



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**ERGONOMIA E PROJETOS DE AMBIENTE EM SALAS DE
CONTROLE: um estudo de caso em empresa do setor
hidrelétrico**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

CHRISTIANNE SOARES FALCÃO E VASCONCELOS

Orientador: Prof. Marcelo Marcio Soares, PhD.

RECIFE
FEVEREIRO/2009

**Vasconcelos, Christianne Soares Falcão e
Ergonomia e projetos de ambiente em salas de
controle: um estudo de caso em empresa do setor
hidrelétrico / Christianne Soares Falcão e
Vasconcelos. – Recife: O Autor, 2009.**

160 folhas: il., fig., tab., gráf., quadros.

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Pernambuco. CAC. Design, 2009.**

Inclui bibliografia, apêndices e anexos.

**1. Ergonomia. 2. Desenho (projetos).
3. Engenharia humana. I. Título.**

**65.015.11
620.82**

**CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)**

**UFPE
CAC2009-15**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE

CHRISTIANNE SOARES FALCÃO E VASCONCELOS

**“Ergonomia e Projetos de ambiente em salas de controle:
um estudo de caso em empresa do setor hidrelétrico”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESIGN E ERGONOMIA

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro,
considera a candidata CHRISTIANNE SOARES FALCÃO E VASCONCELOS **APROVADA COM**
DISTINÇÃO.

Recife, 19 de fevereiro de 2009.

Prof. Marcelo Márcio Soares (UFPE)

Profa. Vilma Maria Villarouco Santos (UFPE)

Profa. Anamaria de Moraes (Univ. Católica RJ)

“Muitos querem que sejamos desse modo; que nos comportemos daquela maneira; que assumamos diretrizes diversas daquelas em que persistimos, ou que vejamos a estrada pelos olhos que os servem; todavia, é imperioso considerar que cada um de nós é um mundo por si, com movimentos particulares e órbitas diferentes.

Sustentemo-nos fiéis ao nosso trabalho e rendamos culto à paz de consciência, atendendo aos deveres que as circunstâncias nos conferiram, e, oferecendo o melhor de nós mesmos, em proveito do próximo, estejamos tranqüilos, porque, tanto nós quanto os outros, somos o que somos com a obrigação de melhorar-nos, a fim de que cada um possa servir sempre mais, na edificação da felicidade de todos, com aquilo que é e com aquilo que tem.”

EMMANUEL

***Aos meus filhos, Rodolpho e André
Luís, dedico este trabalho.***

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Marcelo Soares, pela orientação e incentivo em abraçar a causa da Ergonomia.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Vilma Villarouco e Profa. Anamaria de Moraes, pela preciosa contribuição na finalização deste trabalho.

À minha irmã, Aninha, pelo apoio na revisão lingüística do texto.

Ao marido e filhos, pela paciência na ausência e apoio nos momentos difíceis.

Aos pais, pelo incentivo e apoio.

Ao gerente do CROL, Martins, pela oportunidade de realizar o estudo de campo, sugestões e presteza nas constantes consultas.

Às amigas, Lucineide e Ana Rosa, pelo incentivo e parceria no início deste estudo.

Enfim, a todos os professores do Mestrado em Design da UFPE que contribuíram com a minha formação, e em especial às amigas Tereza Poças, Tereza Lopes e Flavia da Fonte, pela oportunidade de convivência.

Sou-lhes grata!

RESUMO

Ergonomia e projetos de ambiente em salas de controle: um estudo de caso em empresa do setor hidrelétrico

A dissertação tem como tema a investigação das interações entre usuários e ambiente em salas de controle, realizada através de um estudo conceitual seguido de um estudo de caso.

O método de abordagem consiste em uma avaliação ergonômica que busca identificar conflitos entre operadores e o ambiente de trabalho, ocasionados por elementos arquitetônicos ausentes ou inadequados, por meio das opiniões e sugestões dos próprios usuários, a partir da sua percepção do ambiente e seus desejos, identificados através dos instrumentos de pesquisa da ergonomia e arquitetura. O estudo de caso foi desenvolvido em uma sala de controle responsável pela transmissão da energia elétrica no nordeste brasileiro.

Buscou-se uma abordagem interdisciplinar, integrando as áreas da Arquitetura, Psicologia Ambiental e Ergonomia, na investigação das interações entre os trabalhadores e o espaço físico, no que diz respeito aos elementos arquitetônicos e as atividades desenvolvidas nesse mesmo ambiente. Através dessa abordagem foi possível obter informações essenciais que possibilitaram propostas de adequação do ambiente das salas de controle ao sistema informatizado.

Palavras-chave: salas de controle, Ergonomia Ambiental, Avaliação Ergonômica do Ambiente.

ABSTRACT

Ergonomics and Projects of Control Rooms' environment: a case study of a hydroelectric enterprise.

This dissertation's theme is the investigation of the interaction between users and control rooms environment. This study was possible because of a conceptual study followed by a case study.

The method used consists of an ergonomic evaluation which targets conflicts between operators and the working environment, caused by absent or inadequate architecture elements by opinions and suggestions of the own users, based on their own perception of the environment and their desires, identified by instruments of ergonomics and architectonics research. The study was developed in a control room responsible for the energy transmission to the northeast region of Brazil.

We sought an interdisciplinary approach by integrating architecture, environmental psychology and ergonomic areas, to investigate the interactions between workers and physical space, considering particularly the architecture elements and the activities developed in the same environment. Through this approach it was possible to obtain essential information that made it possible to adequate the control rooms' environment to the computerized system.

Key-words: Control room, Environmental Ergonomic, Constructed Environment
Ergonomic Evaluation

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiv

PARTE 1 – REVISÃO DE LITERATURA

1.0 INTRODUÇÃO	01
2.0 O TRABALHO EM SALAS DE CONTROLE	07
2.1 Salas de controle	07
2.2 As atividades do trabalho de controle	10
2.3 O trabalho em turnos	13
3.0 APLICAÇÃO DA ERGONOMIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO DE SALAS DE CONTROLE	15
3.1 Conceituando a Ergonomia	16
3.2 Normas ergonômicas para o trabalho em salas de controle	18
3.2.1 Norma Regulamentadora nº 17	18
3.2.2 Norma ISO 11064	20
3.3 Ergonomia do Ambiente Construído	26
3.4 Fatores Ambientais para o projeto de salas de controle	27
3.4.1 Arranjo Físico	28
3.4.2 Ambiências Físicas	33
3.4.2.1 Ambiência Luminosa	34
3.4.2.2 Ambiência Térmica	39
3.4.2.3 Ambiência Acústica	42
3.4.3 Design de interiores e estética	43

3.5 Condições para o uso do sistema informatizado	45
3.5.1 O mobiliário	46
3.5.1.1 Bancada de trabalho	48
3.5.1.2 Cadeira	48
3.5.2 Monitores e painéis	50
4.0 MÉTODOS E TÉCNICAS	54
4.1 Considerações sobre os métodos de análise	54
4.2 Métodos direcionados para avaliação em Arquitetura	57
4.2.1 Instrumentos de Avaliação de Desempenho do Ambiente Construído	60
4.3 Métodos direcionados em Ergonomia	65
4.3.1 Intervenção Ergonomizadora	67
4.3.2 Método de Avaliação Ergonômica do Ambiente	69
4.3.2.1 Análise Global do Ambiente	69
4.3.2.2 Identificação da Configuração Ambiental	70
4.3.2.3 Avaliação do ambiente em uso no desempenho das atividades ..	70
4.3.2.4 Análise da Percepção do Usuário	71
4.3.2.5 Diagnóstico Ergonômico do Ambiente	71
4.3.3 Instrumentos utilizados na pesquisa	72
4.3.3.1 Observação	72
4.3.3.2 Entrevistas	73
4.3.3.3 Questionários	74
4.4 Métodos direcionados da Psicologia Ambiental	75
4.4.1 Constelação de Atributos	75
 PARTE 2 – ESTUDO DE CASO	
5.0 ANÁLISE ERGONÔMICA DA SALA DE CONTROLE	79
5.1 Caracterização do objeto de estudo	80
5.1.1 Os Centros Regionais de Operação	81
5.2 Sistematização do Sistema Humano-Tarefa-Máquina	87
5.2.1 Problematização	95

5.3	Avaliação Ergonômica do Ambiente Construído	100
5.3.1	Análise Global do Ambiente	101
5.3.1.1	Dados do questionário de opinião dos usuários	101
5.3.1.2	Análise Walkthrough	106
5.3.2	Identificação da Configuração Ambiental	108
5.3.2.1	Avaliação do arranjo físico	108
5.3.2.2	Avaliação do conforto lumínico	119
5.3.3.3	Avaliação do conforto acústico	121
5.3.3.4	Avaliação do conforto térmico	122
5.3.4	Análise da Percepção do Usuário	128
5.3.4.1	Análise subjetiva do ambiente físico	128
5.3.4.2	Constelação de Atributos	131
5.3.5	Diagnóstico Ergonômico do Ambiente	135
6	LIÇÕES APRENDIDAS E RECOMENDAÇÕES	140
6.3	Análise da aplicação dos instrumentos	140
6.4	Recomendações para melhoria do ambiente da sala de controle	143
7	CONCLUSÃO	145

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Processo de projeto da ISO 11064-1	23
Figura 3.2	Dimensões verticais da sala de controle	31
Figura 3.3	Principais fatores envolvidos no projeto de iluminação de centros de controle	35
Figura 3.4	Luz indireta na superfície do monitor causada por uma luminária ou pela janela.	36
Figura 3.5	Ofuscamento causado pela luz advinda da janela refletindo diretamente nos olhos	36
Figura 3.6	Corte transversal da sala de controle	37
Figura 3.7	Sala de controle de uma indústria petroquímica e exemplos de materiais utilizados nas paredes, teto e piso.	43
Figura 3.8	Pessoas, tarefas, estações de trabalho e performance.....	45
Figura 3.9	Movimentos livres: as pessoas diferem em tamanho e preferências, e todas mudam, movimentam-se e levantam-se. É possível a alguém ficar sentado durante longos períodos de tempo?	49
Figura 3.10	Sala de controle com tipos mais tradicionais de displays: mostradores analógicos, indicadores luminosos e digitais, vídeo wall.	50
Figura 3.11	Displays incorporados à estação de trabalho de salas de controle: à esquerda consoles tradicionais com monitores CRT; à direita consoles mais modernos com monitores LCD.	50
Figura 3.12	Display de uso comum do tipo <i>video wall</i>	51
Figura 3.13	Contrastes a partir de várias configurações de telas	52
Figura 4.1	Modelo simplificado do relacionamento pessoa-ambiente: domínios de potencial de pesquisa	57
Figura 4.2	O escopo da informação do comportamento ambiental	60
Figura 4.3	Modelo de um gráfico da Constelação de Atributos	76
Figura 5.1	Edifício onde está localizado o CROL	82
Figura 5.2	Planta baixa da sala de controle com a localização dos postos de trabalho ...	85
Figura 5.3	Caracterização e posição serial do sistema	88
Figura 5.4	Ordenação Hierárquica do Sistema	89
Figura 5.5	Expansão do Sistema	90
Figura 5.6	Modelagem Comunicacional do Sistema	91
Figura 5.7	Fluxograma das atividades da tarefa dos operadores 1 e 2	92
Figura 5.8	Fluxograma das atividades da tarefa do operadore 3	94
Figura 5.9	Operadores segurando o gancho do telefone com os ombros	95
Figura 5.10	Operadores durante a troca de turnos	95

Figura 5.11	As cores escuras dificultam a visualização das informações do painel	96
Figura 5.12	Visualização do painel do operador 2	96
Figura 5.13	Posição inadequada dos vasos e carrinho de TV	107
Figura 5.14	Ambiente do CROL dividido de acordo com as áreas de trabalho das equipes	110
Figura 5.15	Vista lateral da sala de controle do CROL	111
Figura 5.16	Vista lateral da sala de controle do CROL	111
Figura 5.17	Arquivo volante para pastas suspensas	112
Figura 5.18	Tampa de inspeção do piso falso por onde chegam os cabamentos de alimentação dos equipamentos	113
Figura 5.19	Quadro de avisos localizado na sala de controle	114
Figura 5.20	Vista geral da copa	115
Figura 5.21	Vista geral do banheiro coletivo	115
Figura 5.22	Detalhe dos objetos, equipamentos e vasos com plantas	116
Figura 5.23	Detalhe da fiação aparente atrás das bancadas	116
Figura 5.24	Posto de trabalho do operador 3	118
Figura 5.25	Posto de trabalho do supervisor	118
Figura 5.26	Distribuição das luminárias na sala de controle	119
Figura 5.27	Pontos de medição da iluminância da sala de controle	120
Figura 5.28	Pontos de medição acústica da sala de controle	121
Figura 5.29	Operador 1 utilizando os monitores do sistema SAGE	124
Figura 5.30	Operador consultando documentos enquanto fala ao telefone	124
Figura 5.31	Contrastes entre os monitores	125
Figura 5.32	Mapofluxograma	127
Figura 5.33	Resultados da sensação térmica dos operadores enquanto respondiam ao questionário	129
Figura 5.34	Resultados da preferência térmica dos operadores no momento	129
Figura 5.35	Resultados da avaliação do ruído no ambiente de trabalho	130
Figura 5.36	Constelação de atributos	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Taxas metabólicas	39
Tabela 3.2	Escala de percepção térmica da ISO 10551	40
Tabela 3.3	Escala de preferência térmica da ISO 10551	40
Tabela 5.1	Dados pessoais dos usuários da sala de controle	102
Tabela 5.2	Avaliação do 1º andar do CROL como um todo	103
Tabela 5.3	Avaliação do ambiente da sala de controle Tempo Real	104
Tabela 5.4	Níveis de iluminação da sala de controle comparados com a Norma ISO 11064-3	120
Tabela 5.5	Pontos de medição acústica	121
Tabela 5.6	Gráfico de ligação De-Para	126
Tabela 5.7	Dados relativos à pergunta 1 – Sala de controle imaginária	132
Tabela 5.8	Dados relativos à pergunta 2 – Sala de controle real	132

CAPÍTULO 1
Introdução

A ergonomia sob um panorama geral, pode ser definida como a aplicação do conhecimento das características humanas ao projeto de sistemas. Tais sistemas estão inseridos dentro de um contexto, cujas características podem vir a afetar o seu desempenho. Sendo assim, a concepção do ambiente de trabalho é um aspecto importante a ser considerado, visto que tem por objetivo dar suporte ao operador e à atividade desempenhada, de forma eficiente, confortável e segura.

Conforme Lida (2001), a ergonomia tem por objetivo estudar a adaptação do trabalho ao homem, envolvendo o ambiente físico, a organização de como esse trabalho é programado e controlado, a fim de produzir os resultados desejados. Nesse caso, trabalho envolve não só homens e máquinas, mas também todas as situações envolvidas neste relacionamento.

Porém para o sucesso de uma intervenção ergonômica no ambiente de trabalho, é imprescindível incorporar o conhecimento dos operadores. Wisner (1987) diz que “o princípio da análise ergonômica, do trabalho de campo, é em si revolucionário, pois faz pensar que os intelectuais e cientistas têm algo a aprender a partir do comportamento e do discurso dos trabalhadores”. Santos e Duarte (2002) salientam, entretanto, que a utilização do saber prático depende dos métodos de desenvolvimento dos sistemas e dos modos de organização/gestão dos projetos.

Nessa direção, a Ergonomia Ambiental, também chamada Ergonomia do Ambiente Construído, preocupa-se com a forma como as pessoas interagem com o ambiente a partir dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e organizacionais. Soares (2007), a define como o estudo da utilização e acessibilidade das edificações e dos ambientes públicos, considerando as situações de risco e segurança nos espaços arquitetônicos e nas cidades, buscando melhorias e soluções, a partir dos seguintes fatores:

- Micro-ambiente: ambiente físico, como a iluminação, a temperatura, a radiação, o ruído, a vibração e a cor.
- Macro-ambiente: aspectos ergonômicos e macroergonômicos do design dentro do lar, do escritório, indústrias e locais de prestação de serviços.

No entanto, Parson (2005), destaca a preocupação em muitos estudos da ergonomia, que tendem a considerar o ambiente apenas de maneira mecanicista, abordando níveis de iluminação e ruído por exemplo. Esta conduta não tem contribuído para um bom desempenho no planejamento de locais de trabalho, adequados à sua função e a aqueles que o utilizam, nem mesmo quanto aos aspectos citados.

A utilização de normas também não são suficientes para garantir um bom desempenho nos projetos de ambientes. Estas devem estar em conjunto com o conhecimento das atividades e das exigências do trabalho, levando-se em consideração que muitas das questões fundamentais para a definição do layout e ambiências, são obtidas a partir do sentimento e percepção do usuário.

Para Villarouco (2002), avaliar um projeto sob a ótica da ergonomia significa antever sua utilização, conjugando condicionantes físicos, cognitivos, psico-sociais e culturais, com o objetivo de identificar o elenco de variáveis passíveis de atendimento no produto proposto. Desenvolver esse olhar crítico, minucioso é, acima de tudo, entender que o produto do fazer projetual destina-se a abrigar o homem, que com toda sua bagagem vivencial, representa o personagem central do ato de habitar.

Neste sentido, esta dissertação busca investigar as interações entre usuários e o ambiente de salas de controle, a partir de um estudo conceitual seguido de um estudo de caso em uma sala de controle responsável pela transmissão de energia elétrica no nordeste brasileiro.

O setor elétrico, em todo o mundo, nos últimos anos tem passado pelas maiores transformações, marcadas pelas mudanças do papel do Estado, até então um grande empreendedor. Esgotada sua capacidade de financiar os investimentos em expansão na oferta e na modernização dos serviços, o Estado vem ampliando o espaço para a participação do setor privado, modificando completamente a natureza do 'negócio' eletricidade.

No Brasil, a partir de um processo de reforma institucional e regulamentar, iniciado em meados dos anos 90, foi permitido ao segmento da economia referente à energia elétrica adotar o modelo de livre mercado. No entanto, na tentativa de assegurar a concorrência leal entre os agentes do setor, foi criado um mecanismo regulatório para comercialização da energia elétrica das concessionárias geradoras de serviço público, sob controle federal, o Leilão Público. (NÓBREGA & FILHO, 2002)

Participante desse mercado competitivo, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) possui Centros Regionais de Operação sediados nas cidades do Recife, Salvador, Fortaleza e Teresina, para controle da transmissão da energia elétrica gerada pela empresa.

As salas de controle nesses centros contêm sistemas complexos que são monitorados por operadores. Os operadores interagem com as mesmas através de um sistema automatizado, composto por *hardware* e *software*, que permite efetuar atividades de comando e execução de manobras nas subestações elétricas.

Estas atividades apresentam-se em alto grau de complexidade, e requer que o sistema seja conduzido de forma bastante otimizada e segura. Neste quadro, a capacitação dos operadores de sistema assume extrema importância, um simples erro pode causar prejuízos, visto que a empresa é penalizada pela ocorrência de contingências.

Para a análise das atividades realizadas nas salas de controle, são desenvolvidos subsistemas – operadores, processos, controles e painéis – formando um ciclo fechado dentro do sistema humano-máquina. No entanto, de acordo com Rajan et al (2005), estes subsistemas são em si abertos para o ambiente que os abriga.

A interação entre o ambiente da sala de controle e o sistema humano-máquina irá ocorrer em todos os fatores físicos, psico-sociais e organizacionais. Em função dessa nova situação, os problemas se colocam de forma diversa e a ergonomia do ambiente construído assume um importante papel para a concepção do ambiente das salas de controle, visto que sua qualidade interfere diretamente no desempenho profissional de quem o utiliza.

Como, por exemplo, deve ser o arranjo físico na medida em que é implantado o sistema informatizado? Quais os fatores ambientais que podem auxiliar ou prejudicar o operador no desempenho de suas atividades? Quais as restrições físicas do ambiente que irão interferir no projeto das estações de trabalho e no número e posição dos mostradores e painéis?

Na concepção do projeto da sala de controle, a ergonomia interfere desde os estudos de viabilização, nas fases iniciais, até a implantação das situações criadas, passando pela definição dos ambientes de trabalho, definição do mobiliário, e de equipamentos informatizados, configuração de telas, recrutamento de pessoal e formação e

organização do trabalho. Quanto mais cedo a ergonomia for introduzida, maior será a adaptação do projeto futuro.

Sendo assim, conforme a Ergonomia do Ambiente Construído, o problema colocado nesta dissertação é: **Quais critérios ou variáveis podem contribuir efetivamente para a concepção de ambientes de salas de controle, coerentes com a atividade humana, em sistemas complexos, visando melhorar a qualidade do trabalho?**

Para essas avaliações, esta pesquisa procura, a partir da aplicação de uma metodologia ergonômica, relacionar conflitos entre operadores e o local de trabalho, ocasionados por elementos arquitetônicos ausentes ou inadequados, por meio das opiniões e sugestões dos próprios usuários, a partir da sua percepção do ambiente e seus desejos, identificados através dos instrumentos de pesquisa da ergonomia e da arquitetura.

Busca-se uma abordagem interdisciplinar, integrando Ergonomia, Arquitetura e Psicologia Ambiental, na avaliação da influência do espaço sobre o usuário. Sendo assim, o título abordado é: “Ergonomia e projetos de ambientes em salas de controle: um estudo de caso em empresa do setor hidrelétrico.”

Objetivo geral

Destacando a importância da modernização das salas de controle, esta pesquisa tem como objetivo geral contribuir com um estudo ergonômico do ambiente construído de salas de controle, utilizando uma estrutura que engloba a adaptabilidade e conformidade destes espaços às atividades humanas, normas e metodologia ergonômica do ambiente construído.

Objetivos específicos

- Contribuir com estudos na área da Ergonomia do Ambiente Construído;
- Identificar as variáveis que influenciam no desempenho da atividade a partir da sistematização Humano-Tarefa-Máquina (MORAES & MONT’ALVÃO, 2003);
- Identificar os aspectos ergonômicos do espaço de trabalho que têm influência no comportamento e interferem na atividade, através da aplicação de ferramentas da Ergonomia e da Arquitetura;

- Identificar os aspectos psicológicos da interface humano-ambiente a partir das ferramentas da Psicologia Ambiental;
- Aplicar conceitos e instrumentos no estudo do ambiente de salas de controle, na intenção de contribuir com considerações sobre a qualidade do lugar e a percepção dos usuários. Para isto, é necessário comprovar e validar a aplicação dos mesmos, a fim de colaborar na metodologia Avaliação Ergonômica do Ambiente (VILLAROUCO, 2008).

Justificativas e estrutura do trabalho

De acordo com Parsons (2005), existe uma interação contínua e dinâmica entre as pessoas e o meio ambiente, produzindo um esforço fisiológico e psicológico. Esta situação pode ocasionar desconforto, incômodo, efeitos diretos sobre o desempenho e a produtividade, como também possíveis prejuízos à saúde e falta de segurança.

Nas salas de controle, a configuração física do ambiente exerce influência sobre o comportamento dos operadores, determinando o sucesso ou não do projeto arquitetônico. Para comprovar tal hipótese, os elementos do espaço físico das salas de controle serão analisados a partir de uma análise ergonômica do ambiente construído, onde será verificado o contraposto entre o ambiente prescrito ou desejado e o ambiente real ou estabelecido.

A partir da Análise Ergonômica do Ambiente Construído e dos resultados obtidos, foi analisada a influência que a configuração física do ambiente exerce sobre o comportamento humano, analisando os dados obtidos com as entrevistas e questionários, e confrontando-os com os obtidos no referencial teórico.

No entanto, esta avaliação não pode ser realizada de uma forma simples, e sim com a necessidade de se buscar uma abordagem interdisciplinar, promovendo a integração dos conhecimentos da Arquitetura e da Psicologia Ambiental como suporte à Ergonomia. A arquitetura foca o ambiente físico e seu relacionamento com a vida humana, adaptando o mesmo ao modo de vida dos usuários. A Psicologia Ambiental busca a importância dos valores simbólicos do espaço físico e a Ergonomia coloca o humano como elemento norteador, estudando a forma como o espaço é utilizado, de maneira a adequá-lo às tarefas e atividades que nele serão desenvolvidas.

Sendo assim, o trabalho divide-se em sete capítulos: (1) Introdução, (2) O trabalho em salas de controle, (3) Aplicação da ergonomia no ambiente construído de salas de controle, (4) Métodos e técnicas, (5) Análise ergonômica da sala de controle, (6) Lições aprendidas e recomendações e (7) Conclusão.

Estrutura-se em duas partes. A primeira refere-se à revisão de literatura, iniciando-se no capítulo 2 o entendimento das questões relativas ao trabalho em salas de controle, abordando os principais conceitos, as atividades desenvolvidas pelos operadores e a divisão do trabalho em turnos.

No terceiro capítulo, são apresentados os conceitos de Ergonomia e suas abordagens, normas ergonômicas e descrição dos fatores ambientais para projetos de salas de controle.

No quarto capítulo, finalizando a primeira parte, são apresentados os métodos e técnicas de avaliação do ambiente da Ergonomia, Arquitetura e Psicologia Ambiental.

A segunda parte do trabalho, capítulo 5, apresenta o Estudo de Caso, descrevendo a pesquisa e os instrumentos de análise adotados na avaliação ergonômica do ambiente de uma sala de controle. A análise dos resultados obtidos, como também as recomendações e sugestões de melhorias acerca do objeto de estudo da pesquisa de campo, foram apresentados no capítulo 6.

O capítulo 7 contém a conclusão acerca do tema da dissertação.

CAPÍTULO 2

O trabalho em salas de controle

Para se desenvolver o projeto de salas de controle, seja inserindo novas tecnologias, alterando as configurações dos equipamentos ou mesmo modificando o layout do espaço físico, é relevante e apropriado observar as atividades de seus operadores e conhecer a natureza do trabalho. Diante deste contexto, este capítulo, junto com os seguintes, apresenta a revisão bibliográfica sobre as características do trabalho em salas de controle.

2.1 Salas de controle

Em todos os países, sejam desenvolvidos ou em desenvolvimento, as atividades de uma sala de controle influenciam diretamente em nosso cotidiano. O fornecimento de energia elétrica e gás, o controle das linhas de metrô, do tráfego na cidade e do tráfego aéreo, são exemplos de serviços coordenados através de centros de controle.

Com o desenvolvimento econômico, novas tecnologias surgem ocasionando uma transformação constante nos meios de organização do trabalho e exigindo um maior preparo dos operadores. Na era da automação, caracterizada por Wickens *et al* (1998), onde a máquina assume uma tarefa que em alguns casos é desempenhada por um operador humano, as relações entre os usuários e os meios de produção alteraram-se substancialmente. Modernos sistemas de comunicação e computadores potentes possibilitaram a busca por economia em larga escala, centralizando várias atividades em apenas um centro de controle.

Esse processo de automatização vem considerando a tecnologia de modo isolado a partir de uma visão tecnocêntrica, cuja história é recente e corresponde a um desafio para a indústria, seguindo uma tendência internacional. Na visão tecnocêntrica o homem é visto como um apêndice da máquina, em contraposição, na visão antropocêntrica, a tecnologia busca enaltecer a capacidade humana (ZAMBERLAN, 1999).

Segundo Zamberlan (1999), citando De Keyser (1980), a multiplicação da utilização dos computadores no controle da produção industrial, particularmente nas indústrias de processo contínuo, deixou algumas questões aos engenheiros dos sistemas industriais, são elas:

- *A primeira sobre o nível de automação a ser atingido, de modo que o homem não seja mais o principal elemento de não confiabilidade do sistema.*
- *A segunda sobre a questão da interferência humana no sistema. Quais os riscos e como minimizá-los?*
- *A terceira questão está relacionada ao planejamento das informações fornecidas pelo computador. Como apresentá-las? Que forma lhes dar?*

As salas de controle correspondem ao fruto dessa evolução tecnológica, onde a transmissão é realizada à distância, agrupando a maioria de comandos e medidas em um único local. Para garantir o funcionamento normal do sistema, são adotados procedimentos de regulagens pontuais que devem ser executados pelos automatismos ou pelos operadores humanos.

Nesse contexto, com a centralização dos comandos e dos dispositivos, bem como o desenvolvimento dos meios de comunicação para o gerenciamento à distância, a atividade humana exige uma forte mobilização mental para a compreensão do trabalho. As novas tecnologias têm imposto exigências de natureza cognitiva ao trabalhador, que se configuram por meio de diferentes processos decisórios envolvidos no controle do processo e na resolução de problemas de trabalho (ANDRETO, 2005).

Há alguns anos, nas salas de controle era utilizado o quadro sinótico. As dimensões desses aparelhos exigiam uma sala de grandes dimensões. Com o surgimento dos microprocessadores foi possível uma centralização maior. Os meios de comunicação, informação e controle dos operadores foram modificados e os quadros sinóticos foram substituídos pelos monitores, ocasionando assim uma grande alteração na organização do trabalho dessas salas.

A partir da mudança dos sistemas analógicos para os digitais, os projetistas dos sistemas automatizados subdividiram a informação através dos monitores nos consoles das salas de controle. Dessa forma, o que antes era possível com uma condução direta e de fácil acesso aos indicadores e comandos dos painéis sinóticos, que permitia uma visualização geral do sistema, hoje se realiza a partir da chamada de telas sucessivas, oferecendo uma visualização fragmentada do processo.

Para Santos & Zamberlan (1992), tais modificações afetaram a tomada de informações na medida em que:

- Ao pedir que o computador lhe forneça os dados, o operador muitas vezes perde a visão global. Anteriormente era possível uma visão geral dos parâmetros no quadro sinótico.
- Os dados retransmitidos não são, necessariamente, os fornecidos naquele momento pelo sistema. Eles podem ser tratados pelo computador que chega à solução de um sistema de equações.
- Há uma maior flexibilidade no uso da informação. O operador pode optar por vários tipos de tela de dados numéricos, gráficos, diagramas, e etc.

Segundo Lejon (1991 *apud* ZAMBERLAN, 1999), a abordagem da condução do processo por meio das telas passa a ser da visão do processo “pelo buraco da fechadura”, o que obriga o operador a mudar de “buraco da fechadura” (ou tela) em busca da informação que ele precisa correlacionar à outra. Dessa forma, a automação utilizada para proporcionar sistemas mais eficientes do que os que utilizam o controle manual ainda possui falhas que precisam ser reexaminadas.

Para Moray (2001), muitas destas falhas do sistema são atribuídas ao “erro humano”. Então, para aumentar a produtividade e segurança, os engenheiros buscam cada vez mais reduzir a presença humana, fazendo da mesma um estágio meramente transitório antes da completa automatização.

Mais adiante, o autor descreve que estudos recentes e a própria prática na indústria têm comprovado o contrário e afirma que a presença humana quando bem combinada com a máquina pode muitas vezes exceder a performance de ambas.

É importante destacar que não é a nossa intenção afirmar que a modernização das salas de controle trouxe resultados negativos, mas sim que toda a mudança gera uma necessidade de adaptação e que a falta desta pode afetar a produtividade, a saúde e segurança do trabalhador. Por fim, acreditamos que a Ergonomia tem muito a contribuir nesta questão.

2.2 As atividades do trabalho de controle

A tarefa humana em um ambiente de sala de controle do setor hidrelétrico é, essencialmente de vigilância a fim de evitar possíveis problemas que devem ser detectados antes que os mesmos tenham consequências graves. De forma básica, a atividade do operador tem como característica a busca e o tratamento das informações que advêm de pontos diferentes e com conteúdos diversos, tais informações são tratadas pelos operadores continuamente visando diagnosticar e solucionar problemas em tempo real.

Davey e Feher (1997 *apud* PONS, 2004), descrevem que o papel humano de interpretar, intervir, diagnosticar e restabelecer os princípios essenciais do processo é desempenhado em tempo real. Para tanto, consideram que o ser humano tem três atributos: excelente detector de sinais no meio do ruído, efetiva habilidade para razão em face da incerteza e abstração e organização conceitual da informação.

Percebe-se portanto que, por possuir estes atributos, os operadores possibilitam um grau de flexibilidade que dificilmente pode vir a ser alcançado pela automação e que, no atual estágio tecnológico, a presença do homem na área de operação, tanto para checar os automatismos quanto para executar tarefas manuais, ainda se faz necessária.

Segundo Wickens *et al* (1998), as atividades realizadas pelos operadores são influenciadas a partir de quatro características do processo: periculosidade, complexidade, continuidade e coletividade.

O caráter perigoso se justifica porque lida com um produto essencial para o funcionamento de todos os setores da sociedade, a energia elétrica, ocasionando um clima de atenção e tensão para que não ocorram *blackouts*.

Quanto à complexidade nos processos contínuos, segundo Keyser (1988, *apud* JARUFE, 1999), esta encontra-se no ambiente onde o indivíduo executa suas tarefas. O mesmo é composto por um sistema dinâmico temporal, com muitas variáveis em interação, objetivos pouco claros e ao mesmo tempo conflitivos e, em certos casos, havendo a possibilidade de riscos elevados.

A própria atividade do operador pode ser definida como uma tarefa complexa devido à grande quantidade de variáveis com que tem que lidar. Cabe ao mesmo efetuar leituras constantes e acompanhar o sistema que fornece informações das subestações nos

terminais de vídeos, estar atento aos alarmes, trocar informações com operadores de outros setores a partir dos meios de comunicação e consultar documentos com normas e procedimentos para a realização da tarefa.

A variabilidade de situações na qual a atividade de controle está sujeita, confere um caráter dinâmico ao processo. Existe uma certa rotina a seguir com atividades de manobras programadas, embora acontecimentos com caráter aleatório e imprevisíveis podem vir a ocorrer, exigindo aos operadores permanente estado de alerta. Este estado ininterrupto do processo dá-lhe o caráter de continuidade.

A questão da coletividade parte do princípio de que o operador não é um indivíduo isolado, já que ele interage com operadores de outros setores. Segundo Santos & Zamberlam (1992), o operador externo dispõe de outros meios para observar o processo (escutam o ruído do equipamento) e são frequentemente solicitados pela sala de operações para confirmar e complementar informações fornecidas pelo sistema automatizado. Maia (2002) corrobora quando relata que as comunicações verbais entre os operadores, mesmo em sistemas automatizados, permanecem como fonte não negligenciável de informação.

Em resumo ao que já foi mencionado, Santos & Zamberlam (1992), citam o grau de exigência da atividade humana de controle de processo:

- No controle do processo, a atividade dos operadores é essencialmente uma atividade de vigilância, que está estreitamente relacionada à tomada e ao processamento complexo de informações.
- O tratamento dessas informações é contínuo, visando detectar e antecipar anomalias na previsão do comportamento do sistema, diagnosticar e solucionar problemas em curtos períodos de tempo, antes que estes possam vir a ter consequências graves.
- As atividades em sala de controle implicam em contínuas solicitações mentais: manutenção de atenção, apelo à memória e raciocínio, atualização da representação mental do processo e tomada de decisões.
- No desempenho de suas funções, há fortes solicitações visuais na detecção de informações em curtos períodos de tempo e no acompanhamento em geral das informações visuais e dos instrumentos existentes na sala de controle.

- Há solicitações de natureza psíquica, relacionadas à consciência das situações de risco, incerteza e ansiedade, devido à responsabilidade dos operadores pelo controle de tráfego, estações e energia.

Ainda segundo as autoras, a capacidade de tomada/processamento de informações dos operadores pode ser afetada por:

- As exigências posturais, adicionadas pelos equipamentos, iluminação e demais condições de execução da tarefa, assim como a necessidade de atenção contínua por parte do operador, estão diretamente relacionadas à fadiga e, conseqüentemente, às repercussões que estas interferem diretamente na saúde e na produtividade do mesmo.
- O acesso, detecção ou interpretação dificultada das informações necessárias à execução (adequada e a tempo) das tarefas, podem se originar tanto das condições ambientais (ruído, iluminação e temperatura) como dos aspectos quantitativos e qualitativos da apresentação da informação.
- Além desses fatores, tanto em relação às posturas como em relação aos suportes (visuais e verbais) de informações, a duração da atividade tem um papel de extrema importância no que diz respeito à manutenção e confiabilidade das respostas dos operadores, em situação “normal” ou de incidentes.

As autoras demonstram ainda a importância do ambiente físico, objeto de estudo deste trabalho, destacando o quanto os elementos que definem e organizam os espaços das salas de controle interferem na forma como o indivíduo se comporta, influenciando nas suas atividades. Portanto, um espaço planejado de forma inadequada pode influenciar negativamente na qualidade de vida dos operadores das salas de controle, e conseqüentemente no desempenho de suas atividades.

2.3 O trabalho em turnos

Trabalhos em turnos são as formas de organização da jornada diária de trabalho em que são realizadas atividades em diferentes horários ou em horários constantes, porém incomum, a exemplo do período noturno permanente. O turno deve ser entendido como uma organização da jornada de trabalho que difere sensivelmente da jornada de trabalho normal (escala regular) da média da população, sobretudo em relação aos horários em um dia. Jornada de trabalho normal, de um modo geral, é considerada como a divisão do tempo de trabalho no horário entre seis e dezoito horas, com base na semana de cinco dias e nas quarenta horas semanais. (RUTENFRANZ, KNAUTH & FICHER, 1989).

Nas salas de controle, de um modo geral, o trabalho de monitoramento ocorre em períodos ininterruptos e tem como característica a ocorrência do trabalho em turnos, inclusive com a realização do trabalho noturno.

O trabalho noturno, apesar de sua importância, apresenta desvantagens tanto de ordem social quanto de ordem fisiológica ao trabalhador. Quanto aos aspectos de ordem social, haverá dificuldades para o indivíduo em compatibilizar suas atividades profissionais com a sua vida familiar e social. Em função do ruído, claridade e muitas vezes das condições climáticas, a qualidade do sono diurno é geralmente inferior à do sono noturno. (OLIVEIRA, 2004)

O ser humano, por pertencer ao grupo de seres vivos ativos durante o dia, tem suas funções físicas orientadas especialmente para o trabalho durante o dia e para o descanso durante a noite. O ritmo dormir-acordar é um dos componentes da chamada periodicidade diária à qual estão sujeitas muitas funções e o desempenho de quase todos os seres vivos. Nesse caso, se a pessoa trocar o seu hábito em relação à periodicidade diária de suas funções físicas, passando a trabalhar de noite e dormir de dia, estará correndo o risco de se prejudicar e passar por dificuldades.

Esses distúrbios dos ritmos biológicos são as causas de grande parte do desgaste individual dos que trabalham em turnos, e podem vir a prejudicar o rendimento, a saúde e o bem-estar dos mesmos. (RUTENFRANZ, KNAUTH & FICHER, 1989).

Ainda abordando os efeitos fisiológicos do trabalho noturno, o mesmo é influenciado pelo **ritmo circadiano**. De acordo com Lida (2001), ritmo circadiano são oscilações das funções fisiológicas no ciclo próximo de 24 horas que são notadas na excreção renal, quantidade de hormônios, temperatura do corpo e pressão sanguínea.

Baseado em estudos sobre os ritmos circadianos, Guimarães (2004b) destaca que durante o dia os órgãos e funções estão preparados para a produção. Durante a noite as atividades dos órgãos estão amortecidas, pois o organismo está preparado para o descanso e a reconstituição de reserva de energia. Lida (2001) observa que as atividades fisiológicas humanas são mais intensas durante o dia do que no período noturno, especialmente entre 2 e 4 horas da madrugada. Desta forma, quando o trabalhador troca o dia pela noite, o ritmo circadiano não se inverte completamente, mas sofre apenas adaptações.

Em face do que foi apresentado, ao se considerar o trabalho em salas de controle, pode-se descrever como uma atividade monótona na maior parte do tempo e que, devido ao trabalho ser realizado em turnos, as condições fisiológicas dos operadores nem sempre são as mais favoráveis.

Grandjean & Kroemer (2005) ao considerar a importância dos critérios de avaliação do sistema de rotação no trabalho por turnos, inclusive o noturno, em função das limitações do sono que possibilitam à fadiga, assim como da necessária dedicação dos trabalhadores à vida familiar e aos contatos sociais, aponta as seguintes considerações e recomendações: (i) turnos noturnos menos extensos são melhores que longos ou contínuos; (ii) duração do turno adaptada à dificuldade do trabalho, adotando 6 horas para trabalhos difíceis ou pesados e 8 horas para as atividades mais leves; (iii) início do turno da madrugada, se possível, após às 5 horas; (iv) mínimo de 12 horas livres entre o fim de um turno e o início do próximo; (v) vários fins de semana com 2 dias livres para os trabalhadores em sistemas de turnos contínuos; (vi) idade dos trabalhadores noturnos compreendida entre mais de 25 e menos de 50 anos; (vii) contra indicar o trabalho noturno às pessoas com doenças gastrointestinais, instabilidade emocional, insônia e manifestações psicossomáticas e alimentação balanceada com refeições quentes, assegurada para cada turno de trabalho.

CAPÍTULO 3

Aplicação da Ergonomia no ambiente construído de salas de controle

Ao longo do tempo, desde a sua existência, o homem busca suprir suas necessidades vivenciais e sociais construindo para si, ambientes de atividades, moradia, produção e lazer ou repouso. Este ambiente pensado, civilizado, moldado ou adaptado pelo homem para abrigar pessoas e suas atividades pode ser conceituado como **ambiente construído**.

O espaço físico ao ser projetado busca garantir ao homem, através de um ambiente artificial, a proteção aos riscos do ambiente exterior, promovendo uma estrutura funcional onde as atividades humanas possam ser abrigadas. Estas atividades são determinadas a partir dos valores culturais da sociedade em que o edifício está inserido.

Segundo Voordt & Wegen (2005), para se ter qualidade funcional, um edifício requer boa acessibilidade (acessibilidade integral), flexibilidade, ter um arranjo eficiente e compreensível e espaço físico adequado para promover a segurança, saúde e bem estar do usuário. Por outro lado, o espaço físico mal projetado pode apresentar deficiências que influenciam negativamente na qualidade de vida do homem.

Diante deste contexto, a ergonomia pode ser uma ferramenta importante para a projeção de ambientes, já que se propõe a buscar “um desenho universal” que respeite a capacidade e a individualidade de cada pessoa, como de direito.

Este capítulo, continuação da revisão de literatura, se inicia por uma breve apresentação dos conceitos de ergonomia, seus diferentes tipos de abordagem e a sua interação com a arquitetura, no intuito de contribuir na compreensão da interface homem-ambiente aplicada ao design do espaço construído das salas de controle.

3.1 Conceituando a Ergonomia

A ergonomia corresponde a uma disciplina científica que estuda o relacionamento entre o homem e sua atividade laboral, analisando a interação do mesmo e os equipamentos por ele utilizados no seu ambiente de trabalho. A ergonomia então, aplica conhecimentos que vão desde a anatomia humana até os fatores psicológicos, posto que aborda diversos aspectos do comportamento humano no ambiente de trabalho.

A partir da fundação da “Ergonomic Research Society” em 1949 na Inglaterra, o termo *ergonomia* foi oficialmente adotado. Outros termos também são usados ao invés de ergonomia, como fatores humanos (human factors) ou engenharia humana (human engineering), isto ocorre principalmente na América do Norte.

Nesses últimos 50 anos, a Ergonomia tem evoluído como uma disciplina única e independente que se concentra na natureza humana – artefatos, interações – vista de uma perspectiva unificada para a ciência, engenharia, design, tecnologia e sistemas de gestão de recursos humanos, incluindo uma variedade de produtos naturais e artificiais, processos e ambientes. (KARWOWSKI, 2005)

A IEA – International Ergonomics Association – define Ergonomia (ou Fatores Humanos) como “*uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema*” (IEA, 2009)

Dessa forma a Ergonomia contribui para o projeto e avaliação das tarefas, trabalhos, produtos, ambientes e sistemas, tornando-os compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações humanas. Os domínios de especializações dentro da disciplina de ergonomia incluem (IEA, 2009):

- *Ergonomia Física*: Preocupa-se com as questões da anatomia humana, antropometria, características biomecânicas e fisiológicas, e os parâmetros dinâmicos e estáticos do trabalho físico. Incluem questões como a postura no trabalho, movimentos repetitivos, distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, segurança e saúde.

- *Ergonomia Cognitiva*: Preocupa-se com os processos mentais, tais como a percepção, processamento e resposta motora das informações, no que diz respeito às interações humanas com outros elementos de um sistema. Incluem tópicos da percepção, atenção, carga de trabalho, tomada de decisão, a resposta motora, habilidade, memória e aprendizagem humana.
- *Ergonomia Social ou Organizacional*: Corresponde à otimização dos sistemas de trabalho, incluindo sua estrutura organizacional, política e processos.

Para realizar o seu objetivo, a ergonomia estuda diversos aspectos do comportamento humano no trabalho, e também outros fatores que são importantes para o projeto de sistemas de trabalho. São eles (IIDA, 2001):

- O homem - características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais do trabalhador, bem como, influência do sexo, idade, treinamento e motivação.
- A Máquina – entende-se por máquina todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, englobando os equipamentos, ferramentas, mobiliários e instalações.
- O ambiente - estuda as características do lugar físico que envolve o homem durante o trabalho, como a temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases, e etc.
- A Informação - refere-se às comunicações existentes entre os elementos de um sistema, a transmissão de informações e processamento e tomada de decisões.
- A Organização – é a conjugação de todos esses elementos acima citados no sistema produtivo, estudando aspectos como horários, turnos de trabalho e formações de equipes.
- As Conseqüências do trabalho - questões de controle como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga, stress.

Para Hendrick (1991), a ergonomia possui quatro componentes principais identificáveis que são: tecnologia da interface homem-máquina ou Ergonomia de hardware; tecnologia da interface homem-ambiente ou Ergonomia ambiental; tecnologia da interface usuário-sistema ou Ergonomia de software e tecnologia da interface organização-máquina ou Macroergonomia.

Conforme se verifica, a Ergonomia é uma prática destinada a resolver problemas concretos, através de métodos e técnicas que agregam conhecimentos de várias disciplinas científicas, tais como a antropometria, a biomecânica, o conforto ambiental, a fisiologia, e alguns aspectos da organização do trabalho e psicologia cognitiva.

Para o desenvolvimento deste trabalho, a ergonomia servirá como suporte aos estudos do ambiente nas salas de controle, avaliando as influências que este exerce sobre a qualidade da relação entre o operador e o desenvolvimento de sua tarefa.

Para tal, será utilizada a ergonomia ambiental ou ergonomia do ambiente construído. De acordo com Villarouco (2002), a ergonomia do ambiente extrapola as questões puramente arquitetônicas, focando seu posicionamento na adaptabilidade e conformidade do espaço às tarefas e atividades que neles se irão desenvolver. Nesse sentido, evoca elementos da antropometria, da psicologia ambiental, da ergonomia cognitiva e de uma metodologia ergonômica. Também alguns conceitos do conforto térmico, acústico e lumínico devem compor o leque de preocupações contempladas na concepção de ambientes ergonomicamente adequados, que agrega ainda características de sustentabilidade, em consonância com as recentes necessidades que apontam naquela direção.

3.2 Normas ergonômicas para o trabalho em salas de controle

Considerando a importância em se criar uma condição ambiental adequada às tarefas que são realizadas em uma sala de controle, publicações com normas e recomendações vêm sendo escritas. Essas abordam desde aspectos organizacionais, tais como duração de turnos de trabalho e pausas, até especificações do ambiente físico e mobiliário. A seguir serão apresentados alguns comentários sobre a Norma Regulamentadora nº 17 e a norma ISO 11064.

3.2.1 Norma Regulamentadora nº 17

A legislação brasileira visando estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente, instituiu, através da Portaria nº 3.751 em 23/11/1990, a Norma Regulamentadora nº 17 (NR17). A mesma trata especificamente da ergonomia e compõe o conjunto de Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalhador do Ministério do Trabalho e Emprego.

A NR-17 define diversos aspectos a serem considerados nos ambientes de trabalho, tais como levantamento, transporte e descarga de materiais, mobiliário, equipamentos, condições ambientais e a organização.

A norma estabelece que o empregador tem a obrigação de realizar a análise ergonômica do trabalho para a avaliação da adaptação das condições do mesmo às características do trabalhador.

No que pode ser aplicado às salas de controle, de forma pontual, os principais fatores ergonômicos da NR-17 constam nos itens 17.3 e 17.5.

O item 17.3 determina que o posto de trabalho deve ser adaptado ou planejado para que a atividade possa ser executada, de preferência, na posição sentada e atender aos seguintes requisitos mínimos:

- A altura do plano de trabalho para a posição sentado deve sempre levar em consideração duas medidas: a altura da cadeira e da superfície. Considerando que as dimensões corporais são variadas, pelo menos uma dessas alturas deve ser regulável para facilitar a adaptação do posto à maioria dos trabalhadores.
- Características dos assentos: a altura do assento de uma cadeira deve ser ajustável, de forma que os pés estejam sempre bem apoiados. O encosto deve ser levemente adaptado ao corpo a fim de proteger a região lombar.

Com relação às condições ambientais de trabalho, o item 17.5 recomenda situações de conforto para locais onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como salas de controle. Essas recomendações serão estudadas mais adiante.

3.2.2 Norma ISO 11064

A Organização Internacional de Normalização (ISO) é a federação mundial cujos membros têm a atribuição de elaborar e publicar normas internacionais por meio dos seus comitês técnicos. Para a utilização em salas de controle, pode-se levar em consideração as seguintes normas:

- a) ISO 9241 – *Ergonomic requirements for office work with visual display terminal*. Esta norma está organizada em 17 partes, sob o título geral de “Requisitos Ergonômicos”, para o trabalho em escritórios com terminais de vídeo.
- b) ISO 11064 – *Ergonomic design of control centers*.

A norma ISO 11064 tem como tema o Projeto Ergonômico de Centros de Controle e foi a única encontrada que trata especificamente do assunto, ou seja, fatores humanos aplicados ao projeto de salas de controle. Ressaltamos nesse trabalho a importância de conhecê-la e avaliá-la à luz da ergonomia no estudo de caso, objeto desta dissertação.

A norma está dividida em oito partes. As sete primeiras tratam da boa prática da ergonomia em salas de controle. A última parte possui requisitos adicionais que devem ser aplicados em casos particulares de centros de controle como os de reatores nucleares e os de trens e metrô. As partes que compõem a norma são as seguintes:

- Parte 1 – Princípios para o projeto de centros de controle.
- Parte 2 – Princípios de arranjos para *control suite*¹.
- Parte 3 – Layout de salas de controle
- Parte 4 – Dimensões e layouts de estações de trabalho.
- Parte 5 – Displays e controles.
- Parte 6 – Requisitos ambientais para centros de controle.
- Parte 7 – Princípios para avaliação de centros de controle.
- Parte 8 – Requisitos ergonômicos para aplicações específicas.

¹ Entende-se por este termo o agrupamento funcional incluindo a sala de controle e ambientes adjacentes relacionados, tais como: escritórios, sala de equipamentos, áreas de repouso, sala de treinamento e etc.

A primeira parte apresenta a estrutura básica dos requisitos e procedimentos ergonômicos para o projeto dos centros de controle, contendo nove princípios com recomendações e requisitos que devem ser considerados.

Princípio 1- Aplicação de uma abordagem centrada no usuário. Essencialmente o componente humano, a máquina (*hardware + software*), o ambiente e a atividade de controle devem estar integrados harmoniosamente durante todas as fases do processo de projeto.

Princípio 2- Integração ergonômica na prática da engenharia. A ergonomia e suas ferramentas devem fazer parte do gerenciamento do projeto, sendo consideradas por todos os projetistas e engenheiros envolvidos no planejamento, projeto, implementação e revisão operacional do centro de controle.

Princípio 3- Melhorias de projeto através da interação da ergonomia. Este princípio reconhece que a concepção de projetos de salas de controle tem caráter dinâmico e modifica-se através de vários estágios, sendo importante a integração entre usuários e projetistas.

Princípio 4- Condução de uma 'situação de análise'. Recomenda uma análise de situação de referência em qualquer atividade do projeto ergonômico para que as funções do sistema sejam perfeitamente entendidas e antecipadas.

Princípio 5- Condução da análise da tarefa. Recomenda-se que todos os modos de operação do sistema sejam considerados durante todo o projeto, pois algumas situações podem requerer o dobro ou mesmo o triplo do pessoal.

Princípio 6- Projeto de sistemas tolerantes ao erro. Como o erro humano não pode ser totalmente eliminado, é importante considerar um sistema transigente a falhas.

Princípio 7- Garantia da participação do usuário no projeto. Este princípio reconhece que a participação do usuário através de sua experiência prática é essencial.

Princípio 8- Formação de uma equipe multidisciplinar. Reflete sobre a necessidade de incluir engenheiros de sistemas e processos, ergonomistas, arquitetos e projetistas industriais na equipe, como também, para sistemas existentes, a inserção de usuários ou representante deles na mesma. Para novos sistemas, é importante a participação de futuros usuários, além dos já existentes.

Princípio 9- Criação de uma documentação interna que reflita as bases ergonômicas do projeto. Sua revisão é recomendada sempre que houver modificações.

A segunda parte incorpora os estudos ergonômicos quanto ao arranjo físico e planejamento de todo o centro de controle, visto que o mesmo é formado por vários setores além da própria sala de controle. A partir da definição dos objetivos operacionais, seguido de uma análise da tarefa e suas relações, os setores que compõem o centro de controle são definidos e organizados em um organograma.

As partes três e quatro apresentam os princípios ergonômicos para as estações de trabalho, individuais e em grupos, e a sua disposição na sala de controle. O traçado e as dimensões horizontais e verticais das referidas estações, são enfatizados nesta parte.

A quinta parte trata da seleção e uso dos monitores e controles dentro do ambiente da sala de controle. Na sexta parte requisitos ambientais são descritos: níveis de ruído, iluminação e temperatura, como também o tratamento estético do projeto de interiores. A sétima parte trata dos procedimentos para a avaliação ergonômica dos centros de controle.

Em resumo à norma, Zamberlan (1999) a descreve como uma abordagem centrada no homem, tolerante ao erro, cujo processo de modificação é interativo. Aborda a ergonomia em seu aspecto clássico (antropometria, requisitos ambientais, arquitetura, layout, dispositivos de controle, informação e comunicação) como também em seu aspecto mais contemporâneo (cognição, trabalho coletivo, antropotecnologia e projeto participativo).

É importante considerar que as recomendações descritas na norma são gerais e conseqüentemente não abordam de forma específica as características de cada centro de controle. Cabe a cada centro adaptar os princípios e aplicá-los de acordo com as questões históricas, sociais e culturais dos operadores e demais envolvidos no processo. Para tal, a norma propõe um processo de projeto, apresentado a seguir.

Processo de Projeto Ergonômico – ISO 11064-1

O processo de projeto apresentado na Norma ISO 11064-1(2000) envolve cinco fases que se inicia com um quadro de metas e termina com detalhes de projeto e avaliação. Uma versão simplificada do processo é apresentada na figura 3.1 abaixo.

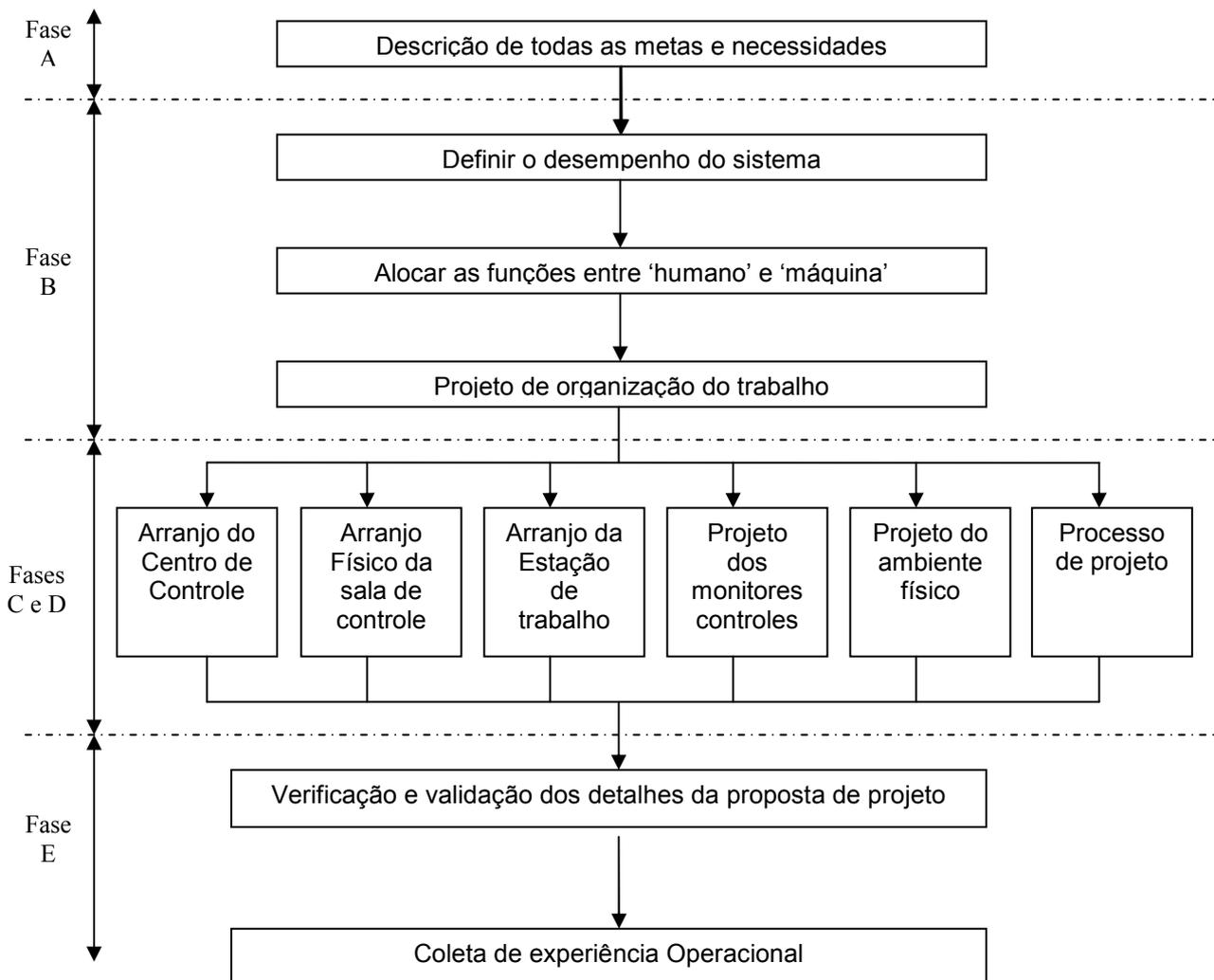


Figura 3.1 – Processo de projeto da ISO 11064-1.

Fonte: Wood, 2001, p.191.

De acordo com a figura 3.1, o processo de projeto, que tem enfoque ergonômico, indica a elaboração de *feedback* durante cada etapa, permitindo retornar à fase inicial se for necessário. As fases podem ser assim descritas:

- a) **Fase A ‘esclarecimento’**: Durante esta fase aspectos como o sistema a ser gerido, calendário de projetos, restrições de equipamentos e projeto de orçamento são determinados. Neste contexto, uma solução ergonômica satisfatória deve ser procurada, levando em conta situações existentes que servirão de referência.
- b) **Fase B ‘análise e definição’**: São enunciados os requisitos de funções e desempenho dos centros de controle, culminando em um anteprojeto com alocação de funções entre o humano/sistema e o projeto de trabalho;
- c) **Fase C ‘desenho conceitual’**: Desenvolvimento inicial do layout da sala, do projeto do mobiliário, dos monitores, controles e interfaces de comunicação que satisfaçam a fase B;
- d) **Fase D ‘desenho detalhado’**: Desenvolvimento dos detalhes ergonômicos associados ao desenho detalhado das especificações necessárias para a construção do centro de controle, equipamentos e mobiliário.
- e) **Fase E ‘Feedback operacional’**: Revisão pela comissão nomeada para identificar os acertos e lacunas no design a ser utilizado em projetos futuros. A participação de futuros usuários ou usuários experientes é indicada para o sucesso do desenho.

O processo de projeto sugerido pela norma, segundo Wood (2001), incorpora os princípios da abordagem ‘top-down’. Esta abordagem, segundo a ergonomia, determina que decisões de problemas como, seleção de equipamentos, práticas operacionais, ambientes de trabalho e seleção de mobiliário, sejam baseadas a partir das demandas operacionais. Em outras palavras, com esse tipo de abordagem, as limitações dos operadores são automaticamente incluídas, bem como, potenciais inadequações entre a capacidade do mesmo e as exigências do sistema são minimizados.

Ainda segundo o autor, a abordagem top-down começa com uma apreciação do sistema, após o qual os objetivos da sala de controle são claramente explicados em termos de medidas de desempenho. O papel do operador, em seguida, é determinado utilizando uma linha base da compreensão das limitações humanas em assuntos como a memória de curto prazo e a capacidade de absorver informações simultaneamente a partir de atividades múltiplas em um período máximo de concentração. O resultado da abordagem resulta no êxito da concepção dos postos de trabalho pelo próprio pessoal da sala de controle.

Zamberlan (1999) indica como ponto negativo no procedimento projetual o fato das etapas do projeto se darem por procedimentos de análise de tarefas, quando poderiam ser incorporados métodos de análise ergonômica das atividades em situações análogas ou de referência e métodos de simulações ergonômicas.

Ainda segundo a autora, *“no processo de elaboração do layout do centro de controle e da sala de controle, a participação dos usuários se dá posteriormente à definição da alocação das tarefas aos homens, às máquinas, à interação entre as tarefas e ao projeto e organização do trabalho. Em resumo, a norma efetivamente avança quanto à incorporação de vários conteúdos ergonômicos, mas deixa em aberto como incorporá-los de forma eficaz e eficiente”* (ZAMBERLAN, 1999, P.27).

3.3 Ergonomia do ambiente construído

Toda atividade humana é realizada em um determinado espaço e de acordo com a sua adequabilidade. Esses ambientes podem contribuir de forma positiva ou negativa na realização das atividades dos usuários que deles se utilizam.

Em um determinado ambiente de trabalho, dois grupos de elementos são de fundamental importância no processo de avaliação: os aspectos organizacionais – recursos humanos, normas gerais e específicas que disciplinem a organização do trabalho – e os aspectos ambientais – concepção espacial dos ambientes e postos, layout dos equipamentos e conforto ambiental. (BINS ELY, 2003)

Nessas circunstâncias, as preocupações com o ambiente físico em muitos casos de análise ergonômica têm exigido a participação dos arquitetos, por serem os profissionais mais fortemente envolvidos no tema. Para Bins Ely (2003), com a junção da arquitetura e ergonomia poder-se-ia criar ambientes atrativos e funcionais e a melhor estratégia para esta junção seria durante o exercício projetual, momento em que os princípios da ergonomia seriam incorporados ao projeto de ambientes físicos.

A atividade projetual do arquiteto deve levar em consideração as necessidades físicas, cognitivas e psíquicas das pessoas que vivenciam os espaços e dispõem ali a maior parte do tempo de suas vidas. Segundo Rosciano (2002), esses espaços deveriam ser mais humanos e seu projeto deveria ter como pressuposto o estudo das relações sociais que se formam a partir de um dado contexto da organização da produção e do trabalho.

Villarouco (2007) enfatiza a necessidade do arquiteto em sua atividade projetual, de ter como elemento primordial e fundamental o usuário, considerando a total complexidade do ser humano, em seus aspectos físicos, culturais, psico-sociais e cognitivos.

As necessidades funcionais dos usuários (físicas/cognitivas), segundo Bins Ely (2003), estão diretamente relacionadas com as exigências da tarefa. Para que o ambiente atenda a estas exigências, o arquiteto deve prioritariamente considerar: dimensão e forma do espaço, equipamentos e mobiliários, fluxos de circulação e disposição dos móveis (layout) e conforto ambiental.

Ainda segundo a autora, as necessidades estéticas ou formais estão diretamente ligadas às sensações provocadas pelo ambiente e relacionadas com as preferências ou valores dos indivíduos, dependendo de sua história pessoal e de seu contexto sócio-cultural.

Contudo, ao abordar a Ergonomia do Ambiente Construído, tem-se o costume de dar maior ênfase às necessidades funcionais do indivíduo, mais especificamente aos aspectos ambientais, ou seja, o conforto térmico, acústico e lumínico, por ser este sistema historicamente trabalhado na arquitetura.

Nesse sentido, a responsabilidade do arquiteto ergonomista não se restringe apenas ao desenho de ambientes eficazes quanto às necessidades funcionais dos usuários, tais como conforto e segurança, na realização de suas atividades, mas também em compreender as suas necessidades formais e estéticas a fim de lhes proporcionar um espaço agradável, de prazer e bem-estar.

Portanto, olhar um projeto com olhos de ergonomista não é apenas deter-se a medidas técnicas e questões antropométricas, como medidas e alturas de mobiliários, mas acima de tudo uma abordagem mais completa, ou seja, levando em consideração os princípios da Ergonomia, que contempla as características humanas no desenvolvimento de suas atividades e tarefas realizadas (FONSECA, 2007).

3.4 Fatores Ambientais para o projeto de salas de controle

Ao interagir com o ambiente físico, o comportamento humano sofre interferências dos fatores que compõem estes ambientes. Entende-se portanto que um local com boas condições físicas, permite ao indivíduo desenvolver suas atividades de forma satisfatória, além de garantir a sua saúde física e mental. Dessa forma, compreender o papel do ambiente físico na vida das pessoas é imprescindível.

Abrantes (2001), ao analisar ambientes de escritórios, destaca a importância de se levar em consideração alguns fatores que, com maior ou menor intensidade, interferem no rendimento da máquina humana, como por exemplo:

- a) *Aspectos Técnicos*: iluminação, acústica, temperatura interna, formato do ambiente, localização, etc;
- b) *Aspectos Materiais*: móveis, arquivos, armários, divisórias de ambiente, etc;

- c) *Aspectos Psicológicos*: definição e fronteiras dos espaços, agrupamento de pessoas, comunicação humana, cores, design, configurações do layout, etc.

Nas recomendações dos itens que se seguem, fatores ambientais quanto ao layout e ambiências em salas de controle, foram definidos e recomendados a partir da pesquisa em autores que desenvolveram trabalhos específicos na área, tais como Maia (2002), Pons (2004), Santos & Zamberlan (1992), Zamberlan (1999), Grandi (2006), como também buscou-se dados na literatura de ergonomia, Araújo (2003), Cruz (2006), Kroemer & Kroemer (2001), Moraes & Pequini (2000). Em sua maioria, as recomendações foram encontradas na publicação da Organização Internacional para Padronização (ISO), de número 11064.

3.4.1 Arranjo Físico

O layout ou arranjo físico é um reflexo dos princípios organizacionais da empresa e está afetado significativamente pelo nível tecnológico alcançado. Ao conceituá-lo, Curry (1994) o descreve como o “*arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços da organização*”. Compreendendo a preocupação com a adaptação das pessoas ao ambiente de trabalho, envolvendo ainda a disposição de mobiliário, equipamentos e matérias-primas.

Ao longo da história, vários modelos de arranjo físico foram desenvolvidos de acordo com as exigências de seu tempo. No entanto, segundo Fonseca (2004), pode-se dizer que estes modelos consistem em variações de dois tipos básicos de arranjos:

1. O layout compartimentado de salas fechadas
2. O layout em planta livre

Segundo a autora, os espaços de trabalho em salas fechadas são os mais apropriados para locais onde se realizam tarefas complexas ou que exigem maior grau de concentração e atenção, como as salas de controle, por oferecerem maior privacidade e proteção contra o ruído e as distrações visuais. Por outro lado, para tarefas simples e que exigem pouca concentração e atenção, os ambientes de planta livre apresentam-se como os mais adequados.

A Norma ISO 11064-3 (2002), Control Room Layout, apresenta princípios ergonômicos que podem contribuir para um bom planejamento do arranjo físico em salas de controle.

Segundo a norma, em uma sala de controle, o layout deve ser pensado a partir da localização do painel ou da tela de monitoramento. Partindo desse conceito, os postos de trabalho dos operadores deverão estar voltados para a mesma e dimensionados a partir dos equipamentos a serem introduzidos. Para tal, devem ser definidos os meios de informação visual, como telas, monitores e microcomputadores, e os de informação verbal, como telefones e rádios.

No desenvolvimento do layout deve-se destinar uma área adequada para cada tarefa executada. Maia (2002) destaca que os agrupamentos dessas áreas devem ser organizados segundo as necessidades de cada projeto, como por exemplo:

- Área destinada aos trabalhos de controle, supervisão e administração de processo;
- Área destinada ao descanso dos operadores;
- Área destinada ao *coffee break*;
- Áreas para emissão de permissão de trabalhos, reuniões e estudos;
- Área de fácil acesso para arquivamento de informações utilizadas pelos operadores (tais como desenhos, planilhas, manuais...). Deve também ser considerada a possibilidade da utilização de arquivamento de documentos, via computador.

A ISO 11064-3 (2002) sugere que o espaço destinado para visitação não ocasione perturbações no desenvolvimento da atividade dos operadores, como também não permita a visibilidade das áreas destinadas às atividades informais, como, por exemplo, a de descanso. As áreas destinadas à circulação devem acontecer em espaço adicional e não atrapalhar a operação.

Segundo Wood (2001), a seleção de um espaço apropriado é fundamental para a execução de um arranjo físico satisfatório para as salas de controle, inclusive é importante prever uma área para futuras expansões dos postos de trabalho em 25%. Quanto às dimensões espaciais, a norma aconselha um cálculo entre 9m² e 15m² por estação de trabalho. Nas salas onde são utilizadas telas com projeções acima das referidas estações é

necessário que se contemple um espaço maior para as áreas que não são utilizáveis, como as de apoio e as situadas próximas às telas.

Ainda segundo o autor, muitas vezes pode acontecer que a área calculada no projeto pode não estar apropriada, devido às limitações do edifício, tais como, pilares, grandes painéis de vidro, área para abertura de portas e cantos de paredes, como também salas longas e estreitas que diminuem as possibilidades do arranjo funcional dos postos de trabalho, apesar destas apresentarem a mesma área de uma sala quadrada.

Um importante aliado para o projeto de novas situações de arranjo físico é a análise do trabalho através de uma situação existente. Wisner (1987) destaca que toda análise nos mostra, muitas vezes, a distância do trabalho prescrito e do trabalho real praticado pelos operadores. Esta prática se difere até de região para região, ressaltando a importância do estudo direcionado para a específica situação em projeto.

A flexibilidade é outro fator que deve ser levado em consideração, permitindo o ajuste das diferentes situações operacionais. Numa sala de controle existem diferenças de cada operador, tais como dimensão, sexo e comportamento, como também variadas situações típicas de trabalho, como períodos calmos e períodos de emergência, paradas, operações de partida, testes, etc. A norma ISO 11064-3 (2002) também ressalta a necessidade de permitir o acesso de pessoas ou operadores portadores de necessidades especiais.

Quanto aos desníveis do piso, a norma cita que diferentes níveis podem oferecer vantagens para a visualização de áreas, assim como para a supervisão e distinção dos espaços “públicos”. No entanto cita também que um único nível oferece grande flexibilidade para futuras trocas e para a movimentação de equipamentos e pessoas, principalmente as que têm necessidades especiais.

Mas para esse tipo de solução a norma faz uma ressalva quanto à necessidade de um pé direito estrutural mínimo de 4,00m, permitindo também a utilização de iluminação indireta, a instalação de displays de uso comum fora do posto de trabalho e o rebaixamento do teto necessário para maior facilidade na manutenção e instalações (Figura 3.2).

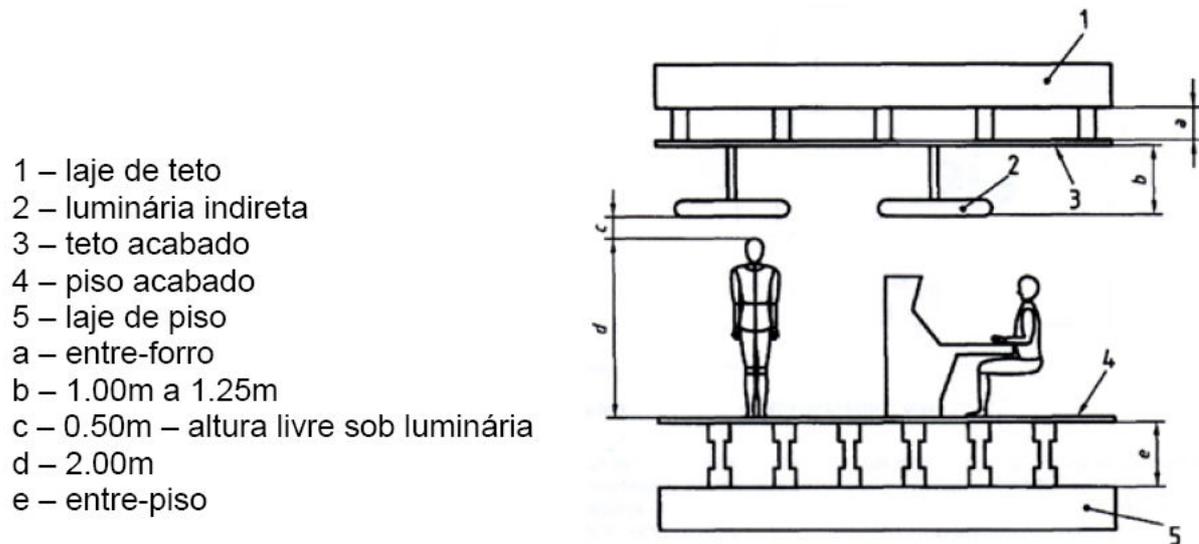


Figura 3.2 – Dimensões verticais da sala de controle.

Fonte: ISO 11064-3, 2002.

Ainda de acordo com a norma, os acessos às salas de controle devem ser localizados a partir dos seguintes fatores: a) se o operador tem a função de controlar os acessos, a localização dos mesmos deve estar dentro do seu campo visual; b) em situações de acesso restrito, deve ser destinada uma área de espera; c) a supervisão deve ficar localizada próxima à operação e à entrada da sala, assim como as atividades de apoio; d) as dimensões do acesso devem levar em consideração a acessibilidade e a movimentação dos equipamentos, e para uma melhor segurança e controle, é necessário destinar um acesso de entrada/saída e outro adicional para saída de emergência.

Duarte e Goldenstein (2002, *apud* PONS, 2004) indicam que as entradas e saídas da sala de controle devem ser localizadas fora do campo visual do operador, mas não atrás do mesmo para evitar constrangimentos.

É importante levar em consideração a presença de janelas no ambiente das salas de controle. Em alguns tipos de salas, por questões operacionais, é fundamental o uso de janelas, como por exemplo as localizadas em torres de controle de aeroportos. Em outros casos, segundo a norma, essa alternativa só é recomendável por razões psicológicas. As referências naturais no ambiente de trabalho são importantes para manter o ritmo diurno/noturno e o balanço emocional do operador.

Faraco (2007) destaca a importância de se adequar o projeto de arquitetura na locação e detalhamento de aberturas, aos ambientes de trabalho informatizados. Em linhas gerais, a autora traça recomendações baseadas em diversos autores e da própria norma ISO 11064-3 (2002), relativas às janelas em ambientes com uso intenso de *displays*. São elas:

- Estabelecer a posição das estações de trabalho de forma que os ocupantes dentro de condições normais não tenham visão direta do céu. Estações de trabalho próximas às janelas devem ser orientadas de forma que a linha de visão do usuário seja paralela. Não deve haver estações muito próximas às janelas, a não ser que estas sejam fontes primárias de observação. Em salas de controle, quando situadas à esquerda ou à direita de uma estação de trabalho, as janelas devem guardar uma distância mínima de 3,00m para a mesma.
- Reduzir a visão do céu através da utilização de equipamentos externos como brises, beirais, cobogós, prateleiras de luz, persianas, venezianas, tela solar, etc., especialmente indicados para climas mais quentes por possibilitarem também redução da carga térmica. Para reduzir o brilho da luz do sol, são admissíveis os vidros de tonalidade clara, pois tonalidades escuras podem distorcer muito a visão do exterior.
- Utilizar sistemas de envidraçamento com transmitância em torno de 2 a 10% e que preservem a visão e a cor da imagem exterior. Embora a economia de energia e o aproveitamento da luz natural sejam aparentemente pequenos, serão mais contínuos, uma vez que os usuários não terão necessidade de fechar persianas ou cortinas que poderiam eliminar o ofuscamento e reflexos causados pelos vidros de baixa transmitância.
- Reduzir a luminância do plano da abertura através da utilização de equipamentos internos de sombreamento, como persianas e cortinas. Esses equipamentos devem permitir controle do acionamento e regulagem pelos usuários e é desejável que sejam automatizados e preservem a imagem do exterior.
- Aumentar a luminância do entorno da abertura usando, por exemplo, acabamentos em cores claras.

- Produzir contraste gradativo entre a visão externa e a interna através de elementos construtivos da janela como guarnição, montantes e molduras.

A norma ISO 11064-3 (2002) ainda acrescenta que as janelas para o exterior podem também ser incluídas em ambientes de reunião e relaxamento. Na sala de controle pode também ser previsto o uso de janelas internas, tanto para fornecer informações ao operador como também para a visualização da sala por supervisores ou visitantes. Porém alerta para que os visitantes não tenham acesso à visão de informações confidenciais e nem às tarefas informais dos operadores através dessas janelas.

3.4.2 Ambiências Físicas

Condições ambientais como ofuscamentos, ruídos e excesso de calor, interferem na qualidade do meio ambiente, causando desconforto e podem vir a provocar problemas de saúde nos usuários. A observação e o cumprimento dos parâmetros técnicos relacionados com os fatores ambientais são fundamentais para se buscar equilíbrio, conforto e produtividade. Abrantes (2001) lista a seguir as reações nos indivíduos causadas por fatores de desconforto:

- *Temperatura*: interfere no humor, bem-estar e desempenho;
- *Qualidade do ar*: interfere no bem-estar e saúde;
- *Iluminação*: pode causar depressão, cansaço e stress;
- *Ruído*: pode causar irritabilidade e falta de concentração;
- *Layout*: pode causar depressão, irritabilidade, etc.

Certamente esses fatores não são os mais impactantes na atividade de controle, mas a otimização da utilização dos recursos ambientais tendem a contribuir na melhoria do trabalho. Neste item serão apresentados fatores que se referem à iluminação, conforto térmico e acústico em salas de controle, definidos e recomendados pela literatura.

3.4.2.1 Ambiência Luminosa

A quantidade de luz natural ou artificial no nível da situação de trabalho, entende-se por ambiência luminosa. Para Kroemer & Kroemer (2001), podemos considerar como confortável quanto aos aspectos da iluminação, um ambiente de escritório que:

- Nos permita ver claramente e prazerosamente o que queremos ver;
- Previna claridade e indesejados pontos de luz em nosso espaço;
- Seja satisfatório em termos de contrastes e cores.

Nos dias atuais o uso intenso do computador mudou drasticamente a natureza do trabalho nos escritórios. Essas modificações introduzidas por esta informatização, são resumidas pela ISO 9241-6 (2005) da seguinte forma:

- O principal objeto visual da tarefa não está mais no plano horizontal da mesa. O monitor de vídeo está na posição vertical;
- O principal objeto visual da tarefa pode guardar forte dependência do ambiente, em função de reflexões, perda de contraste ou distorção de informações em cor causada pela luz ambiente;
- A elevação da linha do olhar torna necessário considerar mais fortemente as características do ambiente visual/lumínico, pois grande parte de luz passa a estar dentro do campo de visão do trabalhador.

Da mesma forma dos escritórios, nas salas de controle as atividades são realizadas basicamente com terminais de vídeo, apesar de ainda se utilizar o papel, e os princípios aplicáveis ao projeto de iluminação em escritórios são em grande parte aplicáveis às salas de controle, embora seja importante lembrar que há uma variedade e quantidade maior de displays, podendo ocasionar a demanda por análises adicionais.

No projeto de iluminação da sala de controle, a norma ISO 11064-6 (2005) determina como foco central o conforto visual, possibilitando o adequado desempenho da tarefa de controle e provê condições de atenção e bem estar dos operadores. A figura 3.3 apresenta os principais fatores envolvidos nesses projetos.

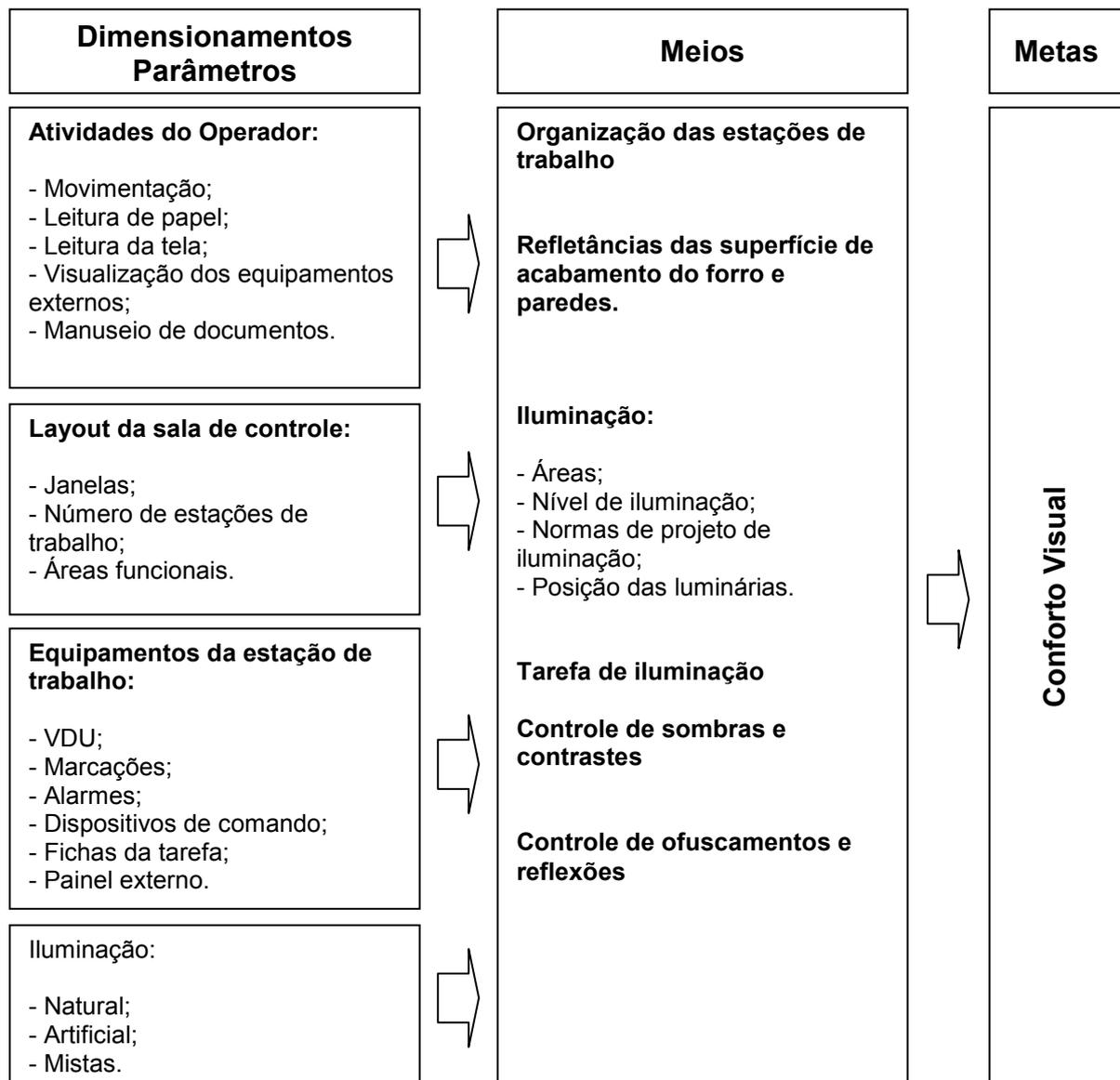


Figura 3.3 – Principais fatores envolvidos no projeto de iluminação de centros de controle.

Fonte: ISO 11064-6, 2005.

De acordo com a figura 3.3, a norma enfatiza a necessidade de promover o contraste adequado entre os diversos componentes do sistema, tais como, posto de trabalho, entorno, monitores, etc, evitar o ofuscamento nos monitores, possibilitar controle e entrada de luz natural, e determinar o nível de iluminação de acordo com as atividades desenvolvidas e o arranjo físico do ambiente, sempre com a devida atenção ao índice de reflexão dos materiais utilizados.

A qualidade da ambiência luminosa é medida a partir das variáveis: iluminação, luminância e contraste. A iluminação (em lux) representa a quantidade de luz que chega ao posto de trabalho. A luminância (em cd/m^2) representa a quantidade de luz que vai finalmente penetrar nos olhos e estimular a retina. Se a luminância é muito alta, há o risco de ofuscamento, o que implica uma visão difícil ou impossível, e mesmo um risco de lesão na retina em casos extremos. (MILLANVOYE, 2007)

O ofuscamento pode ser produzido pela presença de luz, janelas ou áreas excessivamente brilhantes em relação ao nível geral do ambiente ao qual o olho foi acostumado. Se o fundo for mais brilhante que o objeto, haverá redução de eficiência visual devido ao ofuscamento. As figuras 3.4 e 3.5 a seguir demonstram alguns exemplos do que foi acima citado.

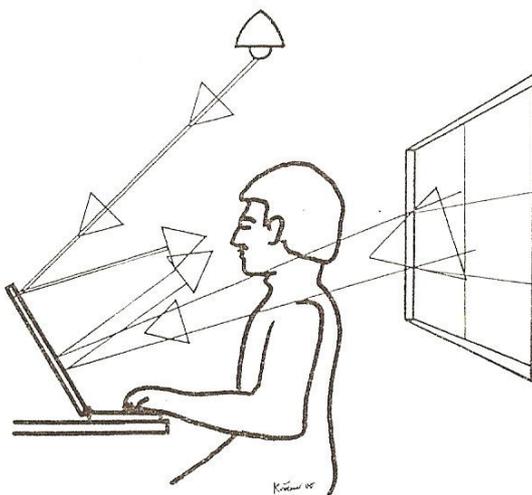


Figura 3.4 – Luz indireta na superfície do monitor causada por uma luminária ou pela janela.

Fonte: Kroemer & Kroemer, 2001. P. 205

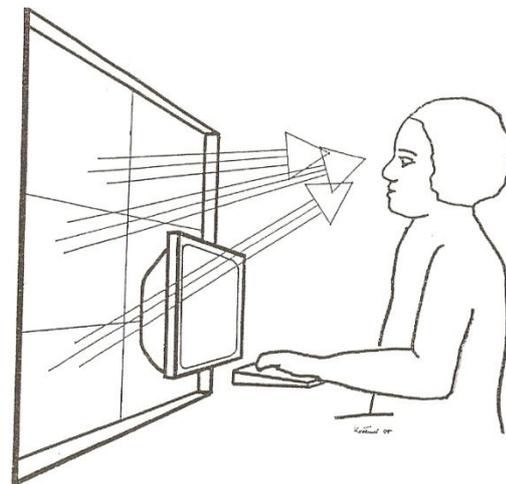


Figura 3.5 – Ofuscamento causado pela luz direta advinda da janela refletindo diretamente nos olhos.

Fonte: Kroemer & Kroemer, 2001. P. 206

Evitando o ofuscamento através de um projeto de arranjo físico adequado, o uso combinado entre a luz natural e artificial é bastante recomendado na literatura. Para Guimarães (2004) a luz natural proporciona ambientes mais agradáveis, que transmitem a sensação de bem estar e proporcionam a percepção dos objetos pela cor e contrastes naturais. No entanto, esta situação apresenta-se inadequada para uma sala de controle, que costuma estar situada em ambientes fechados.

Apesar disto, Duarte & Cordeiro (2002) em um estudo de salas de controle na indústria petroquímica, sugeriu a introdução da iluminação natural através da abertura de janelas com o objetivo de reduzir a sensação de confinamento e criar um referencial de tempo e de condições meteorológicas para os operadores, favorecendo a auto-regulação do organismo.

Determinar o nível de iluminação em uma sala de controle é uma tarefa complexa, pois ao mesmo tempo em que o operador necessita de pouca iluminação para visualizar os monitores e painéis, ele necessita de mais luz para ler e escrever.

Castro (2004), ao realizar um projeto luminotécnico para uma sala de controle, sugere a utilização de iluminação indireta acima dos consoles, através de pendentes que refletiriam a luz para o forro e possuiriam o corpo opaco, deixando o operador livre dos reflexos nas telas e do ofuscamento (Figura 3.6).

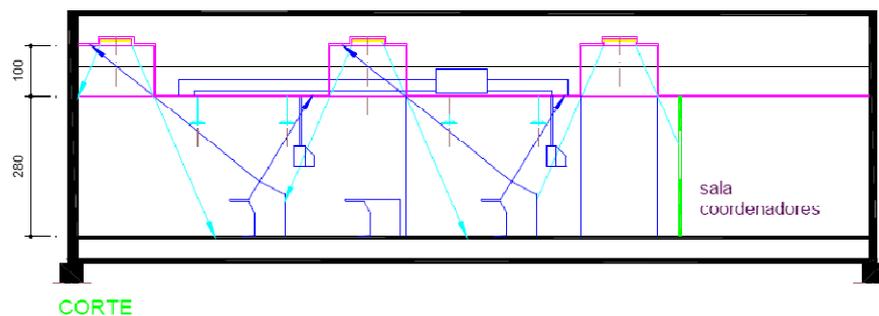


Figura 3.6 – Corte transversal da sala de controle.

Fonte: Castro, 2004, p.6

De acordo com a figura, as setas na cor azul escuro mostram que o operador não enxergará as luminárias quando estiver sentado em seu posto, e nem através do visor como forma de reflexo. As setas na cor azul claro apontam que os olhos do operador se encontram fora da região de incidência direta dos raios luminosos, existindo pouca probabilidade de ofuscamento.

Como suplemento para a iluminação geral, a autora determinou luminárias posicionadas nos postos de trabalho, permitindo uma certa flexibilidade ao operador para aumentar ou diminuir a iluminância, de acordo com a sua vontade.

Também é encontrada na ISO 11064-3 (2002), a necessidade de utilização da iluminação indireta a fim de minimizar os reflexos nas telas dos monitores, seja por reflexão do teto ou com o uso de luminárias com difusor parabólico e aletas anti-reflexivas.

Dessa forma, para um atendimento adequado do projeto de iluminação às diferentes atividades do operador, é necessária a combinação de diferentes fontes de luz e o controle da potência instalada no posto de trabalho.

De acordo com os estudos pesquisados, diferentes índices de iluminação adequados às salas de controle foram encontrados. São eles:

- a) Kroemer & Kroemer (2001) recomenda entre 200 a 500 lux para manter uma iluminação aceitável dos monitores em escritórios informatizados. Esta iluminação deve ter um pouco de regulagem, especialmente para as ocasiões da leitura de textos em papéis, isto deve permitir acender uma lâmpada específica diretamente no campo visual que necessite de mais luz, sem que interfira no aumento do nível de iluminação geral do escritório.
- b) A ISO 11064-6 (2005) determina valores entre 200 e 750 lux para as superfícies de trabalho que incluam atividades de leitura de documentos, com um limite de 500 lux onde são usados monitores.

É importante trabalhar com o nível de iluminação adequado a cada atividade. Nos casos de iluminação ruim ou de tarefa visual desgastante, como é o caso do trabalho frente ao monitor, aparece progressivamente uma fadiga visual, proporcional à dificuldade e ao tempo de exposição. (MILLAVOYE, 2007)

A fadiga visual ocorre pelo esgotamento de pequenos músculos ligados ao globo ocular, que passam a ficar avermelhados e lacrimejantes, ocorrendo também aumento da frequência do piscar, o que gera desconforto e muitas vezes a perda da nitidez ou a duplicação da imagem. Em casos extremos pode vir a provocar dores de cabeça, náuseas e irritabilidade emocional. Esses efeitos visuais reforçam a dificuldade da tarefa e a situação do operador tende a se deteriorar ainda mais. (MILLAVOYE, 2007)

3.4.2.2 Ambiência Térmica

A partir das mudanças sofridas pelo trabalho com a crescente mecanização e industrialização da sociedade, um número maior de pessoas passam grande parte de suas vidas em ambientes climatizados artificialmente. Neste contexto, há um aumento no interesse das condições ambientais, cujo objetivo é criar ambientes para a ocupação humana que sejam adequados para que cada indivíduo esteja em conforto térmico.

Conforto térmico, conforme a ANSI/ASHRAE Standard 55 (2004, *apud* GRANDI, 2006), é a condição da mente que expressa satisfação em relação ao ambiente térmico. A partir dessa definição, o conforto térmico é um processo cognitivo que envolve fatores físicos, fisiológicos e psicológicos.

Neste contexto, diversos fatores podem influenciar o conforto térmico das pessoas, como temperatura, velocidade do ar, umidade, suas variações e os parâmetros pessoais de metabolismo e vestimentas, considerados como fatores primários.

Segundo Grandi (2006) a **taxa metabólica** (*m*) corresponde à quantidade de energia liberada pelo corpo para o desempenho das atividades, que pode ser expressa por uma unidade *met*, onde 1 *met* é igual a 58,2 w/m². A taxa metabólica varia dependendo da atividade, pessoa e condições nas quais a tarefa é realizada. A tabela 3.1 aponta dados de referência em função da atividade realizada.

Atividades típicas de escritórios	W/ m²	Met
Lendo, sentado	55	1.0
Escrevendo	60	1.0
Digitando	65	1.1
Arquivando sentado	70	1.2
Arquivando em pé	80	1.4
Caminhando	100	1.7

Tabela 3.1 - Taxas metabólicas. Fonte: Grandi (2006, p. 29)

Entende-se por vestimenta a camada de isolamento entre o corpo e o ambiente. O isolamento das vestimentas (*I_{cl}*) é expresso dentro de unidades clo, e obtido a partir de tabelas específicas, levando em consideração que as pessoas trocam suas roupas de acordo com a estação do ano. A ASHRAE Standard – 55 (2004, *apud* GRANDI, 2006) especifica as zonas de conforto no verão e no inverno para os níveis apropriados de isolamento térmico da vestimenta (*I_{cl}*) de 0,5 a 1,0 clo, respectivamente.

Ao se estudar conforto térmico, também são considerados os parâmetros subjetivos que, de acordo com Grandi (2006) correspondem aos votos de sensações e preferências térmicas das pessoas em relação ao ambiente, coletados a partir de tabelas normalizadas. A escala normalmente utilizada em estudos de conforto térmico é a escala de sete pontos de percepção térmica e de preferência apresentada pela norma ISO 10551 (1995), conforme tabelas 3.2 e 3.3.

Com muito calor	+3
Com calor	+2
Levemente com calor	+1
Neutro (nem calor nem frio)	0
Levemente com frio	- 1
Com frio	-2
Com muito frio	-3

Tabela 3.2 – Escala de percepção térmica da ISO 10551 (1995).

Bem mais quente	+3
Mais quente	+2
Um pouco mais quente	+1
Assim mesmo	0
Um pouco mais frio	- 1
Mais frio	-2
Bem mais frio	-3

Tabela 3.3 – Escala de preferência térmica da ISO 10551 (1995).

Ao buscar uma zona de conforto térmico apropriada aos padrões brasileiros, Lida (2001), determinou como ideal a temperatura efetiva entre 20° e 24° C, com umidade relativa de 40 a 60%, com uma velocidade do ar na ordem de 0,2 m/s e as diferenças de temperatura em um mesmo ambiente não devem ser superiores a 4° C.

Maia (2002) citando Santos (1997), descreve alguns cuidados que podem ser tomados para melhorar o conforto térmico, tais como:

- Especificar equipamentos elétricos e eletrônicos que emitam pouco calor;
- Direcionar a emissão dos fusos de ar condicionado a fim de que fiquem afastados dos operadores e postos de trabalho;
- Manter temperatura entre 20° e 22° C no verão e 24° e 26° C no inverno;
- Manter nível de umidade do ar acima de 30%. De preferência mantê-lo entre 40 e 60%, já que abaixo de 40% proporciona aumento de eletricidade estática e, acima de 60% é desconfortável.

De acordo com a ISO 11064-6 (2005) a temperatura adequada deverá estar entre 23° C e 26° C, com variação de 1,5° C, velocidade do ar menor que 0,15 m/s e umidade entre 30 e 70%. Para a especificação térmica dos ambientes, a norma indica fatores que devem ser levados em consideração, tais como, o tipo de atividade desempenhada, o vestuário dos operadores, o número de pessoas, a localização geográfica do edifício, a dissipação de calor da iluminação e dos equipamentos, a transferência térmica das paredes externas, o número de janelas e portas, as propriedades de proteção dos materiais de construção e, se for o caso, a pressurização do ambiente.

Moraes & Pequini (2000) fazem uma ressalva a estes tipos de padrões adotados, pois os mesmos são de autoria de ergonomistas de países de clima frio ou temperado, o que significa que se deve adotá-los no Brasil com cautela.

É também recomendado pela norma o cuidado a ser tomado com o direcionamento das saídas e entradas de ar, evitando que fiquem próximas ao operador, assim como a criação de zonas de temperatura intermediárias para evitar o choque térmico na movimentação de entrada e saída da sala.

3.4.2.3 Ambiência Acústica

A exposição a ruídos no local de trabalho, compreende-se como ambiência sonora. O ruído é uma mistura mais ou menos complexa de sons de frequência diferentes. Estudos sobre seus efeitos na audição compreendem três parâmetros: o nível sonoro, a frequência e a duração da exposição (MILLANOYE, 2007).

As atividades realizadas nas salas de controle são em grande parte de natureza mental e exige-se um nível de concentração alto. Se os operadores estão expostos ao ruído, correm o risco de serem perturbados e incomodados, tendo que aumentar o nível de concentração para evitar erros. Segundo Millanvoye (2007), o incômodo sonoro provém do antagonismo que existe entre a concentração necessária para a tarefa e a perturbação causada pelo ruído, manifestando-se a partir de 60 a 65 dB(A).

A Norma Regulamentadora NR17 indica que em postos de trabalho onde sejam realizadas atividades que envolvam solicitação intelectual e atenção constante, os níveis de ruído não ultrapassem os 65 dB. A Norma ISO 11064-6 (2005) considera que o nível de ruído não ultrapasse dos 45 dB e indica que, quando necessário, a consultoria de um especialista em acústica seja requisitada.

No projeto de acústica para uma sala de controle na indústria petroquímica, Duarte e Cordeiro (2002) adotaram a fixação das placas do piso elevado na área central da sala (principal área de circulação), a fim de se evitarem os ruídos provocados pelos deslocamentos de pessoas e cadeiras. Foi também sugerida a utilização de um sistema eletrônico de mascaramento acústico para garantir a comunicação entre operadores próximos, bem como a privacidade entre operadores distantes, visto que o grau de concentração dos operadores de cada área não deveria ser perturbado por ruídos e pela conversação oriundos de outras unidades.

Em uma sala de controle de uma indústria petroquímica, a empresa CRD - *Control Room Design*² adotou soluções para absorver os ruídos causados pela voz, rádios, tráfegos, etc; tais como utilização de placas metálicas perfuradas no forro, painéis acústicos nas paredes e carpete no piso (Figura 3.7).

² Disponível em: <http://controlroomdesign.com/index.html>

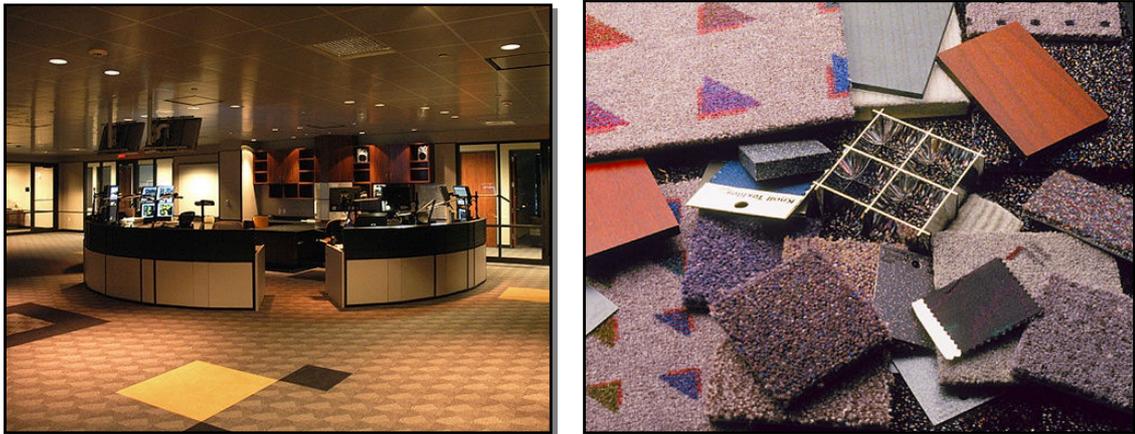


Figura 3.7 – Sala de controle de uma indústria petroquímica e exemplos de materiais utilizados nas paredes, teto e piso.

Fonte: http://controlroomdesign.com/_wsn/page3.html

3.4.3 Design de Interiores e Estética

As cores, texturas e materiais em uma sala de controle devem ser selecionados de modo a que venham a proporcionar um ambiente agradável ou, citando Moraes & Pequini (2000), a procurar amenizar as condições desfavoráveis de certas tarefas, como a sobrecarga física e a monotonia.

No ambiente, a cor implica em variáveis como a segurança, o conforto visual, o desempenho operacional, a sensação emocional e a estética. Para Moraes & Pequini (2000) cumpre procurar a harmonia de todos esses fatores para tornar o ambiente mais ergonômico.

lida (2001) enfatiza que a cor exerce influência sobre o estado emocional, a produtividade e a qualidade do trabalho. Sendo assim, o homem apresenta diversas reações às cores, que podem deixá-lo triste ou alegre, calmo ou irritado.

A norma ISO 11064-6 (2005) corrobora recomendando que:

- As paredes devem ter acabamentos com cores fracas, evitando o uso excessivo de acabamentos escuros ou luminosos em grandes superfícies. O gradiente de cores consiste em forros mais claros do que as paredes e estas, por sua vez, são mais claras que o acabamento do piso.
- A variação de texturas e cores deve ser oferecida a fim de favorecer o relaxamento.
- Grandes diferenças de contraste entre mobiliários e equipamentos devem ser evitadas, assim como superfícies com cores refletivas.
- O uso de plantas, ou outras formas de relaxamento visual, devem ser previstos para oferecer variação de textura e cores à rigidez geométrica imposta pelas estações de trabalho, displays e equipamentos.

Por fim, é importante ressaltar que todos os materiais de acabamento escolhidos devem levar em consideração o desgaste e o esforço adicional de 24h de uso, prevendo superfícies que facilitem a limpeza e sejam de fácil manutenção. (ISO 11064-6, 2005)

3.5 Condições para o uso do sistema informatizado

O sistema informatizado é composto pela combinação do humano e a máquina, interagindo com um ambiente físico e social que o comporta. Para Karwowski (2006) as características deste ambiente tem um impacto na estrutura e na execução geral do sistema.

O sucesso do projeto ergonômico de uma estação de trabalho deve levar em consideração os aspectos demonstrados na figura 3.8. A interação entre a tarefa, os movimentos e as atividades afeta e é influenciada pela estação de trabalho, incluindo a bancada, a cadeira e os equipamentos, e o ambiente.

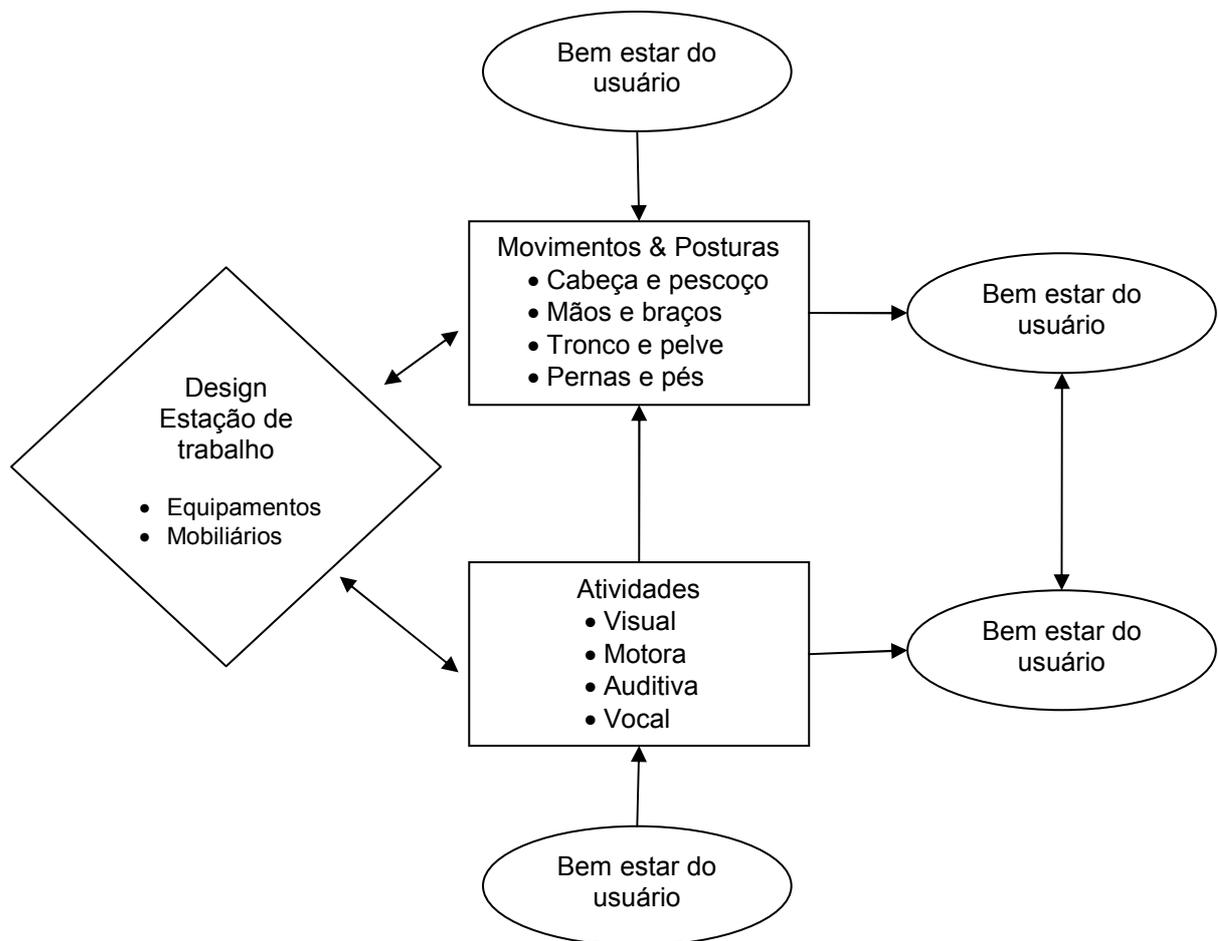


Figura 3.8 – Pessoas, tarefas, estações de trabalho e performance.

Fonte: Kroemer & Kroemer, 2001, p.77.

Para auxiliar no planejamento da tarefa e da estação de trabalho, Kroemer & Kroemer (2001) sugere três opções de *links* entre o usuário e a tarefa:

- O primeiro *link* corresponde à interface visual: Este deve olhar para o teclado, tela do computador e documentos de consulta.
- O segundo *link* é a manipulação: as mãos que teclam, o mouse, a manipulação da caneta, papéis e o telefone. A intensidade dos requerimentos visuais ou motores depende especificamente do tipo de trabalho desenvolvido.
- O terceiro *link* corresponde à sustentação do corpo: contempla a superfície de assento que abriga as coxas e nádegas, o apoio para as costas e o apoio dos braços.

A partir da modernização das salas de controle, os painéis sinóticos vêm sendo aos poucos substituídos pelos computadores. Para abrigar os equipamentos do sistema informatizado, novas estações de trabalho são necessárias, surgindo novos tipos de problemas, como por exemplo, quando o mobiliário (mesa/cadeira) não está adequado ao usuário e a atividade que nele será realizada.

Além dessas mudanças, o trabalho em turno, onde diferentes pessoas ocuparão o mesmo posto em horários diferentes, exigem uma mobília flexível. Assim, o projeto ergonômico de estações de trabalho deve levar em consideração os padrões comportamentais dos usuários, a observação dos requisitos do sistema humano-tarefa-máquina e das exigências da tarefa. (MORAES & PEQUINI, 2000)

3.5.1 O mobiliário

O mobiliário utilizado no trabalho informatizado deve levar em consideração as características antropométricas dos usuários. A norma ISO 11064-4 (2004) estabelece o percentil 5 ao 95 da população de usuários para o dimensionamento das estações de trabalho. Os parâmetros propostos podem ser utilizados de acordo com as características dos usuários, como por exemplo, se a população for composta pelos dois gêneros, masculino e feminino, deve ser considerado o percentil 5 feminino e o 95 masculino.

Neste contexto, para atender a todos os percentis, o mobiliário deve contemplar a flexibilidade como princípio projetual básico. Por consequência do trabalho contínuo, são exigidos ajustes de altura do teclado e de altura e distância da tela, assim como deve ser facilitado o manuseio dos mesmos. (MORAES & PEQUINI, 2000)

De acordo com a ISO 11064-4 (2004), as estações de trabalho devem ser ajustáveis para acomodar todos os perfis de usuários. Estes ajustes contemplam a altura da mesa, espaços para os pés, distâncias visuais e a orientação de displays. A norma também enfatiza a necessidade do fácil manuseio dos mecanismos de ajuste.

No projeto das estações de trabalho, segundo Kroemer & Kroemer (2001), três considerações entre o usuário e a tarefa devem ser analisadas, são elas:

- a) *Interface visual*: considera a forma como o usuário visualiza o teclado, o monitor e os documentos ao longo da tarefa. Diversos estudos têm comprovado que objetos que focamos com mais frequência devem estar localizados diretamente à nossa frente, com distância conveniente à altura dos olhos. Caso sejamos forçados a girar a cabeça para o lado ou inclina-la para baixo e para cima em função de ver o monitor e o documento, podemos vir a sentir cansaço visual e dores no pescoço, ombros e costas.
- b) *Manipulação*: Além dos olhos, as mãos também são bastante ocupadas, realizando várias atividades, manipulando papéis, utilizando o mouse ou teclado e puxando o telefone. Para facilitar a manipulação na mesa de trabalho, esses objetos devem estar localizados diretamente em frente ao corpo, em torno da altura dos cotovelos, quando os ombros estão relaxados e os braços suspensos e abertos para os lados.
- c) *Sustentação do corpo*: Considera a forma como o trabalho é desenvolvido na posição sentada. O mobiliário da estação de trabalho para o computador é composto basicamente pela cadeira e pela superfície de trabalho. Recomenda-se que todos os componentes sejam ajustáveis.

3.5.1.1 Bancada de Trabalho

A superfície de trabalho deve ser dimensionada de acordo com as atividades realizadas e o número de equipamentos necessários. Na maioria dos casos de salas de controle, é necessário espaço para o apoio de documentos, telefones, vários monitores, mouses, teclados e etc. A ISO 11064-4 (2004) indica a posição do teclado em frente ao monitor, e caso haja dois monitores, que o mesmo fique centralizado.

Moraes & Pequini (2000) recomendam que a superfície de apoio do teclado deva ter altura diferenciada a de trabalho, pois constituem funções distintas, e recomendam uma altura entre 49,5 e 66,2cm. Na situação onde a superfície de trabalho seja a mesma de apoio do teclado, a variação para a altura em relação ao piso é de 72 a 75cm.

Ainda segundo as autoras, o espaço abaixo da superfície de trabalho deve ser dimensionado de modo que permita a colocação das pernas. Quando esse espaço é insuficiente, os operadores terminam adotando uma posição inclinada dos quadris, resultando em dores ou rigidez nas costas, no pescoço, nos ombros, nos braços e/ou nas mãos.

3.5.1.2 Cadeira

A cadeira destinada ao trabalho sentado é mais do que um simples equipamento na estação de trabalho. O projeto e a funcionalidade de uma cadeira devem ser influenciados pela tarefa a ser realizada, o ambiente e as dimensões antropométricas dos usuários. De forma alguma, uma cadeira é considerada “ergonômica” por si mesma. Esta deve permitir que seus usuários alcancem seus objetivos no trabalho, de forma adequada (CORLETT, 2005).

As recomendações sobre a cadeira utilizada para o trabalho em escritórios informatizados descritas por Grandjean & Kroemer (2005) são as mesmas adotadas em salas de controle por Santos & Zamberlam (1992). As cadeiras devem ter capacidade de inclinação para frente ou para trás com um encosto que se ajuste em qualquer posição intermediária ou giratória, possuindo apoio da lombar a uma altura de 10 a 20cm acima do ponto mais baixo da superfície do assento, devendo ser acolchoada com espuma de 2mm de espessura e coberta com material não escorregadio e permeável, sendo também importante possuir apoio para os pés, bordas arredondadas, rodízios e ajustes de fácil manuseio.

É importante considerar que no trabalho sentado, a alternância postural é fundamental. Partindo do princípio que o homem não suporta passar longo período sentado, o mobiliário deve permitir a inclinação do tronco para trás e a alternância postural dos membros inferiores, pois permite ao usuário não permanecer sempre na mesma postura, reduzindo assim, a fadiga muscular, incrementando a irrigação sanguínea (GRANDJEAN & KROEMER, 2005).

Guimarães (2004) indica que a cadeira deve permitir que o usuário possa recliná-la e colocar os pés para cima. Descreve também que: “(...) os operadores não ficam (e nem poderiam) sentados olhando os painéis durante toda a jornada, e procuram alternar as posturas sentada, de pé, inclinada, esticado para frente, esticado para trás, com os pés em cima da mesa, inclusive, principalmente no turno noturno.”

Kroemer & Kroemer (2001) descreve que dinamismo é a regra que deve ser aplicada ao projeto de cadeiras para escritórios, em oposição à que prevê uma postura estática. As pessoas precisam mover-se e o design deve encorajar e suportar esta liberdade de movimento, como demonstra a figura 3.9.

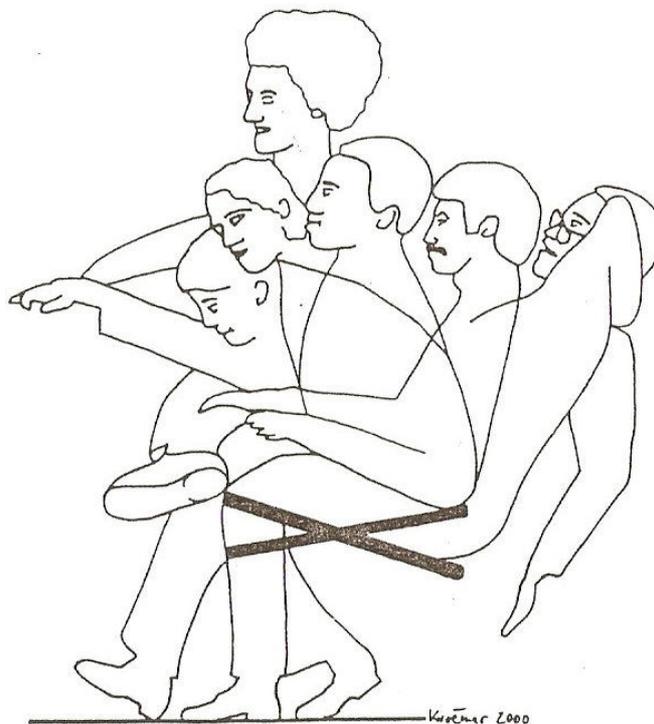


Figura 3.9 – Movimentos livres: as pessoas diferem em tamanho e preferências, e todas mudam, movimentam-se e levantam-se. É possível a alguém ficar sentado durante longos períodos de tempo?.

Fonte: Kroemer & Kroemer (2001, p.76)

3.5.2 Monitores e painéis

Nos centros de controle, grande parte das atividades realizadas pelos operadores contemplam o uso dos monitores de vídeo. Em alguns centros podem também haver diferentes tipos de displays, mostradores analógicos, luzes de alerta, displays digitais, telas de plasma, *vídeo wall*, etc (Figuras 3.10, 3.11 e 3.12).



Figura 3.10 – Sala de controle com tipos mais tradicionais de displays: mostradores analógicos, indicadores luminosos e digitais, video wall.

Fonte: Foto cedida por um dos operadores de sistemas do CROL, 2008

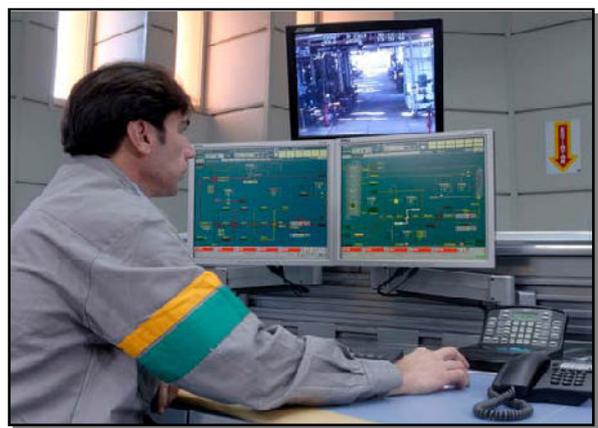
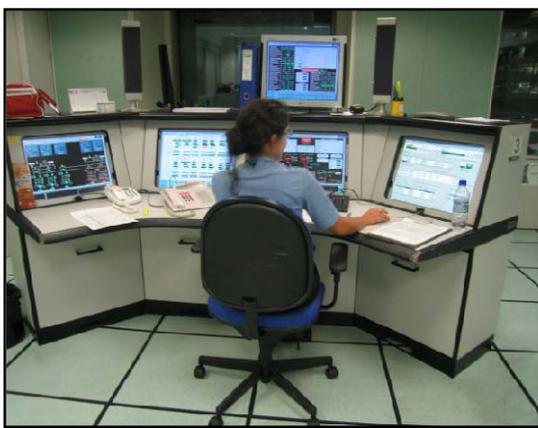


Figura 3.11 – Displays incorporados à estação de trabalho de salas de controle: à esquerda consoles tradicionais com monitores CRT; à direita consoles mais modernos com monitores LCD.

Fonte: Faraco, 2007

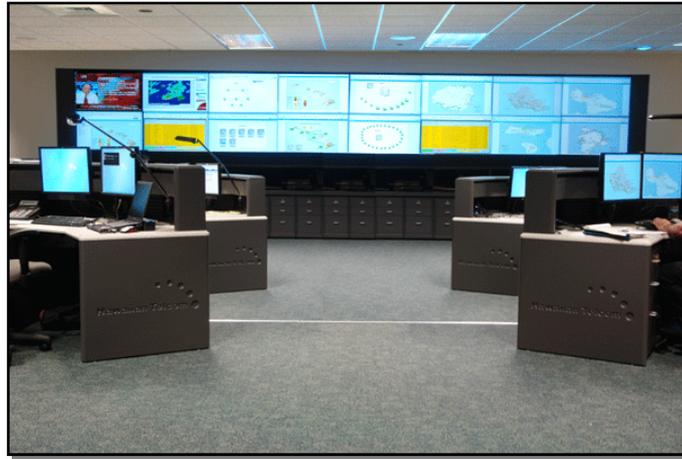


Figura 3.12 – Display de uso comum do tipo *video wall*.

Fonte: http://www.controlroomsusa.com/i/Control%20room/Video_wall_3.gif

Quando se estuda monitores, várias pesquisas apontam o problema dos reflexos apresentados na superfície de vidro frontal, causando a redução dos contrastes entre os sinais ou ofuscamentos. (GRANDJEAN & KROEMER, 2005)

Grandjean & Kroemer (2005) apontam uma outra preocupação quanto à distribuição dos brilhos no campo visual dos operadores de monitores, que quando apresentam grandes contrastes, atrapalham a adaptação do olho, provocando prejuízos à visão.

Nos ambientes de sala de controle pode vir a existir uma grande diferença de luminosidade entre diferentes fontes enquanto os operadores estão desenvolvendo suas atividades, tais como, a leitura de documentos, supervisão do sistema e o uso do correio eletrônico. Nestes casos haverá o risco de ofuscamento pelas fontes muito luminosas, assim como incapacidade de distinguir detalhes nas zonas mais sombrias (SANTOS & ZAMBERLAM, 1992) (figura 3.13).



Figura 3.13 – Contrastes a partir de várias configurações de telas.

Fonte: Foto cedida por um dos operadores de sistema do CROL, 2008.

Para as informações apresentadas na tela, o IESNA (2000) sugere que é preferível adotar contraste negativo (letras escuras em fundo claro) para minimizar o ofuscamento refletido. Acrescenta também que telas de reflexão difusa são mais indicadas para reduzir o ofuscamento refletido e que as telas planas protegem melhor do mesmo proveniente de janelas e luminárias.

Dessa forma, os monitores de LCD (tela de cristal líquido) são mais indicados do que os de CRT (tubo de raios catódicos, até então mais utilizados), por possuírem tela plana, ocuparem menor espaço e, serem mais leves, apresentarem menor consumo de energia, emitirem menos calor, serem visualmente mais confortáveis para o uso prolongado, apresentarem vida útil em torno de 40% maior e apresentarem maior área útil em relação a de um CRT. (MELO, 2002 *apud* FARACO, 2007).

No entanto, nem todos os monitores LCD apresentam o mesmo desempenho. A ISO 13406-1 (1999) classifica-os em relação à direção de visualização e controle de reflexão; características essenciais aos displays em salas de controle. A norma define 4 classes de terminais de vídeo LCD quanto a sua visualização:

- Classe I – permite que múltiplos usuários visualizem todo o display dentro de um cone de visão de 80°, sem redução do desempenho visual. Produz imagem uniforme na tela como um todo e permite movimentos de cabeça. Não é adequada para tarefas que exijam privacidade do usuário.

- Classe II – permite que um único usuário visualize todo o display de qualquer ponto na frente da tela. Produz imagem uniforme na tela como um todo e permite movimentos de cabeça. Não é muito adequada para tarefas que exijam privacidade do usuário.
- Classe III – permite que um único usuário visualize todo o display de um ponto de vista fixo na frente do centro da tela. Produz imagem uniforme na tela como um todo, mas não permite movimentos de cabeça. Adequada para tarefas que exijam privacidade do usuário e baixo consumo de energia.
- Classe IV – permite que um único usuário visualize o centro do display de um ponto de vista fixo na frente do centro da tela. Requer que o usuário ajuste a inclinação e rotação do display para obter imagem de aparência uniforme e não permite movimentos de cabeça. Bastante adequada para tarefas que exijam privacidade do usuário e baixo consumo de energia.

A disposição dos monitores e painéis no espaço da sala de controle é outro fator importante. Segundo Grandjean & Kroemer (2005), os postos de trabalho com monitores devem ser situados perpendicularmente às janelas, evitando-se aberturas frontais ou nas costas do operador. As luminárias devem estar encaixadas no teto ou em disposição suspensa do mesmo, com prismas ou dispersores de luz que a irradiam lateralmente.

No próximo capítulo serão expostos os métodos e técnicas, dos quais esta pesquisa tomou como base na análise do ambiente construído de salas de controle.

CAPÍTULO 4
Métodos e Técnicas

Nos capítulos anteriores a fundamentação teórica foi apresentada para a compreensão deste trabalho. Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados.

Um trabalho científico, para ter uma devida comprovação científica, exige a adoção de uma metodologia adequada. No intuito de entender a relação das atividades do homem com o espaço em seu local de trabalho, este capítulo tem como objetivo principal apresentar a visão conceitual que os pesquisadores da área da arquitetura e ergonomia têm sobre análise do ambiente construído. São apresentados os métodos e ferramentas de avaliação originários da ergonomia e das áreas interdisciplinares da arquitetura e psicologia ambiental, com a finalidade de escolher quais os que melhor se adequam na avaliação de desempenho do ambiente de trabalho pesquisado.

4.1 Considerações sobre os métodos de análise

A Ergonomia considera que os ambientes de trabalho estejam adaptados ao homem, conseqüentemente as metodologias ergonômicas se aproximam do usuário quando da avaliação de suas satisfações e insatisfações, em busca de respostas para os problemas do processo projetual.

Segundo Rosciano (2002), ao se planejar locais de trabalho, é importante conseguir estabelecer um método de análise da realidade capaz de identificar e compreender as prerrogativas às quais a futura estrutura física deverá responder.

A arquitetura, a cada projeto novo de uma edificação, tem como base a Avaliação Pós-ocupação (APO) de obras semelhantes, no intuito de diagnosticar os erros e acertos quanto aos conceitos sobre a sua função e as necessidades específicas de conforto ambiental. Esta avaliação somente é consolidada após a efetiva utilização do edifício.

Para ser completo, o projeto arquitetônico precisa de uma inserção correta no local, na cultura e no momento social e político da obra. Rosciano (2002), considera que este deve ir além do fisicamente observável e partir para a tentativa de alcançar qualidades nos ambientes em termos de valores simbólicos e sócio-culturais, capazes de influir positivamente nas interações dos sujeitos com o ambiente e dos sujeitos entre si.

Quanto aos aspectos técnicos, os métodos de APO utilizados são: medidas de aferição, observações do desempenho físico, observações do comportamento do usuário, entrevistas, aplicação de questionários e as técnicas quantitativas e qualitativas.

Segundo Kowaltowski et al (2007, p.961), *“para se levar a bom termo uma APO é preciso adotar uma combinação de, no mínimo, três métodos na coleta de dados e informações. A abrangência da problemática em foco se enriquece com a participação dos usuários na aplicação da APO, ou mesmo na medida em que se possa consultar insumos de outros estudos de casos semelhantes. Isto permite que se ampliem os conhecimentos e se ajustem os conceitos e teorias aos resultados práticos obtidos no contexto específico do país, da região e das respectivas comunidades locais.”*

Diante de tais informações, percebe-se a preocupação em estabelecer um perfeito entendimento das necessidades não apenas físicas do usuário de um determinado espaço, mas principalmente das questões psíquicas. Assim sendo, se faz obrigatória a inserção de ferramentas da percepção ambiental e da psicologia do ambiente construído em qualquer avaliação de projetos arquitetônicos.

Dessa forma, tanto a Ergonomia como a APO se utilizam de métodos de análise e de avaliação das necessidades cognitivas dos usuários, além das necessidades físicas. A diferença principal entre elas, segundo Fonseca & Rheingantz (2008), é que a APO fundamenta-se na análise de desempenho dos ambientes como suporte para as atividades humanas e a Ergonomia fundamenta-se na análise da atividade humana realizada no ambiente. Mas ambas possuem o humano-usuário como foco principal de análise.

Contudo, Fonseca (2007) enfatiza que as usuais metodologias de projeto arquitetônico para a concepção do espaço abordam os problemas da interação entre as pessoas e o meio construído a partir de um macro ponto de vista, e não em relação às inadequações que surgem entre os espaços construídos e as atividades cotidianas, de onde se conclui que esses métodos não vêm sendo eficazes em atender aos desejos ou necessidades dos usuários com relação aos seus espaços projetados e nem para evidenciar os conflitos dessa interação.

Ainda segundo a autora, a Ergonomia por possuir uma metodologia científica que se ocupa da análise das atividades em situações reais de trabalho, apresenta-se como um método de intervenção capaz de suprir algumas das falhas conceituais dos usuais métodos de planejamento e projeto arquitetônico.

Ribeiro (2004), enfatiza que a ergonomia surge então para a arquitetura como o meio de conhecer o humano. A abrangência dos estudos ergonômicos e seu enfoque no usuário fazem deles um dos mais completos para abordar as consequências do espaço sobre o homem, quais constrangimentos os usuários sofrem e quais os custos humanos resultantes destes constrangimentos.

A aplicação de uma metodologia ergonômica começa numa intervenção de “campo”, avaliando as tarefas e atividades desempenhadas pelo trabalhador através de diferentes técnicas, tais como: observação direta do especialista, observação clínica, registro das diversas variáveis fisiológicas do operador e medidas do ambiente físico (ruído, iluminação, temperatura, vibração e etc). A partir dos dados coletados são enumeradas as principais exigências do posto de trabalho, para em seguida, sugerir as modificações, cujo objetivo é minimizar ou mesmo eliminar os problemas detectados. (VILLAROUCO, 2001)

A ergonomia possui vários métodos de análise para o desenvolvimento de projetos, mas todos eles estão fundamentados na compreensão das atividades realizadas em situações reais de trabalho, considerando o contexto e a diversidade dos indivíduos participantes.

Quanto aos aspectos do ambiente contruído, Villarouco (2007), enfatiza a necessidade de uma metodologia ergonômica específica, contemplando duas fases, sendo uma de ordem física do ambiente e outra da identificação da percepção do usuário em relação a este espaço, sendo as análises e recomendações geradas a partir dos dados obtidos nas duas fases. A autora tem estudado os contornos deste método, mas ainda não o apresenta completamente formalizado. No item 4.3 está descrito uma das possibilidades de intervenção proposta pela autora, onde as etapas de uma Metodologia Ergonômica do Ambiente Construído são descritas, objetivando a avaliação do espaço em uso.

4.2 Métodos direcionados para a avaliação em Arquitetura

A investigação é uma atividade humana onde as pessoas descobrem padrões ou regularidades, enquanto observam o ambiente e coletam idéias acerca de como as coisas funcionam e são ordenadas.

Na arquitetura, algumas pesquisas estão mais direcionadas às características dos objetos, e são descritas como *Pesquisas Técnicas* por estarem mais relacionadas com a engenharia. Nestas pesquisas são examinados tópicos, tais como, condutividade térmica de vários tipos de vidros, resistência estrutural de vários tijolos ou o desempenho de vários sistemas de iluminação. (COHEN & RYZIN, 1979)

Por outro lado, a *Pesquisa Comportamental* envolve a interação de pessoas com os componentes do ambiente. Nesse caso, é importante considerar que o objetivo final do planejamento e projeto arquitetônico é a acomodação das necessidades humanas.

No que concerne à relação pessoa-ambiente, Cohen e Ryzin (1979), propõem na figura 4.1 um modelo simplificado, demonstrando os principais fatores que influenciam no comportamento, na percepção e experiência humana.

De acordo com Cohen e Ryzin (1979) forças externas incluem fatores no ambiente físico, como o calor e a umidade, e também fatores sociais e culturais, como por exemplo, normas de privacidade. Fatores internos incluem condições fisiológicas, tais como a saúde e o estado psicológico da pessoa, que determinam como todos esses fatores são percebidos. O relacionamento entre eles forma o domínio da pesquisa em arquitetura.

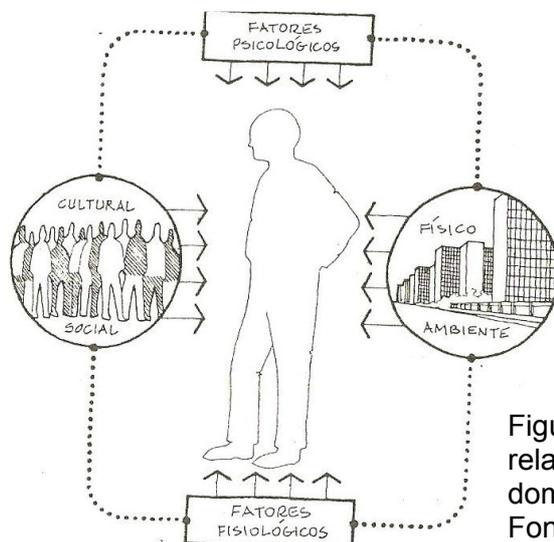


Figura 4.1 – Modelo simplificado do relacionamento pessoa-ambiente: domínios de potencial de pesquisa. Fonte: Cohen e Ryzin, 1979

Segundo Moore (1979), os estudos de comportamento ambiental na arquitetura incluem o exame sistemático das relações entre o ambiente e o comportamento humano, assim como suas implicações nos processos de projetos, nos quais as seguintes questões devem ser basicamente respondidas:

- *Como as pessoas se relacionam com o meio ambiente construído?*
- *Quais são suas necessidades?*
- *Como aplicar tais respostas no processo de projeto?*

Ainda segundo o autor, os estudos do comportamento ambiental na arquitetura englobam os seguintes fatores de acordo com a sua área de atuação:

Funcionalidade	<p>- conceitos dimensionais, tais como alturas de objetos, espaços entre eles e etc.</p> <p>- conceitos quantitativos, tais como fluxos de circulação e proximidade entre atividades, de maneira que as pessoas possam se locomover facilmente dentro de uma função que elas tenham que desempenhar para outra.</p>
Psicologia do usuário	<p>Como o usuário percebe a forma do edifício, as necessidades de relacionamento social, diferenças subculturais no estilo de vida, assim como o significado e o simbolismo das edificações.</p>
Estética	<p>Está relacionada com as preferências das pessoas, suas experiências, e naturalmente com a percepção que elas têm do mundo.</p>
Tecnologia	<p>Está relacionada com as questões estruturais do edifício.</p>

Avaliando tais aspectos percebe-se que pela grande quantidade de informações, os estudos de comportamento ambiental é multidisciplinar, e como forma de apreciar o escopo de informações disponíveis, Irwin Altman³ propõe um modelo incluindo os três componentes principais: fenômenos de comportamento ambiental, grupos de usuários e ambientes.

De acordo com a figura 4.2, os **Fenômenos de Comportamento Ambiental** têm em cada um dos mesmos, um aspecto diferente do comportamento humano em relação ao ambiente físico de todo dia. Alguns desses fenômenos, como proxêmica e privacidade, referem-se a padrões de comportamento pessoal, enquanto outros como comunidade e vizinhança, lidam com padrões sociais e regras. Outros ainda, especialmente o significado e o simbolismo, referem-se a importantes determinantes do projeto baseados na cultura.

No entanto, apontamos um equívoco na figura 4.2, quando aponta a antropometria como um fenômeno de comportamento, visto que esta não aborda as questões psicológicas e sim as dimensões humanas. Desta forma, fazemos uma ressalva para a necessidade de se inserir mais um componente ao modelo de Altman, que contemple as condições físicas do usuário, tais como, a antropometria, a acuidade visual e a capacidade motora.

Os **Grupos de Usuários** têm necessidades e padrões de uso diferentes e são afetados de modo distinto pela qualidade do meio em que vivem. O Ambiente, como último componente do modelo, inclui toda escala de espaços, da sala à região, à nação e ao mundo.

De acordo com Moore (1979), a grande vantagem dessa orientação no sentido de considerações de comportamento na arquitetura é o grande enfoque em todos os fatores sociais, culturais e comportamentais que devem ser considerados no projeto de diferentes tipos de edifícios.

Partindo das informações levantadas, fica-nos a pergunta em questão, quais métodos devem ser utilizados para avaliar as questões perceptivas do usuário e o seu grau de satisfação com o ambiente? Ao analisar a literatura, identificou-se que muitos autores já desenvolveram métodos que propõem a avaliação do ambiente baseados na opinião dos usuários, dentre eles destacamos o Grupo de Pesquisa Projeto e Qualidade do Lugar (ProLugar), descritos no item a seguir.

³ In SNYDER, J., CATANESE, A.(cord.) **Introdução à arquitetura**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. p. 68.

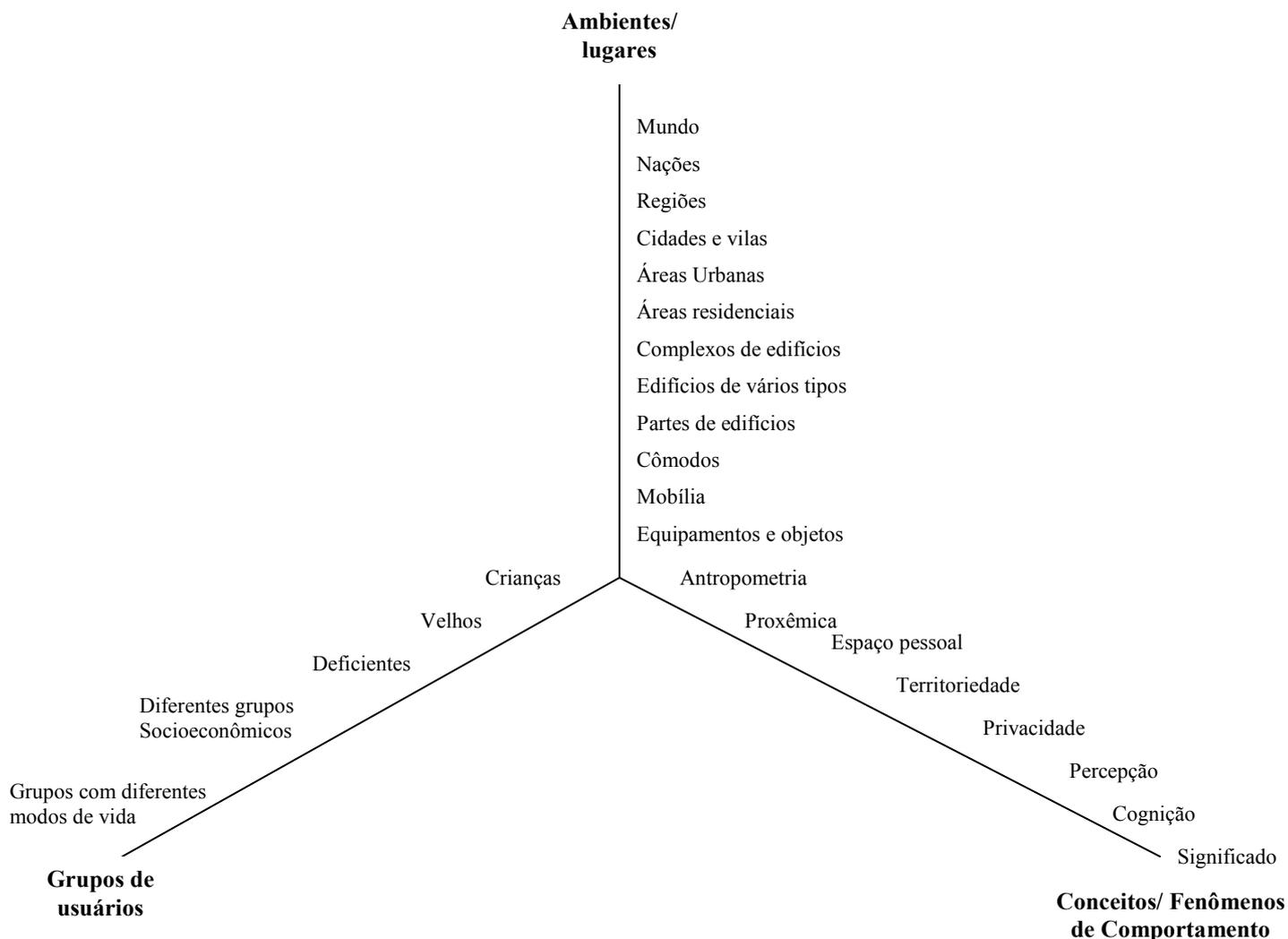


Figura 4.2 – O escopo da informação do comportamento ambiental.

Fonte: Moore, 1979

4.2.1 Instrumentos de Avaliação de Desempenho do Ambiente Construído

Desde 2004 o grupo de Pesquisa *ProLUGAR* do Programa de Pós-graduação em Arquitetura da FAU/UFRJ, vem realizando estudos para avaliar a influência das dimensões cognitivas e comportamentais sobre a percepção ambiental humana no espaço construído. Para tal, o grupo de pesquisa se utiliza de diversos instrumentos e técnicas durante uma APO, incorporando uma nova atitude do pesquisador, que busca dar maior ênfase às relações e sensações usuário/ambiente do que às medições técnicas referentes ao conforto ambiental.

As avaliações do grupo *ProLUGAR* contemplam mais de vinte instrumentos de avaliação de desempenho de ambientes, buscando aproveitar a experiência na pesquisa e prática profissional do grupo.

O grupo adota o conceito da *Observação Incorporada*, cujos estudos de cognição estão baseados nos de Humberto Maturana e Francisco Varela⁴. Neste método, a experiência do observador é um elemento fundamental para a pesquisa, visto que o mesmo deve incorporar suas sensações, sentidos e emoções, deixando-se influenciar conscientemente pelos estímulos proporcionados pelo ambiente durante sua experiência de observar, assim como buscar absorver e incorporar a experiência dos usuários, possibilitando identificar valores, expectativas, necessidades, usos e áreas, a fim de propor medidas e recomendações corretivas nas etapas de programação e de projeto. Segundo Fonseca & Rheingantz (2008), a observação incorporada dessa forma, não é um método ou instrumento, mas uma postura do pesquisador, um modo de abordar o problema.

Nas pesquisas realizadas pelo grupo, são desenvolvidos estudos sistemáticos com o objetivo de avaliar o desempenho de ambientes de trabalho, a partir de um conjunto de atributos ambientais e analisar a influência dos mesmos no bem estar e na produtividade de seus usuários.

O conjunto de atributos foram propostos por Rheingantz (2000) e Abrantes (2004), onde são considerados diferentes aspectos, de **análise subjetiva**, ligados à percepção do usuário, ou **objetiva**, como o levantamento de elementos construtivos e demais dados.

Através da observação desses atributos no espaço a ser avaliado, são analisados os aspectos da atitude do usuário no ambiente. As idéias e emoções que vivencia no lugar, dados qualitativos e quantitativos, assim como fatores físicos e espaciais que possam influenciar o desempenho do ambiente (SIMÕES, 2005).

O quadro 4.1 foi elaborado a partir da análise das dissertações desenvolvidas pelos pesquisadores do grupo *ProLUGAR* (ABRANTES, 2004; SIMÕES, 2005). Este apresenta as sete categorias de atributos adotados pelo grupo: (1) de interação, descrito por Abrantes (2004); (2) corporativos; (3) de infra-estrutura; (4) construtivos; (5) de espaço; (6) de ambiência interna e (7) de recursos/serviços prediais, obtidos a partir de Rheingantz (2000).

⁴ Baseado nos estudos de Rheingantz, 2004.

Atributos	Descrição	Autores
1 – de interação Conjunto de atributos relativos à experiência do indivíduo no ambiente, são eles:	Imageabilidade São as imagens que o usuário tem dos objetos, estes não são passíveis de serem apenas vistos, mas também nítida e intensamente presentes aos sentidos.	Lynch (1989)
	Grau de adaptabilidade Capacidade que o ambiente apresenta de ser modificado e assim proporcionar ao indivíduo algum nível de apropriação.	Sommer (1973)
	Cronêmica Maneira como o tempo é utilizado e percebido, abordando os elementos relativos ao tempo: ritmo, sequência, duração e constância.	Hall(1977); Sommer (1973); Fisher (1994)
	Proxêmica Estuda o emprego do espaço pelo homem, onde são avaliados a influência social, o espaço pessoal e a territorialidade.	Hall (1977); Sommer (1973)
2 – Corporativos	Conjunto de atributos relativos às exigências globais e às possibilidades/recursos ofertados pelo edifício para atender aos objetivos organizacionais. Como exemplo: a localização, a relação com a vizinhança, o custo de instalação e o valor imobiliário.	Rheingantz (2000)
3 – Infra-estrutura	Conjunto de atributos considerados na localização de um edifício, tais como acesso de veículos, meios de transporte, rede de energia elétrica, água/esgoto e drenagem.	Rheingantz (2000)
4 – Construtivos	Conjunto de atributos espaciais e físicos que materializam o edifício, que definem sua forma e que o sustentam.	Rheingantz (2000)
5 – Espaço	Refere-se aos atributos das necessidades espaciais para a realização das funções requeridas, são elas: área útil, flexibilidade de layout, espaços de apoio, etc.	Rheingantz (2000)
6 – Ambiência interna	São os atributos relacionados à qualidade do ambiente interno necessários ao bem-estar de seus usuários, tais como, acessibilidade, conforto térmico, lumínico, acústico, aeróbico e tátil.	Rheingantz (2000)
7 – Recursos/serviços prediais	Conjunto de atributos que facilitam as comunicações internas e externas do edifício, que asseguram o funcionamento previsto/desejado do mesmo, tais como, sistema de energia elétrica, detecção e prevenção de incêndio, sistema mecânico de transporte vertical, etc.	Rheingantz (2000)

Quadro 4.1: Atributos adotados pelo grupo de pesquisa *ProLUGAR*

Os instrumentos utilizados em campo pelo grupo *ProLUGAR*, descritos a seguir, foram desenvolvidos tomando como base a bibliografia internacional sobre APO e os projetos de pesquisa desenvolvidos por integrantes do grupo em consultorias e projetos que utilizaram a APO como ferramenta de trabalho. (SIMÕES, 2005)

Análise Walkthrough

É um método de análise bastante utilizado na avaliação pós-ocupação (APO) e tem como objetivo principal realizar uma checagem e levantamento das condições e características do edifício. São identificados os aspectos positivos e negativos do ambiente, podendo servir como base para a elaboração de questionários e entrevistas.

O método geralmente precede aos outros estudos, por fornecer ao pesquisador uma visão geral acerca do desempenho do edifício. É realizado nos primeiros dias da pesquisa em campo com o objetivo de familiarizar o pesquisador com o ambiente e compreender a estrutura física do local. A análise é realizada em duas etapas: na primeira é realizada uma visita preliminar de reconhecimento geral do edifício, onde se preenche uma ficha de avaliação técnica a partir de observações assistemáticas dos ambientes, conversas informais com os representantes da organização e alguns usuários. Na segunda etapa, se obtém as plantas dos pavimentos e outros documentos significantes e/ou informativos para análise e/ou diagnóstico.

Seleção Visual

Desenvolvida por Henry Sanoff, professor da North Carolina State University (ABRANTES, 2004), essa técnica possibilita a identificação das idéias, valores, atitudes e a cultura dos usuários, sendo de grande utilidade para compreender o impacto causado por estes ambientes sobre a qualidade de vida e o bem estar das pessoas. Este método foi utilizado por Abrantes (2004) através da seleção direcionada de imagens para a escolha subjetiva dos usuários dentro de uma série de categorias pré-estabelecidas na pesquisa.

Aos entrevistados são apresentadas algumas imagens representativas (croqui e planta esquemáticas correspondentes) dos principais tipos de ambientes de escritórios para a escolha e caracterização de suas respectivas vantagens e desvantagens, sob o ponto de vista dos usuários. A partir da caracterização dos tipos de ambientes, feitas pelo próprio usuário, são obtidas informações sobre a maneira como pensam, qualificam, categorizam e valorizam um ou mais tipos de ambientes.

Segundo Abrantes (2004), a vantagem deste instrumento é que, ao deparar com uma série de possibilidades visuais e de arranjos espaciais, os respondentes são levados a comparar as alternativas. Desta forma, é possível mostrar-lhes possibilidades e conhecer suas preferências.

Mapeamento Visual

Esta técnica está baseada em Ross Thorne (*in* Baird et al. 1995), e tem por objetivo identificar a opinião dos usuários sobre o ambiente de trabalho. Consiste em apresentar aos usuários a planta humanizada do espaço em análise, junto com questões que os estimulem a registrar na mesma, aspectos que os agradam e que os incomodam naquele local. Nesta planta, os entrevistados devem identificar questões de localização, apropriação, demarcação de territórios, inadequações a situações de trabalho existentes, mobiliário excedente e/ou inadequado, barreiras, entre outras, demarcando áreas, estabelecendo símbolos, realizando esquemas figurativos ou escrevendo.

O instrumento pode ser aplicado em dois momentos da pesquisa em campo, no início e no final. Os usuários recebem uma folha de papel com a planta baixa do ambiente e duas instruções por escrito: “Indique nesta planta baixa os pontos positivos e a melhora do espaço de trabalho” e “O que você considera necessário para o local de trabalho e que não existe hoje?”.

Preferências Visuais

O exercício consiste em apresentar imagens de locais com a mesma função do espaço em estudo, como por exemplo escritórios, para avaliação dos usuários. Esta avaliação envolve a eleição da imagem que mostra o ambiente preferido pelo entrevistado, a justificativa de sua escolha e a atribuição de adjetivos à imagem escolhida.

O instrumento permite conhecer a representação simbólica (idéias, valores, atitudes e cultura) presente no imaginário dos usuários, associada às imagens, e ainda obter conteúdos dificilmente expressos por outros meios de coleta. Tem por objetivos:

- Identificar as qualidades visuais de tipologias arquitetônicas ou organizações espaciais diversas;
- Apresentar/informar aos usuários diversas possibilidades visuais, levando-os a, por comparação, conhecer suas preferências;
- Auxiliar decisões estratégicas para futuras intervenções;
- Conhecer a representação simbólica presente no imaginário dos usuários, associada às imagens.

Poema dos Desejos – *Wish Poem*

Corresponde a uma técnica desenvolvida por Henry Sanoff que encoraja os usuários a refletirem e descreverem o ambiente de seus sonhos através de um processo aberto, porém estruturado. Diferente dos poemas tradicionais, que se utilizam de rimas, o Poema dos Desejos deve ser espontâneo e permitir a liberdade na expressão dos sentimento traduzidos em palavras (ABRANTES, 2004).

Os usuários descrevem como gostariam que fosse seu ambiente de trabalho a partir da frase: “ Gostaria que meu local de trabalho...”. Tem por objetivos:

- Evidenciar sonhos, desejos, preferências, inadequações, insatisfações e sugestões de mudanças por parte do conjunto de usuários do espaço a ser analisado;
- Identificar a visão dos usuários sobre como o ambiente deveria ser;
- Permitir a liberdade na expressão dos sentimentos traduzidos em palavras.

4.3 Métodos direcionados em Ergonomia

A Ergonomia estuda o homem e sua interação com a máquina de forma conjunta, expressa no sistema humano-tarefa-máquina, onde são identificadas as preocupações com o conforto, bem-estar e segurança do indivíduo em sua atividade laboral ou de lazer.

Na Ergonomia Ambiental, Parsons (2005), aponta quatro principais métodos de avaliação da resposta humana em relação ao espaço construído. São eles: métodos subjetivos, medições objetivas, análise do comportamento e modelagem.

- **Métodos subjetivos:** São escolhidos alguns representantes de uma população para a abordagem. Podem ser utilizadas técnicas como questionários, grupos focados e análise do discurso. São adequados principalmente na avaliação psicológica, como conforto e incômodo. No entanto, por considerar apenas uma parcela dos usuários, muitas vezes os resultados podem não reproduzir fielmente os desejos da maioria e requerem a utilização de uma amostra representativa da população, com tratamento estatístico adequado.

- **Métodos objetivos:** Quando os usuários são diretamente avaliados, tais como, medições da temperatura do corpo, performance no desenvolvimento da tarefa, etc. É importante ressaltar que os instrumentos de medições podem sofrer interferências de acordo com sua utilização, como também não podem prever estados como o conforto, por exemplo.
- **Métodos comportamentais:** Onde o comportamento de uma pessoa ou grupo é observado em relação ao ambiente (mudança de postura, deslocamentos, ritmo de trabalho, etc). Na Ergonomia Ambiental não são muito utilizados, sendo indicados para o estudo em casos especiais, como pessoas com deficiência e crianças, ou contextos em que outros métodos não seriam apropriados. Tem como elemento dificultador, a capacidade de determinar causa e efeito. Será que a mudança de postura de uma pessoa foi ocasionada pela cadeira desconfortável, o calor ambiental, ou por uma necessidade física?
- **Métodos de modelagem:** Correspondem a previsões da resposta humana realizadas a partir de modelos concebidos com base em situações de referência, tais como, ambientes previamente investigados (modelos empíricos) ou modelos racionais, realizados a partir de simulações do comportamento humano em um determinado ambiente, podendo serem utilizados para relacionar causa e efeito.

Para Villarouco (2007), a avaliação do ambiente construído compreende duas fases, uma de ordem física e outra de identificação da percepção do usuário. No item anterior, foram apresentados os métodos e técnicas utilizados na arquitetura para a análise do ambiente. Neste item serão apresentados a Metodologia Ergonômica da Intervenção Ergonomizadora de Moraes & Mont'Alvão (2003) e o Método de Avaliação Ergonômica do Ambiente, proposto por Villarouco (2008), como suporte à análise dos aspectos físicos do ambiente.

A escolha do método ergonômico não tem a intenção de determinar qual é a mais adequada das metodologias existentes, apenas foi adotada pelo fato de ser a que mais se familiariza com os pesquisadores.

Por fim, serão apresentadas as ferramentas mais utilizadas na avaliação ergonômica do ambiente. O estudo destas nos permitirá escolher quais as que melhor se adequam ao estudo de caso.

4.3.1 Intervenção Ergonomizadora

De acordo com Moraes e Mont'Alvão (2003), no método de abordagem sistêmica do Sistema Humano-Tarefa-Máquina são percorridas as seguintes etapas:

Apreciação Ergonômica

A Apreciação Ergonômica consiste em uma fase exploratória onde é realizado um mapeamento dos problemas ergonômicos da empresa através de uma sistematização do Sistema-Humano-Tarefa-Máquina e na delimitação dos problemas ergonômicos posturais, informacionais, acionais, cognitivos, comunicacionais, interacionais, deslocacionais, movimentacionais, operacionais, espaciais e físico-ambientais.

Nesta etapa são realizadas observações no local de trabalho e entrevistas com a gerência e trabalhadores. A partir dos dados obtidos com registros fotográficos e em vídeo, formula-se a Sistematização SHTM e a Problematização do SHTM, encerrando com o Parecer Ergonômico que “compreende a apresentação ilustrada dos problemas, a modelagem e as disfunções do sistema Humano-Tarefa-Máquina.”

Diagnose Ergonômica

Nesta etapa da Diagnose Ergonômica, os problemas identificados e priorizados durante a apreciação ergonômica serão aprofundados de acordo com as prioridades, prazos e recursos, compreendendo uma análise da tarefa do SHTM. É o momento das observações sistemáticas das atividades da tarefa, e dos registros de comportamento, em situação real de trabalho.

Esta etapa se encerra com o diagnóstico ergonômico, onde são refutadas ou confirmadas as hipóteses anteriormente apresentadas e compreende as recomendações ergonômicas para o aprimoramento do posto de trabalho em estudo.

Projeção ergonômica

A projeção ergonômica consiste em detalhar os arranjos e a conformação dos elementos que compõem as estações, equipamentos e ferramentas de trabalho, adaptando-os às características psíquicas, físicas e cognitivas do trabalhador / operador / usuário ou consumidor, dentro dos padrões e prerrogativas encontrados e desenvolvidos. Nesta fase têm-se um projeto ergonômico, onde são considerados os espaços, as estações de trabalho, os subsistemas de transporte e manipulação, as telas e ambientes, além da organização do trabalho e da operacionalização da tarefa.

Avaliação, validação e testes ergonômicos

Nesta fase são realizadas simulações e avaliações através de testes dos protótipos com as propostas projetuais, onde os usuários são envolvidos nas decisões relativas às soluções a serem implementadas.

Detalhamento ergonômico e otimização

Por fim, são apresentadas as especificações ergonômicas para os subsistemas e componentes, que são os interfaciais, os acionais, os espaciais, os informacionais, os instrumentais, os interacionais, os comunicacionais, os instrucionais, os movimentacionais e os físicos ambientais.

No entanto, uma avaliação ergonômica pode contemplar propostas que podem compreender apenas algumas fases, como: apreciação e diagnose; apreciação, diagnose e projeção; ou apreciação, diagnose, projeção e avaliação.

4.3.2 Método de Avaliação Ergonômica do Ambiente

A metodologia desenvolvida por Villarouco (2007, 2008), sendo apresentada em mesa redonda no I ENEAC – Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e II Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral, realizado em Recife, vem sendo estudada pela autora há algum tempo e ainda não se encontra completamente formalizada.

Possui como ponto de partida a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e, segundo a autora, procura estabelecer uma analogia entre as fases da análise tradicional e aquelas necessárias à avaliação do espaço com o foco no trabalho nele realizado, verificando possíveis interações prejudiciais à produtividade ou que possam vir a proporcionar uma melhoria das condições de trabalho.

De acordo com Villarouco (2008), a fase de análise é composta por quatro etapas: Análise Global do Ambiente, Identificação da Configuração Ambiental, Avaliação do Ambiente em uso no desempenho das atividades e Análise da Percepção do Usuário. As três primeiras correspondem às análises físicas do ambiente e a última corresponde à percepção que o usuário detém do espaço que utiliza.

4.3.2.1 Análise Global do Ambiente

A primeira etapa da metodologia corresponde à análise da configuração espacial mais abrangente, sendo caracterizada pela identificação da existência de problemas, e de demandas que apontem a necessidade de intervenção ergonômica, seja originada no sistema ou nos diversos atores da situação onde se desenvolve o trabalho, e o ambiente que o abriga.

Nesta fase são realizadas entrevistas com os usuários do ambiente para o entendimento da organização e dos processos de produção, levantando as principais atividades realizadas pela empresa e identificando aquelas que têm um maior peso na composição da sua produtividade.

A partir das informações obtidas, são estruturadas listas de verificação que servirão de norteamento às pesquisas realizadas com os usuários dos espaços. Com a conjugação dos dados obtidos a partir das respostas dos usuários e das observações iniciais do pesquisador, são priorizados os setores e as atividades onde a demanda ergonômica é mais evidente. A etapa se encerra com o entendimento do sistema Ambiente-Humano-Atividade, na perspectiva de uma abordagem macro, passando para a segunda etapa.

4.3.2.2 Identificação da Configuração Ambiental

Nesta etapa são identificados todos os condicionantes físico-ambientais, tais como, dimensionamento, iluminação, ventilação, ruído, temperatura, fluxos, layout, deslocamentos, materiais de revestimento e condições de acessibilidade. As plantas dos projetos de toda a área objeto da avaliação do edifício devem ser coletadas.

As primeiras hipóteses sobre a questão da influência do espaço na execução das atividades do trabalho são levantadas a partir dos dados coletados nas entrevistas, elaboração de fluxogramas, observações sistemáticas e realização de medições da temperatura, iluminação e ruídos. Pode-se também fazer uso de check-list, que auxilia na sistematização das observações in loco.

4.3.2.3 Avaliação do Ambiente em uso no Desempenho das Atividades

Esta terceira etapa cuida de observar o ambiente em uso, identificando o quanto o mesmo representa como elemento facilitador ou dificultador quanto ao desenvolvimento das atividades que abriga.

Uma análise efetiva da execução das tarefas e atividades é realizada com foco no desempenho do espaço construído, identificando as interferências dos condicionantes espaciais na produtividade.

Concluída a etapa de levantamento dos condicionantes físicos do ambiente, é construído um diagnóstico ergonômico apresentando as possíveis interferências no desempenho geral do sistema.

4.3.2.4 Análise da Percepção do Usuário

Esta fase avalia a percepção que os usuários detêm do espaço que utilizam, exigindo do pesquisador uma inserção nos estudos da psicologia ambiental, ou percepção ambiental, visto a necessidade de adoção de ferramentas auxiliares na identificação de variáveis de caráter mais cognitivo, perceptual.

Diversas são as possibilidades neste campo de ferramentas de análise, dentre estas, Villarouco (2008) destaca a Constelação de Atributos, apresentada no item a seguir, pela facilidade de uso.

Por se tratar da Ergonomia, esta etapa pode ser considerada como fundamental na avaliação do espaço, por colocar o homem como personagem central de todas as ações. Segundo Villarouco (2008), não se pode conceber o estudo do ambiente construído sem a busca do entendimento da percepção do usuário acerca desse espaço. É ele de fato, o elemento que sofre mais de perto o impacto das sensações que o ambiente pode transmitir.

Após a conclusão de todas as quatro etapas propostas, finalmente a avaliação se encerra com o diagnóstico da situação estudada. Nessa etapa todos os elementos coletados estão presentes e é realizado o confronto entre o resultado das observações realizadas, das interações com os diversos atores investigados e da percepção dos usuários, identificada a partir das ferramentas da psicologia ambiental.

4.3.2.5 Diagnóstico Ergonômico do Ambiente

O Diagnóstico Ergonômico do Ambiente deve conter todas as informações necessárias ao entendimento geral da situação, apontando os pontos positivos e negativos do ambiente, de modo a permitir sugestões de melhorias e recomendações para solução dos problemas encontrados.

4.3.3 Instrumentos utilizados na pesquisa

Relacionamos em seguida os instrumentos utilizados na Ergonomia e que foram abordados na pesquisa de campo.

4.3.3.1 Observação

A observação corresponde a uma técnica utilizada para conhecer e compreender algum tipo de fenômeno que se deseja estudar. Através desta, o observador pode identificar e obter informações sobre fatos e fenômenos até então não identificados, mas que estão presentes no comportamento dos pesquisados. Na pesquisa científica são utilizadas várias formas de observação, dentre as quais destacamos a *observação assistemática* e a *sistemática*.

Para Moraes & Mont'Alvão (2003), a observação assistemática é realizada sem planejamento e sem controle aprioristicamente definidos, através de uma experiência casual, na qual não foram determinados quais os aspectos relevantes a observar e que meios serão utilizados para observá-los.

A observação assistemática foi realizada na primeira visita ao centro de controle. Foram observadas todas as salas das equipes, com o intuito de colher dados para o planejamento e elaboração dos instrumentos de pesquisa.

A observação sistemática é realizada em condições controladas para responder a propósitos preestabelecidos. O observador sabe o que procura e o que é importante em determinada situação. De acordo com Moraes & Mont'Alvão (2003), esta observação é realizada durante a análise da tarefa, quando são realizados os registros comportamentais das atividades.

No ambiente físico da sala de controle, a observação sistemática foi realizada durante a aplicação da ferramenta walkthrough, focando nas questões relativas ao arranjo físico, aos materiais de revestimentos, aos equipamentos e às ambiências físicas. Foram também levantadas observações a partir do comportamento dos usuários.

4.3.3.2 Entrevistas

A técnica da entrevista é uma forma de fazer perguntas para examinar como as pessoas agem, pensam ou sentem. Esta é realizada de forma verbal face-a-face com o entrevistado. É importante destacar que nesta forma de abordagem pode ocorrer a influência do entrevistador sobre o entrevistado na qualidade das respostas. A fim de evitar tal situação, o pesquisador necessita da habilidade de administrar as perguntas sem dar um trato pessoal e registrar as respostas de maneira fidedigna (GARLAND, 2006).

Na coleta de dados, as entrevistas correspondem ao método interrogativo mais flexível, podendo vir a serem identificados diversos tipos. Estes podem ser (SOARES, 2004):

- *Entrevista livre* – a conversação é iniciada a partir de um tema geral sem nenhuma linha de pergunta pré-determinada, onde interlocutor é incentivado a falar livremente sobre hipóteses que o pesquisador deseja testar. O que se pretende com entrevistas deste tipo é a obtenção de uma visão geral do problema pesquisado, bem como a identificação de alguns aspectos da personalidade do entrevistado.
- *Entrevista focalizada* – o pesquisador, a partir de um tema delimitado, permite ao entrevistado descrever livremente sua experiência a respeito do assunto investigado. Este tipo de entrevista requer grande habilidade do pesquisador, que deve respeitar o foco de interesse temático sem que isso implique a diretividade da entrevista.
- *Entrevista semi-estruturada* - conduzidas com o apoio de um roteiro com os principais aspectos a serem abordados, buscando elucidar assuntos específicos, cuja importância já tenha sido identificada;
- *entrevistas estruturadas* - com perguntas específicas (abertas ou fechadas), que podem seguir uma padronização que facilite o registro e tabulação posterior de dados quantitativos.

A flexibilidade da técnica, por ter uma estrutura mais aberta, permite uma obtenção maior de informações, sendo um benefício particularmente utilizado durante os primeiros estágios da pesquisa. A Ergonomia se utiliza dos diversos tipos de entrevistas de acordo com os objetivos da pesquisa, onde a voz do operador é fundamental.

As entrevistas foram aplicadas primeiramente com o gerente e o engenheiro chefe do setor, a fim de buscar um entendimento do contexto de trabalho e planejamento da pesquisa. A partir da experiência em campo, após observação da atividade, os operadores foram entrevistados. Desta forma, as informações foram aprofundadas e as lacunas preenchidas com dados que os demais instrumentos não informaram.

4.3.3.3 Questionários

Os questionários são instrumentos de investigação por escrito, com perguntas de múltipla escolha, a partir de escala de valores ou não, ou discursivas. Segundo Garland (2006), essa técnica oferece desvantagens, visto que as informações podem ser extensas e fora do controle do pesquisador, como também, a qualidade das respostas vai depender do nível de motivação do entrevistado.

A autora propõe alguns passos a serem seguidos na elaboração dos questionários, com a finalidade de reduzir tais limitações, estes incluem, que o design deve ser o mais conciso possível, ser facilmente lido, seguido e entendido, e que as questões com opções de respostas devem ser mínimas.

Simões (2005), citando Sommer, acrescenta que as perguntas devem obedecer a três critérios: (1) devem tratar de temas que sejam importantes e façam sentido para quem as responde; (2) devem ser feitas sem segundas intenções e; (3) pelos menos algumas das perguntas devem permitir ao pesquisado uma grande liberdade nas respostas, levando-se em consideração que o entrevistado não deve ser coagido dentro das categorias predeterminadas, a fim de que suas respostas não distorçam suas verdadeiras opiniões.

De acordo com Moraes & Mont'Alvão (2003), os questionários podem ter perguntas abertas ou fechadas. Quando se opta por perguntas fechadas, o entrevistado deve assinalar a alternativa que mais se ajusta ou corresponde às suas características, idéias ou sentimentos. Contudo é importante considerar que na elaboração das perguntas, o pesquisador precisa conhecer suficientemente bem o grupo a ser entrevistado para antecipar as respostas, razão pela qual, as autoras aconselham que antes da elaboração dos questionários, o pesquisador realize entrevistas com a finalidade de se familiarizar com o tema.

Segundo Soares (2004), os questionários podem ser de dois tipos:

- os *questionários de auto-aplicação*, nos quais o sujeito fica só, diante do questionário, para respondê-lo;
- os *questionários por pesquisadores*, nos quais o pesquisador faz as perguntas e anota as respostas.

Para esta pesquisa foram elaborados questionários de auto-aplicação, a partir de perguntas de múltipla escolha com escalas de valores e perguntas abertas para respostas escritas por extenso, conforme explicitados no *capítulo 5*.

4.4 Métodos direcionados da Psicologia Ambiental

Em conformidade com a última etapa da metodologia de Avaliação Ergonômica do Ambiente, a análise da percepção do usuário sobre o espaço com o qual ele interage e se utiliza, é um dos temas abordados pela psicologia ambiental. Esta pode ser definida como o estudo do inter-relacionamento entre comportamento e ambiente, seja ele construído ou natural.

Seguindo as recomendações de Villarouco (2008), será abordada neste item a ferramenta Constelação de Atributos, como instrumento de análise da percepção do ambiente.

4.4.1 Constelação de Atributos

Idealizada por Moles (1968) e futuramente trabalhada por diversos pesquisadores no Instituto de Psicologia Social de Estraburgo, entre eles Ekambi Schimidt, a ferramenta Constelação de Atributos tem por objetivo auxiliar os profissionais ligados à área de projeto, a fim de torná-los conhecedores da consciência psicológica do usuário frente ao espaço (CRUZ, 2006).

A partir de uma análise das associações espontâneas de idéias, procura-se identificar a percepção que os usuários têm em relação aos espaços, a partir das imagens utilizadas pelo homem para denominar ou caracterizar o ambiente em que vivem.

Permite, conforme Schmidt (1974 *apud* ANDRETO, 2005), uma separação da imagem estereotipada de um espaço de sua imagem subjetiva, ou seja, o usuário possui uma série de contradições e pode realizar revelações espontâneas ou simplesmente reproduzir mecanismos já automatizados de comportamento, incentivados pelos meios de comunicação em massa.

Consiste em uma técnica experimental, permitindo uma representação gráfica perfeitamente legível dos dados que são organizados de forma sintética e ordenada. Esta forma de representação, conforme figura 4.3, permite avaliar o comportamento dos atributos em relação ao espaço avaliado.

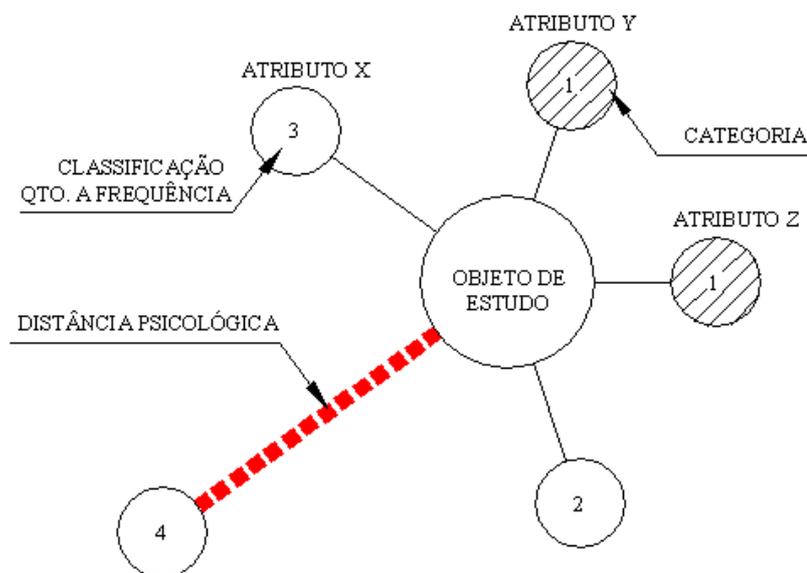


Figura 4.3: Modelo de um gráfico da Constelação de Atributos

Fonte: Andreto, 2005

Analisando a figura, o grau de aproximação e/ou afastamento das variáveis, percebe-se que as mais próximas do centro, onde está representado o objeto de estudo, exercem uma relação mais direta para explicar o fenômeno de percepção e adaptação do espaço. As que estão mais afastadas demonstram o fenômeno observado com menor propriedade no que se refere à relação usuário-espaço (CRUZ, 2006).

Para a construção do gráfico da Constelação de Atributos, são sugeridos os seguintes procedimentos:

Características espontâneas – 1ª etapa

Nesta etapa pretende-se avaliar a imagem simbólica do indivíduo frente ao ambiente, realizando uma pergunta: *Quais são as imagens ou idéias que lhe vêm a mente quando você pensa em (descrever o ambiente)?* As respostas são abertas e não se tem restrições quanto ao número. O objetivo é identificar e enumerar de forma mais abrangente possível, os atributos ligados à percepção do ambiente pelo usuário.

Após a obtenção das respostas, estas são classificadas de acordo com as variáveis e por frequência decrescente de aparecimento. As variáveis são representadas graficamente através da definição da probabilidade de aparecimento de cada atributo (i) com o objeto avaliado (Pi) a partir da seguinte equação:

$$P_i = \frac{\text{n de aparições do atributo } i}{\text{N total de respostas}} \times 100$$

Pi – Probabilidade de associação do atributo i

Em seguida um simples cálculo determina então a “distância psicológica” que separa cada atributo do objeto de estudo através da equação:

$$D = \frac{1}{\log P_i}$$

D = Distância psicológica do atributo, em centímetros.

Pi = Probabilidade de associação do atributo i.

Características induzidas – 2ª etapa

Nesta etapa, a pergunta realizada tem como objetivo distinguir o que é objetivo do que é subjetivo na percepção do usuário. Os dados são obtidos através de uma pergunta geral, relacionada ao objeto em estudo e que não remeta a idéia de afetividade do usuário com o ambiente em questão. Após a obtenção dos dados, a organização dos mesmos será apresentada da mesma forma citada na primeira etapa.

É possível exemplificar a coleta das características como colocado a seguir. No caso foi escolhido o ambiente de escritório (VILLAROUCO, 2007):

1. Pergunta para obtenção de características espontâneas:

- *Quando você pensa em escritórios, de uma maneira geral, que idéias ou imagens lhe vêm em mente?*

2. Pergunta para obtenção de características induzidas:

- *Quando você pensa no seu escritório, que idéias ou imagens lhe vêm a mente?*

Concluída a revisão de literatura, o próximo capítulo apresenta os dados acerca do estudo de caso, obtidos através da aplicação dos métodos em campo.

CAPÍTULO 5

Análise ergonômica da sala de controle

Nos capítulos anteriores foram abordados os conceitos sobre Ergonomia e Ambiente Construído em Salas de Controle, considerados essenciais para o embasamento teórico sobre o tema desta pesquisa. Baseado no que foi descrito, foi possível abordar neste capítulo o estudo de caso a fim de averiguar a influência do ambiente de trabalho no bem-estar dos usuários.

Como estudo de caso, foi escolhida a sala de controle do Centro Regional de Operações de Sistema Leste, localizada na cidade do Recife. Tal escolha foi baseada no fato da sala de controle estar passando por várias etapas de reformas para adaptação do sistema de informação, em substituição aos quadros sinóticos, e também, pelo fato da gerência apresentar interesse por um estudo ergonômico do ambiente construído.

A metodologia de Avaliação Ergonômica do Ambiente, proposta por Villarouco (2008), foi adotada juntamente com ferramentas da Intervenção Ergonomizadora e da Percepção Ambiental, definidas no capítulo 4 (*Métodos e Técnicas*), com a intenção de identificar a relação Humano-Tarefa-Ambiente.

A coleta de dados foi realizada entre os meses de outubro e dezembro de 2008. Neste período, procurou-se estar presente nos horários das principais atividades, ou seja, horários de pico, troca de turnos e treinamentos. Devido à dificuldade de conciliar os horários de turnos dos operadores e suas folgas, não foi possível aplicar as ferramentas de pesquisa em toda a equipe. Em alguns casos, os questionários foram deixados com o supervisor que ficava encarregado de distribuí-los com os demais.

As duas primeiras visitas foram de reconhecimento do local e entrevista com o gerente e o engenheiro da equipe de Pós-Operação, que nos entregou um sumário com informações da equipe e atividades do setor. Logo após foi realizada uma visita ao DEAP – Departamento de Engenharia e Arquitetura, onde se teve acesso às plantas arquitetônicas e a arquiteta da empresa foi entrevistada.

As demais visitas foram todas realizadas no próprio centro de controle, objeto da pesquisa de campo. Durante toda a pesquisa foram realizadas observações sistemáticas da atividade de controle dos operadores e os dados foram anotados no caderno de campo.

As ferramentas de pesquisa foram aplicadas junto aos operadores e supervisor na seguinte ordem: (1) Questionário Opinião do Usuário; (2) Análise *walkthrough*; (3) Levantamento dos dados físicos do ambiente; (4) Levantamento das dimensões físicas do local e mobiliário; (5) Questionário de opinião do usuário sobre o conforto do ambiente; (6) Constelação de Atributos. A análise e resultados da aplicação destas ferramentas serão apresentados a seguir.

5.1 Caracterização do objeto de estudo

Esta pesquisa foi direcionada às salas de controle do setor hidrelétrico, tendo como objeto de estudo a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), subsidiária da Eletrobrás- Centrais Elétricas Brasileiras S/A. A empresa foi criada pelo Decreto Lei n.º 8.031, de 03 de outubro de 1945, e constituída na 1ª Assembléia Geral de Acionistas, realizada em 15 de março de 1948. É uma sociedade de economia mista, aberta, sendo seu maior acionista o Governo Federal, através da Eletrobrás que detém 100 % do seu capital votante. Trata-se de uma empresa de serviços públicos com contas a prestar à sociedade brasileira.

A empresa possui um sistema de geração hidrotérmico, com predominância de usinas hidráulicas, que são responsáveis por um percentual superior a 95% da produção total. O sistema de transmissão abrange os Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, com 18.273 km de linhas de transmissão, em alta e extra alta tensão - 138, 230 e 500 mil volts, com um total de 93 subestações. Integrante do Sistema Elétrico Brasileiro Interligado, a Chesf faz intercâmbio de energia com todos os demais sistemas - Norte, Sul e Sudeste / Centro-Oeste.

A sede da CHESF é localizada no Recife, capital do estado de Pernambuco, na região Nordeste do Brasil.

5.1.1 Os Centros Regionais de Operação

Responsável pela geração e transmissão de energia elétrica para oito estados do país (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe), e atendendo a cerca de um quarto da população brasileira, a Chesf iniciou o processo de automação em 1992. A solução adotada, embora fosse a mais moderna da época, era totalmente centralizada – todo o controle do sistema era feito no centro operacional do Recife.

Em 1995, a empresa iniciou um processo de descentralização, que previa a criação de cinco centros regionais de operação e a adoção de plataformas de informática com arquitetura aberta, pois toda a rede estava centrada em quatro computadores de grande porte.

Outra importante decisão da empresa foi a adoção do *Sage* – Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia, para a supervisão e controle de toda rede de energia. Desenvolvido pelo Centro de Pesquisas em Energia Elétrica da Eletrobrás (Cepel), com patrocínio parcial da Chesf, o sistema roda em servidores *Sun* e sistema operacional *Solaris*.

Inicialmente o *Sage* foi instalado em três dos cinco Centros de Operação Regional (COR), em Salvador, Teresina e Fortaleza. Cada Regional conta com dois servidores da linha Ultra 60, para receber as informações do *Sage*. A esses Centros se ligam usinas e subestações. Algumas das subestações são monitoradas por unidades terminais remotas, com sistema de supervisão local, outras delas já são digitalizadas.

Foi também estruturado pela CHESF o COOS – Centro de Informações da Operação da Transmissão e Geração, com a atribuição, dentre outras, de coordenar os Centros Regionais de Operação com relação a assuntos de interesse específico da operação da Transmissão/Geração.

Os cinco Centros de Operação Regionais são:

- 1) CROL – Centro Regional de Operações de Sistema Leste. Recife - PE
- 2) CROS – Centro Regional de Operação de Sistema Sul e CROP – Centro Regional de Operação de Sistema de Paulo Afonso. Paulo Afonso – BA
- 3) CROO – Centro Regional de Operação de Sistema Oeste. Teresina – PI

- 4) CRON – Centro Regional de Operação de Sistema Norte. Fortaleza – CE
- 5) CROS – Centro Regional de Operação de Sistema Sul. Salvador - BA

Os Centros desenvolvem atividades de comando e execução, e de supervisão e controle da sua área de atuação, objetivando o fornecimento de energia de acordo com os padrões pré-estabelecidos e de forma perene, seja em situações de urgência, emergência ou normais.

A sala de controle, objeto deste estudo, está localizada no Centro Regional de Operações de Sistema Leste (CROL), que corresponde a um órgão da Diretoria de Operação da CHESF (DO), componente da Gerencia Regional de Operação Leste (GRL), e integrante do Sistema Organizacional de Operação do Sistema e Instalações (SO/OP). Sua função principal é a operação do Subsistema Leste da CHESF, que é formado pela malha de transmissão primária dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e pela região norte de Sergipe, onde estão inseridas 24 subestações e 4100 Km de linhas de transmissão.

O CROL relaciona-se com as Subestações, Centros de Operação das Concessionárias de Distribuição, Centros de Operação dos Consumidores Industriais, Centros de Operação Regionais da CHESF, Centro de Operação do ONS (Região Nordeste) e acessantes a nível operacional, além de órgãos internos dos seguimentos de Operação, Manutenção, Engenharia, Suprimento, Pessoal, Medicina do Trabalho e Agentes do Sistema Elétrico, que mantêm contratos de operação com a CHESF na área da Regional Leste, na busca de objetivos , políticas e metas empresariais.



Figura 5.1 Edifício onde está localizado o CROL

Atividades

O CROL- Centro Regional de Operações de Sistema Leste, desenvolve atividades de comando e execução, e de supervisão e controle da sua área de atuação, objetivando o fornecimento de energia de acordo com os padrões pré-estabelecidos e de forma perene, seja em situações de urgência, emergência ou normais

Efetivamente, o CROL realiza atividades como Centro de Operação da empresa CHESF, efetuando atividades de comando e execução de manobras nas 24 subestações de sua área de atuação, sendo o gestor de assuntos operacionais relacionados a elas.

Descrição das Equipes

O CROL possui suas atividades distribuídas entre três equipes:

Equipe de Tempo Real

Objeto de estudo deste trabalho, esta equipe opera o Subsistema Leste, como o nome diz, em tempo real. É responsável pela execução das manobras, regulação de tensão do sistema, gerência das intervenções, bem como pela ação de restabelecimento do sistema em caso de ocorrência de contingências.

Define-se por *contingências*, qualquer problema que possa vir a ocorrer na área de atuação, tais como:

- a) Desligamento, programado ou não, de LT's / equipamentos pertencentes ou não à rede básica nas SE's (Subestações) da CHESF.
- b) Desligamentos, programados ou não, de barramentos de carga das SE's da CHESF.
- c) Desligamentos, programados ou não, que impliquem em corte de carga de capitais, que envolvam instalações da CHESF.
- d) Desligamentos/redução acentuada de carga de consumidores industriais.
- e) Acidentes graves de pessoal ou que envolvam equipamentos / LT (explosões, incêndio, inundações, queda de estruturas, etc).
- f) Perturbações no sistema que impliquem em corte ou redução acentuada de carga.

g) Qualquer corte manual de carga.

h) Desligamentos de compensadores síncronos/estáticos, quando significar dificuldade para regulação do sistema ou risco de corte de carga.

i) Ameaça de corte de carga por atraso de trabalhos de manutenção ou risco de danificação em equipamentos ou LT do sistema CHESF.

A comunicação entre a equipe e as subestações que fazem parte da área de atuação do Centro de Operação Leste, se dá por meio de centrais telefônicas HICOM, com canais ponto a ponto, telefones convencionais (móveis e fixos) e por correio eletrônico via rede informatizada interna da empresa (intranet). A equipe de Tempo Real é formada por um encarregado/supervisor e 13 operadores.

Equipe de Pré-Operação

Formada por três pessoas, sendo 1 engenheiro e 2 operadores, a equipe Pré-Operação tem a finalidade de melhor executar as suas atividades que se subdividem em:

Normatização: responsável pelas atividades de manutenção dos roteiros de manobra e incorporação de dados pertinentes à operação de novos equipamentos, é responsável por inovação tecnológica e sua disseminação (desenvolvimento de softwares e novos processos informatizados), elaboração de normas da operação, treinamento e capacitação dos operadores, análise das normas externas e elaboração de diagramas interligados 69 kV da área de atuação do CROL.

Programação: é a equipe responsável pela negociação e compatibilização com as concessionárias, consumidores e equipes de manutenção, quando ocorrem solicitações de intervenções no sistema. Seu produto final é o programa de manobras.

Equipe de Pós-Operação

Tem como atribuições a análise da operação do sistema em condições normais e em ocorrências, o registro e arquivamento dos dados operacionais, envio de relatórios às concessionárias, elaboração de relatórios operacionais e apuração e análise dos indicadores de qualidade da operação do sistema Leste.

A equipe é formada por 1 operador, 1 técnico e 1 gerente.

Definições e funções da Equipe de Tempo Real

O ambiente de trabalho da Equipe de Tempo Real refere-se a uma sala de operações composta por três estações de trabalho dos operadores de sistema e uma estação do supervisor da equipe, também chamado de encarregado (Figura 5.2).

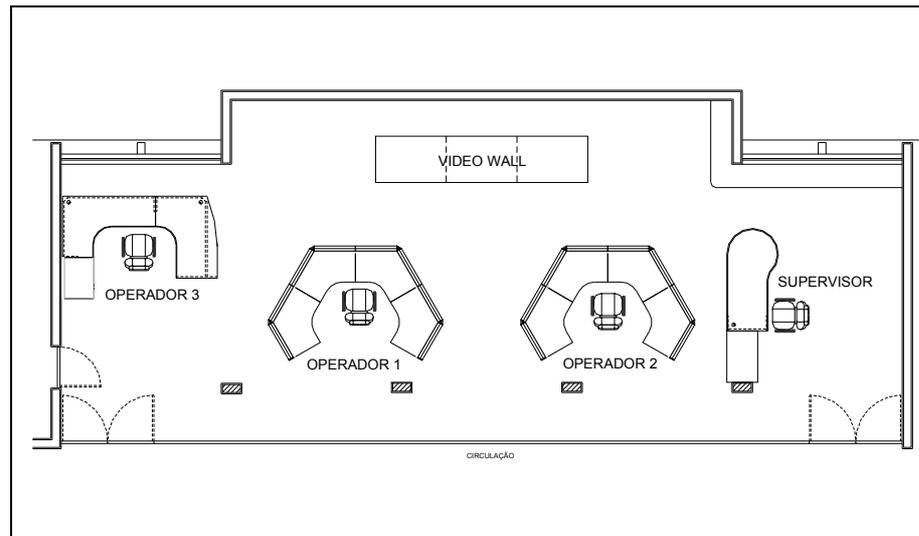


FIGURA 5.2 – Planta baixa da sala de controle com a localização dos postos de trabalho.

O período de trabalho dos operadores 1 e 2 é de seis horas corridas, numa escala de 1x12 (trabalha um turno e folga 12 horas), em horários alternados, podendo coincidir com sábados, domingos e feriados. Dessa forma, os turnos de trabalho são assim divididos, 1º turno das 6:00 às 12:00, 2º turno das 12:00 às 18:00, 3º turno das 18:00 às 00:00 e 4º turno das 00:00 às 6:00. Quando o operador completa um ciclo completo, ou seja, os quatro turnos, ele folga um dia completo. O operador 3 trabalha apenas no período de dois turnos que coincidem com o horário comercial, ou seja, das 6:00 às 12:00 e das 12:00 às 18:00.

Os operadores trabalham monitorando e realizando manobras no sistema através dos monitores e das telas do *Video Wall* nas 24 subestações do Sistema Leste, se comunicando com as mesmas através de centrais telefônicas HICOM com canais ponto a ponto, telefones convencionais (móveis e fixos) e por correio eletrônico via rede informatizada interna da empresa (intranet). Os operadores são treinados em cursos específicos para o desenvolvimento da tarefa e participam do programa de qualidade e certificação a cada dois anos.

Os operadores monitoram e atuam no sistema ininterruptamente. O operador principal (1), que é promovido de acordo com o tempo de serviço, é o responsável pelas atividades realizadas durante o seu turno e coordena os demais. O operador 2 realiza os procedimentos de manobra definidos pela equipe de pré-operação e atua nas contingências. O operador 3 é responsável pelos registros realizados durante os turnos, e também pode atuar operando o sistema em casos de demanda maior ou contingências.

Em média nos turnos das 6:00 às 12:00 e das 12:00 às 18:00, ocorrem o maior número de atividades, com várias chamadas telefônicas, surgindo muitas vezes a necessidade de se atender duas ou três chamadas ao mesmo tempo.

A maioria das manobras nas subestações são realizadas das 7:00 às 9:00 horas e fecham entre as 15:00 e 18:00 horas. Essas manobras têm a finalidade de manutenção dos equipamentos e geralmente são realizadas nos finais de semana, por questão de segurança, devido à menor demanda de consumo neste período.

Todas as atividades realizadas, principalmente as contingências, são registradas no sistema e descritas em um relatório diário. Devido ao aumento da demanda do sistema, sentiu-se a necessidade de criar mais um posto de trabalho, o do operador 3 ou de registros. A partir de então a atividade de alimentar o sistema com os eventos do turno passou a ser realizada pelo mesmo.

O supervisor também atua nos turnos de horário comercial e tem como função analisar as fichas com os procedimentos do dia, receber as pessoas e quando necessário, também atua no sistema, tomando decisões nos momentos críticos, quando ocorrem as contingências.

Na sala de controle, todas as ações dos operadores são gravadas, para que na ocorrência de falhas, estas sejam apuradas pela equipe de pós-operação, assim como toda a documentação dos registros também são analisadas diariamente.

5.2 Sistematização do Sistema Humano-Tarefa- Máquina

Entendemos que para uma análise da relação humano-ambiente é necessário antes de tudo conhecer a cultura de seus usuários e as atividades que estes desenvolvem, para tal, foi utilizado o SHTM – Sistema Humano-Tarefa-Máquina. Segundo Moraes & Frisone (2001), os modelos de sistematização são importantes ferramentas que auxiliam no entendimento do sistema, assim como no reconhecimento de problemas encontrados neste, e de suas consequências.

Segundo Moraes & Mont'Alvão (2003), a sistematização consiste na construção dos modelos do sistema operando. Nesta pesquisa foram trabalhadas a caracterização, a posição serial, a ordenação hierárquica, a expansão e a modelagem comunicacional do sistema, voltadas para o trabalho do operador na sala de controle da Equipe de Tempo Real.

a) Caracterização e Posição Serial do Sistema

O objeto de estudo é o Centro Regional de Operações do Sistema Leste (CROL), que possui como **sistema-alvo** o posto de trabalho do operador de sistemas da sala de controle da Equipe de Tempo Real. A **meta** desse sistema, ou seja a missão a qual se destina, é salvaguardar o subsistema leste e gerenciá-lo, garantindo o fornecimento de energia aos seus consumidores dentro dos padrões de qualidade estabelecidos. Para que a meta seja atingida, o sistema possui alguns requisitos, e na tentativa de atingí-los, sofre algumas restrições.

Como **sistema alimentador**, encontra-se a equipe interna de Pré-Operação, as subestações da empresa e os elementos externos representados pelos consumidores industriais e concessionárias de fornecimento da energia elétrica dos estados. No **sistema ulterior**, além dos elementos externos mencionados, encontra-se a equipe interna de Pós-Operação. Por fim, os **resultados despropositados** apontam falhas e desvios encontrados no sistema (Figura 5.3).

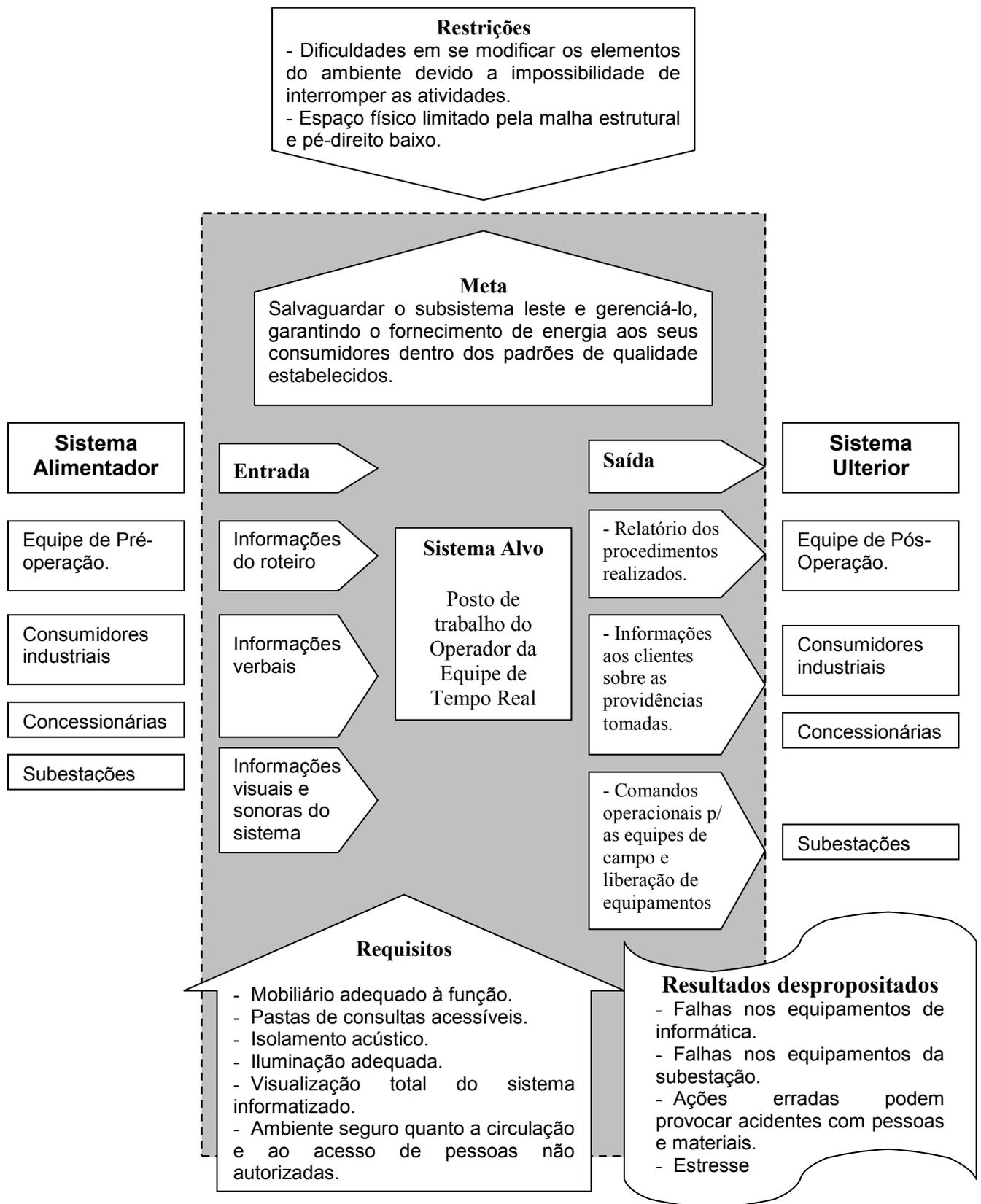


Figura 5.3 – Caracterização e posição serial do sistema

Adaptado de Moraes e Mont'Alvão (2003)

b) Ordenação Hierárquica do Sistema

Numa segunda etapa, o sistema-alvo é posicionado de acordo com a sua inclusão em outros sistemas hierarquicamente superiores, que são denominados supra-sistema e supra-supra-sistema, até atingir o ecossistema. Por outro lado, os níveis hierárquicos inferiores são inseridos no sistema: os subsistemas e os sub-subsistemas (figura 5.4).



Figura 5.4 – Ordenação Hierárquica do Sistema

Adaptado de Moraes e Mont'Alvão (2003)

Assim sendo, o sistema-alvo funciona juntamente com as equipes de Pré-Operação (Normatização e Programação) e Pós-Operação. Em paralelo funcionam o supervisor e a gerência (figura 5.5).



Figura 5.5 – Expansão do Sistema
Adaptado de Moraes e Mont'Alvão (2003)

c) Modelagem Comunicacional do Sistema

Este modelo de abordagem corresponde a um diagrama que lida basicamente com a transmissão de informações entre o homem e a máquina.

No caso da sala de controle, os elementos do ambiente direcionam para o operador informações através das fichas de procedimento e roteiro, informações visuais e sonoras do sistema Sage e informações verbais pelo telefone. Ao serem processadas pelo sistema nervoso central, convertem-se em padrões de comportamento descritos no quadro Respostas Humanas (Figura 5.6).

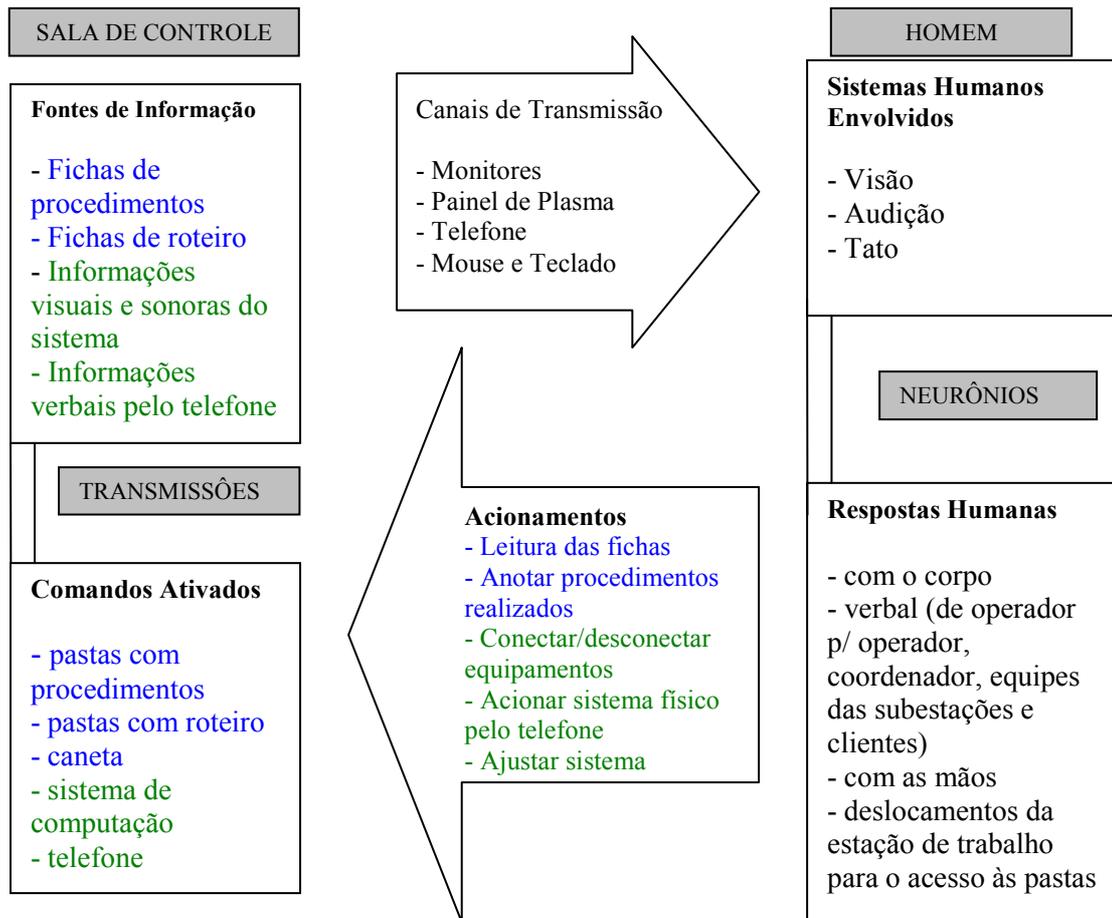
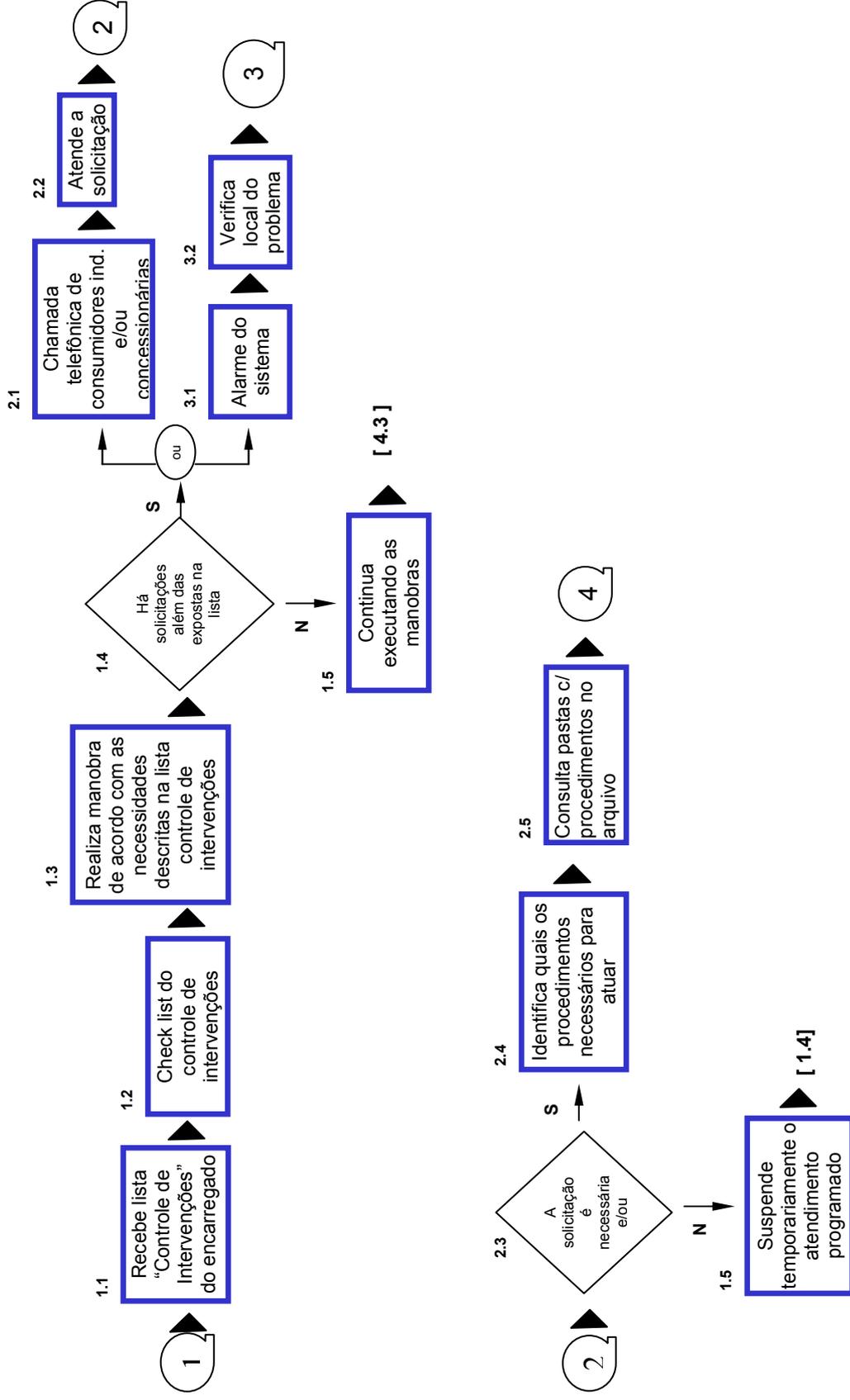


Figura 5.6 – Modelagem Comunicacional do Sistema

Adaptado de Moraes e Mont'Alvão (2003)

A seguir são apresentados os fluxogramas, descrevendo graficamente as atividades realizadas pelos operadores (MORAES & MONT'ALVÃO, 2003).

Figura 5.7 – Fluxograma das atividades da tarefa dos operadores 1 e 2



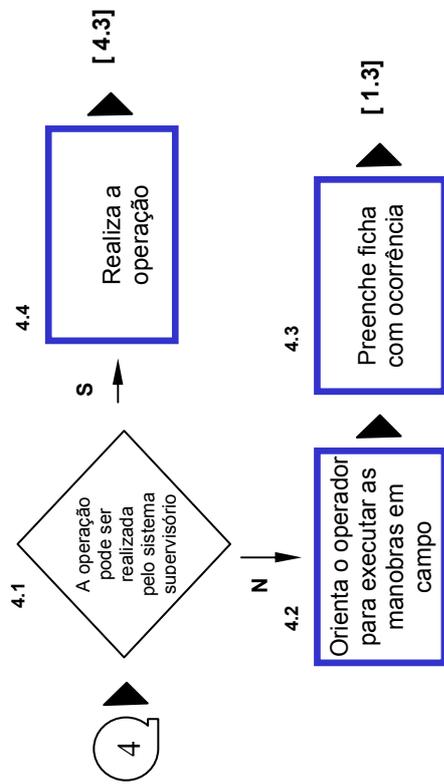
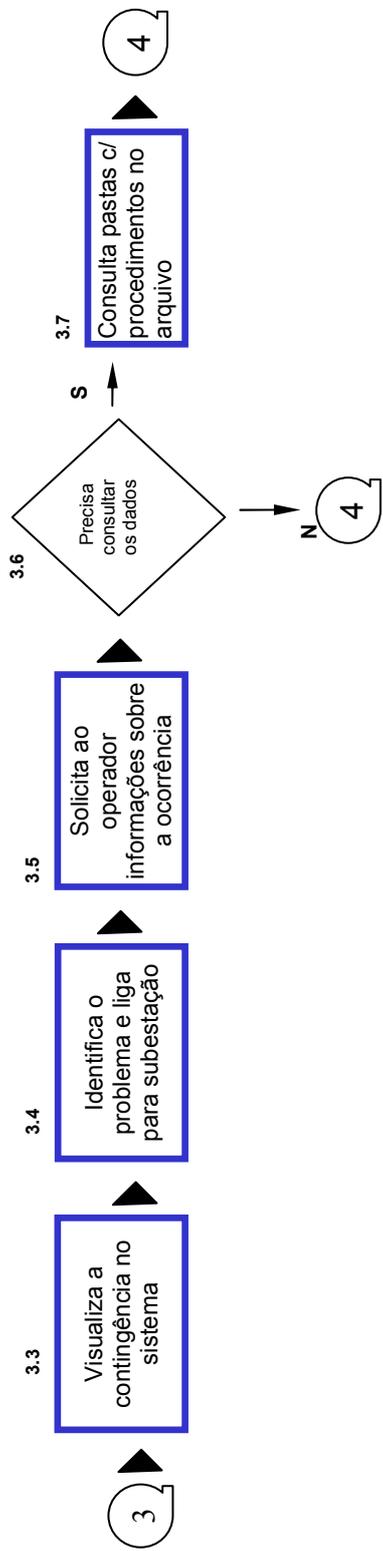
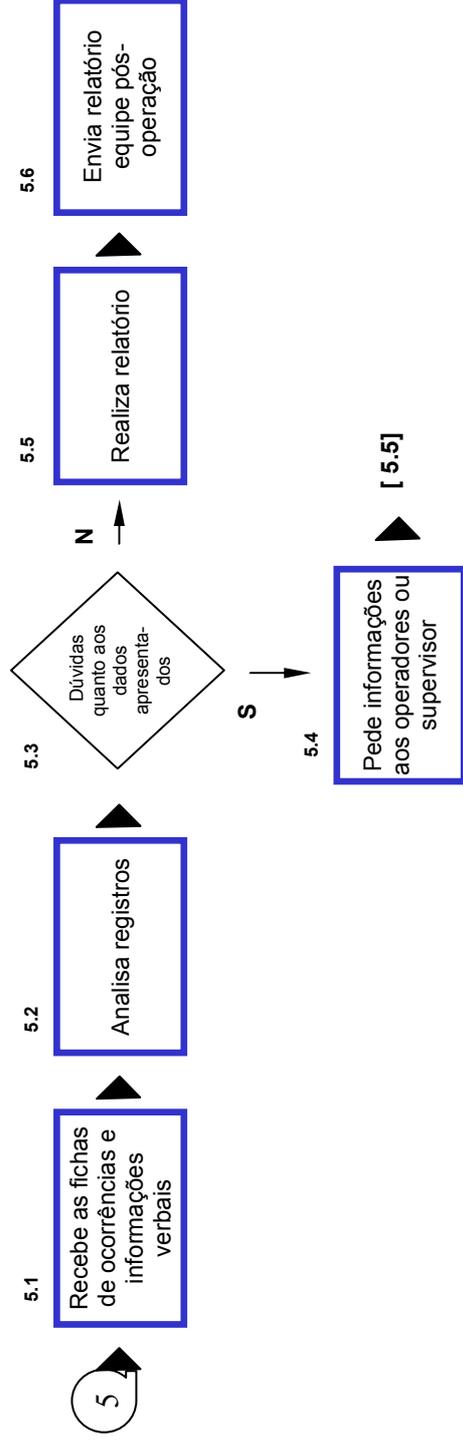


Figura 5.8 – Fluxograma das atividades da tarefa do operador 3.

O operador de registros tem a função de executar o relatório com o fechamento das operações realizadas durante os turnos, cuja atividade está representada abaixo.



5.2.1 Problematização

Problemas	Caracterização
Interfaciais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O operador precisa curvar-se, ou mesmo se debruçar sobre a mesa, para pegar as pastas no arquivo volante. ✓ Para visualizar os monitores, o operador precisa rotacionar o corpo constantemente. ✓ O operador segura o gancho do telefone com os ombros enquanto utiliza o mouse ou preenche documentos. ✓ Na troca de turnos os operadores ficam em pé e demonstram cansaço ao se apoiarem na bancada. Esta situação também ocorre quando precisam se comunicar entre si.

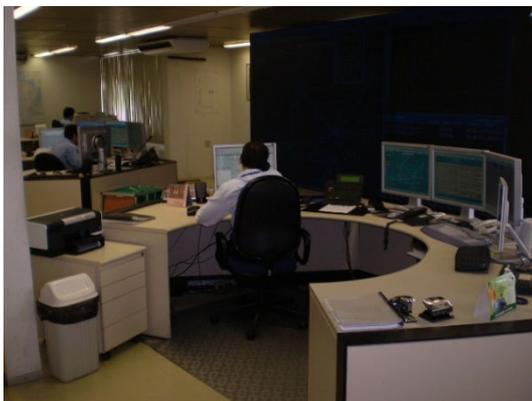


Figura 5.9 – Operadores segurando o gancho do telefone com os ombros.



Figura 5.9 – Operadores durante a troca de turnos.

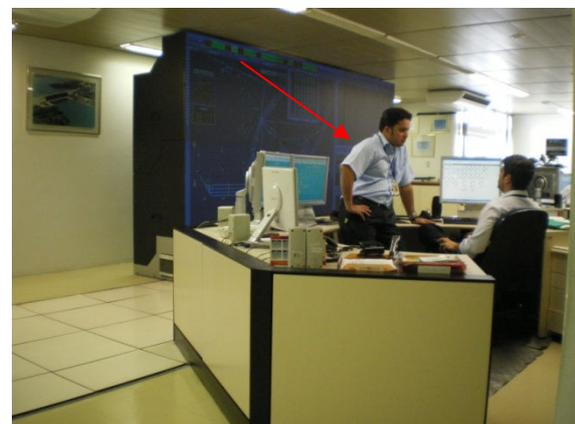


Figura 5.10 – Operadores conversando durante o turno.

Informacionais / visuais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Algumas cores utilizadas para apresentação dos dados no painel <i>video wall</i> não estão adequadas. ✓ Em alguns pontos da bancada dos operadores não é possível visualizar o painel <i>video wall</i>. ✓ O operador 3 não tem condições de visualizar o painel <i>video wall</i> de sua bancada.
--------------------------	--

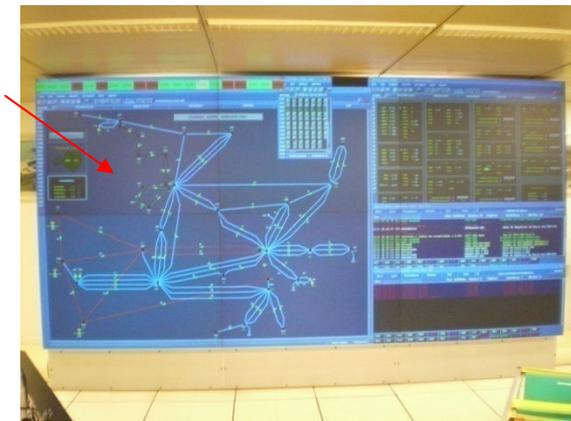


Figura 5.11 – As cores escuras dificultam a visualização das informações do painel.

Figura 5.12 – Visualização do painel do operador 2.

Comunicacionais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O constante toque do telefone e alarmes deixam os operadores estressados, principalmente nos horários de pico ou quando ocorre algum evento.
Operacionais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nos períodos de fechamento do mês, a demanda de trabalho é maior que a capacidade de atendimento. ✓ Nos turnos da madrugada o trabalho é monótono.
Organizacionais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O fácil acesso de pessoas não autorizadas interferem no trabalho, principalmente quando ocorre algum evento.
Físico-Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ São fatores de ruído, as unidades de ar condicionado e os equipamentos do <i>video wall</i>. ✓ As luminárias estão distribuídas de forma inadequada e geram reflexos nos monitores e painel.

Acidentários	✓ O piso falso possui placas soltas, permitindo que as pessoas tropecem.
Biológicos	✓ Presença de mosquitos e animais (timbus) na sala, principalmente no turno da madrugada.

A partir da modelagem do sistema, foi possível conhecer as características da atividade dos operadores e os principais problemas foram apontados. Dentre os mesmos, os componentes do ambiente físico da sala se apresentam como causa principal dos seguintes problemas:

- Problemas posturais no uso do mobiliário, telefone, monitores e arquivos;
- Dificuldade de interação entre os operadores;
- Visualização dos dados do sistema no painel video wall;
- Fácil acesso de pessoas não autorizadas à sala.

Face ao exposto, comprova-se que as condições ambientais em uma sala de controle podem impactar nas dimensões físicas, cognitivas e organizacionais presentes na atividade laboral humana, destacando a importância da avaliação ergonômica do ambiente.

A seguir será apresentado um quadro com os principais problemas e sugestões preliminares de melhorias. Na etapa seguinte, as questões relacionadas ao ambiente construído serão observadas a partir da Avaliação Ergonômica do Ambiente (VILLAROUCO, 2008), oferecendo parâmetros para as intervenções futuras.

Quadro do Parecer Ergonômico: Formulação do problema e sugestões preliminares de melhoria

Classe de problema	Problemas	Requisitos	Constrangimentos da tarefa	Custos humanos do trabalho	Disfunções do Sistema	Sugestões de melhoria	Restrições do Sistema
Interficiais	O operador precisa curvar-se, ou mesmo se debruçar sobre a mesa, para pegar as pastas no arquivo volante.	Procurar pastas sem curvar-se	Flexão da cervical e lombar, braços sem apoio	Cervicalgia, lombalgia e cansaço nos braços	Ineficiência na execução da tarefa	Redimensionar móvel para arquivo	Desconhecimento
	Para visualizar os monitores, o operador precisa rotacionar o corpo constantemente.	Visualizar monitores sem rotacionar o corpo	Flexão cervical/torácica	Cervicalgia	Ritmo lento na tarefa	Redimensionar mesa de operação	custo elevado
	O operador segura o gancho do telefone com os ombros enquanto utiliza o mouse ou preenche documentos. Na troca de turnos os operadores ficam em pé e demonstram cansaço ao se apoiarem na bancada. Esta situação também ocorre quando precisam se comunicar entre si.	Não precisar segurar o telefone Não precisar ficar de pé	Inclinação do pescoço Cansaço	Dores nos ombros e pescoço Lombalgia	Dificuldade de atenção no atendimento Dificuldade de atenção no diálogo	Utilização do fone de ouvido Redimensionar mesa de operação e disponibilizar mais cadeiras	Dificuldade de adaptação Custo
Informacionais/visuais	Algumas cores utilizadas para apresentação dos dados no painel <i>video wall</i> não estão adequadas.	Visualizar informações	Confusão na leitura dos dados	Cefaléia e estresse	Dificuldade na tomada de decisões	Modificar no sistema SAGE a apresentação das cores	Tempo para testes
	Em alguns pontos da bancada dos operadores não é possível visualizar o painel <i>video wall</i> .	Visualizar informações a partir da bancada Menos alarmes e sinais visuais mais visíveis do aparelho de telefone	Má visualização	Cansaço visual e mental	Dificuldade na identificação dos problemas	Redimensionar a mesa de operação Modificações no sistema SAGE e novo equipamento de telefone	Custo elevado Dificuldade de adaptação e tempo para testes
Comunicacionais	O constante toque do telefone e alarmes deixam os operadores estressados, principalmente nos horários de pico ou quando ocorre algum evento.		Irritação devido aos toques constantes	Estresse e cefaléia	Ritmo lento da tarefa		

Classe de problema	Problemas	Requisitos	Constrangimentos da tarefa	Custos humanos do trabalho	Disfunções do Sistema	Sugestões de melhoria	Restrições do Sistema
Operacionais	Nos períodos de fechamento do mês, a demanda de trabalho é maior que a capacidade de atendimento.	Diminuir a sobrecarga de trabalho	Dificuldade no atendimento	Estresse	Falhas no atendimento	Melhor distribuição das tarefas entre os operadores	Tempo para treinamento
	Nos turnos da madrugada o trabalho é monótono.	Manter o operador ocupado	Monotonia	Sonolência	Desestímulo	Designar trabalhos de outros turnos	Tempo para treinamento
Organizacionais	O fácil acesso de pessoas não autorizadas interferem no trabalho, principalmente quando ocorre algum evento.	Dificultar o acesso do pessoal externo	Dificuldade de concentração	Estresse	Erros na execução da tarefa	Criar barreiras arquitetônicas para dificultar o acesso	Custo
	São fatores de ruído, as unidades de ar condicionado e os equipamentos do <i>video wall</i> .	Silêncio	Irritação	Cefaléia	Ritmo lento inconsciente	Prever divisória acústica e manutenção do ar cond.	Custo
Físico-Ambientais	As luminárias estão distribuídas de forma inadequada e geram reflexos nos monitores e painéis.	Adequar de acordo com layout	Iluminação insuficiente	Dores na vista	Interferência na leitura	Estudo luminotécnico	Custo
	O piso falso possui placas soltas, permitindo que as pessoas tropecem.	Piso uniforme	Acidentar-se e poluição visual	Hematomas	Desconforto	Nivelar e substituir placas	Custo
Biológico	Presença de mosquitos e animais que se alojam no piso falso.	Placas do piso vedadas	Picadas de mosquitos e mordidas de animais	Transmissão de doenças	Desconforto	Vedar placas soltas e dedetizar o local	Odores da dedetização

5.3 Avaliação Ergonômica do Ambiente Construído

As atividades realizadas na sala de controle têm como objetivo manter o sistema funcionando dentro dos padrões de qualidade estabelecidos, realizando atividades de comando e manobras. As restrições à essas atividades causadas pelo ambiente físico podem vir a gerar comprometimento no sucesso da realização da tarefa pelos operadores.

Após a caracterização do objeto de estudo, neste ítem serão apresentados os dados obtidos a partir do método de Avaliação Ergonômica do Ambiente, desenvolvido por Villarouco (2008), como possibilidade de verificar a sua utilidade na obtenção dos resultados.

A aplicação das ferramentas de pesquisa não objetivou apenas a coleta de dados, mas principalmente, que fossem realizados testes de sua aplicabilidade na metodologia. A pesquisa de campo contemplou medições do ambiente físico e levantamento dos dados sobre equipamentos e postos de trabalho, através da observação direta, entrevistas e questionários. Procurou-se levantar a maior quantidade possível de informações sobre o ambiente da sala de controle da Equipe de Tempo Real, por ser este, dentre os ambientes do centro de controle, o de maior complexidade.

Na medida em que os operadores preenchiam os instrumentos, eles também manifestavam verbalmente suas experiências e expectativas acerca do local de trabalho. Os questionários de opinião dos usuários sobre o ambiente em geral e sobre o conforto térmico, como também o da Constelação de Atributos, foram aplicados com todos os operadores, sendo que uns responderam a todos e outros não.

A seguir serão apresentados os dados da aplicação das ferramentas, cuja ordem de apresentação segue a mesma da metodologia: (1) Análise Global do Ambiente (*Questionário de opinião dos usuários e Análise Walkthrough*), (2) Identificação da Configuração Ambiental (Levantamentos dos aspectos físicos, mobiliários e equipamentos) (3) Avaliação do Ambiente em Uso (observações sistemáticas), (4) Análise da Percepção do Usuário (*Questionário de opinião dos usuários sobre conforto do ambiente e constelação de atributos*) e (5) Diagnóstico Ergonômico do Ambiente.

5.3.1 Análise Global do Ambiente

A etapa da Análise Global do Ambiente consiste no primeiro contato com o ambiente, onde se deve buscar entender o espaço, o trabalho nele desenvolvido e a caracterização dos principais problemas. Aqui se procurou levantar a maior quantidade de informações possíveis sobre o ambiente da sala de controle através do Questionário de Opinião dos Usuários e Análise Walkthrough.

5.3.1.1 Dados do Questionário de Opinião dos Usuários

No início da pesquisa de campo, logo após as primeiras entrevistas com a gerência e visitas de reconhecimento, foi aplicado um questionário com os operadores. O questionário de opinião do usuário, baseado em Abrantes (2004) e Simões (2005), foi elaborado com o objetivo de obter os dados pessoais e funcionais dos operadores e informações sobre o seu posto de trabalho (anexo 1).

Devido à dificuldade de conciliar os turnos e folgas dos operadores, o questionário foi deixado com o supervisor que ficou encarregado de distribuí-lo com o grupo. Na presença da pesquisadora foram preenchidos apenas três dos 14 distribuídos, no que pôde ser observado que não eram necessários mais do que 20 minutos para o seu preenchimento. Os comentários realizados pelos entrevistados enquanto preenchiam, ou quando nos encontravam em outro dia, demonstraram o interesse dos mesmos em compreender e melhorar o ambiente de trabalho. De todos da equipe, apenas um operador não devolveu o questionário.

As perguntas do questionário tiveram como objetivo abordar os seguintes aspectos, que foram divididos em três grupos principais: Dados pessoais, Dados funcionais e local/ambiente de trabalho.

No primeiro item intitulado “Dados Pessoais”, constam os dados apresentados na tabela 5.1 a seguir. É importante ressaltar que todos os operadores que trabalham na sala de controle são do sexo masculino.

Dados Pessoais		Nº respostas	Percentual
Idade	Entre 30 e 39 anos	11	85%
	Mais de 40 anos	02	15%
Escolaridade	Fundamental	00	0%
	2º Grau	02	15%
	Superior	11	85%
	Pós-graduação	00	0%

Tabela 5.1 *Dados pessoais dos usuários da sala de controle*

Percebe-se com a análise dos dados, que a maioria dos operadores estão na mesma faixa de idade e possuem o nível de escolaridade superior, que está acima do exigido pela empresa para exercer a função. As profissões indicadas foram: Assistente técnico (2) e operador de sistemas eletroenergéticos (11).

No segundo item, “Dados Funcionais”, foi avaliado que todos os pesquisados são funcionários e seis trabalham na empresa de 1 a 5 anos, três de 6 a 10 anos e quatro há mais de 10 anos.

Resumindo os resultados obtidos nos dois primeiros grupos de perguntas, conclui-se que os operadores estão em uma faixa etária adulta (mais de 30 anos) e com um tempo razoável de trabalho na empresa. No entanto o importante é que a maioria está na empresa desde as mudanças com a reforma da sala em atendimento até a implantação do sistema informatizado.

No terceiro item, Local/Ambiente de trabalho, foi analisado que um entrevistado ocupa o posto de supervisor, seis ocupam o posto de trabalho *operador 1*, cinco ocupam o de *operador 2* e apenas 1 respondeu como *operador 3*. Na pergunta seguinte, alguns operadores responderam que ocupam outros postos na sala além do seu, no que se pode perceber que o posto de trabalho *operador 3* ainda está em fase de adaptação e que há um remanejamento, tanto dos *operadores 1*, como dos *operadores 2*, para ocupá-lo.

Outro fator observado é que os operadores que afirmaram ocupar o posto *operador 1*, possuem maior tempo de serviço na empresa, de 6 a 10 anos ou mais de 10 anos. O tempo de permanência no posto é de seis horas por dia, apenas um entrevistado citou que uma vez na semana trabalha 12 horas por dia e o supervisor respondeu que o seu expediente é de 8 horas/dia.

Na seção do questionário que se refere à avaliação do 1º pavimento, onde estão localizadas as atividades do setor de operações, inclusive a sala de controle, os pesquisados foram orientados a atribuir conceitos aos itens avaliados segundo a seguinte escala de valor: (A) muito bom; (B) bom; (C) razoável; (D) ruim e uma última coluna 'não sei', caso não soubesse opinar. Os resultados da opinião pessoal dos operadores constam na tabela 5.2.

Avaliação do 1º andar do CROL, como você avalia...	A	B	C	D	Não sei
1. ...o controle de entrada na portaria?	0	3	4	6	
2. ...o número de vagas no estacionamento?	0	3	6	4	
3. ... a qualidade de acesso de pessoas com dificuldades de locomoção?	0	1	1	10	1
4. ...a largura dos corredores?	0	5	4	4	
5. ... o recolhimento de lixo?	3	8	2	0	
6. ...o espaço destinado à copa?	2	4	6	1	
7. ...o espaço destinado ao banheiro?	4	9	0	0	
8. ...o número de banheiros?	0	7	4	2	
9. ...a limpeza do banheiro?	1	11	1	0	
10. ...a segurança contra incêndio e pânico?	0	4	2	6	1
11. ...a segurança contra roubos e furtos?	0	2	7	4	

Tabela 5.2 – Avaliação do 1º andar do CROL como um todo

Os itens melhor avaliados, com mais de 80% das respostas entre muito bom (A) e bom (B), dizem respeito ao recolhimento do lixo, o espaço destinado ao banheiro e a limpeza do mesmo. Quanto ao número de banheiros, as respostas ficaram praticamente empatadas, assim como o espaço destinado à copa.

Quanto à avaliação entre razoável (C) e ruim (D), os que tiveram respostas com mais de 60% foram o controle de entrada na portaria, o número de vagas no estacionamento, a qualidade de acesso de pessoas com dificuldade de locomoção, a largura dos corredores, a segurança contra incêndio e pânico e a segurança contra roubos e furtos.

Na seção que trata da avaliação do ambiente da sala de controle, os resultados estão descritos na tabela 5.3.

Dentre os itens avaliados, o que mais se destacou, com 100% das respostas entre muito bom (A) e bom (B) foi a temperatura da sala, e o empate foi verificado no que se referia à qualidade do ar. Os itens melhor avaliados pelos operadores foram: o tamanho da sala, a iluminação natural e a artificial, o isolamento contra ruídos internos e externos do edifício, a limpeza da sala e localização dos pontos de telefone.

Os que tiveram resultados entre razoável (C) e ruim (D) foram: disposição dos móveis e equipamentos; adequação/conforto dos móveis às atividades; a aparência dos acabamentos, revestimentos e materiais; a localização dos pontos elétricos; a privacidade do local; o favorecimento à concentração para a tarefa; sensação de bem estar proporcionada pelo local.

Avaliação do ambiente da sala de controle de Tempo Real, como você avalia...	A	B	C	D	Não sei
12. ...o tamanho da sala?	2	10	1	0	
13. ...a disposição dos móveis e equipamentos?	0	4	5	4	
14. ... a adequação/conforto dos móveis às suas atividades?	0	2	6	5	
15. ... a aparência (acabamentos, revestimentos, materiais)?	0	3	5	5	
16. ... a qualidade dos materiais de piso, parede e teto?	0	3	4	6	
17. ...a iluminação natural?	0	7	5	1	
18. ...a iluminação artificial?	0	9	1	3	
19. ...a temperatura?	4	9	0	0	
20. ...o isolamento contra ruídos internos do edifício?	0	8	3	2	
21. ...o isolamento contra ruídos externos do edifício?	1	10	2	0	
22. ...a qualidade do ar (odores, poeira)?	0	6	6	0	1
23. ... a limpeza da sala?	2	9	1	1	
24. ...a localização dos pontos elétricos da sala?	0	2	5	6	
25. ...a localização dos pontos de telefone?	3	6	3	1	
26. ...a privacidade local, necessária para sua atividade?	0	5	3	5	
27. ...o favorecimento à <i>concentração</i> para a execução da tarefa?	0	4	7	2	
28. ...a sensação de bem-estar que o local lhe proporciona?	0	4	8	1	

Tabela 5.3 – Avaliação do ambiente da sala de controle Tempo Real

No final do questionário foi solicitado que o entrevistado indicasse, por escrito, os principais problemas e as principais qualidades do 1° pavimento, onde funciona o CROL e da sala de controle. Ao todo foram registrados 23 problemas do 1° pavimento e 36 problemas da sala de controle, 16 qualidades do 1° pavimento e 20 qualidades da sala de controle. Um entrevistado teve dificuldades em responder quanto à qualidade dos dois espaços e outro apenas quanto às qualidades do pavimento do CROL.

De acordo com os registros dos principais problemas, os mais mencionados dizem respeito ao acesso de pessoas estranhas ao ambiente de trabalho e à quantidade de mosquitos, inclusive foi registrada a presença de animais (timbus). A seguir são destacados os principais problemas mencionados pelos operadores quanto ao 1º pavimento do CROL.

- a. **Acessibilidade** – O acesso às pessoas com algum tipo de deficiência física é praticamente impossível ao edifício, pelo fato do mesmo possuir apenas escadas. Outro fator mencionado foi quanto aos corredores, por serem estreitos.
- b. **Banheiros** – foi mencionada insatisfação quanto à quantidade de banheiros e o fato do mesmo ser comunitário.
- c. **Sala de pré-operação** – apenas um operador mencionou a dificuldade de circulação na sala de pré-operação, que é um espaço sempre frequentado pelos operadores.

Dentre as principais qualidades do pavimento do Centro de Operações registradas, as mais indicadas referem-se ao banheiro (4), área de apoio, copa e vestiário (3) e a limpeza do ambiente (3).

No que diz respeito à sala de controle em estudo, os principais problemas destacados pelos operadores, de acordo com o número de menções, são:

- a. **Mesa de Operação** – foi apontado pelos operadores que os consoles, por serem muito afastados um do outro, dificultam a comunicação e que a disposição dos mesmos não permite uma boa visualização do *video wall*.
- b. **Instalações dos equipamentos** – a alimentação por cabos elétricos e cabeamento estruturado fica solta, aparente, por baixo dos consoles dos operadores e foi apontada como um fator de incômodo. Também foi citada a quantidade de pontos elétricos insuficientes.
- c. **Piso falso** – entre o *video wall* e os consoles existe uma área de piso falso coberto por placas metálicas revestidas com o mesmo piso Paviflex da sala. Este espaço era utilizado anteriormente para passar o cabeamento do painel sinótico. Os operadores mencionaram que as placas, por não serem bem fixadas, geram ruídos quando se caminha, além de ser um local propício para abrigar pequenos animais, como o já citado exemplo do registro de timbus encontrados na sala.

- d. **Ruído** – foi mencionado que o ruído dos equipamentos, principalmente do ar condicionado, é um fator incômodo na sala, como também foi citado a falta de isolamento para às demais salas.
- e. **Mobiliário e equipamentos** – com um número menor de indicações, entre 1 e 2 vezes, as cadeiras foram mencionadas como desconfortáveis, monitores mal distribuídos, posição inadequada do telefone e o difícil acesso às pastas de consulta.

As principais qualidades da sala de controle apontadas foram climatização (5), espaço confortável (3), boa iluminação (2), harmonia da equipe (2) e recursos suficientes para a realização das tarefas (2).

O último campo, destinado às observações gerais, foi respondido apenas por dois dos participante. Um deles mencionou a necessidade de maior privacidade devido à concentração que a atividade requer. O outro, além de reforçar alguns aspectos já mencionados no item *principais problemas*, sugeriu que a iluminação artificial fosse melhorada e que houvesse um reagrupamento dos três postos de operação, de modo a permitir uma melhor visualização do *video wall*, principalmente pelo *operador 3*, além de melhorar a qualidade ergonômica dos mesmos.

Após a análise do questionário, serão descritos os dados obtidos a partir da aplicação da ferramenta *Walkthrough*.

5.3.1.2 Análise *Walkthrough*

Antes de avaliar como os operadores respondem às questões ambientais da sala, é necessário conhecer o local e o contexto social em que os mesmos estão inseridos através do olhar particular do pesquisador.

A análise foi realizada a partir de registros fotográficos e anotações no roteiro de campo e planta baixa do edifício. A aplicação desta ferramenta permitiu identificar os pontos positivos e negativos quanto aos aspectos físicos do ambiente, assim como possibilitou ao pesquisador uma maior familiaridade com o espaço e seus usuários. A análise *walkthrough* foi uma importante fonte de dados para o planejamento dos demais procedimentos de pesquisa adotados.

As “primeiras impressões” registradas, trazem algumas observações superficiais sobre a sala de controle. Na primeira visita todos os ambientes que pertencem ao CROL foram analisados e grande parte dos funcionários foi bastante receptiva, destacando o engenheiro da equipe de pós-operação e o gerente.

O acesso ao edifício é realizado a partir de um hall de entrada, onde se localiza uma escada de acesso ao primeiro andar. Após subir a escada, chega-se a um hall de entrada de aspecto agradável, principalmente por possuir uma grande janela de vidro que permite a entrada da luz natural e um bom visual do exterior.

Após uma grande porta de vidro, chega-se ao ambiente do CROL e logo se visualiza a sala de controle a partir de um visor de vidro na divisória. Vê-se o painel *video wall* e os postos de trabalho dos operadores 1 e 2.

Ao adentrar a sala, observou-se a princípio um espaço limpo e organizado. As cores claras e as texturas dos mobiliários proporcionam um ambiente agradável. Um impacto negativo é causado pela diferença de materiais e desníveis do piso. Após uma análise mais detalhada, foram identificados alguns elementos que contribuem para uma poluição visual da sala, por estarem posicionados de forma improvisada e inadequada, são eles, um carrinho para televisão e dois vasos com plantas artificiais (Figura 5.13).



Figura 5.13 – Posição inadequada dos vasos e carrinho para televisão.

Os operadores trabalham no regime de turnos e portanto o posto de trabalho é compartilhado entre todos. Dessa forma, os objetos pessoais, tais como fotos, vasos com plantas e objetos de decoração, não podem ser utilizados para dar um caráter pessoal de cada um. Foi observado que na tentativa de dar uma identidade ao seu local de trabalho, os operadores utilizam papel de parede personalizado na tela de um dos monitores, utilizado para elaborar relatórios e documentos.

Observou-se também que os operadores valorizam as relações interpessoais e que o clima entre os mesmos é bem descontraído. A preocupação com o relacionamento sadio entre os funcionários se expressa através de jogos de futebol nos finais de semana e festas para comemoração dos aniversariantes do mês.

A etapa da análise que corresponde ao levantamento físico será apresentada no item a seguir, Identificação da Configuração Ambiental.

5.3.2 Identificação da Configuração Ambiental

Tratando de avaliação do ambiente, nessa etapa identificam-se todos os condicionantes físico-ambientais a partir do levantamento de todos os dados do local, tais como dimensionamento, iluminação, ventilação, ruído, temperatura, fluxos, layout, deslocamentos, materiais de revestimento e condições de acessibilidade, levantando-se as primeiras hipóteses sobre a questão das influências do espaço na execução das atividades do trabalho.

5.3.2.1 Avaliação do Arranjo Físico

O edifício onde se encontra a sala de controle do CROL possui três pavimentos (térreo, primeiro e segundo andares). Conforme já mencionado, o objeto de estudo desta pesquisa está localizado no primeiro pavimento, por esta razão, apenas são descritos os dados deste.

Em princípio foi observado como o ambiente se dividia, sendo então o pavimento ocupado pelo Centro Regional de Operações de Sistema Leste composto pelos seguintes espaços:

- Hall de acesso pelas escadas;
- Depósito onde funcionava a central de ar;
- Banheiro e vestiário masculino;
- Copa;
- Sala de programação da equipe de Pré-Operação;
- Sala de controle da Equipe de Tempo Real
- Sala de normatização da equipe de Pré-Operação;
- Sala da gerência;
- Sala do engenheiro da equipe de Pós-Operação;
- Sala dos técnicos da equipe de Pós-Operação.

A área destinada às reuniões e treinamentos localiza-se no pavimento térreo do edifício. Além destas, também são utilizadas outras dependências da empresa para atividades extras, como locais para exercícios físicos, terminais bancários, palestras, entre outros. Não existe um espaço destinado ao descanso dos operadores.

A planta baixa do pavimento, descrita na figura 5.14, apresenta o mapeamento das salas por área de trabalho. As equipes que formam o Centro Regional de Operações de Sistema Leste foram representadas através de cores.

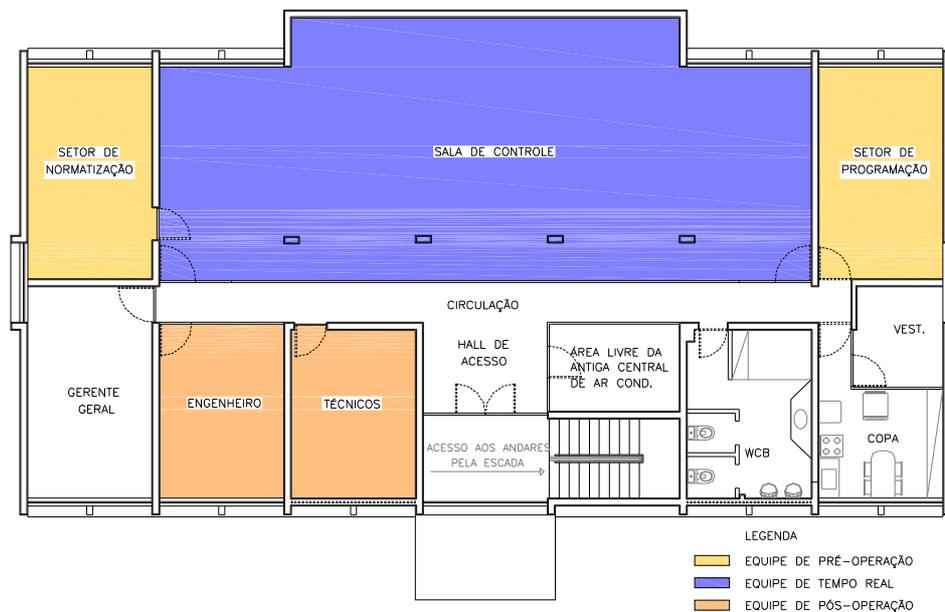


Figura 5.14 – Ambiente do CROL dividido de acordo com as áreas de trabalho das equipes

Ao observar a planta baixa do pavimento, percebe-se que os visitantes ao chegarem pela escada de acesso já se deparam com a sala de controle. Não existe nenhum ambiente de recepção, como por exemplo uma secretaria, e muitas vezes pessoas pedem informações diretamente aos operadores.

O espaço de trabalho da sala de controle está localizado em uma sala fechada, proporcionando privacidade na realização das tarefas. No entanto, possui um visor de vidro, localizado atrás dos operadores, com visibilidade para o corredor central, logo na entrada do primeiro pavimento. Dessa forma, todas as pessoas que chegam ao CROL inevitavelmente visualizam o interior da sala, fator que pode perturbar o desenvolvimento da tarefa (Figura 5.15).

A sala de controle da Equipe de Tempo Real possui três postos de trabalho dos operadores de sistema, um posto do supervisor, dois arquivos volantes com pastas para consultas de dados e um painel de *video wall*, implantado recentemente e ainda em fase de adaptação (Figuras 5.15 e 5.16).



Figura 5.15 – Vista lateral da sala de controle do CROL.



Figura 5.16 – Vista lateral da sala de controle do CROL

As bancadas dos operadores 1 e 2 estão dispostas em uma posição central na sala, em frente ao painel de *video wall*, e abrigam os equipamentos para o desempenho da atividade de controle. A do operador 3 localiza-se fora da área de visualização do painel de *video wall*. O posto de trabalho do supervisor, ainda improvisado por consequência da implantação de mais um operador, localiza-se do lado oposto ao do operador 3.

Cada um dos postos possui um tapete emborrachado para cobrir os desníveis existentes na laje e impedir as ranhuras no piso, provocadas pela movimentação das cadeiras (Figura 5.16). O piso da sala é do tipo Paviflex e na área entre o *video wall* e as bancadas dos operadores 1 e 2, existem placas metálicas cobrindo um piso falso por onde passavam as fiações do antigo painel sinótico. Por estarem soltas, as placas fazem um barulho desagradável quando alguém caminha. As tampas de inspeção por onde chegam os cabos de alimentação dos equipamentos não possuem vedação adequada e permitem o acesso de mosquitos e outros animais que se alojam no piso falso. (Figuras 5.17 e 5.18)

Entre as bancadas dos operadores 1 e 2 estão dispostos dois carrinhos de arquivos para pastas suspensas. O primeiro arquivo possui as normas e instruções da atividade de controle e o outro possui o relatório com os procedimentos e manobras que deverão ser realizadas durante o turno. (Figura 5.17)

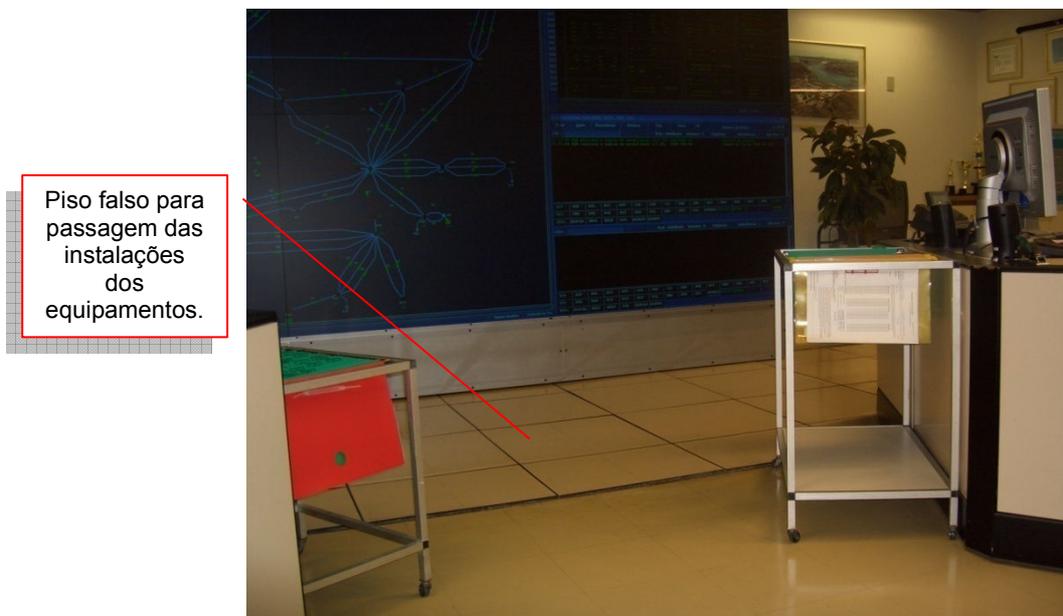


Figura 5.17 – Arquivo volante para pastas suspensas.



Figura 5.18 – Tampa de inspeção do piso falso por onde chegam os cabeios de alimentação dos equipamentos.

Quanto aos acessos, a sala de controle possui duas portas que abrem diretamente para o corredor. Tal solução não permite ao operador controlar a entrada de pessoas indesejadas, sendo este um fator constante de reclamações. Na tentativa de solucionar esse problema, foi instalado um equipamento de controle para a abertura de uma das portas através de código, enquanto a outra só poderia ser aberta por dentro da sala. Mas essa solução não teve êxito.

Durante a pesquisa, presenciamos por diversas vezes, funcionários de outros setores entrarem na sala para bater papo e tomar um cafezinho. Percebíamos que o operador que estava ocupado em alguma atividade, ou mesmo falando ao telefone, demonstrava insatisfação com o barulho da conversa.

A sala possui duas grandes janelas que permitem visualizar o ambiente externo. Para evitar o excesso de iluminação, as mesmas possuem cortinas com venezianas verticais. A janela localizada no posto do operador 3 não pode ser aberta por ocasionar ofuscamentos nos monitores (Figuras 5.15 e 5.16).

Próximo ao posto do supervisor existe um quadro de avisos exclusivo para a equipe de Tempo Real. Neste são colocadas informações, como aniversariantes do mês, programação de treinamentos, escala de turnos e orientações sobre o programa de certificação (Figura 5.19).



Figura 5.19 – Quadro de avisos localizado na sala de controle.

Os espaços de apoio destinados aos operadores, copa e banheiro, também foram observados e considerados satisfatórios quanto à organização e limpeza. Apenas não nos foi possível o acesso ao vestiário. A copa possui uma mesa para refeições rápidas e sua posição próxima à janela, proporciona bem estar. Há também equipamentos para o preparo de alimentos, porém, apesar disto, presenciamos por muitas vezes os operadores lanchando na própria sala de controle, em virtude da falta de tempo para a realização de pausas. O bebedouro de água está localizado no corredor, próximo à porta da sala de controle, evitando assim que os operadores tenham que se deslocar até a copa (Figura 5.20).



Figura 5.20 – Vista geral da copa.

Existe apenas um banheiro de uso coletivo e masculino para atender aos funcionários das três equipes e a gerência. O banheiro feminino localiza-se no 3º pavimento, onde encontra-se também mais um banheiro masculino (Figura 5.21).



Figura 5.21 – Vista geral do banheiro coletivo.

a. Acessibilidade

O estacionamento de veículos fica próximo ao edifício, sendo o mesmo bastante arborizado. Para os portadores de necessidades especiais, existem duas vagas reservadas em frente à entrada. Contudo, um cadeirante não poderá ter acesso ao edifício e muito menos à sala de controle, já que o mesmo só pode ser realizado através da escada. O edifício também não possui banheiros adaptados.

b. Estética

A preocupação com a estética se apresenta de diversas formas na sala de controle, como por exemplo: na apresentação e postura dos funcionários, nos equipamentos de informática e de escritório, nos vasos com plantas, nas cores do ambiente e na limpeza.

Os objetos dispostos nas mesas dos operadores estão sempre arrumados e organizados. Na tentativa de deixar o ambiente mais humanizado, existem dois vasos com plantas artificiais, arranjo de flores e quadros nas paredes (Figura 5.22).

As divisórias da sala são de eucatex com acabamento em laminado na cor bege, os móveis também seguem o mesmo padrão e as paredes são na cor branca. O uso de cores claras é um fator essencial na sensação de bem-estar do ambiente.

Um fator desfavorável para a organização da sala corresponde à fiação aparente atrás das mesas, o que dá uma impressão de improvisado na disposição dos postos de trabalho. Inclusive tal situação foi bastante citada pelos usuários (Figura 5.23).



Figura 5.22 – Detalhe dos objetos, equipamentos e vasos com plantas.



Figura 5.23 – Detalhe da fiação aparente atrás das bancadas.

c. Mobiliário e equipamentos

Conforme mencionado, a sala de controle possui três postos de trabalho para os operadores de sistema, um posto do supervisor, dois arquivos volantes, armário para documentos e um painel de *video wall*.

O painel de *video wall* possui seis telões onde pode ser visualizada toda a malha das subestações atendidas pela empresa, possibilitando aos operadores modificarem a configuração das telas de acordo com as suas necessidades.

A mesa de operações dos operadores 1 e 2 abrigam os seguintes equipamentos: três monitores de 21" para visualização do sistema SAGE, um monitor de 21" para operações de comunicação com a rede local e preenchimento de relatórios, um monitor de 15" para o sistema SMART (decodificador de alarmes), um conjunto de mouse e teclado para cada sistema, uma impressora, escaninho para entrada dos relatórios, uma central telefônica, com dois ganchos, para comunicação com as subestações e clientes, dois aparelhos de telefone reservas e um outro apenas para comunicação interna com a ONS – Operador Nacional de Sistemas. Com uma profundidade útil de 57cm, a mesa tem formato em 'U' e é composta por módulos regulares. A gaveta para o teclado não é utilizada e o mesmo fica sobre a mesa, diminuindo a área útil da superfície de trabalho, o que dificulta o manuseio das pastas e preenchimento de documentos. Ao lado da bancada existe um módulo com gavetas para guardar objetos pessoais e materiais de escritório. A CPU com o servidor do sistema fica abaixo da bancada do operador 1.

O posto de trabalho do operador 3 possui os seguintes equipamentos: três monitores de 21" para visualização do sistema SAGE, um monitor de 21" para operações de comunicação com a rede local e preenchimento de relatórios, um monitor de 15" para o sistema SMART (decodificador de alarmes), um conjunto de mouse e teclado para cada sistema, uma impressora, escaninho para entrada dos relatórios, um aparelho de fax e uma central telefônica com dois ganchos, para comunicação com as subestações e clientes. A mesa também possui formato em 'U', formado por módulos diferentes das demais. A gaveta para o teclado tem uso diferente a que foi destinada, sendo utilizada para guardar documentos e objetos pessoais, já que a estação de trabalho não possui gavetas convencionais. A CPU fica abrigada embaixo da bancada que está afastada 60cm, a fim de possibilitar o acesso ao cabeamento de dados e elétrico (Figura 5.24).



Figura 5.24 – Posto de trabalho do operador 3.

Com a implantação de mais um operador, este passou a ocupar o posto do supervisor. Dessa forma, os módulos do mobiliário foram divididos e uma parte foi adaptada para ser utilizada pelo supervisor no lado oposto da sala. Os equipamentos utilizados são: um conjunto de mouse, teclado, CPU e monitor de plasma de 15”, central telefônica, escaninho para documentos e uma impressora (Figura 5.25).



Figura 5.25 – Posto de trabalho do supervisor.

As cadeiras dos operadores possuem espaldar alto, braços reguláveis, rodízios, ajustes de altura e inclinação. O encosto e assento são compostos por espuma injetada e tecido permeável.

5.3.2.2 Avaliação do Conforto Lumínico

A sala de controle possui duas grandes janelas com vista para uma das subestações da empresa. Ambas possuem cortinas com persianas verticais, a fim de evitar a insolação no interior da sala, principalmente a que fica próxima ao operador 3.

As luminárias utilizadas são para duas lâmpadas fluorescentes de 32 watts e estão distribuídas de acordo com as bandejas do forro metálico de cor bege (Sistema 125). As que localizam-se próximas ao painel *video wall*, permanecem sempre desligadas para evitar o reflexo nas telas. Por falta de manutenção, uma das luminárias encontrava-se desligada, enquanto se realizava o levantamento físico (Figura 5.26).

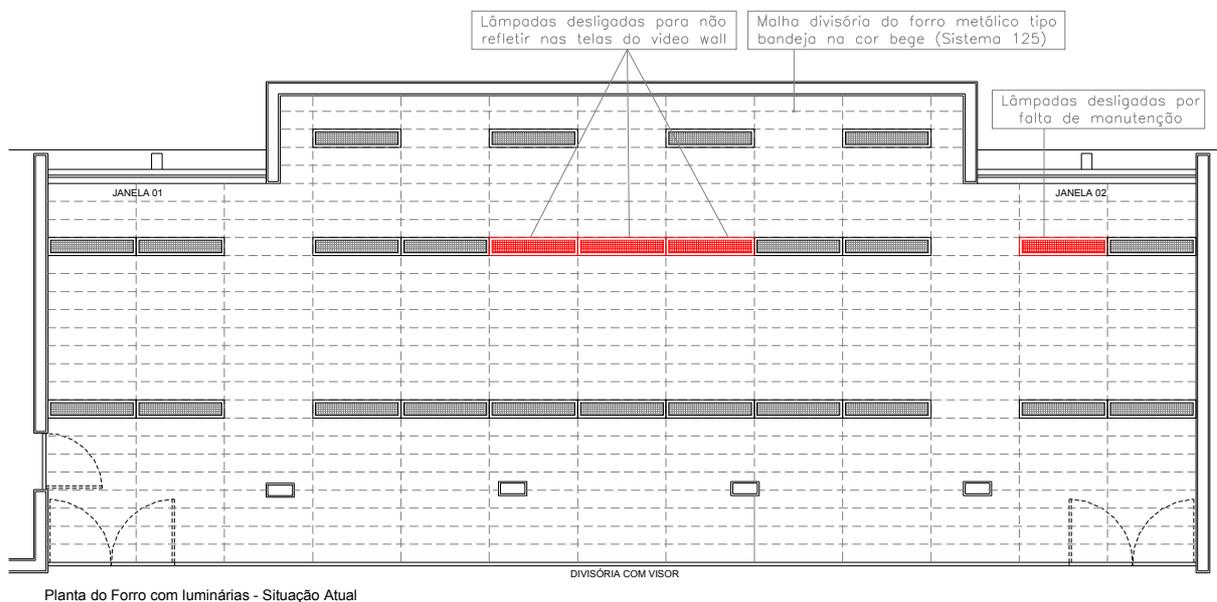


Figura 5.26 – Distribuição das luminárias na sala de controle

As medições da iluminância da sala foram realizadas a partir do método de leitura direta, utilizando-se um luxímetro digital da marca Minipa MLM-1011, em dois momentos, pela manhã (9:40) e à noite (19:00). Foram marcados sete pontos nos principais locais de atividades da sala, na altura dos planos de trabalho, sendo os mesmos classificados em dois cenários distintos, um com as venezianas da janela 2 abertas e o outro com as persianas fechadas. As persianas da janela 1 não puderam ser abertas, devido à dificuldade de acesso, em função da quantidade de cabos por detrás da mesa (Figura 5.27).

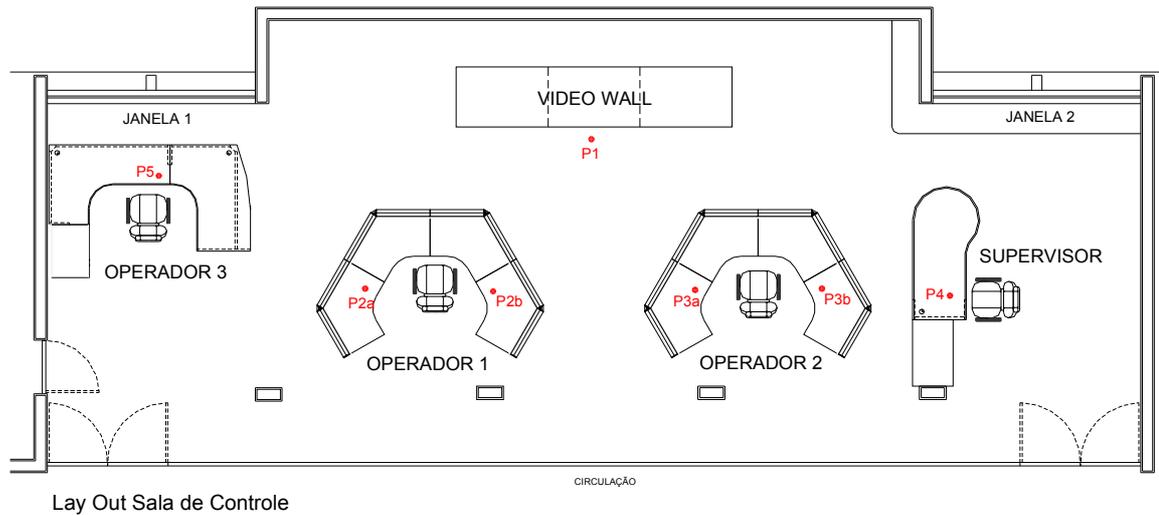


Figura 5.27 – Pontos de medição da iluminância da sala de controle

Os resultados foram comparados aos dados recomendados na Norma ISO 11064-3 (2202), de acordo com a tabela 5.4 abaixo.

PONTOS	Medições (lux)			ISO 11064-3 Lux
	9:40h Persianas abertas	9:40h Persianas fechadas	19:00	
P1	46	44	54	
P2a	268	279	243	200 a 500
P2b	480	480	490	200 a 500
P3a	550	531	520	200 a 500
P3b	565	502	530	200 a 500
P4	611	322	344	200 a 500
P5	290	300	281	200 a 500

Tabela 5.4 – Níveis de iluminância da sala de controle comparados com a Norma ISO 11064-3

Realizando uma análise geral de todos os pontos, observa-se que os níveis de iluminância estão dentro dos padrões recomendados pela norma, mas não estão distribuídos de forma homogênea, como é o caso dos pontos P2a e P2b, no posto do operador 1. Nesse caso a atividade realizada é a mesma nos dois pontos, ou seja, leitura do monitor.

Observa-se que somente o ponto P4 no cenário com as persianas abertas, atingiu valores acima do indicado na norma. Este ponto está localizado na mesa de trabalho do supervisor, que está bem próxima à janela 2, sendo esta uma das razões pela opção de manter as persianas sempre fechadas.

5.3.2.3 Avaliação do Conforto Acústico

A análise baseou-se em averiguar as condições acústicas do ambiente, observando as fontes de ruído interno e se as mesmas estariam compatíveis com a norma ISO 11064-6 (2005), que indica que não seja ultrapassado o valor de 45 dB para as salas de controle. Seis pontos de medição foram estabelecidos, um na posição de cada operador e do supervisor, e os demais próximos ao painel de *video wall* e CPU. Utilizou-se um decibelímetro digital modelo Minipa MSL-1325. (Figura 5.28)

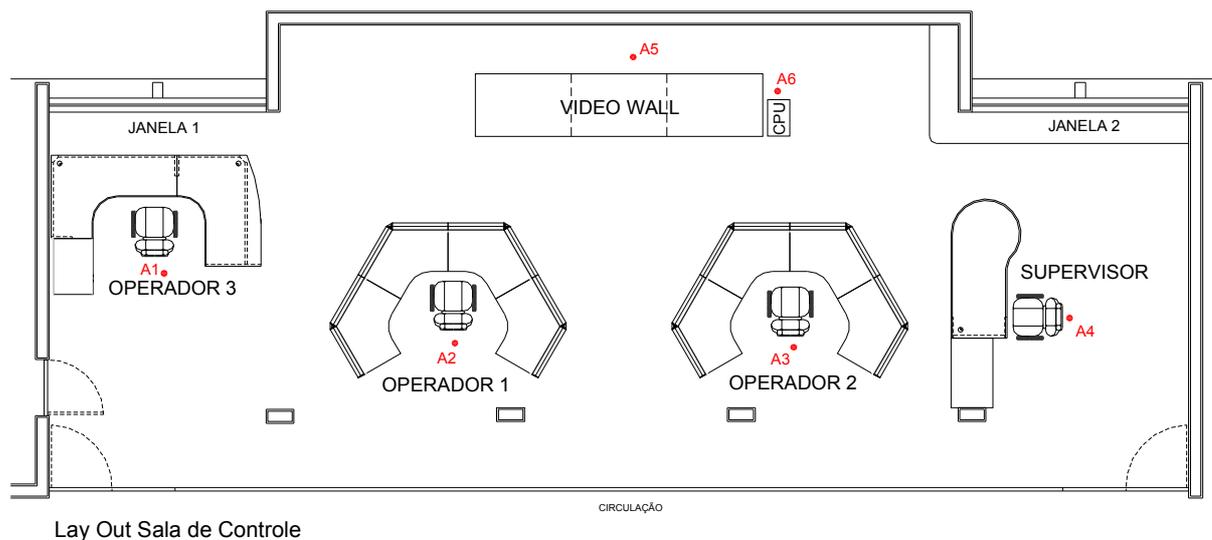


Figura 5.28 – Pontos de medição acústica da sala de controle

As medições foram realizadas a partir de dois cenários, um com as unidades de ar condicionado ligadas e outro com as mesmas desligadas, conforme tabela 5.5.

Pontos de medição		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Com ar condicionado ligado	dB(A)	61	59	58	58	-	-
Com ar condicionado desligado	dB(A)	57	55	55	54	65	70

Tabela 5.5 – Pontos de medição acústica.

Em análise aos dados obtidos com as medições sonoras do ambiente, pode-se fazer as seguintes considerações:

- Todos os pontos obtiveram valores de ruído próximos e acima do sugerido pela norma ISO 11064-6 (2005).
- A princípio foi avaliado que as unidades evaporadoras dos aparelhos de ar condicionado tipo Split System eram uma importante fonte de ruído, havendo inclusive reclamações dos operadores. Ao se realizarem as medições com as unidades desligadas, apesar de percebermos um certo alívio no ruído da sala, os valores ainda ficaram acima do recomendado.
- Portanto, foi identificado que quando os aparelhos de ar condicionado se encontram desligados, o ruído existente na sala é causado pelos equipamentos dos monitores e CPU do *video wall*. Os valores dos pontos A5 65dB(A) e A6 70dB(A) comprovam tal afirmação.

5.3.2.4 Avaliação do Conforto Térmico

A avaliação do desempenho térmico de um ambiente interno de uma edificação se resume em averiguar se o mesmo atende ou não a uma série de requisitos pré-estabelecidos em função das exigências do usuário (AKUTSU, 1987). Dessa forma, para análise do conforto térmico do ambiente, foi aplicado um questionário com os operadores, contendo perguntas sobre a sensação térmica.

A sala de controle possui três unidades de ar condicionado do tipo Split System e que ficam ligados durante as 24 horas. Por possuir um controle remoto, os operadores têm a condição de regular a temperatura e a velocidade do ventilador, de acordo com as suas necessidades. Os mesmos demonstraram estar satisfeitos com essa condição, inclusive relataram que muitos deixam a temperatura no mínimo, principalmente no turno da madrugada.

Considerando a variação de temperatura da sala, visto que a mesma é controlada pelos operadores, não foram realizadas as medições térmicas no ambiente, sendo levados em consideração apenas os dados subjetivos do questionário descrito no item 5.3.4.1.

5.3.3 Análise do ambiente em uso

A etapa de avaliação do ambiente em uso objetiva identificar a função do espaço como elemento facilitador ou dificultador quanto ao desenvolvimento das atividades. A partir da observação dos operadores no desempenho da tarefa, constatou-se inadequações do mobiliário e equipamentos, interferências de fluxos, desconfortos, entre outros. A seguir são apresentadas as principais interferências identificadas a partir da permanência do pesquisador na sala de controle do CROL, em contato direto com os usuários e o ambiente.

Os operadores se comunicam uns com os outros constantemente, deslocando-se entre os postos. Porém, muitas vezes, por estarem ao telefone ou mesmo operando o sistema, não é possível sair do local para falar com o colega. Tal situação os obriga a muitas vezes falarem alto, atrapalhando os demais, que se encontram concentrados em suas atividades. O operador 3, por ser responsável pelos registros, está sempre em contato com o operador 2 e com o supervisor, que se encontram em posições opostas.

Foi observado que na mudança de turnos, os operadores do próximo turno recebem as informações do operador 1 em sua bancada. Esta atividade é demorada, e por serem obrigados a permanecerem em pé nesses momentos, os operadores começam a demonstrar sinais de cansaço e muitos se encostam, ou até mesmo sentam na mesa.

Outro fator observado na troca de turnos é que nenhum operador realiza ajustes na cadeira, apenas ajustam com o controle remoto a temperatura do ar condicionado, geralmente para mais frio.

A localização dos três monitores do sistema SAGE na bancada está no lado esquerdo do operador 1, obrigando-o a girar o corpo para visualizá-los e utilizar o *mouse* (Figura 5.29). Outra questão observada quanto à disposição dos monitores, é que os mesmos atrapalham a visualização de alguns pontos do *video wall*.



Figura 5.29 – Operador 1 utilizando os monitores do sistema SAGE.

A consulta às pastas localizadas no arquivo volante, muitas vezes ocorrem enquanto o operador está ao telefone, então para não interromper a ligação, o mesmo se debruça por cima da mesa para alcançá-las ou sai andando com o gancho do telefone apoiado nos ombros e realiza a consulta em pé (Figura 5.30).

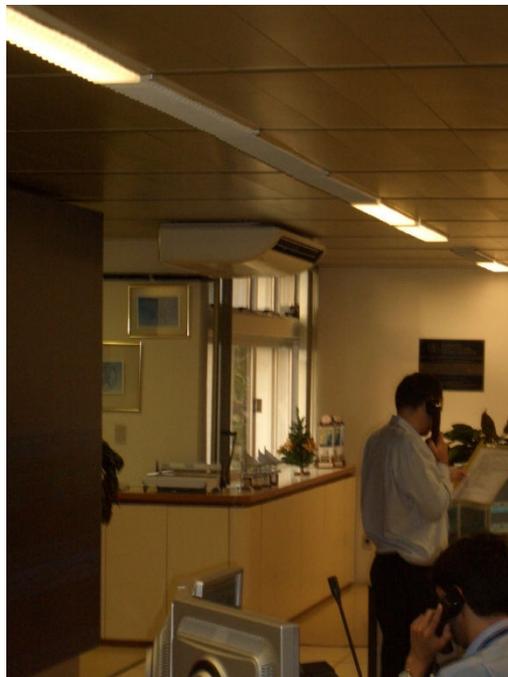


Figura 5.30 – Operador consultando documentos enquanto fala ao telefone.

A presença de mosquitos na sala é intensa, principalmente nos turnos da madrugada. Em várias ocasiões os operadores interrompem suas atividades para eliminá-los. Estes insetos chegam à sala a partir das aberturas no piso falso, as mesmas que permitem também o acesso de ratos à sala.

Não há controle quanto ao acesso de pessoas de outros setores à sala. Nos momentos em que ocorrem contingências, a sala é invadida, atrapalhando os operadores na solução do problema. Na tentativa de evitar tal situação, foi instalado um dispositivo eletrônico de acesso por senha, mas não houve êxito.

Como o ambiente da sala vem sofrendo constantes modificações para a adaptação do sistema informatizado, alguns itens ficaram inacabados, passando uma imagem de imprevisto e desordem, como por exemplo, os cabos elétricos e de dados aparentes, as grelhas da antiga central de ar condicionado que permanecem nas divisórias, as placas do piso falso que estão soltas, inclusive muitas se encontram danificadas, como também a presença de desníveis e diferenças de acabamento no piso.

Apesar de não estar relacionado ao ambiente, o fundo de tela dos monitores apresentam contrastes de cores e diferenças de luminosidade. Conforme apresentado no item 3.5.2, pode haver risco de ofuscamento pelas fontes luminosas, prejudicando a visão, assim como incapacidade de distinguir detalhes nas zonas mais sombrias (Figura 5.31).

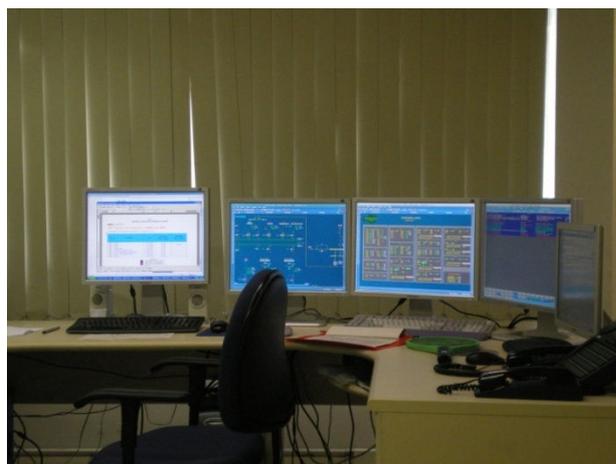


Figura 5.31 – Contrastes entre os monitores.

5.3.3.1 Análise dos fluxos

No ambiente, a análise dos fluxos corresponde a um estudo das movimentações de informações e pessoas no espaço. Os resultados da análise são representados graficamente através do mapofluxograma. De acordo com Vidal (2003), esta representação fornece um excelente descritivo, podendo resumir uma grande quantidade de informações sobre o funcionamento de forma esquemática.

Durante várias visitas à sala de controle, foram realizadas observações quanto ao comportamento dos operadores em sua atividade laboral. Estas demonstraram que tanto os operadores como o supervisor não se comportavam de maneira estática, reuniam-se entre si de acordo com o andamento das ocorrências. Além disso, suas atividades não se restringiam aos limites da mesa de operação via equipamentos informatizados. Tais atividades incluíam consultas às pastas de procedimentos e relatórios de procedimentos previamente elaborados, localizadas nos arquivos volantes.

Com o objetivo de compreender as ligações existentes entre as diversas atividades realizadas, foram construídos o gráfico de ligação de-para (Tabela 5.6) e o mapofluxograma (Figura 5.32). Os dados foram adquiridos a partir da análise de link (*Link analysis*) que, segundo Wood (2001), corresponde a uma técnica utilizada para determinar a comunicação entre os diferentes membros da equipe. As observações foram realizadas tanto nos períodos considerados calmos, como também nos mais movimentados.

	OP1	OP2	OP3	SUP	ARQ	Wc/C	Epre
OP1		****	***	**	**	**	***
OP2	****		****	***	***	**	**
OP3	***	****		****	***	**	*
SUP	**	***	****		*	**	***

Legenda de siglas:

OP1 – Operador 1
 OP2 – Operador 2
 OP3 – Operador 3
 SUP – Supervisor
 ARQ – Arquivos volantes
 WC/C- - Banheiro e copa
 EPre – Equipe de Pré-operação

Legenda de fluxos:

* - Raramente
 ** - Pequeno
 *** - Médio
 **** - Alto

Tabela 5.6 – Gráfico de ligação De-Para

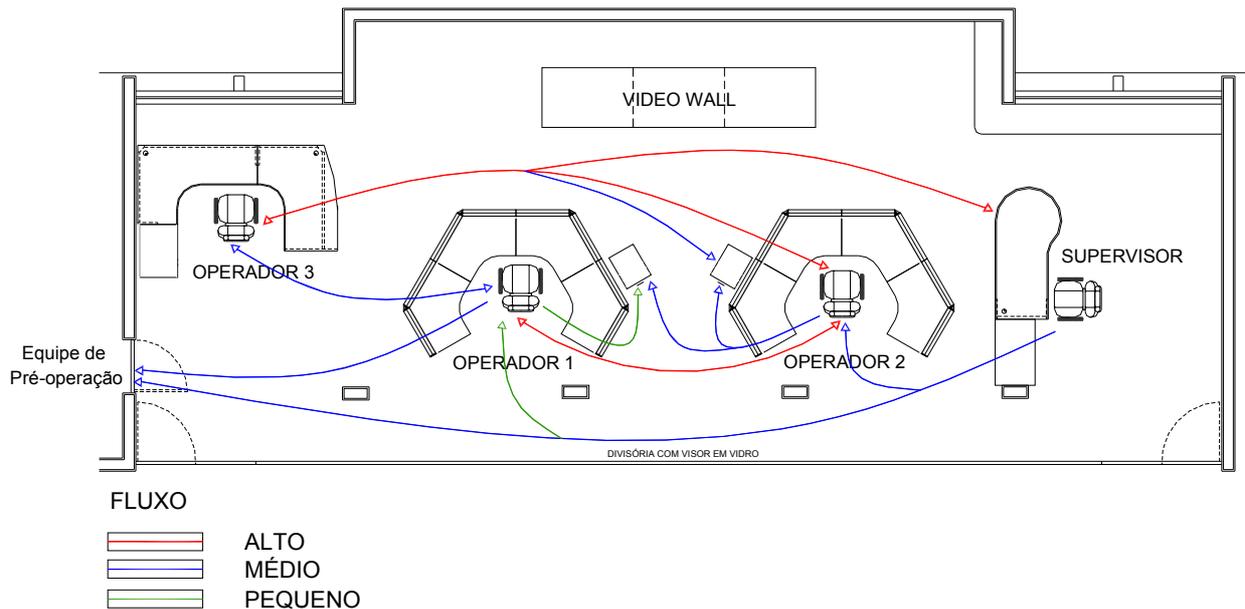


Figura 5.32 – Mapofluxograma

Realizando uma análise geral dos dados de fluxos, percebe-se uma comunicação intensa entre os operadores 1 e 2, como também do operador 3 com o operador 2 e com o supervisor. Desta forma, a localização do operador 3 está distante dos pontos para onde ele mais se desloca. A posição do supervisor dificulta a comunicação com os demais operadores, principalmente com o operador 3, como também com a equipe de Pré-operação.

As informações obtidas com a análise dos fluxos são de fundamental importância para o posicionamento das estações de trabalho no arranjo físico da sala. Neste caso, a posição dos operadores em consoles separados, como também a localização na sala, causam problemas na comunicação entre eles.

5.3.4 Análise da percepção do usuário

Esta etapa pode ser considerada como fundamental na avaliação do espaço, por colocar o homem como personagem central de todas as ações. De acordo com Villarouco (2008), não se pode conceber o estudo do ambiente construído sem a busca do entendimento da percepção do usuário acerca desse espaço. Duas ferramentas foram utilizadas nesta etapa, um questionário de opinião dos usuários sobre conforto do ambiente e a Constelação de Atributos.

5.3.4.1 Avaliação subjetiva do ambiente físico

De acordo com Parsons (2005), descrito no capítulo 4, a avaliação subjetiva é indicada para a análise dos fatores psicológicos, como por exemplo, a situação de conforto. Dessa forma o questionário de opinião sobre o conforto do ambiente foi aplicado aos usuários, com o objetivo de apreender a percepção dos mesmos quanto às condições térmicas, lumínicas e acústicas do seu ambiente de trabalho (anexo 2).

O questionário foi elaborado a partir da referência de outros, que investigam a questão das condições físicas do ambiente sobre o comportamento humano (HAVENITH, 2005; GRANDI, 2006; PARSONS, 2005; ISO10551, 1995).

Do grupo de operadores e supervisor, apenas 1 não respondeu ao questionário, no total, 13 responderam. Para que os objetivos do questionário fossem atendidos, o mesmo foi preenchido no posto que o operador ocupa e durante a jornada de trabalho, na presença da pesquisadora.

A primeira e segunda perguntas referem-se ao conforto térmico e sugerem ao operador que marque em uma escala a sua sensação térmica no momento em que responde ao questionário, e como preferem estar se sentindo. Os resultados comprovaram a satisfação quanto a temperatura da sala, conforme demonstram as figuras 5.33 e 5.34, onde a grande maioria escolheu a opção que sugeria a temperatura da sala como está.

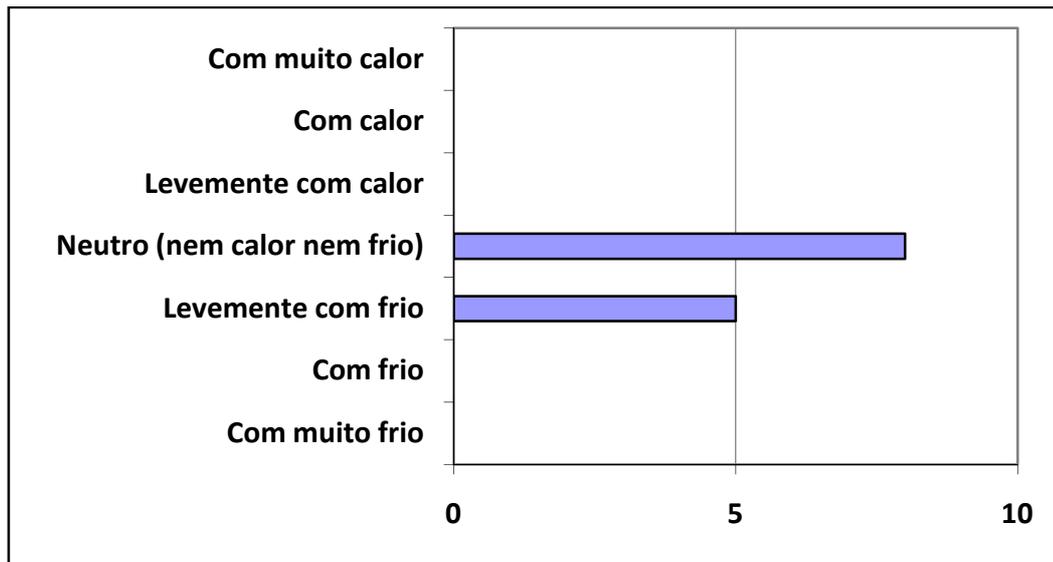


Figura 5.33 – Resultados da sensação térmica dos operadores enquanto respondiam ao questionário.

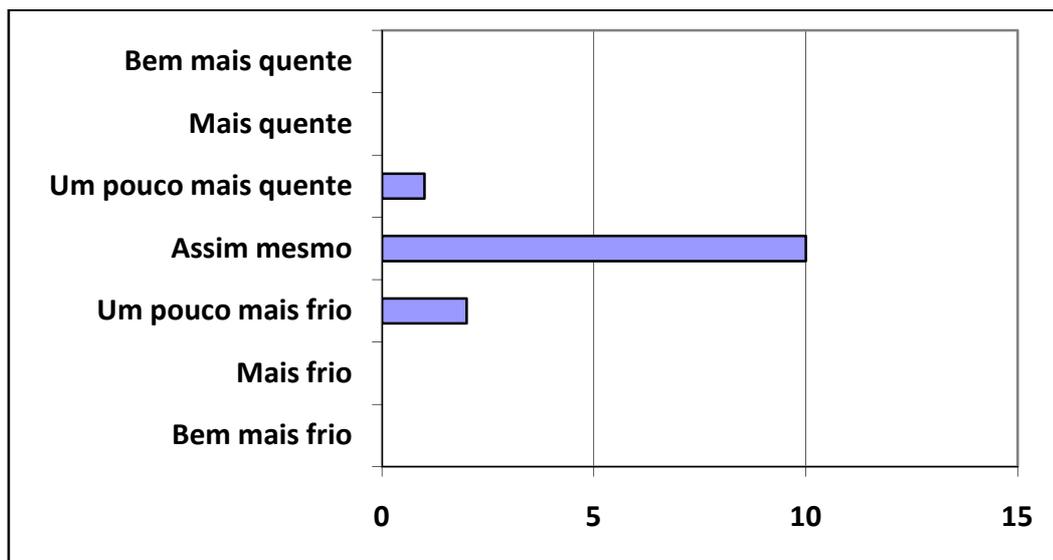


Figura 5.34 – Resultados da preferência térmica dos operadores no momento.

Em relação ao conforto lumínico, a terceira pergunta, mais uma vez sugeria a resposta em uma escala, indicando a opinião dos operadores quanto à iluminação de seu ambiente de trabalho. As respostas indicaram que uma pequena maioria percebeu problemas quanto à qualidade da iluminação na sala, indicando as opções pouco claro (3) e pouco escuro (4). Seis entrevistados (46%) indicaram a iluminação como confortável.

Mais adiante, na quarta e quinta perguntas, foi solicitada uma resposta mais específica aos operadores quanto ao tipo de incômodo proveniente da iluminação. A seguir estão destacadas as respostas ordenadas de acordo com o número de indicações.

- a. *Video wall*: Os reflexos causados pelas luminárias nos monitores não permitem a visualização dos dados em alguns pontos. Em alguns ângulos, principalmente do lado oposto à bancada, a visão dos dados fica embassada. O excesso de iluminação ocasionado pelos raios solares através da janela também causam reflexos no painel.
- b. *Luminárias*: Por problemas de defeitos, ou talvez falta de manutenção constante, as lâmpadas piscam de vez em quando. As luminárias deveriam ter uma distribuição adequada à posição dos postos de trabalho.

Para avaliar o conforto acústico, a sexta questão sugere uma avaliação do ruído no ambiente de trabalho, a partir de uma escala. As respostas indicaram que os operadores identificam fontes incômodas de ruído em pouca intensidade (46%) e com muita intensidade (31%), conforme figura 5.35.

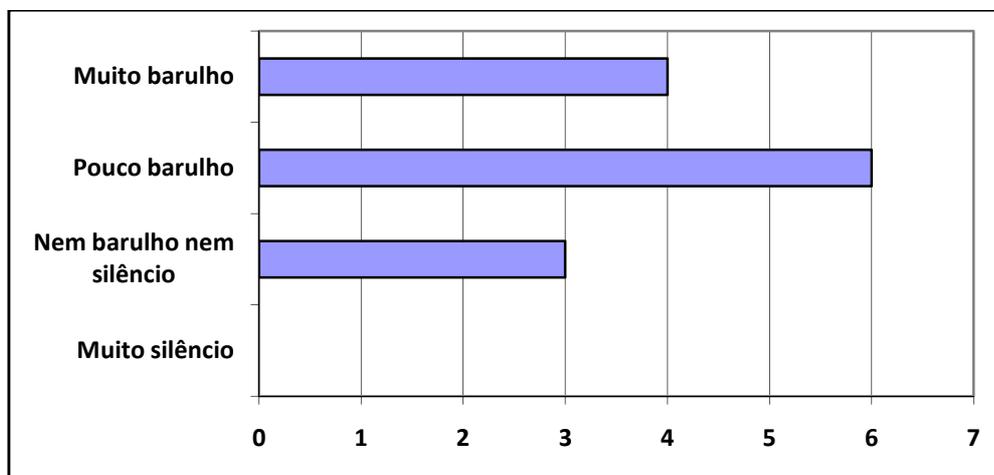


Figura 5.35 – Resultados da avaliação do ruído no ambiente de trabalho.

Na sétima e última pergunta, foi solicitado aos operadores a indicação de qual fonte de ruído poderia ser identificada no momento. Ao contrário do observado nas medições físicas descritas no item anterior, as respostas indicaram as unidades evaporadoras dos aparelhos de ar condicionado como principais fontes de ruídos (11). Apenas duas respostas indicaram os equipamentos do video wall e uma pessoa citou os alarmes constantes do sistema SAGE

5.3.4.2 Constelação de Atributos

O instrumento da Constelação de Atributos (anexo 3), foi aplicado aos operadores para que registrassem suas imagens e expectativas sobre um ambiente imaginário de uma sala de controle, como também do espaço real, ou seja, a sala de controle do CROL. As perguntas apresentadas no mesmo foram as seguintes:

1. *Quando você pensa no ambiente de salas de controle, de uma maneira geral, que idéias ou imagens lhe vêm à mente?*
2. *Quando você pensa no ambiente da sala de controle do CROL, que idéias ou imagens lhe vêm à mente?*

As respostas para cada pergunta foram compiladas e classificadas em quatro tipos, de acordo com suas afinidades, conforme ilustram as tabelas 5.7 e 5.8.

Organizados os dados, a distância psicológica de cada atributo foi obtida a partir das fórmulas descritas no item 4.4.1 do capítulo 4. A distância entre o núcleo e cada atributo é determinada de acordo com o número de respostas, ou seja, quanto mais respostas mais próximo está o atributo do núcleo.

Por fim, as duas Constelações de Atributos foram construídas permitindo uma análise da percepção dos operadores quanto ao ambiente da sala de controle. Cada grupo de respostas recebeu uma cor, de acordo com o indicado na figura 5.36.

CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE	RESPOSTAS	CLASS.	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
ASPECTOS ORGANIZACIONAIS	Acesso restrito de pessoas	5	2	0,82
	Privacidade	3	3	1,00
	Instalações embutidas	1	5	1,92
	Sem insetos	1	5	1,92
	Total	10		
INSTALAÇÕES	Banheiro e copa privativos	1	5	1,92
	Mobiliário adequado	3	3	1,00
	Total	4		
CONFORTO DO AMBIENTE	Silêncio	7	1	0,73
	Iluminação adequada	2	4	1,22
	Temperatura agradável	3	3	1,00
	Confortável	1	5	1,92
	Total	13		
EQUIPAMENTOS	Atendem às necessidades	1	5	1,92
	Tecnologia moderna	2	4	1,22
	Total	3		
TOTAL DE RESPOSTAS		30		
TOTAL DE ENTREVISTADOS		8		

Tabela 5.7 – Dados relativos à pergunta 1 – Sala de controle imaginária

CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE	RESPOSTAS	CLASS.	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
ASPECTOS ORGANIZACIONAIS	Fácil acesso de pessoas	5	1	0,80
	Presença de mosquitos/animais	4	2	0,87
	Instalações expostas	1	4	1,81
	Total	10		
INSTALAÇÕES	Consoles distantes	2	3	1,17
	Cadeira inadequada	1	4	1,81
	Reforma	1	4	1,81
	Total	4		
CONFORTO DO AMBIENTE	Barulho	4	2	0,87
	Iluminação inadequada	2	3	1,17
	Iluminação adequada	1	4	1,81
	Temperatura agradável	2	3	1,17
	Confortável	2	3	1,17
	Total	11		
EQUIPAMENTOS	Tecnologia avançada	1	4	1,81
	Video wall sem nitidez	1	4	1,81
	Número monitores adequado	1	4	1,81
	Total	3		
TOTAL DE RESPOSTAS		28		
TOTAL DE ENTREVISTADOS		8		

Tabela 5.8 – Dados relativos à pergunta 2 – Sala de controle real

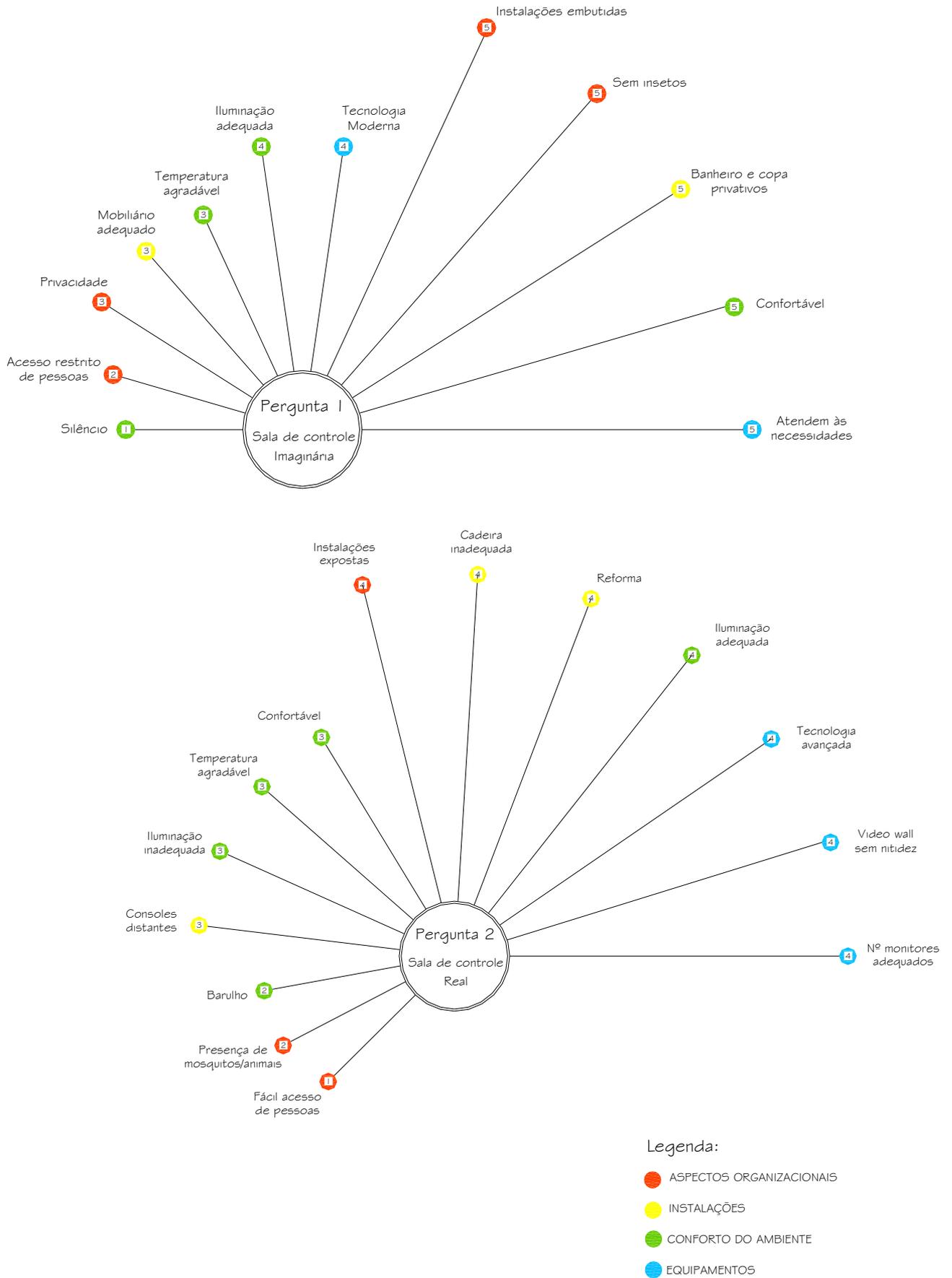


Figura 5.36 – Constelações de Atributos

Ao analisar o gráfico da constelação de atributos, percebe-se que os fatores mais apontados estão relacionados ao acesso de pessoas à sala, o ruído e a presença incômoda de mosquitos. O silêncio e a privacidade representam as principais imagens associadas a um ambiente idealizado pelos operadores. Quando esta imagem é posta em comparação com o ambiente real, percebe-se que a mesma não está sendo correspondida.

Quanto ao conforto ambiental, a temperatura da sala foi apontada como um aspecto positivo. No entanto, o ruído e a iluminação inadequada são fatores de incômodo quanto ao ambiente real da sala de controle.

Os consoles foram apontados como desfavoráveis quanto à sua posição. Quando se observa esse atributo na constelação referente ao ambiente imaginário, identifica-se a necessidade de se adequar o mobiliário às novas condições da atividade de controle, principalmente depois da instalação do *video wall*.

A partir da aplicação do referido instrumento, foi observado que uma grande parte dos entrevistados expressaram-se com maior liberdade, em comparação ao que foi analisado nos outros instrumentos aplicados anteriormente. Em todas as respostas percebeu-se a tendência de sempre confrontar os atributos do ambiente real ao imaginário. Fator que pode ser observado na seguinte resposta de um dos operadores:

Ambiente imaginário - *“Um ambiente bem iluminado que lhe proporcione uma boa visibilidade das telas de supervisão, com uma climatização agradável. Um ambiente silencioso com pouca circulação de pessoas para que o operador não se desconcentre. E por fim, uma acomodação confortável, pois tem horas que você precisa ficar relaxado sem perder a concentração e a supervisão do sistema.”*

Ambiente real - *“Um ambiente que nos proponha as características supracitadas”.*

Por fim, a constelação de atributos mostrou-se uma ferramenta eficaz na identificação da percepção do usuário, demonstrando uma importante contribuição na comprovação dos elementos espaciais inadequados, apontados na análise ergonômica do ambiente.

5.3.5 Diagnóstico Ergonômico do Ambiente

Objetivando identificar os principais elementos do ambiente que comprometem o desempenho das atividades, os métodos de análise e os instrumentos de pesquisa foram aplicados. Os principais fatores ambientais que influem no bem-estar e qualidade do ambiente da sala de controle pesquisada foram verificados, sendo então classificados, mapeados e apresentados a seguir.

a. Arranjo físico

Os operadores durante suas atividades, precisam em determinadas ocasiões realizar pausas, que muitas vezes representam uma necessidade de descanso após um período em que ficou submetido a uma situação de stress. No entanto, o centro de controle do CROL não possui uma área destinada ao descanso dos operadores. A única área que pode ser utilizada para pausas é a copa.

A acessibilidade de pessoas portadoras de necessidades especiais corresponde a outro fator ausente. O acesso, tanto ao edifício como ao primeiro pavimento, é realizado através de escadas. O banheiro e a copa também não estão adaptados.

Na aplicação da constelação de atributos, um dos operadores apontou a necessidade de um banheiro/vestiário e copa privativos para os operadores, visto que estes também são utilizados por funcionários de outros setores, e que muitos deles não prezam pela higiene e limpeza.

Na sala de controle, as limitações do ambiente, tais como, pilares estruturais, forma retangular, pé direito baixo e portas de acesso, são elementos que dificultam um arranjo funcional dos postos de trabalho e equipamentos. Apesar destas limitações, o painel de *video wall* foi instalado e todo o arranjo físico da sala deve ser pensado a partir de sua localização (ISO 11064-3, 2002).

O acesso de pessoas não desejadas foi considerado como um dos principais aspectos negativos, sendo apontado em todos os instrumentos de pesquisa aplicados. Foi observada a posição desfavorável da sala em relação ao acesso principal do pavimento. Por não possuir um ambiente que recepcione os visitantes, estes acabam visualizando os operadores através do visor, e entram na sala para pedir informações.

Além das visitas casuais, foi apontado nas entrevistas o acesso de funcionários de outros setores à sala. A necessidade de privacidade é um fator primordial avaliado pelos operadores na constelação de atributos. Apesar de estar relacionada aos aspectos organizacionais, a restrição ao acesso de pessoas pode ser resolvida a partir da configuração do ambiente.

Neste caso, deve ser destinada uma área de recepção e espera, separada por uma divisória em vidro da área de operação. O posto do supervisor deve ficar próximo à entrada da sala para o controle do acesso. Além do acesso principal, outro adicional para acesso ao banheiro e copa pode ser mantido, porém a porta apenas deve ser aberta pelo interior da sala.

b. Ambiências físicas

Em todas as ferramentas aplicadas existem queixas conflitantes quanto à iluminação. Foi observada a existência de locais com pouca iluminação, enquanto em outros, as luminárias e a iluminação natural foram apontadas como causadoras de ofuscamentos.

Um estudo luminotécnico mais aprofundado deve ser realizado a partir de uma revisão conceitual mais aprimorada, contemplando soluções para cada problema apresentado.

Neste estudo luminotécnico, pode-se pensar na possibilidade de substituição das cortinas de luz, usualmente aplicadas em escritórios, por sistemas mais individualizados, permitindo uma certa flexibilidade ao operador de ajustar a iluminância de acordo com suas necessidades.

A luz natural na sala é um fator positivo, porém, o uso de película protetora no vidro das janelas pode auxiliar na diminuição da intensidade da luz e evitar reflexos no painel e monitores.

Um ambiente livre de ruídos é primordial para a atividade de controle. A partir das medições físicas no local e o questionário de opinião dos usuários, foi identificado que a sala possui importantes fontes de ruído que devem ser corrigidas.

As unidades evaporadoras do ar condicionado precisam ser revistas quanto ao ruído, passando por uma manutenção periódica, ou até mesmo, caso necessário, deverão ser substituídas. Outro fator importante, se refere à necessidade de prever uma divisória com isolamento acústico no espaço dos equipamentos do *video wall*.

Com o controle do acesso de funcionários de outros setores, o ruído das conversas será eliminado. Este momento de descontração, fator importante nas situações de escape, pode ser realizado nas pausas para o cafezinho ou água.

c. Estética

Conforme apontado na walkthrough e análise do ambiente em uso, alguns itens presentes no ambiente comprometem a estética e transmitem uma sensação de descaso. As grelhas da antiga central de ar condicionado, apesar de estarem em desuso, ainda permanecem no local.

Conforme visto no estudo conceitual, o uso de plantas oferece uma variação de textura e cores, em contraste à rigidez geométrica imposta pelos equipamentos. No entanto, os vasos com plantas, por não estarem dispostos de forma adequada, não proporcionam os resultados esperados, além de atrapalhar a circulação. Outro fator que compromete a estética se refere aos cabos e fiações aparentes nas bancadas dos operadores.

d. Mobiliário

As mesas de operação e as cadeiras foram um dos itens mais apontados em todas as ferramentas da pesquisa. A bancada foi criticada pela falta de espaço para abrigar os equipamentos e pela forma, obrigando o operador a tomar posturas inadequadas. Outra questão observada se refere à bancada do operador 3, cuja posição não permite a visualização do painel *video wall*.

Conforme observado pelos operadores, a disposição das bancadas separadas dificultam a comunicação. A partir do estudo dos fluxos, percebe-se uma necessidade de comunicação entre os operadores 1 e 2, e do operador 3 com o operador 2 e supervisor, sendo recomendada a necessidade de se agrupar os três operadores em uma única célula. A bancada do supervisor deve ficar próxima à do operador 3 e da sala da equipe de pré-operação.

Assim, conforme visto na norma ISO 11064-3 (2002), o novo arranjo das estações deve ser pensado a partir da localização do painel video wall, e a superfície de trabalho dimensionada de acordo com a quantidade de equipamentos que irá abrigar.

A distribuição dos monitores na bancada deve ser feita de maneira que estes se posicionem a frente dos operadores, evitando os constantes movimentos dos mesmos entre as telas. O mouse e o teclado também devem ficar na mesma posição, adaptando-se sempre que necessário às formas de alcance.

Deve ser previsto nas mesas de operações, um espaço para a passagem da fiação dos equipamentos. Os carrinhos do arquivo volante devem ser adaptados ao novo mobiliário, localizando-se no centro da célula, próximos aos operadores 2 e 3, a fim de facilitar a consulta às pastas.

Em função do regime de trabalho funcionar as 24 horas em turnos contínuos, o mobiliário e equipamentos tendem a uma durabilidade inferior à de outros locais. As cadeiras, neste caso, sofrem com a quebra das regulagens e rodízios, como também o desgaste da espuma do assento. Estes problemas são agravados pela constante troca de usuários que realizam ajustes individualizados a cada mudança de turno.

Apesar da cadeira existente estar adequada às exigências da tarefa, com a substituição da bancada, provavelmente esta será substituída por outra que possua as mesmas características, acrescida da possibilidade de ajustes, que proporcionem maior liberdade de movimentos, permitindo maior conforto e relaxamento aos usuários, de acordo com a sugestão de um dos operadores na constelação de atributos (Figura 3.9, p. 49). Pode-se também prever cadeiras extras a fim de serem utilizadas nas trocas de turnos ou por visitantes.

e. Piso

Conforme apontado no questionário de opinião dos usuários, as placas do piso elevado da sala estão soltas e precisam de reparos, assim como a tampa de inspeção por onde chegam os cabeamentos. Dessa forma, o acesso de mosquitos e outros animais ao ambiente da sala pode ser evitado.

O piso também deve ser nivelado e revestido com um único material adequado à movimentação das cadeiras.

f. Equipamentos

Na sala de controle do CROL, grande parte das atividades realizadas pelos operadores contemplam o uso dos monitores na bancada e o painel *video wall*, apesar do papel ainda estar presente quando os mesmos consultam normas/procedimentos e preenchem relatórios.

Um problema apontado e que merece atenção especial, refere-se ao fundo de tela dos monitores, apresentando contrastes de cores e diferenças de luminosidade. Tal fator, assim como o uso de cores inadequadas para apresentação dos dados, podem ser corrigidos a partir de modificações no sistema SAGE.

Um fator apontado como satisfatório pelos operadores na constelação de atributos foi o número adequado de monitores da bancada para a operação do sistema.

Por fim, na análise realizada do espaço da sala de controle, verificou-se que não há uma apropriação plena do mesmo às atividades desenvolvidas, sendo os problemas mais recorrentes, por ordem de maior frequência: necessidade de privacidade; ruído; iluminação inadequada e mobiliário em desacordo com a atividade realizada. Com base nas recomendações aqui propostas, essa lacuna pode ser preenchida com um correto planejamento arquitetônico.

É importante considerar, que além das necessidades normais de manutenção e conservação, as salas de controle pertencem a um setor que está sempre em evolução tecnológica. Neste sentido, as modificações no ambiente são inerentes ao processo evolutivo, e os espaços projetados para este fim, devem na medida do possível, antever esta evolução natural.

Os fatores considerados positivos e que contribuem para o bem-estar e a qualidade do ambiente, são: a temperatura agradável, o bom relacionamento entre os membros da equipe e a satisfação quanto à limpeza e à aparência do ambiente físico.

Neste capítulo foram apresentados os dados do estudo de caso, onde foram utilizados instrumentos das áreas da Arquitetura, Ergonomia e Psicologia ambiental, com a abordagem da metodologia Avaliação Ergonômica do Ambiente. No próximo capítulo, todas as informações aqui descritas serão analisadas com o propósito de identificar contribuições positivas e negativas do método de pesquisa, lacunas, hipóteses e sugestões de melhorias.

CAPÍTULO 6

Lições aprendidas e recomendações

Este capítulo corresponde a uma avaliação final da pesquisa realizada, objeto desta dissertação. A princípio foram analisados os dados da revisão de literatura, sendo então utilizados na avaliação do ambiente da sala de controle. No estudo de caso, importantes lições foram aprendidas, sendo estas apresentadas nos itens a seguir, como também as recomendações de melhorias.

6.1 Análise da aplicação dos instrumentos

O objetivo principal desta pesquisa consiste em contribuir com um estudo ergonômico do ambiente construído de salas de controle. Para tal, buscou-se uma abordagem interdisciplinar, integrando Ergonomia, Arquitetura e Psicologia Ambiental.

O elemento de conexão entre as disciplinas foi o método *avaliação ergonômica do ambiente*, que forneceu as bases para a aplicação dos instrumentos e organização dos dados. As ferramentas de cada área foram aplicadas em conjunto e os resultados foram interligados e comparados. Ao serem analisados conjuntamente, os instrumentos proporcionam mais informações acerca da sala de controle do CROL, dessa forma, as características do ambiente são elucidadas de maneira mais ampla do que se os mesmos fossem observados isoladamente.

Um importante ponto que deve ser mencionado, consiste na abordagem centrada no usuário, uma vez que estudos demonstram que quanto mais efetiva a participação dos mesmos, menores são as chances de desconformidades (WISNER, 1987; VILLAROUCO, 2007). A imagem que os operadores têm de seu ambiente de trabalho, adquirida a partir do estudo de campo, representa as suas preferências e as sensações provocadas pelo ambiente. Sendo tais fatores levados em consideração nesta pesquisa.

A ordem com que cada instrumento foi aplicado teve uma grande importância, na medida em que favoreceu, pouco a pouco, os primeiros contatos com os usuários, sem que a presença da pesquisadora fosse interpretada como invasiva. Nas primeiras visitas os operadores ficaram reticentes em falar sobre o seu ambiente de trabalho, enquanto que nas entrevistas posteriores à aplicação dos questionários, percebeu-se uma maior aproximação dos entrevistados, que começaram a entender os objetivos da pesquisa, fornecendo respostas mais críticas.

Baseado nos dados e informações obtidos na pesquisa de campo, a seção segue com a análise acerca de cada instrumento, na ordem em que foram aplicados.

Modelagem do Sistema Humano-Tarefa-Máquina

Através do método SHTM, foi possível compreender a atividade desenvolvida pelos operadores, permitindo verificar quais os aspectos organizacionais que sofrem influência da configuração ambiental.

Os operadores em suas atividades de trabalho interagem com o sistema de informação, os equipamentos, o mobiliário e o ambiente físico. A análise sistêmica ajudou a verificar necessidades específicas de suporte às atividades, configuração e localização de cada um desses elementos. Além desses fatores, a análise também contribuiu para verificar os aspectos organizacionais do trabalho e os problemas posturais que não estavam visíveis na análise do ambiente.

A etapa de problematização evidenciou que a distribuição dos postos de trabalho dos operadores não considerou a necessidade de interação entre eles, tais como, troca de turnos e tomada de informações. Agrega-se a isso as dificuldades de operação do sistema e o fácil acesso à sala.

Questionário de opinião dos usuários

Como primeiro instrumento aplicado aos operadores, o questionário (anexo 1), demonstrou-se como um importante recurso para a análise global do ambiente. As informações obtidas quanto aos principais problemas e qualidades, tanto do edifício quanto a sala de controle, permitiram uma primeira idéia das características do ambiente, apontando direções para a futura análise.

Ao apresentar questões iniciais sobre os dados pessoais e funcionais, foi dada a oportunidade das apresentações entre pesquisador e operadores. Dessa forma, ao responderem as perguntas sobre o ambiente de trabalho, os entrevistados puderam entender os objetivos da pesquisa.

Porém, por estar na fase inicial da pesquisa, ainda se percebe uma predominância de avaliações positivas quanto ao ambiente, como também uma certa resistência no preenchimento do campo destinado às sugestões e críticas.

Como sugestão para futuras aplicações, sugerimos atribuir mais um conceito, (E) *muito ruim*, ao quadro de avaliação dos ambientes, como também é importante deixar um espaço maior no campo onde são identificados os principais problemas e qualidades do ambiente.

Análise walkthrough

A aplicação da ferramenta permitiu uma familiarização quanto aos aspectos físicos do edifício e da sala de controle, contribuindo para o planejamento das futuras ações. A utilização da planta baixa dos ambientes, para orientar a *walkthrough* e registrar as observações, foi um elemento facilitador.

Com base na experiência de campo, nas futuras pesquisas pode também ser utilizado um *check list*, contendo dados mais específicos sobre o ambiente físico, como também sobre as características das atividades realizadas pelos usuários. No caso desta pesquisa, este procedimento não foi utilizado, visto que tais dados foram obtidos a partir do método SHTM.

Entrevistas

As entrevistas iniciais com a gerência e o engenheiro, permitiram uma melhor compreensão das atividades realizadas e o planejamento da pesquisa. As demais foram especialmente elaboradas com o objetivo de elucidar e complementar as lacunas de informações deixadas nas respostas dos questionários.

Análise dos dados subjetivos

Como primeiro instrumento de avaliação da percepção do usuário a respeito do local de trabalho, o questionário sobre as condições de conforto teve sua importância comprovada quanto à complementação dos dados apresentados nas medições físicas do ambiente (Anexo 2).

Nesta fase os operadores já estavam familiarizados com a pesquisa, apresentando alguns aspectos que até então não haviam sido sequer mencionados, sobre as condições de conforto do ambiente, principalmente quanto à iluminação.

A constelação de atributos (anexo 3), corresponde a um importante instrumento utilizado para identificar a prioridade dos problemas apresentados pelos operadores. Através desta, foi possível aos mesmos expressarem-se com maior liberdade, favorecidos pelo tempo de convivência com o pesquisador.

Os dados nos permitiu conhecer o ambiente desejado pelos operadores, como também comprovou insatisfações e inadequações relativas ao espaço do ambiente real. Porém, pela qualidade das respostas, percebeu-se que alguns operadores encontraram dificuldades para expressarem seus desejos, limitando-se apenas aos seus próprios problemas em relação ao ambiente de trabalho.

6.2 Recomendações para a melhoria do ambiente da sala de controle

A seguir serão apresentadas sugestões de melhorias para o espaço da sala de controle, fundamentadas no diagnóstico ergonômico do ambiente apresentado no capítulo 5.

1. Prever uma sala exclusiva para o descanso dos operadores.
2. Prever banheiro, vestiário e copa privativos para os integrantes das equipes do CROL.
3. Prever uma área de espera próxima à sala de controle, a fim de impedir a entrada de pessoas não autorizadas à sala de controle.
4. Modificar o arranjo físico dos postos de trabalho dos operadores e do supervisor, de modo que os operadores fiquem em uma única célula e o supervisor em uma célula separada, próxima ao acesso da sala.
5. Substituir as atuais bancadas de trabalho por modelos que permitam distribuir os monitores em frente aos operadores e sem interferir na visualização do painel. É importante prever espaço para que a fiação fique embutida.
6. Substituir as cadeiras por modelos semelhantes às existentes e que possibilitem a inclinação do encosto na posição relaxada. Prever um número maior de cadeiras para as trocas de turno.

7. Nivelar o piso e prever um revestimento único e com material adequado à movimentação de cadeiras. Prever o conserto das placas soltas do piso falso, assim como da tampa de inspeção por onde chegam os cabeamentos.
8. Projetar divisórias para isolar os equipamentos dos monitores e CPU do painel *video wall*.
9. Prever manutenção periódica, ou mesmo substituição, das unidades evaporadoras do ar condicionado que provocam ruídos.
10. Substituir as luminárias existentes a partir de um estudo luminotécnico.
11. Reduzir a incidência da luz natural com película protetora nos vidros das janelas.
12. Remoção das grelhas de ar condicionado que não estão sendo mais utilizadas.
13. Melhorar a aparência da sala, redistribuindo os vasos com plantas e objetos de decoração.
14. Prever modificações no sistema SAGE para redução dos contrastes do fundo de tela, como também a troca de algumas cores utilizadas para apresentação de dados que não permitem a visualização a partir do painel *video wall*.

Neste capítulo foram apresentadas as análises de aplicação dos instrumentos e métodos do estudo de caso, como também as recomendações para o projeto do ambiente da sala de controle em estudo . No próximo capítulo serão apresentados os argumentos conclusivos.

CAPÍTULO 7
Conclusão

O espaço de trabalho tem aos poucos conquistado sua importância como fator de influência nas atividades nele desempenhadas. Durante a maior parte do tempo, seus ocupantes estão presentes em constante atividade física e cognitiva. Nas salas de controle essa realidade não é diferente, e por esta razão, entende-se que, as condições ambientais favoráveis exercem impactos positivos sobre os operadores, resultando num melhor desempenho de suas atividades. Dessa forma, o processo de concepção do projeto destes espaços tem uma importância significativa, tendo sido elaborada uma norma específica para esse fim, a ISO 11064 (*The Ergonomic Design of Control Centres*). Neste contexto, ao longo desta pesquisa, conceitos sobre o tema salas de controle, foram abordados no intuito de uma melhor compreensão sobre as relações estabelecidas entre os operadores e o seu ambiente de trabalho.

Na fundamentação teórica, no capítulo 2, ao abordar as características do trabalho de controle, percebeu-se que a atividade complexa de tomada/processamento de informações, pode vir a ser afetada por elementos que definem e organizam o espaço. Dando continuidade, no capítulo 3, abordou-se a forma como se estabelece a relação humano-tarefa-máquina e o ambiente sob a ótica da Ergonomia do Ambiente Construído, a partir da investigação da configuração ambiental das salas de controle, cujos fatores são arranjo físico, ambiências física, mobiliários e equipamentos.

Na relação humano x ambiente, uma série de estímulos são percebidos pelo usuário, exercendo efeitos sobre o seu comportamento. Dessa forma, para que se desenvolva um ambiente satisfatório, que proporcione bem estar e conseqüentemente uma maior produtividade, é necessário que estes estímulos estejam adequados às necessidades físicas e cognitivas do trabalhador e ao tipo de atividade realizada.

Nesse sentido, a Ergonomia do ambiente tem como objetivo a adaptabilidade e conformidade do espaço às atividades nele desenvolvidas, mediado pelo sentimento e percepção do usuário, a partir de uma abordagem sistêmica e multidisciplinar.

No processo de pesquisa, uma vez definidas as bases teóricas, partiu-se para a apresentação dos métodos e técnicas aplicados ao estudo de caso, tendo como referência as áreas da Ergonomia, Arquitetura e Psicologia Ambiental. Enfim, faltava a definição do estudo de caso para fundamentar a aplicabilidade dos instrumentos e métodos de abordagem propostos.

A empresa escolhida para a pesquisa de campo passava por uma nova fase, marcada pelas mudanças no setor. Conforme exposto, a mesma vinha passando por várias etapas de reforma para adaptação do sistema informatizado adotado, quando os quadros sinóticos foram totalmente substituídos. Ao lado disso e certamente por esse motivo, a gerência evidenciou interesse por um estudo ergonômico do ambiente construído.

Por meio do método ergonômico e ferramentas da Ergonomia e das áreas interdisciplinares, foram desenvolvidos estudos sistemáticos, com o objetivo de avaliar o desempenho do ambiente da sala de controle. O olhar prático da Ergonomia, aliado à visão ambiental do arquiteto, junto à visão com enfoque na percepção, foi permitido conhecer e vivenciar o ambiente da sala de controle do CROL.

A abordagem sistêmica sobre a situação de trabalho permitiu identificar em conjunto com os usuários, os itens que deveriam ser priorizados para a correção e até mesmo a substituição dos mesmos no projeto de reforma que está sendo elaborado.

Um aspecto deste estudo de caso que vale ressaltar, se refere à adoção da Avaliação Ergonômica do Ambiente, proposta por Villarouco (2008), e que vem conferindo um caráter experiencial como metodologia. A abordagem teve como objetivo a busca por dados quantitativos e qualitativos do ambiente, fundamentados na abordagem centrada no usuário. A partir do cruzamento dos dados coletados na sistematização SHTM, nas observações e medições físicas, em conjunto com os obtidos a partir da aplicação das ferramentas de percepção dos usuários, permitiu-se a confirmação ou elucidação das informações registradas no diagnóstico.

Com base nos resultados, propostas de melhorias foram sugeridas, sendo possível afirmar que as modificações de adequação da configuração ambiental podem vir a solucionar problemas organizacionais, como é o caso da solução proposta ao acesso de pessoas não autorizadas.

Dessa forma, a experiência vivenciada nesta pesquisa, aponta para a validade de se utilizar um conjunto de instrumentos da Ergonomia e Arquitetura na análise do ambiente construído, com enfoque na percepção. Sendo assim, conclui-se que para um correto planejamento dos espaços de trabalho, faz-se necessário o conhecimento detalhado dos processos e principalmente a opinião dos usuários, para uma solução adequada e de acordo com as suas necessidades e objetivos.

A contribuição da Ergonomia para o projeto do espaço de trabalho é dada a partir da compreensão do trabalhador e dos sistemas de trabalho em que ele atua. Nessa direção, cabe ressaltar a importância do conhecimento ergonômico na elaboração de projetos desde as fases iniciais, a partir de seus métodos e técnicas, evitando futuras correções. Finalmente, as técnicas de análise empregadas na pesquisa, tendo o ambiente de salas de controle como objeto de estudo, podem ser perfeitamente aplicadas na avaliação de outros tipos de ambientes.

Recomendações para futuras pesquisas

A discussão sobre o tema de uma pesquisa científica corresponde a um processo contínuo. Vários são os enfoques que podem ser abordados a partir do desdobramento de um trabalho existente.

A contribuição da Ergonomia do Ambiente Construído na concepção de espaços de trabalho é um tema que vem sendo abordado por pesquisadores (VILLAROUCO, 2007; RIBEIRO, 2004; FONSECA, 2004; entre outros). No entanto, a aplicação de uma metodologia específica para a análise ergonômica do ambiente é um tema recente e, por esta razão, constitui um campo com amplas possibilidades de pesquisa.

Dessa forma, recomenda-se para futuras pesquisas:

- Desenvolvimento da temática Ergonomia do Ambiente Construído;
- Pesquisas de campo utilizando a Avaliação Ergonômica do Ambiente em outros locais, tais como: ambientes residenciais, de saúde, de ensino, de lazer, entre outros;
- Revisão de literatura sobre técnicas das áreas da Arquitetura e Psicologia Ambiental, além das que foram apresentadas nesta dissertação. Tais técnicas podem ser analisadas e validadas a partir da pesquisa de campo.

Sobre o tema salas de controle, recomenda-se para futuras pesquisas:

- Estudo ergonômico do mobiliário, considerando as questões antropométricas e as recomendações da norma ISO 11064;
- Estudo ergonômico sobre a configuração de telas, usabilidade e cores dos monitores e painéis.
- Estudo da comunicação entre operadores e da carga mental da tarefa.

O conteúdo abordado nesta pesquisa permite confirmar as possibilidades e riqueza de um estudo ergonômico em um ambiente de sala de controle, sempre ressaltando a importância da opinião do usuário, resgatando o valor da sua experiência na realização da tarefa.

BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, A. F. **Ergonomia no Ambiente de escritórios**. *Artigo técnico*. 2001. Disponível em: <<http://www.guiaalog.com.br/ARTIGO175.htm>>. Acesso em 13/09/2008.

ABRANTES, M. G. **Um olhar cognitivo sobre o lugar de trabalho – Avaliação de desempenho em ambiente de escritório: Estudo de caso em empresa de advocacia**. Dissertação de Mestrado em arquitetura da UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

AKUTSU, M. **Desempenho Térmico de Edificações Habitacionais e Escolares: Manual de Procedimento para Avaliação**. São Paulo, 1987.

ANDRETO, L. F. M. **Influência do espaço construído na produtividade: avaliação baseada na Ergonomia do Ambiente Construído e na Psicologia dos espaços de trabalho**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da UFPE. Recife, 2005.

ANSI/ASHRAE Standard 55. **Thermal environmental conditions for human occupancy**. Atlanta, 2004.

BAIRD, George et al. **Building Evaluation Techniques**. Wellington: Victoria University of Wellington; McGraw-Hill: New York, 1995.

BINS ELY, V. H. Ergonomia + Arquitetura: buscando um melhor desempenho do ambiente físico. **Anais do 3º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído – ERGODESIGN**. Rio de Janeiro: LEUI/PUC-RIO, 2003.

CASTRO, I. S. A importância da validação no processo de concepção de projetos. **Anais do XIII Congresso Brasileiro de Ergonomia**. Fortaleza: ABERGO, 2004.

COHEN, U; RYZIN, L. V. **Pesquisa em Arquitetura**. In CATANESE, A; SNYDER, J (org). Introdução à Arquitetura. Editora Campus LTDA: Rio de Janeiro, 1979.

CORLETT, E. N. The evaluation of industrial seating. In: Wilson, John R. (editor). **Evaluation of human work**. Florida: Taylor & Francis, 2005.

CRUZ, Helga. R. R. S. **Avaliação pós-ocupação e apreciação ergonômica do ambiente construído: um estudo de caso**. Recife, 2006. Dissertação de Mestrado – UFPE.

CURRY, A. **Organização & Métodos**. São Paulo: Atlas, 1994

DAVEY, E; FEHER, M. Design Principles for CANDU Control Centers. In: **IEEE Conference on Human Factors and Power Plants**. Orlando, Florida: 1997.

DE KEYSER. **Études sur La contribution que pourrait apporter l'ergonomie e la conception des systèmes de controle et d'alert dans les industries de transformation**. Contract C.C.E. 8/79/45, Bruxelas, 1980.

DUARTE, F; CORDEIRO, C. A centralização e integração de salas de controle na indústria petroquímica. In: Duarte, F (org). **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro: COPPE/RJ: Lucena, 2002.

DUARTE, F.; GOLDENSTEIN, M. O layout como imagem da organização do trabalho: a participação da ergonomia no projeto de salas de controle. **Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. Niterói, 2002.

FARACO, R. M. **A iluminação de centros de controle**. Rio de Janeiro, 2007. Dissertação de Mestrado – COPPE/UFRJ. 161 p.

FISCHER, Gustave-N. **Psicologia Social do Ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1994.

FONSECA, J. F. **A contribuição da ergonomia ambiental na composição cromática dos ambientes construídos de locais de trabalho de escritório**. Dissertação de Mestrado em Design da PUC. Rio de Janeiro, 2004.

FONSECA, J.; MONT'ALVÃO, C. A lacuna da abordagem ergonômica do ambiente construído no ensino do exercício projetual: dificuldades na concepção de ambientes humanizados. **Anais do I Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e II Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral**. Recife, 2007.

FONSECA, J. F; RHEINGANTZ, P. A. O ambiente está adequado? Prosseguindo com a discussão. **Anais do XV Congresso Brasileiro de Ergonomia, VI Fórum Brasileiro de Ergonomia**. Porto Seguro, 2008.

GARLAND, Kate. Interviews. In KARWOWSKI, W. **Internacional Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. USA: Taylor & Francis, 2006.

GRANDI, Mariele. S. **Avaliação da percepção da sensação térmica em uma sala de controle**. Dissertação de Mestrado Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFRGS. Porto Alegre, 2006.

GRANDJEAN, E.; KROEMER, K. H. E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Trad. Lia Buarque M. Guimarães. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GUIMARÃES, Lia B. M. Sobre necessidades e desejos: ou os conflitos que impactam a aceitação de novos projetos. In: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. São Paulo, Fundação Armando Alvares Penteado, 2004.

_____. **Ergonomia de Processo, v. 1**. 4 ed. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2004b.

HALL, Edward T. **A Dimensão Oculta**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

HAVENITH, George. Thermal conditions measurement. In: Salvendy, Gavriel (edited by). **Handbook of human factors and ergonomics**. 3ª ed. USA: John Wiley & Sons, 2006.

HENDRICK, Hal W. Adaption, development and application of tools and methods for macroergonomic field research. **Proceedings of the IEA 97**. Paris: IEA, 1991. p.1181-1183.

IEA (International Ergonomics Association) **What is Ergonomics**. Disponível em: http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics. Último acesso em 10/02/2009.

IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) **Lighting Design Handbook**, 9th edition. New York: IESNA, 2000.

IIDA, ITIRO. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

Internacional Organization for Standartization. **ISO 10551 – Ergonomics of the thermal environment** – assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. 1995.

Internacional Organization for Standardization. **ISO 9241-6 – Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 6: Guidance on the work environment.** Genève, 1999.

Internacional Organization for Standardization. **ISO 11064-1 – Ergonomic design of control centres – Part 1: Principles for the design of control centres.** Switzerland, 2000.

_____. **ISO 11064-3 – Ergonomic design of control centres – Part 3: Control room layout.** Genève, 2002.

_____. **ISO 11064-4 – Ergonomic design of control centres – Part 4: Layout and dimensions of workstations.** Switzerland, 2004.

_____. **ISO 11064-6 – Ergonomic design of control centres – Part 6: Environmental requirements for control centres.** Switzerland, 2005.

Internacional Organization for Standardization. **ISO 13.406-1 – Ergonomic requirements for work with visual display based on flat panels – Part 1: Introduction.** Genève, 1999.

JARUFE, M. S. S. **Concepção de um sistema de informação de apoio à operação de sistemas complexos: uma abordagem da engenharia do conhecimento.** Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 1999.

KARWOWSKI, Waldemar. **Internacional Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors – CD-Room.** Florida: Taylor & Francis, 2006.

_____. The discipline of Ergonomics and Human Factors. In: Salvendy, Gavriel (edited by). **Handbook of human factors and ergonomics.** 3ª ed. USA: John Wiley & Sons, 2006.

KEYSER, V. **De la contingence à la complexité: L'Evolution des idées dans l'étude des processus continus, Le Travail Humain.** <S.L.: s.n.>, 1998.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *et al.* A arquitetura em uso: proposta para a avaliação de desempenho de uma edificação habitacional. **Anais do IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído.** Ouro Preto, 2007

KROEMER, K.; KROEMER, A. **Office Ergonomics**. London: Taylor & Francis, 2001

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

LEJON, J. C. **L'évolution de la conduite sur S.N.C.C.: l'ergonomie des systèmes numériques do contrôle commande**. Coleção Points de repère, Ed. ANACT, Montrouge, 1991.

LYNCH, Kevin. **A Imagem da Cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

MAIA, N. C. **Ergonomia em projetos de sala de controle de unidades marítimas de produção**. Dissertação (Mestrado), Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2002.

MELLO, A. P. S. **O projeto de iluminação em ambiente de trabalho informatizado: uma abordagem ergonômica**. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da USP. São Paulo, 2002.

MILLANVOYE, Michael. As ambiências físicas no posto de trabalho. *In* FALZON, Pierre (editor). **Ergonomia**. Editora Bluncher, 2007.

MOLES, A. **Sociodinâmica de La cultura**. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 1968.

MOORE, G. Estudos de Comportamento Ambiental. *In* CATANESE, A; SNYDER, J (org). **Introdução à Arquitetura**. Editora Campus LTDA: Rio de Janeiro, 1979.

MORAES, ANAMARIA DE; PEQUINI, SUZI M. **Ergodesign para Trabalho em Terminais Informatizados**. Rio de Janeiro: 2AB Editora, 2000.

MORAES, Anamaria de; FRISONI, Bianka C. **Ergodesign: produtos e processos**. Rio de Janeiro: 2AB, 2001.

MORAES, ANAMARIA DE; MONT'ALVÃO, CLÁUDIA. **Ergonomia: Conceito e Aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB Editora, 2003.

MORAY, NEVILLE. Humans and machines: Allocation of function. *In*: NOYES, J; BRANSBY, M (org). **People in Control: human factors in control room design**. Londres: Institution of Electrical Engineers, 2001. p. 101-115

NÓBREGA, A. P.; FILHO, L. G. A comercialização da energia elétrica das estatais federais por meio de Leilões Públicos. **Anais do 3º Simpósio de Especialistas em Operação de Centrais Hidrelétricas - SEPOCH**. Foz do Iguaçu, Paraná, 6 a 8 de novembro de 2002.

OLIVEIRA, MAURY S. **Avaliação Ergonômica do Posto de Trabalho Informatizado de Atendimento ao Público em uma Empresa Fornecedora de Energia Elétrica**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Recife, 2004.

PARSON, Ken. The environmental ergonomics survey. *In*: Wilson, John R (edited by). **Evaluation of human work**. 3ª ed. Florida: Taylor & Francis Group, 2005.

PONS, SIMONE S. **Projeto de Arquitetura de Interior para uma sala de controle**. Dissertação (Mestrado) 145p, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2004.

RAJAN, J; WILSON, J; WOOD, J. Control facilities design. *In*: Wilson, John R (edited by). **Evaluation of human work**. 3ª ed. Florida: Taylor & Francis Group, 2005.

RIBEIRO, L. G. **Ergonomia no Ambiente Construído – Um estudo de caso em aeroportos**. Dissertação de Mestrado em Design. Rio de Janeiro: PUC/RIO, 2004.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso. **Aplicação do Modelo de Análise Hierárquica COPPETEC – Consenza na Avaliação do Desempenho de Edifícios de Escritório**. Tese de Doutorado em Arquitetura. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

ROSCIANO, P. C. Reflexões sobre as interfaces entre a arquitetura e a análise ergonômica do trabalho – A concepção arquitetônica de espaços produtivos. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Ergonomia VI Congresso Latino-Americano de Ergonomia e I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral**. Recife, 2002.

RUTENFRANK, J. A.; KNAUTH, P.; FISHER, F. M. **Trabalho em turnos e noturno**. São Paulo: Editora Hucitec, 1989.

SANTOS, F. F. N. **Manual de Análise Ergonômica no Trabalho**. Curitiba: Gênese, 1997.

SANTOS, P; DUARTE, F. A contribuição dos operadores de processo para o projeto de telas de sistemas digitais de controle distribuído. **Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. Niterói, 2002

SANTOS, V; ZAMBERLAM, M. C. **Projeto Ergonômico de Salas de Controle**. São Paulo: Fundación Mapfre, 1992.

SCHMIDT, J E. **La percepción del hábitat**. Barcelona, G. Gili, 1974.

SIMÕES, Ana Paula. **Experiência e cognição no lugar de trabalho – Abordagem da Observação Incorporada na Avaliação Pós-ocupação: Estudo de caso em escritório de empresa do setor de educação executiva**. Dissertação (Mestrado) Rio de Janeiro: FAU/UFRJ, 2005.

SOARES, Marcelo M. **Técnicas e ferramentas para a intervenção ergonomizadora**. Apostila do 4º curso de especialização em ergonomia. Recife: UFPE, 2004.

_____. **Atualidades da Ergonomia no Brasil e no mundo: uma visão geral**. Palestra proferida no **I Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e II Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral**. Recife, 2007.

SOMMER, Robert. **Espaço Pessoal**. São Paulo: EPU, 1973.

VIDAL, M. C. R. **Guia para Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na Empresa**. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003.

VILLAROUCO, V. **Modelo de avaliação de projetos: enfoque cognitivo e ergonômico**. Tese (Doutorado), Pós-graduação de Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis: 2001.

_____. **Avaliação Ergonômica do projeto arquitetônico**. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Ergonomia VI Congresso Latino-Americano de Ergonomia e I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral**. Recife, 2002.

_____. O ambiente está adequado?. **Anais do I Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e II Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral**. Recife, 2007

VILLAROUCO, Vilma. Construindo uma Metodologia de Avaliação Ergonômica do Ambiente – AVEA. **Anais do 14º Congresso Brasileiro de Ergonomia**. Porto Seguro: ABERGO, 2008.

VOORDT, T. JM van der; WEGEN, H. BR van. **Architecture in Use: An Introduction to the Programming, Design and Evaluation of Buildings**. United Kingdon: Elsevier, 2005.

WICKENS, C. *et al.* **An Introduction to Human Factors Engineering**. United States: Longman, 1998.

WISNER, A. **Por Dentro do Trabalho, Ergonomia: método e técnica** . São Paulo: FTD, 1987.

WOOD, John. Control Room design. In: Noyes, J; Bransby, M. (org.) **People in Control: Human factors in control room design**. United Kingdom: IEE, 2001. P. 189-206.

ZAMBERLAM, Maria Cristina P. L. **A Perspectiva Ergonômica no Projeto de Salas de Controle na Indústria de Processo Contínuo**. Tese (Doutorado). Engenharia de Produção. COPPE/UFRJ, 1999.

ANEXOS

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO DOS USUÁRIOS

Esta pesquisa está sendo realizada com o objetivo de levantar os aspectos que influenciam na qualidade do ambiente físico das salas de controle. Ao preencher este questionário você estará dando sua contribuição para a ampliação do conhecimento na área de projetos e avaliação do ambiente físico das salas de controle.

Sua participação é muito importante! Obrigado.

Local: _____

Data: ___/___/2008

DADOS PESSOAIS

Idade: _____

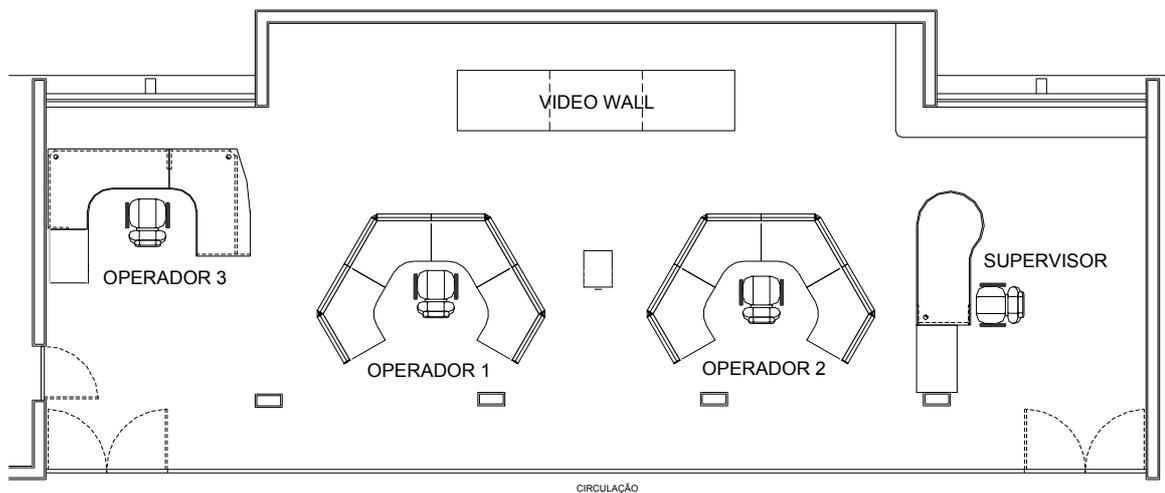
Escolaridade: Fundamental 2º Grau Superior Pós-graduação

Profissão: _____

DADOS FUNCIONAISVínculo institucional: Funcionário Estagiário Terceirizado Outros: _____Tempo serviço na empresa: < de 1 ano 1 a 5 anos 6 a 10 anos > 10 anos**LOCAL / AMBIENTE DE TRABALHO**

Posição do posto de trabalho:

Na planta baixa a seguir, marque com um círculo a opção que corresponde ao seu posto de trabalho.



Você utiliza outros locais para exercer suas tarefas?

 Sim Não Quais? _____

Qual é o tempo de permanência em seu posto de trabalho? (horas/dia)

Ergonomia e Projetos de ambiente em Salas de Controle

Mestrado em Design – Ergonomia & Ambiente Construído

Pesquisadora: Christianne Vasconcelos

Marque com um 'x' o campo correspondente à sua opinião

A = muito bom; B = Bom; C = Razoável; D = Ruim

Avaliação do 1º andar do CROL, como você avalia...	A	B	C	D	Não sei
29. ...o controle de entrada na portaria?	<input type="checkbox"/>				
30. ...o número de vagas no estacionamento?	<input type="checkbox"/>				
31. ... a qualidade de acesso de pessoas com dificuldades de locomoção?	<input type="checkbox"/>				
32. ...a largura dos corredores?	<input type="checkbox"/>				
33. ... o recolhimento de lixo?	<input type="checkbox"/>				
34. ...o espaço destinado à copa?	<input type="checkbox"/>				
35. ...o espaço destinado ao banheiro?	<input type="checkbox"/>				
36. ...o número de banheiros?	<input type="checkbox"/>				
37. ...a limpeza do banheiro?	<input type="checkbox"/>				
38. ...a segurança contra incêndio e pânico?	<input type="checkbox"/>				
39. ...a segurança contra roubos e furtos?	<input type="checkbox"/>				

Marque com um 'x' o campo correspondente à sua opinião

A = muito bom; B = Bom; C = Razoável; D = Ruim

Avaliação do ambiente da sala de controle de Tempo Real, como você avalia...	A	B	C	D	Não sei
40. ...o tamanho da sala?	<input type="checkbox"/>				
41. ...a disposição dos móveis e equipamentos?	<input type="checkbox"/>				
42. ... a adequação/conforto dos móveis às suas atividades?	<input type="checkbox"/>				
43. ... a aparência (acabamentos, revestimentos, materiais)?	<input type="checkbox"/>				
44. ... a qualidade dos materiais de piso, parede e teto?	<input type="checkbox"/>				
45. ...a iluminação natural?	<input type="checkbox"/>				
46. ...a iluminação artificial?	<input type="checkbox"/>				
47. ...a temperatura?	<input type="checkbox"/>				
48. ...o isolamento contra ruídos internos do edifício?	<input type="checkbox"/>				
49. ...o isolamento contra ruídos externos do edifício?	<input type="checkbox"/>				
50. ...a qualidade do ar (odores, poeira)?	<input type="checkbox"/>				
51. ... a limpeza da sala?	<input type="checkbox"/>				
52. ...a localização dos pontos elétricos da sala?	<input type="checkbox"/>				
53. ...a localização dos pontos de telefone?	<input type="checkbox"/>				
54. ...a privacidade local, necessária para sua atividade?	<input type="checkbox"/>				
55. ...o favorecimento à <i>concentração</i> para a execução da tarefa?	<input type="checkbox"/>				
56. ...a sensação de bem-estar que o local lhe proporciona?	<input type="checkbox"/>				

Ergonomia e Projetos de ambiente em Salas de Controle

Mestrado em Design – Ergonomia & Ambiente Construído

Pesquisadora: Christianne Vasconcelos

Identifique os principais problemas
(A) Do 1º andar do CROL
1.
2.
3.

(B) Do seu local de trabalho
1.
2.
3.

Identifique as principais qualidades
(C) Do 1º andar do CROL
1.
2.
3.

(D) Do seu local de trabalho
1.
2.
3.

Observações, sugestões, críticas, justificativas e comentários, se necessário:

Agradecemos pela sua atenção.

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO DOS USUÁRIOS SOBRE CONFORTO DO AMBIENTE

Horário:

Data: ___/___/2008

O QUE VOCÊ PENSA SOBRE O CONFORTO DE SEU AMBIENTE DE TRABALHO?

Por favor responda as questões a seguir de acordo com SEU CONFORTO e SATISFAÇÃO quanto ao ambiente físico da sala de controle.

Sua participação é muito importante! Obrigado.

CONFORTO TÉRMICO

1. Indique na escala abaixo, qual a sua sensação térmica nesse momento?

Com muito calor	
Com calor	
Levemente com calor	
Neutro (nem calor nem frio)	
Levemente com frio	
Com frio	
Com muito frio	

2. Agora indique como você preferia estar se sentindo agora?

Bem mais quente	
Mais quente	
Um pouco mais quente	
Assim mesmo	
Um pouco mais frio	
Mais frio	
Bem mais frio	

CONFORTO LUMÍNICO

3. Indique na escala abaixo a sua opinião quanto à iluminação no seu ambiente de trabalho?

Muito claro	
Pouco claro	
Confortável	
Pouco escuro	
Muito escuro	

4. Você percebe algum tipo de incômodo proveniente da iluminação no seu ambiente de trabalho? (Estação de trabalho e painel de vídeo wall)

 Sim Não

5. Se sim, por favor indique quais.

CONFORTO ACÚSTICO

6. Indique na escala abaixo como você avalia o ruído em seu ambiente de trabalho?

Muito barulho	
Pouco barulho	
Nem barulho nem silêncio	
Muito silêncio	

7. Indique uma fonte particular de **ruído** que **você** pode ouvir em seu ambiente de trabalho **agora**.

Agradecemos pela sua atenção.

QUESTIONÁRIO CONSTELAÇÃO DE ATRIBUTOS

Esta pesquisa está sendo realizada com o objetivo de levantar os aspectos que influenciam na qualidade do ambiente físico das salas de controle. Ao responder as duas perguntas abaixo você estará dando sua contribuição para a ampliação do conhecimento na área de projetos e avaliação do ambiente físico das salas de controle.

Sua participação é muito importante! Obrigado.

Local:

Data: ___/___/2008

PERGUNTA 1

Quando você pensa no ambiente de salas de controle, de uma maneira geral, que idéias ou imagens lhe vêm à mente?

PERGUNTA 2

Quando você pensa no ambiente da sala de controle do CROL, que idéias ou imagens lhe vêm à mente?