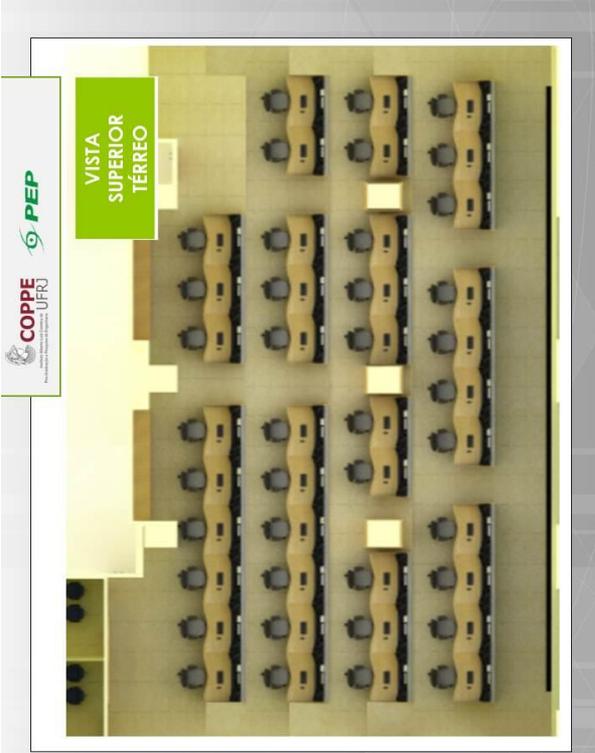
FLEXIBILIDADE  
DIVISÓRIAS  
MÓVEIS E RETRÁTEIS



OPÇÕES DE  
FLEXIBILIDADE  
SALAS DE USO  
COMUM  
MEZANINO

MAQUETE  
ELETRÔNICA  
SIMPLIFICADA

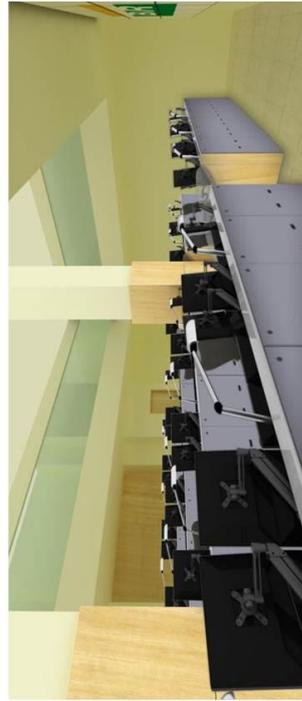
SALA DE  
CONTROLE



PERSPECTIVA  
INTERIOR DA SALA



PERSPECTIVA  
INTERIOR DA SALA

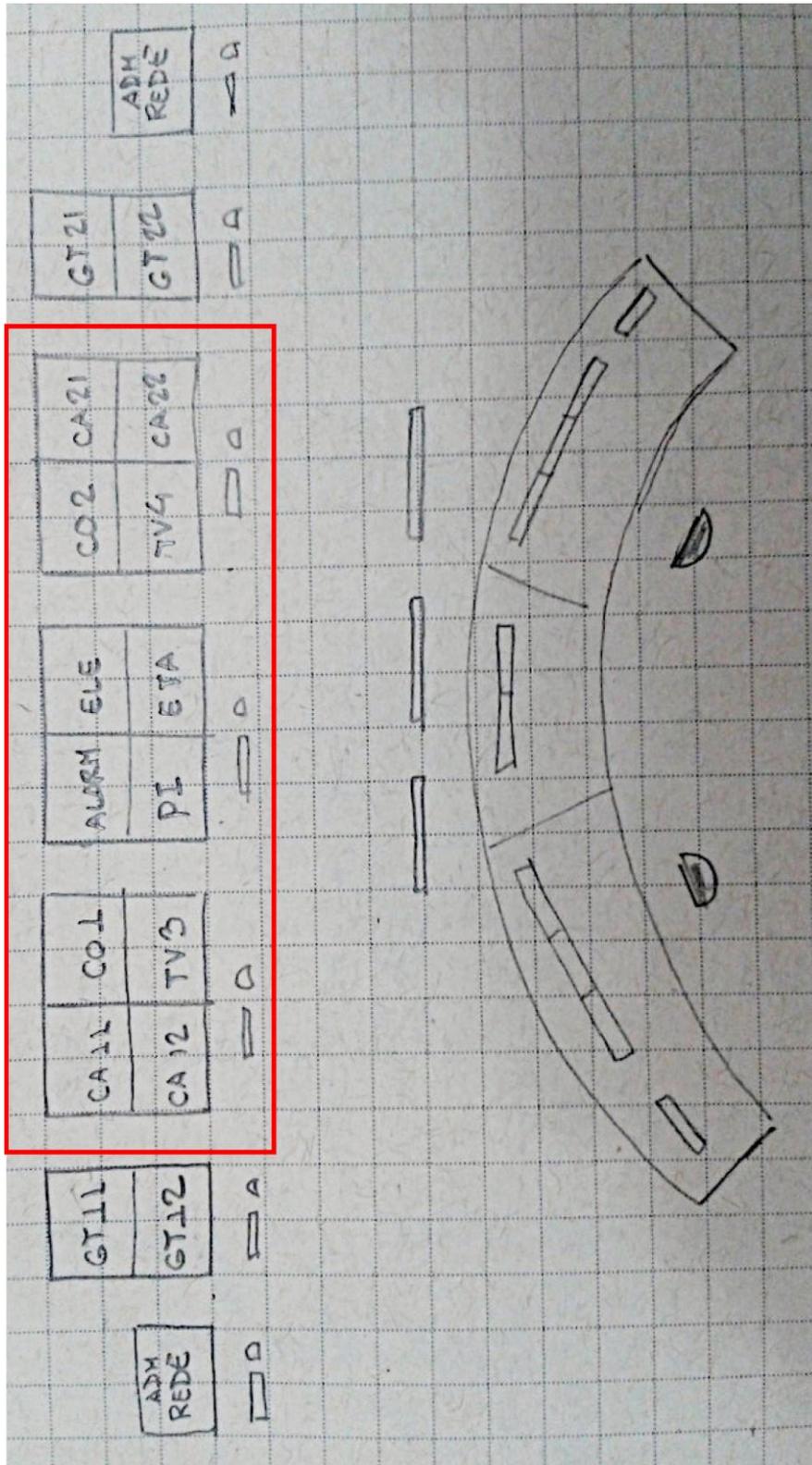


OBRIGADO!

## **Anexo 2: Plantas (CAD) – PROJETO B**



## **Anexo 3: Rascunho – PROJETO B**



## **Anexo 4: Imagens preliminares dos sistemas – PROJETO B**

Conjunto de monitoramento compartilhado pelos 2 operadores/  
 Conjunto reserva em caso de pane ou necessidade de 3º operador no painel

Turbinas a gás (sist. dedicado)		Ciclo 1				Ciclo 2				Turbinas a gás (sist. dedicado)	
GT 11	GT 12	Caldeira 11	Compressor 1	Alarmes	Elétrica	Compressor 2	Caldeira 21	GT 21	GT 22	MICRO ADM	MICRO ADM
		Caldeira 12	Turbina a vapor TV3	PI	ETA	Turbina a vapor TV4	Caldeira 22				



## **Anexo 5: Imagens da maquete eletrônica – PROJETO C**

## ETAPA 4 Maquete Eletrônica

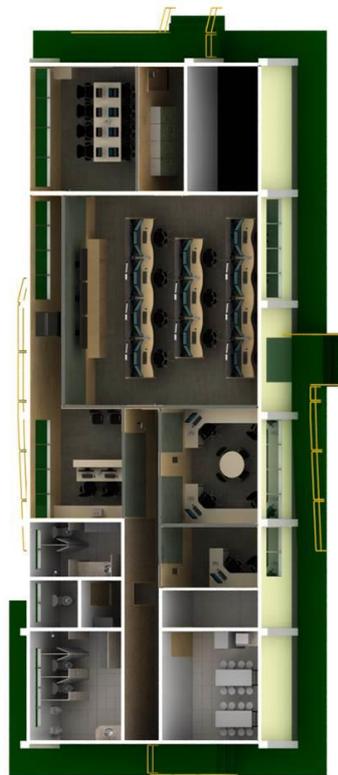
Equipe: PEP/COPPE/UFRJ

Francisco Moura Duarte (Coordenação)  
Cláudia Caréstiato Cordeiro  
Camila Pinheiro Martins  
Francisco Duarte Magalhães

Aracaju-SE  
30/04/2014

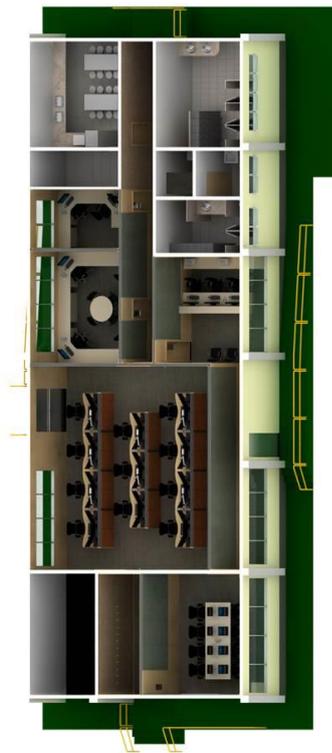
### MAQUETE ELETRÔNICA

Vista Isométrica



### MAQUETE ELETRÔNICA

Vista Isométrica



### MAQUETE ELETRÔNICA

Sala de Controle



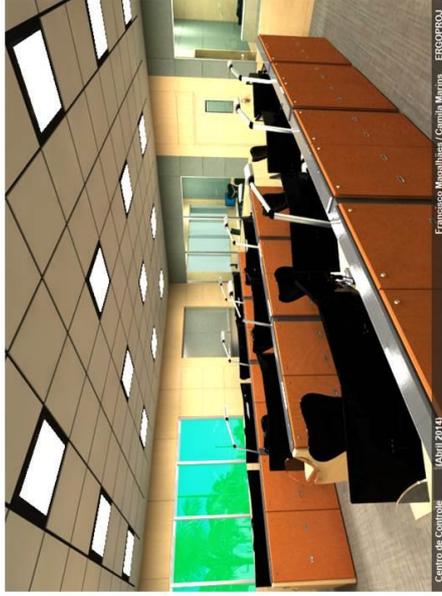
MAQUETE ELETRÔNICA

Sala de Controle



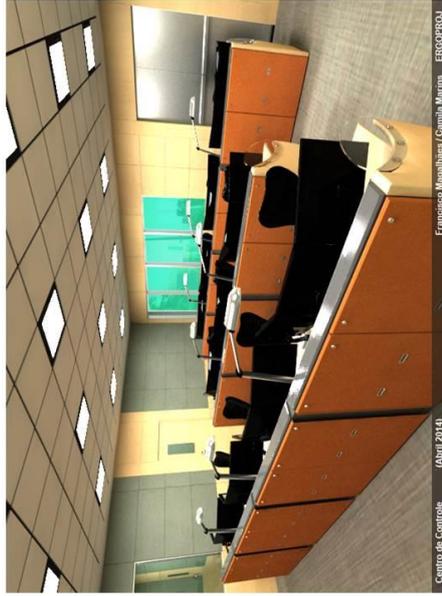
MAQUETE ELETRÔNICA

Sala de Controle



MAQUETE ELETRÔNICA

Sala de Controle



MAQUETE ELETRÔNICA

Hall de Entrada



## MAQUETE ELETRÔNICA

Sala de Reunião



## MAQUETE ELETRÔNICA

Sala de Reunião



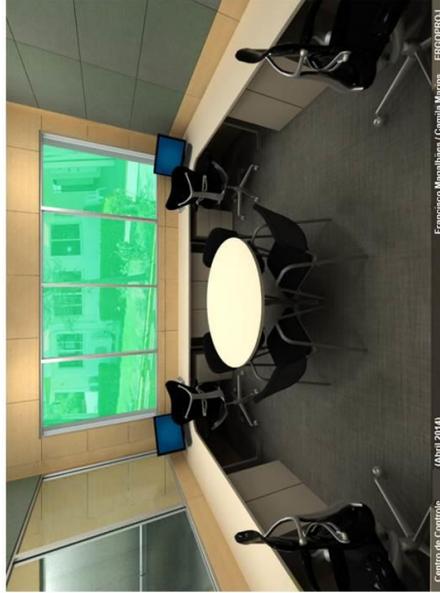
## MAQUETE ELETRÔNICA

Sala de Reunião



## MAQUETE ELETRÔNICA

Sala Administrativa



## MAQUETE ELETRÔNICA

Sala Administrativa



Centro de Controle - NEAT (Abril 2014)

Francisco Magalhães / Camilla Marins

ERGOPROJ



## MAQUETE ELETRÔNICA

Sala Reserva



Centro de Controle - NEAT (Abril 2014)

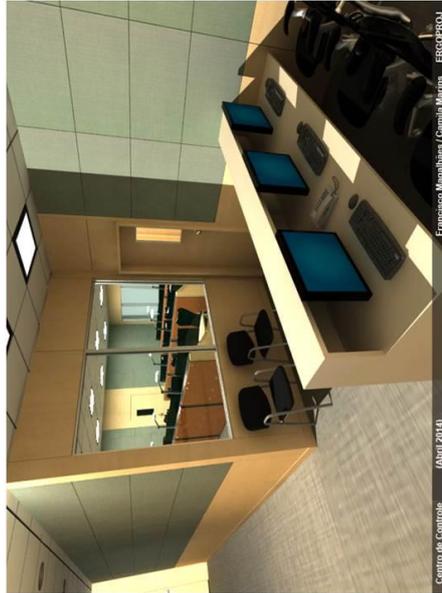
Francisco Magalhães / Camilla Marins

ERGOPROJ



## MAQUETE ELETRÔNICA

Área de emissão de PT



Centro de Controle - NEAT (Abril 2014)

Francisco Magalhães / Camilla Marins

ERGOPROJ



## MAQUETE ELETRÔNICA

Área de emissão de PT



Centro de Controle - NEAT (Abril 2014)

Francisco Magalhães / Camilla Marins

ERGOPROJ



## MAQUETE ELETRÔNICA

Corredor



Centro de Controle

(Abit 2014)

Francisco Magalhães / Camilla Martins - ERGODRGO



# Obrigado!

Aracaju-SE  
31/03/2014