

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA

**PROJETO DE ARQUITETURA DE INTERIOR PARA UMA SALA
DE CONTROLE**

Simone Senott Pons

Porto Alegre, 2004

Simone Senott Pons

**PROJETO DE ARQUITETURA DE INTERIOR PARA UMA SALA
DE CONTROLE:
um estudo de caso com um método
ergonômico participativo**

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – Ênfase em Gerência da Produção e Ergonomia, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof^a Lia Buarque de Macedo Guimarães, PhD, CPE

Porto Alegre, 2004

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia da Produção e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Programa de Pós-Graduação da Engenharia de produção, LOPP - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof^a. Lia Buarque de Macedo Guimarães, PhD, CPE
Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

Prof^a. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dr^a.
Coordenador MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Arq. Mário Ferreira, Dr.
PUC/RS

Prof^a. Nirce Medvedovski, Dr^a
FAURB/UFPEL

Prof. Tarcísio Abreu Saurin, Dr
PPGEP/UFRGS

AGRADECIMENTOS

- aos valores morais e éticos transmitidos pela minha família;
- à cumplicidade dos amigos que me rodeiam;
- ao Márcio, pelo incentivo permanente;
- à minha sócia e particular amiga Renata por ter me incentivado na prática do Swásthya Yôga e ter viabilizado a concretização desta caminhada;
- à equipe da Gastal Pons pelo apoio e compreensão;
- ao carinho dos colegas do mestrado;
- à oportunidade gerada pela CADAM;
- à confiança dos técnicos da CAFOR;
- à contribuição da equipe do LAFRIG/UFRGS, em especial acadêmico Tiago Bulla e o Prof. Beyer;
- à colaboração da Ruído Zero, em especial Eng. João Antonio Rott;
- à atenção da equipe do LOPP/UFRGS;
- ao aprendizado vivenciado ao lado da orientadora Prof^a Lia Buarque de Macedo Guimarães, e por fim,
- à compreensão pela minha ausência, nos momentos mais diversos.

Minha própria experiência é que quanto mais entendemos a grande realidade na qual
vivemos, mais humildes nos tornamos.
Adquirimos um respeito excepcional por todos os seres vivos
– sem qualquer exclusão.
Passamos a ter um relacionamento melhor com todos.
Desenvolvemos uma nova ética, não nos deixando levar por falsos valores.
Conseguimos viver sem ansiedades, com mais flexibilidade e tolerância.

Oscar Motomura
Diretor geral do Grupo Amana-Key, SP

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo e projeção de uma sala de controle de uma central de geração de energia de uma mineradora do norte do Brasil. Foi utilizada a ferramenta participativa Design Macroergonômico (DM) para a identificação da demanda ergonômica de usuários, além da análise da representação mental que os usuários tem do seu ambiente de trabalho. Foi feita a comparação das demandas dos usuários, da gerência, da chefia e do especialista, o que mostrou que o usuário é quem melhor define as suas necessidades. A etapa de projeto foi embasada na revisão bibliográfica sobre o trabalho de controle e no conhecimento da equipe multidisciplinar. Para avaliação e visualização das propostas elaboradas pelos participantes da pesquisa, foi utilizado uma maquete eletrônica que permitiu a visualização do ambiente futuro o mais próximo do real. A participação é um fator de sucesso na aprovação de mudanças pois o projeto está em vias de implantação.

Palavras-chave: sala de controle, *design* macroergonômico, participação.

ABSTRACT

This work presents the study and projection of a control room of an energy-generation center in a mining company located in northern Brazil. The participative tool named Design Macroergonomic (DM) was used to identify the ergonomic demand of users, besides the mental representation that the users have in their work environment. The demands of the users, managing, board and specialist were compared, and such comparison showed that the user is the one who best defines his/her necessities. The project stage was based on the bibliographic review about the work of control and knowledge of the multidisciplinary team. An electronic model was used to evaluate and visualize the proposals elaborated by the participants of the research, and this permitted a visualization of the future environment which is as close to reality as possible. The participation is a success factor in the approval of changes, for the project is about to be implanted.

Keywords: control room, macro ergonomics design, participatory

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Gráfico custo da mudança x etapa de projeto	34
Figura 1A	Sala de controle	52
Figura 2	Foto externa do prédio da CAFOR	66
Figura 3	Foto do corredor de acesso	67
Figura 4	Foto da escada de acesso	67
Figura 5	Foto geral do ambiente	68
Figura 6	Foto do ambiente dos motores	68
Figura 7	Planta baixa da situação inicial	68
Figura 8	Planta baixa da situação proposta pela empresa	69
Figura 9	Foto do acesso ao banheiro	69
Figura 10	Foto do operador no leiaute original	70
Figura 11	Foto da mesa de operações no leiaute proposto	70
Figura 12	Foto de equipamentos novos A	71
Figura 13	Foto de equipamentos novos B	71
Figura 14	Foto da disposição do material de apoio	71
Figura 15	Foto da mesa de trabalho existente	72
Figura 16	Foto da esquadria de visualização dos motores	73
Figura 17	<i>Croquis</i> elaborado pelo participante 1	76
Figura 18	<i>Croquis</i> elaborado pelo participante 2	76
Figura 19	<i>Croquis</i> elaborado pelo participante 3	77
Figura 20	Gráfico do peso de importância de todos os construtos	78
Figura 21	Gráfico do peso de importância do construto ambiental	80
Figura 22	Gráfico do peso de importância construto posto de trabalho	82
Figura 23	Quadro resumo da menção dos IDE'S	84
Figura 24	Quadro da relação de ID'S e de IDE'S	85
Figura 25	Planta baixa com leiaute proposto	90
Figura 26	Planta baixa cotada	90
Figura 27	Imagem com visão geral	92
Figura 28	Imagem com visão de acesso	92
Figura 29	Campo visual do técnico à esquerda	92
Figura 30	Campo visual do técnico à direita	92
Figura 31	Elevação transversal	93
Figura 32	Imagem do visual da entrada com vaso à direita	94
Figura 33	Planta baixa com marcação do piso elevado	95
Figura 34	Imagem com piso elevado	96
Figura 35	Imagem sem piso elevado	96
Figura 36	Planta baixa com marcação de cores	98

Figura 37	Imagem cor azul no fundo.....	99
Figura 38	Imagem geral cor amarela no fundo	99
Figura 39	Imagem geral estudo inicial A	99
Figura 40	Imagem geral estudo inicial B	99
Figura 41	Planta do forro com marcação de luminárias.....	100
Figura 42	Quadro resumo do tratamento dos ID's	105
Figura 43	Planta do leiaute existente	107
Figura 44	Planta do leiaute proposto pela empresa.....	107
Figura 45	Planta do leiaute proposto pela GastalPons Ltda.	107
Figura 46	Planta do forro com luminárias.pela empresa.....	108
Figura 47	Planta do forro com luminárias pela GastalPons Ltda	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Índice de reflexão dos revestimentos	49
Tabela 2	População participante da pesquisa	74
Tabela 3	Gerência e chefia participante da pesquisa.....	75

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos e limitações	16
1.2 Método	16
1.3 Estrutura	18
2. O TRABALHO DE CONTROLE	19
2.1 O contexto do trabalho de controle	19
2.2 A história do trabalho de controle	21
2.3 A tarefa no trabalho de controle	24
2.4 As características da atividade no trabalho de controle	25
2.5 As exigências da atividade no trabalho de controle	29
3. O PROJETO DE SALAS DE CONTROLE	33
3.1 Metodologias para projeto ergonômico	33
3.1.1 Metodologia da atividade futura	35
3.1.2 Análise ergonômica do trabalho	36
3.1.3 Intervenção ergonomizadora	36
3.1.4 Processo de projeto ergonômico – ISO 11064	37
3.2 Recomendações para o projeto ergonômico de salas de controle	39
3.2.1 Quanto ao programa de necessidades	40
3.2.2 Quanto ao leiaute e considerações para a arquitetura	41
3.2.3 Quanto ao mobiliário do posto de operações	44
3.2.4 Quanto à iluminação	47
3.2.5 Quanto à acustica	49
3.2.6 Quanto ao conforto térmico	49
3.2.7 Quanto ao uso de cores, à arquitetura de interior e estética	51
4. ESTUDO DE CASO DE UMA SALA DE CONTROLE	53
4.1 Metodologia	53
4.1.1 Design macroergonômico	56
4.1.2 Representação mental da sala de controle	59
4.1.3 Elaboração do projeto	60
4.1.4 Avaliação do projeto	60
4.2 O caso da sala de controle CAFOR/CADAM	61
4.2.1 A empresa	62

4.2.2	A sala de controle	63
5.	RESULTADOS	74
5.1	Caracterização do pessoal envolvido	74
5.2	Resultado e análise dos IDE's	75
5.2.1	Análise da listagem de todos os construtos	77
5.2.2	Análise da listagem de construtos ambientais	80
5.2.3	Análise da listagem de construtos de postos de trabalho	81
5.2.4	Avaliação do especialista	83
5.3	Identificação dos itens de <i>design</i>	85
6.	O PROJETO DA SALA DE CONTROLE E SUA AVALIAÇÃO	87
6.1	Lançamento inicial	87
6.2	Avaliação e aprovação da proposta	87
6.3	Memorial descritivo e justificativa do projeto	89
6.3.1	Programa de necessidades e leiaute	89
6.3.2	Mobiliário	93
6.3.3	Esquadrias	95
6.3.4	Revestimentos e cores	97
6.3.5	Iluminação	100
6.3.6	Tratamento acústico	101
6.3.7	Conforto térmico	102
6.3.8	Segurança	103
6.4	Resumo do tratamento de itens de <i>design</i>	104
6.5	Reflexões sobre o projeto	106
7.	CONCLUSÃO	110
REFERÊNCIAS	113
Apêndice A	Termo de consentimento dos participantes da pesquisa	118
Apêndice B	Termo de consentimento da direção da empresa	119
Apêndice C	Tabela de itens da demanda ergonômica conforme ordem de menção individual	120
Apêndice D	Tabela de itens da demanda ergonômica da análise da representação mental	121
Apêndice E	Tabela de IDE's tabulados e priorizados	122
Apêndice F	Tabela de IDE's organizados por construtos	123
Apêndice G	Tabela de IDE's tabulados da gerência e chefia	124
Apêndice H	Gráficos de minutos X atividade de monitoramento	125

ANEXOS	126
Anexo A Manual de procedimentos operacionais CAFOR	126
Anexo B Entrevista arquiteto	128
Anexo C Avaliação da maquete eletrônica participantes da pesquisa	129
Anexo D Memorial do projeto acústico	130
Anexo E Cálculo carga térmica para 24,5°C	133
Anexo F Cálculo carga térmica para 22°C	139
Anexo G Cadeira modelo Ypsilon marca Vitra	145

1 INTRODUÇÃO

No dia-a-dia e, em especial, no cenário industrial, há um descaso em relação ao conforto dos trabalhadores. Na maioria dos casos, o ambiente de trabalho e o próprio trabalho, não são desenhados com o suporte técnico de profissionais especializados em ergonomia, e as conseqüências são graves, tanto para o trabalhador como para o empresário (DUARTE, 2002). Durante a elaboração de projetos, “a interação entre as máquinas e seus usuários, raramente foi uma consideração *a priori* [...]”, de acordo com Moraes e Mont’Alvão (2000, p.10). Duarte e Goldenstein (2002) concordam que a preocupação com o projeto do trabalho, freqüentemente, surge posterior a diversas decisões tomadas. Para os autores, este fato vem limitar e comprometer as soluções adotadas, visto que os responsáveis pela elaboração do projeto ficam restritos a condicionantes ora desnecessários.

O objeto de estudo desta dissertação, uma sala de controle de processo contínuo, se enquadra no contexto do grupo de ambientes, onde a ergonomia não foi aplicada na sua origem. Destaca-se que, de acordo com Lida (2000, p.1), “a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem”, onde trabalho, neste caso, envolve não só homens e máquinas, mas também, todas as situações envolvidas neste relacionamento. Em Santos e Zamberlan (1992) e Ferreira (2002) encontra-se que o conhecimento das questões humanas relacionadas com os processos de automação e sua importância são fundamentais na concepção dos centros de controle.

A importância das atividades realizadas nas salas de controle, para a segurança e confiabilidade do sistema produtivo, é evidente. A inserção da automação, no ambiente industrial, resultou no surgimento de sistemas de controle dos processos produtivos. Inicialmente, estes sistemas eram pontuais, localizados no ambiente do processo e progressivamente passaram a um nível de coordenação de subsistemas, centralizados em um único local, por vezes distanciado do chão de fábrica. Este ambiente, denominado sala de controle do processo, é a área que agrupa os comandos e as medidas resultantes da técnica de transmissão de dados à distância. Moraes e Mont’Alvão (2000, p.10) destacam que,

[...] a automatização de sistemas produtivos, como as indústrias de processo - química, cimento, etc. – cria situações de trabalho, onde o operador responsável, pelo controle e regulação do sistema, permanece isolado e deve manter uma constante vigilância por muitas horas, seja durante o dia ou à noite.

Neste momento, a atividade humana se transforma. O comando passa a ser dotado de um sistema de vigilância informatizado, com informações centralizadas que representam fisicamente o estado de um processo. De acordo com Santos e Zamberlan (1992), controlar um processo significa controlar um sistema físico que evolui de maneira mais ou menos contínua. O controle do processo é o conjunto de intervenções que busca manter as grandezas físicas que interferem em determinados valores, de acordo com as variações externas e internas do sistema, resultando no estabelecimento do funcionamento normal do processo. O operador é a pessoa que conduz, regula e supervisiona a evolução contínua do sistema.

Para Moraes e Mont'Alvão (2000), a atividade de monitoramento é um tipo de tarefa que, apesar de não ter demanda de esforço físico do operador, pode provocar níveis altos de tensão para o ser humano. Santos e Zamberlan (1992, p.35) citam que “[...] a atividade dos operadores é, essencialmente, uma atividade de vigilância [...]”. Bibby *et al.*¹ (1975 *apud* RASMUSSEN; LIND, 1981) informam que as indústrias altamente automatizadas têm sido caracterizadas por 99% de monotonia e 1% de horror. Moraes e Mont'Alvão (2000, p.11) citam que “[...] um sistema de controle por mais informatizado e eficaz que seja, será um fracasso se o controlador não puder monitorá-lo e regulá-lo com rapidez, segurança e eficiência”. Concordam com o fato de que as alterações do sistema são raras e que são extremamente graves quando ocorrem. Em Lida (2000, p.280), encontra-se que, “um operador que, deve observar um quadro de comando para detectar anormalidades que raramente ocorrem, enfrenta uma situação pobre em excitações”. Este quadro, somado à atenção continuada, vem colaborar para o surgimento da monotonia. O autor acredita que a iluminação inadequada, o ambiente quente e ruidoso e com isolamento social (pouca possibilidade de contato com colegas de trabalho) influenciem a ocorrência deste problema. Para Lida (2000, p.273), “a monotonia e fadiga estão presentes em

¹ BIBBY *et al.* Man's role in control systems. *IFAC Congress*. Boston, 1975.

todos os trabalhos e, se não podem ser totalmente eliminados, podem ser controlados e substituídos por ambientes mais interessantes e motivadores”. Wickens *et al.* (1998) também acreditam que o ambiente de trabalho seja um dos responsáveis pela satisfação do operador.

A Caulim da Amazônia S.A. (CADAM), empresa em estudo, providenciou a contratação de profissionais da área de arquitetura para a melhoria das questões ambientais da sala de controle de sua central de geração e distribuição de energia elétrica a óleo (CAFOR). A fábrica é responsável pelo processamento de caulim, minério utilizado na fabricação de papel, entre outros, e está localizada no norte do país. A intervenção faz parte da visão da empresa em ser marco de referência na autogeração de energia no cenário industrial do país, e no cumprimento da missão de fornecer energia elétrica, térmica, água, ar comprimido e vapor, para o processo industrial e moradores da vila operária local, dentro dos valores de qualidade, segurança e meio ambiente, conforme definido no Manual de Procedimentos Operacionais CAFOR (ver anexo A). Foram fornecidos pela empresa os itens do Manual de Procedimentos Operacionais que eram de interesse para esta pesquisa.

O sucesso da implementação de modificações no ambiente de trabalho depende da metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto. Diversos estudos apontam para o reconhecimento, por parte da engenharia, da importância de incorporar o conhecimento dos operadores no desenvolvimento do projeto de sistemas de controle, como fator de confiabilidade das futuras instalações, melhor aceitação das novas tecnologias e maior segurança. Wisner² (1985 *apud* FERREIRA, 1987, p.5) 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.

² WISNER, A. *Quand voyageur les usines, essai d'anthropotechnologie*. Paris: Ed. Syros, 1985.

De acordo com Guimarães (2001a), o aumento da automação e da informatização colaborou para a noção de que a ergonomia não poderia se deter apenas às questões pontuais, visto que os problemas ocorridos neste período não estavam sendo resolvidos satisfatoriamente com soluções ao nível de posto de trabalho. Este fato contribuiu na motivação para o desenvolvimento de um novo conceito, baseado em uma visão holística, a macroergonomia. A visão macroergonômica não foca apenas nas questões relacionadas ao posto de trabalho individual e os seus subsistemas. Em Guimarães e Costella (2001, p.4) encontra-se que “a ergonomia participativa tem sido considerada a abordagem mais apropriada e mais aplicada dentro do contexto da macroergonomia”, visto que procura envolver vários níveis organizacionais na identificação, análise e solução de problemas, principalmente ergonômicos. Os autores comentam que a necessidade de mudanças nas organizações permitiu o reconhecimento de que a participação no processo de mudança é vital para a aceitação e institucionalização da mesma.

1.1 Objetivos e Limitações

O objetivo desta dissertação é identificar a demanda dos operadores da sala de controle CAFOR/CADAM e atendê-la na elaboração de um projeto ergonômico de sala de controle. A pesquisa é limitada aos técnicos alocados, especificamente, na sala de controle. A etapa de projeção será focada nas questões referentes ao ambiente e posto de trabalho, apesar da metodologia identificar demanda referente a outros construtos, tais como, organização do trabalho e empresa. A demanda referente a estes dois construtos servirá, neste estudo, para a caracterização do trabalho desenvolvido no local.

1.2 Método

A proposta para a empresa constituiu-se na elaboração de um projeto com enfoque participativo, que considera o envolvimento dos trabalhadores de forma ativa, em todo o desenvolvimento projetual. A ferramenta escolhida para a identificação da demanda ergonômica de usuários é o *Design* Macroergonômico (FOGLIATTO e

GUIMARÃES, 1999). Esta ferramenta permite identificar a demanda ergonômica do usuário, através de estratégias de coleta de informações e, priorizá-las com o uso de ferramentas estatísticas. As informações obtidas a partir da voz do usuário são organizadas de forma rápida e efetiva. Foi utilizada, também, como ferramenta para identificar a demanda existente, a análise da imagem mental que os usuários têm do seu futuro local de trabalho. O estudo de caso apresentado em Guimarães (2001b) afirma que é uma etapa importante de pesquisa e que permite que o projeto seja embasado em elementos que representem a imagem que o operador tem do seu ambiente de trabalho.

A partir da identificação dos itens a serem trabalhados no projeto, as soluções se fundamentaram na literatura pesquisada e no conhecimento técnico da equipe multidisciplinar. Para avaliação das propostas foi utilizada a ferramenta CAD, que permite a elaboração de desenhos em 3 dimensões. Conforme Santos e Zamberlan (1992) e Duarte e Goldenstein (2002), este instrumento permite a visualização das soluções elaboradas, o mais próximo da realidade. As avaliações das soluções, pelos participantes da pesquisa, permitiram, ainda na fase de projeto, ajustes.

A aplicação do método participativo, no estudo de caso da sala de controle da CAFOR/CADAM, vem reforçar a importância do mesmo dentro do cenário de estudos científicos e contribuir com subsídios voltados para o projeto de centros de controle, colaborando no trabalho de ergonomistas e outros profissionais que atuem na área das condições de trabalho. Pretende-se que as soluções propostas, que são limitadas às questões ambientais e de posto de trabalho, baseadas no método e ferramentas adotadas, na revisão bibliográfica sobre o assunto e na atuação conjunta de profissionais de diversas áreas, sejam as mais adequadas possíveis ao ambiente em estudo.

O presente trabalho será construído em duas etapas. A primeira etapa compreende uma revisão bibliográfica sobre o trabalho de operadores de controle de processo e o projeto de salas de controle. Num segundo momento é realizado um estudo do caso. Para a realização desta etapa, foram realizadas visitas ao local, com objetivo

de fazer reconhecimento da área e aplicação da metodologia de projeto escolhida. A validação do projeto não fará parte de estudo, pelo fato de não haver tempo hábil para a execução do mesmo, ficando uma lacuna a ser preenchida futuramente.

1.3 Estrutura

Este estudo está organizado em sete capítulos. No primeiro capítulo é feita a presente introdução, onde é apresentado o tema, o delineamento do contexto em que está inserido e a justificativa da importância do assunto. Ainda nesta fase, são apresentados os objetivos principais da pesquisa, os métodos utilizados, a estrutura e limitações do trabalho. O segundo capítulo analisa como os estudiosos interpretam o trabalho de operadores de centros de controle. O terceiro capítulo investiga os condicionantes, métodos e processos projetuais, disponíveis na literatura específica para salas de controle. No quarto capítulo são detalhadas a metodologia utilizada e a apresentação do estudo de caso. O capítulo 5 consiste na apresentação dos resultados obtidos a partir da aplicação do método. O capítulo 6 apresenta o projeto elaborado a partir da demanda identificada, bem como as razões que levaram a escolha da proposta apresentada. Finalmente, o capítulo 7 relata as conclusões obtidas do trabalho desenvolvido e sugestões para o desenvolvimento deste estudo e/ou trabalhos futuros relacionados a esta temática.

2 O TRABALHO DE CONTROLE

Neste capítulo será apresentada a revisão bibliográfica sobre as características do trabalho em salas de controle. Foram pesquisadas autores com trabalhos desenvolvidos nesta área. O capítulo inicia com o delineamento do contexto em que se encontra este tipo de trabalho e histórico. Na seqüência é descrita a visão dos autores referente a tarefa, característica e exigências da atividade.

2.1 O contexto do trabalho de controle

Os tipos de sistemas e mecanismos que as pessoas controlam em seus trabalhos e, diariamente, em suas vidas, variam tremendamente, desde um simples interruptor luminoso ao controle de uma aeronave até uma planta de produção complexa. Neste amplo espectro, de acordo com Sanders e McCormick (1993), independente da natureza do sistema, a função humana básica envolvida na atividade de controle é a mesma. O homem recebe informação, processa-a, seleciona a ação e a executa. A ação então tomada, serve como a entrada para o controle do sistema. Na maioria dos casos, a forma de *feedback* é o aguardo do efeito da ação tomada. Em Wickens *et al.* (1998), encontra-se que o controle é o “fazendo”. Ele identifica esta ação num modelo de processamento de informação humana que se divide em três partes: o conhecendo o estado da situação, identificando o que fazer e posteriormente fazendo. Os autores citam as mesmas funções básicas mencionadas por Sanders e McCormick (1993), a seleção e a execução de ações, junto ao *feedback*, que permite ao homem descobrir se a ação de controle que foi executada, corresponde ao modo de que havia sido planejada.

Na era da automação, que é caracterizada por Wickens *et al.* (1998) como a circunstância onde a máquina assume uma tarefa que, em alguns casos, é desempenhada, por um operador humano, o conceito de controle é diferenciado. Para Sheridan (2002) o termo controle de processo se refere ao controle de algum processo físico que é contínuo no tempo e espaço, no qual o produto flui através do manufaturamento ou operação de transporte. Estes processos incluem geração de

energia (nuclear, hidroelétrica, solar etc.); distribuição de eletricidade; manufatura química; craqueamento e processamento de petróleo; fabricação de roupas, papel, borracha, e etc. Corrobora com Sanders e McCormick (1993), em relação ao fato de que mais e mais processos têm-se tornado automatizados e que estes sistemas de larga escala de produção são os pioneiros neste caminho. Sheridan (2002) relata que nesta situação o homem assume menos controle direto do processo físico. Entretanto, supervisiona o processo automatizado, planeja e monitora suas funções e intervém quando as coisas dão erradas. Uma das razões da automatização dos sistemas produtivos, de acordo com Wickens *et al.* (1998), entre outras, deve-se ao fato de que, em alguns processos, é perigoso ou impossível, para o homem, desempenhar tarefa equivalente à desenvolvida pela máquina.

A automatização dos processos industriais é a responsável pela alteração da atividade humana de controle. O avanço da tecnologia dos sistemas de regulação atua diretamente na evolução tecnológica das salas de controle (DE KEYSER³, 1980 *apud* SANTOS; ZAMBERLAN, 1992). A atividade humana na tarefa de controle se altera porque foi multiplicada a utilização de computadores no controle da produção industrial, particularmente nas indústrias de processos contínuos. Moraes e Mont'Alvão (2000, p.10) acreditam que a implantação de postos de trabalho informatizados resultou em “[...] mudanças profundas nos hábitos, nas atitudes e nos esquemas operatórios”. De acordo com as autoras, a tarefa de regulação e controle do processo industrial passa a ser desenvolvida em uma situação onde o operador responsável permanece isolado e em constante vigilância por muitas horas, diurna e noturnamente. Em Sheridan (2002) encontra-se que pilotando um avião, monitorando a operação de uma planta ou no comando e controle militar pode haver longos períodos de tédio interrompidos por repentino rompimento da atividade. Esta situação ocorre também em atividades não automatizadas, por exemplo, dirigindo manualmente um carro por longos períodos, num curso constante. Para ele, a automação exarceba este problema, acredita que até mesmo em frente ao sentimento de responsabilidade, o operador pode se tornar dissociado, sabendo que

³ DE KEYSER, V. Études sur la Contribution que Pourrait Apporter l'Ergonomie e la Conception des Systemes de Controlw et d'Alert dans les Industries de Transformation. *Contrat C. C. E. 8/79/45*, Bruxelas, 1980.

o computador está fazendo parte do seu trabalho. Entretanto, salienta que na falha da automação, a demanda sobre o operador é intensa e repentina.

2.2 A história do trabalho de controle

Santos e Zamberlan (1992) comentam que inicialmente o controle dos processos produtivos era realizado em equipamentos mecânicos e de grandes dimensões, de sistema pneumático e eram instalados próximos à tomada de impulsão da produção. Isto acontecia há aproximadamente 40 anos atrás. Neste caso, a tarefa dos operadores consistia em percorrer as unidades de produção e observar os diversos índices, que representavam o estado do processo, disponíveis naqueles equipamentos. Ocorre que, muitas vezes, era exigida a presença de mais de um operador, devido às longas distâncias a serem percorridas. Em determinados casos, como o da siderurgia ou fabricação de cimento, onde o produto fabricado não podia ser visualizado, a tarefa era acrescida da experiência de campo. O operador observava, além dos índices disponíveis, diversos índices informais, tais como, ruído, calor, vapor ou vibração para elaborar seu diagnóstico referente à situação do processo naquele momento.

A melhoria das técnicas de transmissão de dados possibilitou o agrupamento dos principais aparelhos de regulação, registradores e indicadores, bem como dos equipamentos de comando do processo à distância. (SANTOS; ZAMBERLAN, 1992, p.16).

Esta aparelhagem passou a ser agrupada em painéis, agora situada em locais, denominados, salas de controle. Segundo as autoras, baseado na complexidade das instalações e/ou do processo produtivo, estes painéis ainda eram de grandes dimensões, determinando salas de controle longas e grandes. Na maioria das indústrias eram localizadas próximas ao processo produtivo. Mas, as grandes dimensões dos painéis ainda mantinham a necessidade de mais de um operador para o controle de todos os índices necessários. O avanço tecnológico na década de 70 possibilitou o surgimento de aparelhos mais compactos, isto é, maior número de aparelhos por unidade na superfície do painel, acentuando a tendência de centralização do controle. Santos e Zamberlan (1992) relatam dois problemas

advindos destas instalações: primeiro, a forma de apresentação da informação, como e quais mostradores utilizar e segundo, que os alarmes utilizados deveriam funcionar de forma eficiente. De acordo com Sheridan (2002) ao longo do tempo e com boas intenções, os números de indicadores independentes e alarmes luminosos foram crescendo aos milhares nas salas de controle. Além disso, foi-se tornando evidente que, em algumas plantas, após um sério mau funcionamento, muitos *displays* trocavam de estado. Nestes casos, os operadores têm se referido ao painel de controle com uma “árvore de natal”. Nestas circunstâncias, não há caminho para que um operador possa, rapidamente, determinar o que está errado e tomar a ação necessária. Diante destes fatos, o autor destaca que a tecnologia, que pretende ser útil, especialmente em uma crise, deve ser aceita e entendida pelos usuários.

O contínuo avanço tecnológico e o desenvolvimento da pesquisa na área de informática permitiram a utilização de micro computadores no controle dos processos industriais. Silva e Lima (2002) relatam que a centralização das informações nas salas de controle, em substituição aos controles eletromecânicos, provocou a redução de efetivos, conseqüentemente, aumentou a responsabilidade dos operadores e, em contrapartida, o surgimento de um sentimento de exploração, visto que executam a mesma função com menos funcionários. Entretanto, Silva e Lima (2002, p.137) citam que:

[...] os operadores tendem a reconhecer que as novas tecnologias exigem um aumento da qualificação e da polivalência das funções, pois devem controlar sozinhos toda uma ou mais unidades produtivas.

Duarte (2002, p.13) pensa que:

[...] os projetos de modernização tecnológica nas indústrias de processos contínuos têm apresentado freqüentemente resultados decepcionantes e têm criado dificuldades importantes tanto para operadores quanto para os empresários.

Relata, como outras dificuldades, os problemas de saúde e fadiga, decorrentes da inadaptação dos meios de trabalho à atividade, assim como, a dificuldade de

representação do estado real das instalações. Por outro lado, o autor destaca a importância de assegurar a qualidade de produção no atual contexto do mercado, extremamente competitiva. A qualidade, para ele, advém do êxito dos projetos de modernização tecnológica a serem implantados. Sheridan (2002) comenta que para se obter a melhor relação homem-máquina é necessária uma interação, não somente na operação do sistema, mas, também, no desenho, manufatura, instalação e manutenção do processo. Sanders e McCormick (1993) relatam que na relação de interação entre homem e computador deve haver um interesse claro nas decisões de *design* de sistemas computadorizados que resguardem os limites dos operadores e equipamentos. Observam que na automação não há um “tudo ou nada” pois existem graus de automação. Sanders e McCormick (1993) comentam que o computador tem se tornado o intermediário inteligente entre o homem e a operação do sistema. O computador recebe as informações do operador, as direciona ao nível da ação e recebe as informações do nível do processo, resumindo-as para o homem.

De Keyser⁴ (1980 *apud* SANTOS; ZAMBERLAN, 1992) entende que a tendência à centralização, impõe ao operador uma quantidade de informações a tratar que não mais se justifica, seja racionalmente, economicamente, tecnicamente ou pela segurança. A reversão desta situação, para o autor, seria a criação de postos de controle e vigilância mais próximos do processo, onde os índices informais não estariam totalmente encobertos. Reconhece, entretanto, que esta proposta cria unidades de controle descentralizadas e múltiplas. Neste caso, o acesso aos índices informais, tais como ruídos, odores ou gases é mantido, que dependendo da situação, pode facilitar o diagnóstico do estado do processo, colaborando na atividade de regulação do sistema. Moraes e Mont’Alvão (2000) complementam que são muitas informações a selecionar, as variáveis a interpretar e são várias as possibilidades de solução, num curto espaço de tempo e sempre com caráter de urgência. Sheridan (2002) corrobora quando relata que, numa situação de crise, uma pessoa só é capaz de lidar com um número muito limitado de fontes de informação e que as informações necessárias no momento da pane do sistema têm

⁴ DE KEYSER, V. Études sur la Contribution que Pourrait Apporter l’Ergonomie e la Conception des Systemes de Controlw et d’Alert dans les Industries de Transformation. *Contrat C. C. E.* 8/79/45, Bruxelas, 1980.

que estar imediatamente à disposição do operador, para que possa tomar a decisão correta, sanar o problema e evitar acidentes. Daniellou e Boel⁵ (1983 *apud* SILVA; LIMA, 2002) destacam que o fato de que a limitação do funcionamento dos automatismos é a diversidade de situações transitórias, dificultando a atuação do operador. No estudo de caso que Guimarães (2001b, p.9) apresenta, também destaca que “[...] deve ficar claro, que não é o número de parâmetros a controlar que constitui a dificuldade, mas a variabilidade do processo e os incidentes que se produzem”.

2.3 A tarefa no trabalho de controle

Sanders e McCormick (1993), Wickens *et al.* (1998), Sheridan (2002) descrevem que a tarefa humana no trabalho de controle envolve definir a meta, selecionar os parâmetros e monitorar o processo, para evitar possíveis problemas, independente da natureza do mesmo. Caso sejam detectadas disfunções, o operador deverá tomar a ação de correção. Isto representa um exemplo elementar da atividade de controle, como descrito no início deste capítulo. Davey e Feher (1997) salientam 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. Entendem que, por estes atributos, os operadores fornecem um grau de flexibilidade, que nem agora, e talvez nunca, seja alcançado pela automação. Santos e Zamberlan (1992) concordam, quando informam que na visão da Ergonomia, os estudos apontam para a necessidade da presença humana nos sistemas automatizados, conduzindo, regulando e supervisionando o funcionamento de um sistema que evolui continuamente. As tarefas básicas nesta atividade ficam assim relacionadas:

⁵ DANIELLOU, F. & BOEL, M. (1983). L'activité des opérateurs de conduite dans une sale de controle de processus automatisé. *CNAM*, Paris. (Rapport 75)

[...] dar assistência as regulações e automatismos, otimizar o funcionamento do processo, amenizar os defeitos do automatismo e remediar os inevitáveis defeitos do processo, já que o automatismo é incapaz de considerá-lo. (LEJON⁶, 1991 *apud* SANTOS; ZAMBERLAN, 1992, p.20).

As autoras observam que quando os automatismos funcionam, a intervenção humana não é necessária, mas em situações de irregularidade, os operadores são indispensáveis para assegurar as decisões a serem tomadas. Guimarães (2001c, p.4) cita que “[...] não se consegue prescindir do homem como controlador”, porque no momento da pane, o operador é que tem condições de intervir e decidir.

Guimarães (2001b, p.8) destaca a importância do entendimento do entrosamento do operador com “[...] uma situação que se assemelha à vida real [...], visto que a observação e atuação são indiretas no processo”. Concorda que a tarefa básica é supervisioná-lo e controlá-lo e destaca que estas ações são tomadas à distância do processo e em uma sala de controle que abriga os equipamentos que detém as informações do sistema.

2.4 As características da atividade no trabalho de controle

Wickens *et al.* (1998) citam que as características do processo, tais como, complexidade e perigo influenciam todas as fases da tarefa. Ferreira (2002) considera a atividade dos operadores de processo das refinarias de petróleo, um protótipo da atividade de operadores em processos contínuos em geral. Pensa que nestas unidades coexistem e interagem aspectos que, de uma forma ou de outra, isolados ou juntos, estão sempre presentes nas características do trabalho de controle. Assim como Wickens *et al.* (1998), acredita que a atividade desses operadores é influenciada basicamente por quatro características do processo: sua periculosidade, sua complexidade, sua continuidade e o caráter coletivo de suas tarefas.

⁶LEJON, J. C. *L'évolution de la conduite sur SNCC. Collection Points de Repéré.* Anact. Montrouge, 1991.

Segundo Ferreira (2002), a característica **periculosidade** é justificada porque lida com quantidades de produtos inflamáveis e tóxicos, sob condições anormais de temperatura e pressão, gerando um clima de atenção e tensão, devido ao risco de acidentes e catástrofes ambientais. Quanto à **complexidade**, é referida como as transformações físicas e químicas dos produtos, que ocorrem num sistema fechado, composto de um maquinário, em geral de grandes dimensões, numerosos e sofisticados. Nesta situação, os produtos e suas transformações não são visíveis ou manipuláveis, conseqüentemente os indicadores numéricos e/ou a visualização de cheiros e ruídos, etc. são, indiretamente, as informações do estado do processo. Também a atuação no processo é indireta. Através dos equipamentos de regulação à distância ou do manuseio de válvulas ou bombas é que são executadas as ações sobre determinadas partes.

A variabilidade de reações, que ocorrem simultaneamente, com características e durações distintas, confere um caráter de dinamismo ao processo. Ferreira (2002) acrescenta que a imprevisibilidade e a incerteza são características intrínsecas aos sistemas complexos, potencializando as tensões e cuidados permanentes. O caráter de **continuidade** diz respeito à questão de que o processo é ininterrupto. Obriga uma vigilância em tempo integral, em desacordo com o funcionamento humano, que não é ininterrupto, pois o sono, como cita a autora, é uma invariante. As pessoas reagem diferentemente de dia e de noite, e o trabalho em turnos provoca uma dessincronização temporal, acarreta deficiências no sono e outras perturbações (GRANDJEAN, 1998). Já a questão da **coletividade**, de acordo com Ferreira (2002), diz respeito aos diferentes operadores que interagem constantemente. Há uma troca de informações entre diferentes setores, que discutem sobre o funcionamento do processo, sobre o estado dos equipamentos, sobre as operações realizadas ou as que estão sendo realizadas, resultando numa rede de informações que permite o entendimento atual do processo. Santos e Zamberlan (1992) corroboram com a importância do suporte dos operadores externos a atividade de controle do processo. Estes operadores verificam outros índices do estado do processo ou equipamentos, confirmando e complementando as informações fornecidas pelo sistema automatizado.

Pavard⁷ e Cellier⁸ (1991, 1990 *apud* SANTOS; ZAMBERLAN, 1992) corroboram com Ferreira (2002), no sentido de que a ação dos operadores é determinada pela complexidade do processo, sua dinâmica interna. Santos e Zamberlan (1992) destacam que a interação e dependência funcional dos componentes do sistema físico podem dificultar o diagnóstico da situação. A inferência do estado da planta pode ser realizada através dos conhecimentos adquiridos ou a partir de uma simulação mental que solicita conhecimentos sobre o funcionamento e estrutura do processo. Davey e Feher (1997, p.2) definem que:

[...] a robustez do sistema é através da habilidade humana, que: reconhece e supera o inesperado; enfrenta o inesperado; inova e raciocina por analogia, quando a experiência prévia não cobre a situação apresentada.

Santos e Zamberlan (1992, p.35) citam que: “[...] a atividade dos operadores é, essencialmente, uma **atividade de vigilância**, que está estreitamente relacionada à tomada e processamento complexo de informações”.

Moraes e Mont’Alvão (2000, p.10-11) entendem que “[...] este tipo de atividade, embora aparentemente não implique qualquer esforço do operador, ocasiona altos níveis de tensão para o homem”. Destacam que “[...] os incidentes ou acidentes são raros, mas quando ocorrem são de larga proporção e acarretam sérios riscos para o sistema e para os próprios operadores”.

A oscilação do volume de trabalho introduz períodos monótonos, fato que ocorre quando as ações dos operadores são minizadas, de acordo com Santos e Zamberlan (1992). Encontra-se em Bibby *et al.*⁹ (1975 *apud* RASMUSSEN; LIND, 1981), que os momentos críticos representam 1% das situações. De acordo com os autores, as indústrias altamente automatizadas têm sido caracterizadas como 99%

⁷ PAVARD, B. Quel Paradigme Utiliser Pour Etudier Lês Systemes Complexes? Proceedings of the 11th Congress of International Ergonomics Association. *Designing for Everyone* V. 2, 1075-1077. Paris, 1991.

⁸ CELLIER, J. L’erreur humaine dans le travail. In: J. LEPLAT et G. TERSSAC. *Les facteurs humains e faibilté dans les systèmes complexes*. Marseille: Octares/Entreprises, 1990.

⁹ BIBBY *et al.* Man’s role in control systems. *IFAC Congress*. Boston, 1975.

monotonia e 1% horror, que é quando ocorre alguma situação grave, diferente de outras ocorridas frequentemente. Por exemplo, no setor de geração de energia, um momento de horror é considerado quando há um *blackout*, falta total de energia.

Dentro deste contexto, nas situações rotineiras (99% dos casos), se a interface for adequada, o sujeito não tem maiores problemas em dialogar com sistema, mas nas situações de crise (1% dos casos), para o sucesso da intervenção, é de extrema importância a disponibilidade adequada das informações necessárias para que o operador atue corretamente. Wickens *et al.* (1998 p.506) concorda, citando que, “[...] na maior parte do tempo, as atividades de controle são as operações do **estado constante**”, onde a vida do operador freqüentemente torna-se muito rotineira e ocasionalmente chata, envolvendo somente permanente monitoramento do estado da planta, registrando a caminhada e eventualmente realizando pequenos ajustes das variáveis de controle.

Em Silva e Lima (2002) encontra-se também que na atividade cotidiana não há muito que fazer, com o sistema funcionando normal. De acordo com Sheridan (2002) e Grandjean (1998) a obrigação continuada – freqüentemente ligada à grande responsabilidade – instiga que a fadiga e monotonia instalem-se ao mesmo tempo e represente um considerável risco à falhas e acidentes.

Entretanto, Ferreira (2002) chama a atenção que a implantação estratégias para diminuir o tempo ocioso dos operadores é um fato que acredita ser um equivocado e perigoso. Entende que esta atitude não reconhece e despreza o esforço do trabalhador em termos de atenção, raciocínio e tomadas de decisão de grande responsabilidade. Santos e Zamberlan (1992, p.55) citam que “o mito do operador vigilante, que controla de vez em quando os instrumentos, já não é mais considerado”. De acordo com o estudo de caso de Santos e Paraguay (1992) a constante intervenção do homem no sistema é comprovada, de acordo com o registro dos acontecimentos ou incidentes durante a jornada de trabalho. No resumo do estudo de caso citado não aparecem os resultados dos dados tratados

estatisticamente. As autoras relatam que Daniellou¹⁰ (1986) e De Keyser¹¹ (1980) entre outros estudiosos, também comprovaram a atuação continuada e importante do homem no controle de processos contínuos.

2.5 As exigências da atividade no trabalho de controle

De acordo com Wisner (1987) em todo o trabalho sempre vão existir ao menos três aspectos: o físico, o cognitivo e o psíquico, envolvendo o consciente ou inconsciente, entre a pessoa (ego) e a situação (organização do trabalho). Complementa, citando que estes aspectos estão inter-relacionados, tornando freqüente, mas não necessário, que existindo uma sobrecarga em um dos aspectos, os outros dois podem vir a obter uma carga elevada. Wisner (1994) exemplifica com a 'neurose das telefonistas', onde apesar do conteúdo da tarefa ser predominante mental, o trabalhador tem queixas de perturbações físicas como dores nas costas, no pescoço, ardor nos olhos, dor de cabeça etc, devido, inclusive à forte concentração mental.

Uma série de fatores influencia o desempenho humano em uma dada atividade, dentre eles, destaca as condições de trabalho, as condições ambientais, o design de equipamentos, além de fatores de organização do trabalho, treinamento, política de gerenciamento, incentivos, pressões e política em geral. Guimarães (2001c, p.1) cita que "as tarefas informatizadas apresentam maior carga na dimensão cognitiva, pois a computadorização impôs uma interação digitalizada onde a operação é simbólica com ênfase na entrada e resgate de dados". Isto se deve ao fato de que sua atuação está relacionada com os fatores relacionados aos processos cognitivos tais como atenção, memória, processamento de informação e tomada de decisão. Guimarães (2001c, p.5) acrescenta que

¹⁰ DANIELLOU, F. L'Operateur, la Vanne, l'Ecran. L'Érgonomie Dans les Industries de Processus. *Publication de L'ANACT*. Montrouge, 1986.

¹¹ DE KEYSER, V. Études sur la Contribution que Pourrait Apporter l'Ergonomie e la Conception des Systemes de Control et d'Alert dans les Industries de Transformation. *Contrat C. C. E. 8/79/45*, Bruxelas, 1980

[...] a complexidade reside justamente no fato de que as atividades de controle sobrecarregam não a parte física do ser humano, mas a parte cognitiva, envolvendo processos sensoriais e psíquicos, que são responsáveis pelo processamento de toda a informação captada pelo ambiente.

Para Thibault (2002), Santos e Zamberlan (1992) e Moraes e Mont'Alvão (2000) o avanço tecnológico, o surgimento dos microprocessadores e estações de trabalho informatizadas, implicaram em algumas alterações nas atividades dos operadores, influenciando diretamente nas exigências e facilidades do trabalhador, tais como:

- a) **há exigência da memória de curto prazo e visualização mental do processo** dado que a tomada de informações é alterada, os antigos painéis sinóticos permitiam uma representação global das instalações e os monitores atuais representam parcialmente o processo, sendo necessário o acesso seqüencial ao sistema;
- b) **a forma de apresentação da informação é flexível**, o projetista pode utilizar diversos tipos de telas de dados numéricos, gráficos, diagramas sinóticos demonstrativos das funções do sistema, etc, variando ainda cores, formas e detalhamento dessas figuras;
- c) **os dados observados são tratados**, quando retransmitidos podem ser resultado de um sistema de equações resolvidas pelo *software* utilizado;
- d) há alteração do posto de trabalho, o **posto informatizado** requer cuidado quanto às exigências posturais, aos reflexos nas telas, aos ângulos de visão, ao número de operadores que intervêm simultaneamente, entre outros aspectos, que podem deixar o operador em más condições de trabalho, o que causará erros, fadiga e *stress*.

Por outro lado, Thibault (2002), Santos e Zamberlan (1992) e Moraes e Mont'Alvão (2000) salientam que a capacidade de adaptação do homem pode ocasionar sérios problemas. Quando as funções fisiológicas humanas são solicitadas em condições anormais, se deterioram ou podem ser atingidas de maneira irreversível. Concluem que a partir daí podem surgir erros e a segurança e funcionamento do sistema

podem ficar abalados. De acordo com Santos e Zamberlan (1992), os principais fatores intervenientes na capacidade de tomada/processamento de informações são:

- a) as **exigências posturais**, condicionadas pelos equipamentos, iluminação e demais condições de execução da tarefa. A exigência contínua de atenção é relacionada diretamente com a fadiga, que conseqüentemente repercute sobre a saúde e a produtividade;
- b) a **dificuldade** de acesso, detecção ou interpretação das informações necessárias à execução das tarefas, pode se originar tanto das **condições ambientais** (ruído, iluminação e temperatura) como de aspectos quantitativos e qualitativos da apresentação da informação; e,
- c) a **duração da atividade** que interfere na manutenção e contabilidade das respostas dos operadores, em situação normal ou de incidentes.
- d) há fortes **solicitações visuais** na detecção de informações, seja em curtos períodos de tempo (alarmes sonoros e visuais disparam simultaneamente) ou no acompanhamento geral das informações;
- e) há solicitações de ordem **psíquica**, relacionadas à consciência das situações de risco, incerteza e ansiedade, devido à responsabilidade dos operadores pelo controle do processo.

Finalmente, após a leitura dos autores citados, conclui-se que há divergência quanto à questão da vigilância no trabalho de controle de processos contínuos. Um grupo, Wickens *et al.* (1998), Bibby *et al.*¹² (1975 *apud* RASMUSSEN; LIND, 1981) e Silva e Lima (2002), demonstra que a situação mais freqüente é o monitoramento do sistema em equilíbrio. Os autores acreditam que o trabalho de controle impõe uma situação, na maior parte do período, pobre em estímulos. Outros estudos, de Santos e Paraguay (1992) e Ferreira (2002), corroboram com a idéia de que o operador vigilante está em declínio, que há esforço do trabalhador em termos de atenção, raciocínio e tomadas de decisão de grande responsabilidade, durante a maior parte do turno de trabalho. Descrevem que há intervenção freqüente do homem no sistema, ocasionando a atuação contínua e importante do homem no controle de processos contínuos. Quanto às exigências humanas na atividade, há consenso ao

¹² BIBBY *et al.* Man's role in control systems. *IFAC Congress*. Boston, 1975.

fato de que a informatização exigiu mais da capacidade mental dos trabalhadores e, que as melhorias ambientais vêm colaborar no desenvolvimento da atividade.

3 O PROJETO DE SALAS DE CONTROLE

Neste capítulo a revisão bibliográfica será sobre o projeto ergonômico de salas de controle. Foram pesquisadas as metodologias ergonômicas para desenvolvimento de projeto e as recomendações técnicas para o ambiente e o posto de trabalho de sala de controle.

3.1 Metodologias para projeto ergonômico

De acordo com Santos e Zamberlan (1992), um dos maiores desafios do projeto de locais de trabalho é a adequação à diversidade dos usuários e à variabilidade das situações existentes ou que surgirão. A ergonomia, neste cenário, contribui com métodos de análise e conhecimentos específicos sobre o funcionamento humano. Esta ciência deve ser aplicada em todas as etapas do desenvolvimento do projeto, desde os estudos preliminares até a validação das propostas implementadas. Entretanto, encontra-se em Van der Linden (1999), Santos e Zamberlan (1992), Duarte e Goldenstein (2002) e Maia e Duarte (2002) que os aspectos ergonômicos do projeto não são prioridades na maioria dos casos. Van der Linden (1999) acredita que esta priorização é influenciada pela área de formação do responsável pelo projeto, visto a diversidade das áreas envolvidas, sejam estas referentes às questões ambientais, simbólicas, estéticas ou de mercado.

De acordo com Santos e Zamberlan (1992), Goldenstein e Duarte (2002) e Maia e Duarte (2002), a ergonomia ainda tem pequena participação no projeto de futuras unidades de centros de controle. Este fato acarreta deficiências nas soluções, dada a limitação imposta por decisões tomadas e executadas, anteriores à definição do desenho do trabalho. Esta situação é vivida na maior parte dos trabalhos de ergonomia, concentrados na correção ou mudança de uma situação existente. Destacam a importância da contratação de estudos ergonômicos na fase inicial do projeto. Helander e Nagamachi (1992), com a figura 1, abaixo, apontam que os custos das decisões ergonômicas aumentam de acordo

com o avanço do processo. Por exemplo, as decisões, tomadas na etapa já de produção, têm um custo maior do que as decisões tomadas ainda na fase de desenho.

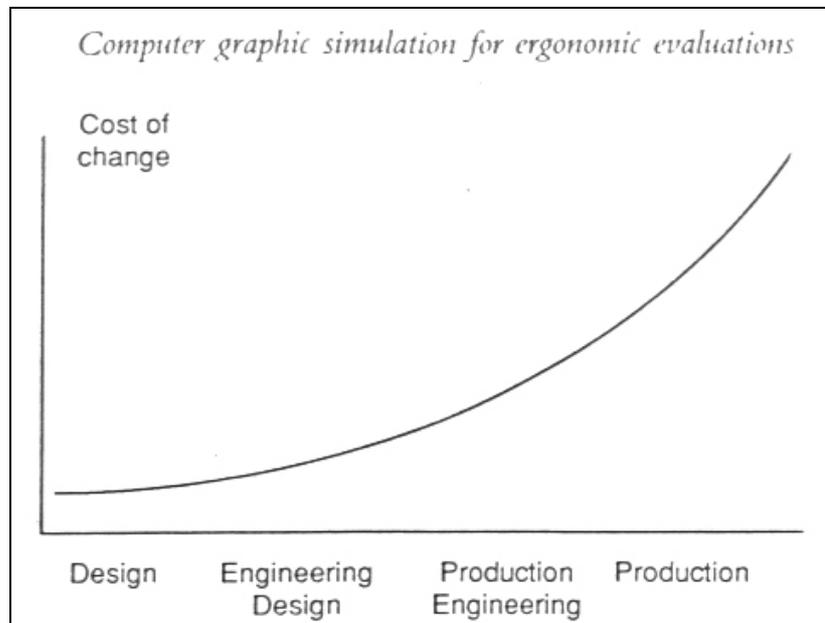


Figura 1 - Gráfico custo da mudança x etapa de projeto

Fonte: HELANDER; NAGAMACHI (1992).

Quaresma e Moraes (2000) apresentam um estudo que foi elaborado baseado em uma pesquisa com estudantes do curso do ensino superior em *design* de produto, pesquisadores e professores da área. O resultado do estudo destaca que uma das causas da ocorrência de deficiências no uso da aplicação de dados antropométricos, ligados diretamente aos conceitos ergonômicos, está no ensino da disciplina, assim como, nos procedimentos, métodos e técnicas disponíveis.

Os métodos existentes para o desenvolvimento de projetos com ênfase em aspectos ergonômicos são distintos, mas o objetivo principal, manutenção da saúde dos trabalhadores e eficiência econômica, é mantido em todas as metodologias. A seguir serão apresentadas as metodologias encontradas na literatura pesquisada. Na seqüência, serão abordadas as recomendações existentes para o projeto ergonômico de salas de controle, extraídas da pesquisa bibliográfica realizada.

3.1.1 Metodologia da atividade futura

Encontra-se em Santos e Zamberlan (1992) que Daniellou¹³ (1986) e De Keyser¹⁴ (1980) confirmaram a contribuição da análise do trabalho de uma situação existente no projeto de novas situações ou na alteração de uma situação já configurada, de acordo com a metodologia da atividade futura. Santos e Paraguay (1992), Duarte e Cordeiro (2002), Maia e Duarte (2002) e Duarte e Goldenstein (2002) utilizaram a metodologia sugerida e confirmada por Daniellou (2002), que tem como base análise de situações de referência, em projetos de ambientes destinados ao trabalho de controle. As principais etapas que constituem a metodologia, de acordo com Duarte e Cordeiro (2002) são:

- a) macroanálise do funcionamento da empresa, que se constitui em entrevistas com os responsáveis pelos setores em estudo e observações gerais do setor estudado;
- b) análise da real atividade desenvolvida e/ou da situação de referência, conforme o caso, se for, redesenho de um posto existente ou de criação de um novo local de trabalho. Também se constitui de entrevistas com os envolvidos no projeto e trabalhadores responsáveis pelo setor, bem como, do registro de indicadores observáveis (postura, exploração visual, deslocamento) da atividade ao longo de um período;
- c) pesquisa das recomendações ergonômicas em literatura e normas nacionais e internacionais sobre o assunto, para fundamentação das recomendações elaboradas; e,
- d) validação dos dados e das recomendações em reuniões com os envolvidos no projeto e trabalhadores responsáveis pelo setor. A simulação da situação futura é feita com o uso de maquetes com peças móveis e documentação gráfica. Objetiva confrontar diferentes conhecimentos e incorporar, nesta etapa, efetivamente o saber prático dos operadores.

¹³ DANIELLOU, F. L'Operateur, la Vanne, l'Ecran. L'Érgonomie Dans les Industries de Processus. *Publicação de L'ANTAC*. Montrouge, 1986.

¹⁴ DE KEYSER, V. Études sur la Contribution que Pourrait Apporter l'Ergonomie e la Conception des Systemes de Controle et d'Alert dans les Industries de Transformation. *Contrat C. C. E. 8/79/45*, Bruxelas, 1980.

3.1.2 Análise Ergonômica do Trabalho

Wisner (1987) propõe uma metodologia constituída de três grandes etapas, onde as decisões são tomadas em consenso com trabalhadores e empresários e, que podem ocorrer simultaneamente. As etapas são:

- a) **análise da demanda:** definição dos problemas ergonômicos existentes. De acordo com Wisner, deve-se analisar a representatividade do autor da demanda, a origem da mesma, quais os problemas, quais as perspectivas de ações e os meios disponíveis para tais;
- b) **análise da atividade:** consiste na observação criteriosa da atividade e na obtenção da descrição verbal da atividade pelo operador, assim como a sua imagem funcional do dispositivo em que atua (imagem operatória). Aqui se observam diferenças entre o diagrama produzido pela chefia, o diagrama desenvolvido pelo projetista e o elaborado pelo operador. Resulta na identificação de como o trabalho é realmente realizado; e,
- c) **análise da tarefa:** compreende a análise do trabalho prescrito e das condições necessárias para tal, representando o que a chefia imaginou.

Para o autor, após a completa análise do trabalho e recomendações de melhorias para o desenvolvimento das atividades, torna-se indispensável validar o trabalho de pesquisa com os operadores e chefias, objetivando retorno e correção das informações obtidas.

3.1.3 Intervenção ergonomizadora

Moraes e Mont'Alvão (2000) propõem esta metodologia que abriga cinco etapas básicas. As etapas são assim denominadas: apreciação ergonômica, diagnose ergonômica, projeção ergonômica, avaliação, validação e/ou testes ergonômicos e, detalhamento ergonômico e otimização. As etapas compreendem, resumidamente:

- a) **etapa 1 apreciação ergonômica:** fase de exploração dos problemas ergonômicos existentes. São realizadas observações do local e entrevistas com supervisores e trabalhadores;
- b) **etapa 2 diagnose ergonômica:** fase de aprofundamento dos problemas ergonômicos existentes e testes do prognóstico elaborado na fase anterior. Nesta etapa são realizadas observações sistemáticas da atividade real da tarefa. Utilizam-se gravações em vídeo, entrevistas estruturadas, questionários, avaliações posturais, etc. de acordo com as prioridades definidas e recursos disponíveis. Resulta na revisão bibliográfica sobre o assunto e nas recomendações ergonômicas para o ambiente, posto de trabalho, organização do trabalho, da atividade, etc;
- b) **etapa 3 projeção ergonômica:** fase de adaptação do local de trabalho às características do usuário. Encerra-se com o detalhamento do projeto ergonômico;
- c) **etapa 4 avaliação, validação e/ou testes ergonômicos** fase de retorno aos usuários das propostas elaboradas. Propõe a participação efetiva dos usuários na aprovação das escolhas elaboradas, através de testes e simulações; e,
- d) **etapa 5 detalhamento ergonômico e otimização:** fase de revisão do projeto elaborado após aprovação e validação das propostas.

O modelo permite que se utilize uma ou mais fases, seguindo a seqüência das etapas acima descritas. É um modelo com uma visão macroergonômica, sistêmico, expansionista, comportamental e informacional, de acordo com Moraes e Mont'Alvão (2000).

3.1.4 Processo de projeto ergonômico – ISO 11064

Na ISO 11064-1 (2000) é apresentada uma estrutura para o processo de projeto que envolve cinco fases. Este sistema de projeto, que tem enfoque ergonômico, indica a elaboração de *feedback* durante as etapas do processo, permitindo retornar a fase inicial, quando necessário.

- a) **fase A esclarecimento:** esclarece o propósito, contexto, recursos e restrições do início do projeto, levando em conta situações existentes que servirão de referência;
- b) **fase B análise e definição:** análise e definição preliminar da alocação de funções e do projeto do trabalho;
- c) **fase C desenho conceitual:** desenvolvimento inicial do leiaute da sala, do desenho de mobiliário, de monitores e controles e interfaces de comunicação que satisfaçam a fase B;
- d) **fase D desenho detalhado:** desenvolvimento do desenho detalhado das especificações necessárias para a construção do centro de controle, que contém as interfaces operacionais e as facilidades ambientais;
- e) **fase E feedback operacional:** revisão pela comissão nomeada. A participação de futuros usuários ou usuários experientes é indicado para o sucesso do desenho.

Castro e Echternacht (2003) também indicam a análise ergonômica das atividades desenvolvidas pelos usuários, pelo especialista, como forma de avaliação e lançamento das diretrizes para o desenho do posto de trabalho.

Os métodos apresentados até o momento, na sua maioria, possuem abordagem sistêmica e holística, que parte da análise do todo para as partes, de acordo com os preceitos da macroergonomia. Todavia, estes métodos priorizam o conhecimento técnico e a habilidade de observação do especialista na identificação e na solução de problemas. Esta visão tradicional (IMADA; BOWMAN¹⁵, 1992 *apud* GONTIJO; SOUZA, 1993) caracteriza um processo unilateral (IMADA; NORO¹⁶, 1986 *apud* GONTIJO; SOUZA, 1993) onde o trabalhador não está presente nas fases de identificação e solução de problemas. Imada e Noro acreditam que o pouco ou nenhum envolvimento dos trabalhadores na etapa de solução acarretará dificuldades na etapa de implementação.

¹⁵ IMADA, A. S. & BOWMAN, M. E. Change by design, human factors by necessity: lessons in participatory ergonomics. In: *Proceedings of the human factors society 36th annual meeting*, 1992.

¹⁶ IMADA A. S. & NORO K. Participatory Ergonomics: methods for improving individual and organizational effectiveness. In: *Human Factors in Organizational Design and Management – II* (O. Brown Jr., H. W. Hendrick, eds.) North-Holland, Amsterdam, 1986.

Gontijo e Souza (1993) destacam que o contraponto desta abordagem é a ergonomia participativa, onde há, de acordo com as ferramentas utilizadas, a participação efetiva dos trabalhadores em todas as fases das intervenções ergonômicas. Este princípio atende as necessidades da visão macroergonômica, que reconhece, *a priori*, que todos os fatores têm a mesma importância no sistema, cada vez mais complexo. Incorporando este conceito como princípio, Noro e Imada¹⁷ (1991 *apud* GONTIJO; SOUZA, 1993), citam diversas ferramentas utilizadas na ergonomia participativa, tais como, o diagrama de causa-e-efeito, a análise de Pareto, o diagrama de árvore, os cinco pontos de vista ergonômicos, ilustrações quantitativas, *check-lists*, vídeos, entre outras, aplicadas de acordo com cada situação.

Dentro desta visão, encontra-se a metodologia **Análise Macroergonômica do Trabalho** (AMT) proposta por Guimarães (1999), que incorpora a ferramenta *Design Macroergonômico* (DM) de Fogliatto e Guimarães (1999). Esta ferramenta auxilia na elaboração de projetos ergonômicos, fazendo com que o trabalhador torne-se um agente ativo nas melhorias das condições do seu trabalho. O DM tem sido utilizado em vários estudos, Van Der Linden (1999), Krug (2000), Kmita (2003) entre outros, do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos do Programa de Pós-Graduação da Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LOPP/PPGEP/UFRGS). No capítulo quatro desta dissertação será feito o detalhamento desta ferramenta que é adotada neste estudo de caso. A escolha deve-se ao fato de que dentre as metodologias apresentadas é a única que utiliza ferramentas estatísticas para a priorização da demanda a partir da voz do usuário. Entende-se que, desta forma, as decisões tomadas ficam alicerçadas em bases fundamentadas.

3.2 Recomendações para o projeto ergonômico de salas de controle

Para as recomendações dos itens referentes ao leiaute, iluminação, conforto térmico, acústico e mobiliário, foi elaborada uma pesquisa em autores, com

¹⁷ NORO, K. & IMADA, A. S. *Participatory Ergonomics*. Londres, Taylor & Francis, 1991.

trabalhos específicos em salas de controle. Aqui se enquadra a advertência de Boyce¹⁸(1988 SANDERS; McCORMICK, 2003) referente à luminotécnica: “seria imprudente generalizar os efeitos da iluminação para a performance de todas as tarefas, baseado na performance de uma única tarefa”. Quando as referências não foram encontradas, buscou-se na literatura de ergonomia a referência para situações similares, que servirão de base para as sugestões e/ou avaliações. Foram estudadas as questões ambientais, foco do estudo de caso em questão.

O maior número de recomendações foi encontrado na publicação da Organização Internacional para Padronização (ISO), número 11064. A maior parte dos estudos revisados, tais como Duarte e Goldenstein (1986), Zamberlan (1999), Maia e Duarte (2002), Santos e Zamberlan (2002), Castro (2003) referenciam a norma acima citada e a NR-17, mas não citam todas as recomendações sugeridas pelas normas.

A 11064-6 (2003) cita como um dos princípios que devem ser seguidos a combinação dos fatores ambientais, por exemplo, deve ser considerado o ruído ocasionado pelo sistema de condicionamento do ar no projeto de acústica ambiental. Destaca que estes fatores trabalham em conjunto e devem ser considerados como um todo.

3.2.1 Quanto ao programa de necessidades

Na 11064-2b (2000) são relacionadas algumas considerações para o conjunto da sala de controle, que são referentes ao programa de necessidades para o desenvolvimento da atividade. De acordo com o estudo em questão, destaca-se:

- a) necessidade de equipamento para realização da tarefa de documentação em meio eletrônico;
- b) necessidade de livro para anotações especiais;
- c) espaço para troca de turno;

¹⁸BOYCE, P. Lighting and visual performance. In: *INTERNATIONAL REVIEWS OF ERGONOMICS*, D. Osborne ed., v.2. London: Taylor & Francis, 1988.

- d) espaço para discussão de certos problemas que abrigue várias pessoas;
- e) para tarefa de supervisão considerar aspectos conflitantes, tais como, organização do trabalho, privacidade e visualização geral do processo de controle;
- f) área para manutenção;
- g) espaço para cabeamentos;
- h) acessos que permitam passagem de equipamentos e emergências;
- i) área para relaxamento, copa e fumantes;
- j) área para guarda de objetos pessoais;
- k) sanitários (com chuveiro, se for o caso do uso de materiais contaminantes);
- l) sala para visitantes;
- m) espaço para recepção de pessoas não autorizadas;
- n) espaço para requisitos culturais (por exemplo, uso proibido de sapatos ou orações);
- o) espaço para primeiros socorros ou sala de emergência, de acordo com regulamentos do local;
- p) zonas para reuniões, estudos, treinamentos e simulações;
- q) acesso secundário para staff;
- r) suporte técnico.

Santos e Zamberlan (2002) destacam a importância da formalização de salas de apoio para atividade de relaxamento durante a pausa no trabalho.

3.2.2 Quanto ao leiaute e considerações para a arquitetura

Na ISO 11064-1(2000) encontra-se que o leiaute seja o reflexo da organização do trabalho do local, consideração apontada, também, no estudo de Duarte e Goldenstein (2002). A ISO 11064-3 (1999) define que o leiaute seja priorizado em função da localização do painel ou da tela de monitoramento.

Maia e Duarte (2002) estudaram os centros de controle de unidades marítimas e, salientam que as normas se referem às unidades terrestres. Os autores destacam

como base para a definição de leiaute e ambiências a interação entre equipes, o número de usuários e os diferentes tipos de sistemas de controle. Entretanto, a ISO 11064-1(2000) já havia indicado a análise de situações de trabalho existentes para fundamentação das decisões a serem tomadas. Refere que, primariamente, as sugestões atendem os centros de controle terrestres, mas que podem ser aplicadas às unidades móveis.

Quanto ao formato do ambiente, é alertado que os espaços longos e estreitos diminuem a integração do trabalho coletivo, assim como, diminuem as possibilidades do arranjo funcional dos postos de trabalho. O mesmo conceito é aplicado nas estações de trabalho, onde a forma hexagonal ou arco otimiza as oportunidades do trabalho coletivo (ISO 11064-3,1999).

Há destaque para que os visitantes sejam tratados como uma função normal da atividade (ISO 11064-3, 1999). O espaço para visitação não deve ocasionar perturbações no desenvolvimento da atividade de controle e não ter visibilidade para ambientes de atividades informais, tais como, leitura e descanso. Na circulação de visitantes ou, no local de permanência dos mesmos deve ser evitada a obstrução de sinais. A norma indica que a mesma não se localize atrás dos operadores, a fim de evitarem-se constrangimentos. A circulação deve acontecer em espaço adicional e não atrapalhar a operação. O acesso restrito deve ser formalizado a fim de não atrapalhar o desenvolvimento e segurança das atividades desenvolvidas.

A ISO 11064-3 (1999) destaca outros requisitos: que quando o operador tem a função de controlar os acessos, fica justificada a localização dos mesmos dentro do seu campo visual; que a supervisão fique localizada próxima   operação e   entrada da sala, assim como as atividades de apoio; que a melhor solução para segurança e controle é um local para entrada/saída e outro adicional para saída de emergência; que as dimensões do acesso leve em consideração a acessibilidade de desabilitados fisicamente e movimentação de equipamentos e, finalmente, que exista uma área de espera, em situações onde o acesso seja restrito. Quanto às entradas e saídas, Duarte e Goldenstein (2002) indicam apenas que as mesmas

devam ser localizadas fora do campo visual do operador, mas não atrás do mesmo, pela mesma razão da sala de visitas.

Encontra-se, também, que o espaço para manutenção de equipamentos deve estar de acordo com o percentil 95 masculino da tabela 2 e figura 10 da norma internacional estudada ISO 11064-3 (1999).

A área destinada a cada estação de trabalho deverá ser de 9m² a 15m². Indica a necessidade de previsão de área para expansão dos postos de trabalho em 25%. Sugere que o estoque de material de trabalho não seja feito na estação principal de monitoramento.

Quanto aos desníveis do piso, a ISO 11064-3 (1999) cita que diferentes níveis podem oferecer vantagens para visualização de áreas, para a supervisão e um significado de segregação do espaço “público”. Ressalta que, para evitar acidentes, deve ser levada em conta a movimentação de pessoal e equipamentos. Entretanto, também cita que um único nível oferece grande flexibilidade para futuras trocas e para a movimentação de equipamentos e pessoas, principalmente desabilitadas.

Sugere, como medida mínima para o pé-direito final, três metros, sendo indicada a previsão de quatro metros, entre os pavimentos, para instalação de piso elevado, forro, acomodação de iluminação indireta e de monitores de visualização da área externa.

A ISO 11064-3 (1999) ressalta a importância de permitir o acesso de pessoas ou operadores desabilitados fisicamente.

As referências naturais no ambiente de trabalho, de acordo com a ISO 11064-6 (2003), são importantes para manter o ritmo diurno/noturno e o balanço emocional do operador.

A importância da visualização da área de produção é apontada por De Keyser¹⁹ (1980 *apud* SANTOS; ZAMBERLAN, 1992) e Maia (2002b). No estudo de Paraguay (1995) é apontado, como um item negativo para os operadores, a falta de contato com a área.

3.2.3 Quanto ao mobiliário do posto de operações

A norma ISO 11064-4 (2004) diz que a estação de trabalho deve ter a intenção de acomodar do percentil 5 ao percentil 95 da população de usuários. Destaca que os parâmetros propostos podem ser checados de acordo com as características relevantes dos usuários. Por exemplo, se a população incorpora os dois gêneros humanos, deve ser considerado o percentil 5 feminino e o percentil 95 masculino. Os dados antropométricos são usualmente baseados em sujeitos “nus”. Alguns estudos, entretanto, incorporam algumas dimensões com roupas. O anexo B da norma internacional apresenta uma tabela de dados antropométricos (JÜRGEN; AUNE; PIEPER²⁰, 1990 *apud* ISO 11064-4, 2004). As variáveis antropométricas extraídas das pesquisas realizadas pelo Instituto Nacional de Tecnologia são as utilizadas e indicadas por Santos e Zamberlan (2002).

Para a ISO 11064-4 (2004, p.7) “ajustabilidade deve ser considerada para aquelas dimensões relacionadas à estação de trabalho que não acomodam os usuários do percentil 5 ao 95”. Estas dimensões incorporam altura da mesa, espaços para os pés, distâncias visuais e a orientação de *displays*. Indica que os mecanismos de ajuste devem ser fáceis de manusear.

¹⁹ DE KEYSER, V. *Études sur la Contribution que Pourrait Apporte l'Ergonomie e la Conception des Systemes de Controlw et d'Alert dans les Industries de Transformation*. *Contrat C. C. E. 8/79/45*, Bruxelles, 1980.

²⁰ JÜRGENS, H.; AUNE, I.; PIEPER, U. *International data on anthropometry*. Occupational safety and health series, N° 65, International Labour Office, Geneva. English edition of the research report “*Internationaler anthropometrischer Datenatlas*”, published by the Federal Institute for Occupational Safety and Health, Dortmund, Federal Republic of Germany. ISBN 92-2-106449-2. ISSN 0078-3129. First published 1990.

A área da bancada de trabalho deve estar de acordo com as atividades realizadas. Na maior parte dos casos, é necessário espaço para o apoio de documentos, folhas A3 ou A4, material de apoio, telefones etc. Maia e Duarte (2002) citam o uso de bordas arredondadas e superfícies foscas para evitar reflexos indesejáveis. A ISO 11064-4 (2004) indica que o teclado fique à frente do monitor e, no caso de dois monitores, que o mesmo fique centralizado. Sugere que os *displays* sejam organizados de acordo com o espaço de identificação do operador (ver figura A.7, ISO 11064-4, 2004).

Santos e Zamberlan (2002) indicam a utilização de mesas convencionais, utilizadas em escritório, ao invés da utilização de consoles fixos, para a acomodação de monitores e teclados. Os consoles fixos não favorecem a alternância postural, que Grandjean (1998) e Scherrer (1981) entre outros, citam como fundamental para beneficiar a integridade física do ser humano. No caso da mesa ser fixa, é sugerida a utilização de apoio para pés. O mesmo não deve ser fixo à mesa e deve permitir uma regulagem de 10 a 20 graus com o plano horizontal, enquanto o tronco faz uma angulação de até 110 graus para trás e o braço e antebraço com angulação mínima de 90 graus. A ISO 11064-4 salienta que no caso da mesa ser fixa, deve ser dada especial atenção à posição vertical dos monitores. A tabela 2 da ISO 11064-4 (2000) mostra as diversas posturas do trabalho de operação em sala de controle e a situação do posicionamento dos olhos do operador. Em Guimarães (2004) encontra-se, também, as diversas posições do operador e, é observado que o operador se posiciona, inclusive, com os pés para cima, o que influencia na altura dos monitores e na especificação da cadeira.

O estudo de Santos e Zamberlan (2002) destaca, como situação ideal, uma mesa que permita uma regulagem independente de teclados e monitores para permitir que o trabalhador opere com os pés apoiados no chão. No experimento realizado pelas autoras, foi projetado um apoio para braço móvel, integrado na mesa e um apoio para mãos à frente do teclado, permitindo a digitação com punho neutro, de acordo com a NR-17. Ressalta-se que esta conformação é limitadora, quanto ao desenvolvimento das atividades complementares ao trabalho de controle, tais como, trabalho em equipe, anotações em caderno de ocorrências, atendimento de telefone, troca de turno, etc. O número de regulagens também dificulta a sua operação. Para

a situação, onde a superfície de trabalho é a mesma de apoio do teclado, de acordo com Cakir, Hart e Stewart²¹ (1980 *apud* MORAES; PEQUINI, 2000) a variação para a altura em relação ao piso é de 72cm a 75cm e Cushman²² *et al.* (1983 *apud* MORAES; PEQUINI, 2000) recomendam 66cm.

As dimensões e características da cadeira a ser utilizada para o trabalho em escritório, recomendada por Grandjean (1998), são as mesmas utilizadas por Santos e Zamberlan (2002) para o trabalho de controle. A altura deve permitir regulagem mínima de 36cm. A profundidade do assento não deve ser superior a 40cm e a largura mínima deve ser 45cm. O encosto deve permitir regulagens para trás de 90 a 110 graus com o assento, para permitir a projeção do tronco para trás. As autoras destacam que o encosto deve fazer o apoio dorsal (tamanho médio) e ter apoio para cabeça.

Silva (2003) indica para trabalhos médios, nem estático e nem dinâmico, em escritório informatizado, cadeira com assento arredondado, com altura máxima de 60cm, encosto com altura mínima de 54cm e máxima de 58cm, com largura entre 43 e 45 cm e apoio para braços com altura mínima de 19cm.

Em Guimarães (2004, p.5) encontra-se que a cadeira deve permitir reclinar e colocar os pés para cima. Relata que é observado 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”.

A autora informa que no mercado, atualmente, foi encontrado apenas duas cadeiras que atendem à estas exigências, a *Ypsilon* da *Vitra* e a *Emotion DL200* da *Sitag*.

²¹ CAKIR, A.; HART, D. J.; STEWART, T. F. M. *Visual display terminals*. New York: John Wiley & Sons, 1980.

²² CUSHMAN, W. H. *et al.* *Workplace Design*. In: RODGERS, S. H.; EGGLETON, E. M. (ed). *Ergonomic design for people at work*, v.1. New York: Van Nostrand Reinhold, 1983.

3.2.4 Quanto à iluminação

A norma ISO11064-6 (2003) enumera alguns itens que deverão ser levados em conta no projeto luminotécnico com o objetivo de se obter conforto e segurança para os usuários. Dentre eles destacam-se: promover o contraste adequado entre os diversos componentes do sistema (posto de trabalho, entorno, monitores, etc), evitar ofuscamentos indesejáveis, principalmente devido ao fato que a atividade de controle é desenvolvida em meio de monitores, possibilitar controle e entrada de luz natural, determinar o nível de iluminação de acordo com as atividades desenvolvidas e o leiaute do ambiente e ter cuidado com o índice de reflexão dos materiais utilizados. Os estudos informam que para adequação destes requisitos deverá ser utilizada a combinação de diferentes fontes de luz e o controle da potência instalada no posto de trabalho pelo operador. Desta forma a adequação às diferentes necessidades dos operadores fica satisfeita.

Menezes e Mello (1993a) concordam que, a iluminação homogênea, com espaçamento padronizado para luminárias, nas salas de controle, não tem resultados positivos. Salientam que mesmo a NR-17 – Ergonomia apresenta deficiências neste sentido.

Somente a ISO 11064-6 (2003) faz referência a verificação da vida útil de lâmpadas e luminárias para a manutenção dos índices de iluminação desejados. Relata a importância da flexibilidade da solução adotada, para permitir eventual troca de leiaute e/ou atividades. Santos e Zamberlan (2002) destacam que quando, por restrições técnicas, quando não é permitido o uso de janelas, o projeto luminotécnico deverá ser criteriosamente estudado. Os índices sugeridos para a iluminância do ambiente, de acordo com os estudos pesquisados, são os seguintes:

- a) Santos e Zamberlan (2002) e Maia e Duarte (2002) utilizam valores entre 150 e 500 lux para os diversos planos de trabalho. Para o posto informatizado sugerem de 150 a 400 lux e para a leitura de plantas 750 lux;

- b) A ISO 11064-6 (2003) para as superfícies de trabalho, que incluem atividades com vídeos valores entre 200 e 500 lux. Cita que, 200 lux é o mínimo recomendável para a superfície de trabalho na maior parte do tempo. Para áreas de leituras de plantas ou outros papéis indica 500 lux.

Menezes e Mello (1993a) indicam que para a leitura dos painéis analógicos a necessidade de iluminação é alta, enquanto, que para os painéis de SDCD a necessidade é mais baixa. Destacam que a situação é mais crítica quando utilizadas telas com contraste negativo, em níveis de iluminação alto (400 a 500 lux). Aliando-se a necessidade de leitura de plantas e documentos, níveis de iluminação mais alto, a situação torna-se conflitante. Indicam para os casos críticos a adoção de níveis de iluminação diferenciados. Para painéis de comando analógicos, de acordo com as normas internacionais, sugerem 750 lux.

A ISO 11064-6 (2003) diz que a relação entre os equipamentos iluminados com o entorno imediato não deve exceder o valor de 10:1. Os índices sugeridos para as relações dos níveis de contraste por Fantazzini²³ (1992 *apud* SANTOS E ZAMBERLAN, 2002 p.80) são:

- a) 3:1 entre tela, teclado e outros componentes do posto que sejam visualizados durante a execução da atividade;
- b) 5:1 entre os componentes visualizados no posto e campo visual próximo;
- c) 15:1 entre os componentes visualizados no posto e o campo visual afastado.

Da bibliografia pesquisada, a norma internacional é que indica a utilização de reatores de alta frequência para evitar a tremulação indesejável das lâmpadas fluorescentes e rendimento da cor superior a 80, em torno de 4000k de temperatura de cor. Para minimização dos reflexos nas telas dos monitores é proposto o uso de iluminação indireta, seja por reflexão do teto ou com o uso de luminárias com difusor

²³ FANTAZZINI, M. Condições Ambientais dos Postos de Trabalho com VDU's. *Relatório Souza Cruz*, São Paulo: ITSEMAP, 1992.

parabólico e aletas anti-reflexivas. As indicações para o coeficiente de reflexão dos revestimentos estão agrupadas na tabela 1, de acordo com os autores.

Tabela 1 - Índices de reflexão dos revestimentos (%)

	Grandjean (1998)	Santos e Zamberlan (2002)	ISO 11064-6 (2003)
TETO	80 a 90	80	70 a 80
PAREDE	40 a 60	Superior 60 Inferior 40	50 a 60
MOBILIÁRIO	25 a 45	40	
PISO	20 a 40	15 a 20	Entre 20 e 30

3.2.5 Quanto à acústica

A ISO 11064-6 (2003) indica que, quando necessário, deve ser requisitada a consultoria de um especialista em acústica. Maia (2002) destaca o fato de que o entendimento verbal é importante para o desenvolvimento das atividades.

A norma internacional acima citada considera que o nível de ruído mínimo deva ser de 30dB(A) e que não exceda 45dB(A). Para Santos e Zamberlan (2002), concordando com a NR-17, o coeficiente máximo deve ser de 65dB(A).

3.2.6 Quanto ao conforto térmico

A ISO 11064-6 (2003) informa que os operadores devem ter o controle e monitoramento da temperatura do ambiente nos casos onde o sistema não adapta internamente as condições climáticas ambientais e indica os fatores que devem ser levados em conta na especificação térmica do ambiente, tais como:

- a) a natureza e variabilidade das atividades;
- b) o vestuário típico dos operadores, incluindo os equipamentos de proteção;
- c) o número e variação dos operadores;
- d) a localização geográfica do edifício;
- e) a orientação solar da sala;
- f) a dissipação de calor da iluminação e equipamentos;
- g) a transferência térmica das paredes externas;
- h) o número de janelas e portas;
- i) as propriedades de proteção dos materiais de construção, e,
- j) a pressurização do ambiente se for o caso.

A norma internacional aponta que deve ser levados em conta o calor irradiado pelos equipamentos elétricos e eletrônicos, pela iluminação, pelas paredes, forros, dutos e pessoas. Acrescenta que devem ser consideradas a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a velocidade relativa do ar no cálculo do conforto térmico do ambiente. A ISO 11064-6 (2003), baseada na ISO 7730, sugere que os valores fiquem entre 30% e 70%, para atividades sedentárias durante as condições de verão, condições deste estudo de caso. Quanto à velocidade do ar, a ISO 11064-6 (2003) sugere menos do que 0,15 m/s.

De acordo com a ISO 11064-6 (2003) a temperatura deverá ser entre 23°C e 26°C, com variação de 1,5°C. Referencia que a diferença vertical de temperatura entre o nível da cabeça e o nível do tornozelo que deve ser menor que 3°C. Menciona o incremento de 1°C a 2°C nas primeiras horas da manhã para compensar o ritmo diurno, assim como a criação de zonas de temperatura intermediárias para evitar o choque térmico na movimentação de entrada e saída da sala. A norma também relata o cuidado a ser tomado com o direcionamento das saídas e entradas de ar, evitando que fiquem próximas ao operador. Maia (2002) destaca que a diferença entre dois pontos no mesmo ambiente não exceda 4°C.

A qualidade de ar só é referida na ISO 11064-6 (2003), que menciona que o ambiente de controle deve proporcionar a saída de ar em quantidade suficiente para

diluir internamente os poluentes gerais. Indica que a *UK Health & Safety Executive* considera 8 l/s por pessoa de ar externo é suficiente para um ambiente de não-fumantes. Determina que a concentração de dióxido de carbono não exceda 1,8 g/m³ quando o ambiente estiver com lotação máxima.

A bibliografia pesquisada não indica qual o método de cálculo deva ser utilizado.

3.2.7 Quanto ao uso de cores, à arquitetura de interior e estética

O maior número de recomendações encontra-se na ISO 11064-6 (2003). Indica que cores, texturas e materiais devem ser selecionados para proporcionar um ambiente agradável. Os usuários finais e chefia devem estar envolvidos na seleção final.

Sugere que:

- a) os tecidos mesclas e escuros são mais adequados para o assento de cadeiras;
- b) paredes devem ser acabadas com cores fracas. O uso excessivo de acabamento escuro ou luminoso, em superfície grande, deve ser evitado;
- c) deve ser oferecida a variação de texturas e cores para favorecer o relaxamento;
- d) deve ser evitada grande diferença de contraste entre estação de trabalho, mobiliário e equipamentos.

Grandjean (1998, p.312), para equipamentos e ambiente, cita que:

[...] uma grande discricção é necessária no uso de cores, uma limitação a três ou no máximo cinco atrativos visuais é o mais importante pré-requisito da fisiologia do trabalho para a dinâmica de cores de um ambiente de trabalho.

Grandjean (1998) indica, para locais de trabalho onde a atividade é monótona, a utilização de alguns elementos estimulantes, com cores especiais, evitando-se o anonimato das salas de fábricas. Destaca que, elementos significam uma coluna, porta, divisória entre dois ambientes, etc. De acordo com o autor, os tons de amarelo

são estimulantes, os tons de violeta são desestimulantes, a gama de azuis é como tranqüilizante, os tons de verdes são muito tranqüilizantes e a cor vermelha é configurada como intranquilizante. Para o autor, genericamente, as cores escuras “abafam” o ambiente e dificultam a absorção de luz e, assim como, as cores claras possuem efeito ao contrário.

A Norma Regulamentadora- NR 26 (2005) refere-se a cor na segurança do trabalho. Indica as cores que devem ser utilizadas nos equipamentos, na delimitação de áreas e canalizações, não fazendo referências às questões ambientais. Portanto não foi utilizada neste estudo, ficando as questões específicas referentes à segurança do trabalho, por responsabilidade da equipe de segurança do trabalho da empresa.

Dentro da pesquisa efetuada sobre a tendência de arquitetura de interiores para sala de controle, encontrou-se a sala de controle de uma planta nuclear em Denver, Colorado, USA. É utilizado o sistema misto, controles informatizados e analógicos, dentro de um ambiente enclausurado. Possui piso claro, forro no mesmo tom, iluminação embutida, com luminárias com difusor parabólico e aletas e mobiliário convencional de escritório.



Figura 1A - Sala de controle

FONTE: Wärtsilä Energy News, Finland, dezembro, 2002.

4 ESTUDO DE CASO DE UMA SALA DE CONTROLE

Neste capítulo será apresentada a metodologia adotada no estudo da sala de controle e a descrição do ambiente e do trabalho desenvolvido no local. Com o método adotado, pretende-se desenvolver um projeto o mais adequado e próximo dos anseios e necessidades do trabalhador e das recomendações da literatura.

4.1 Metodologia

A ferramenta selecionada para o projeto ergonômico, denominada *Design Macroergonômico (DM)*, foi proposta por Fogliatto e Guimarães (1999) e tem caráter *bottom up*, isto é, as exigências do projeto são definidas na base da pirâmide hierárquica, no setor operacional. De acordo com os autores, as informações iniciais provêm, além do conhecimento técnico dos profissionais responsáveis pelo projeto, principalmente, da sabedoria dos trabalhadores envolvidos no desenvolvimento da atividade. Acredita-se que, desta forma, será possível demonstrar a lacuna existente entre como o ambiente é, como deverá ser e como está sendo feito.

Inicialmente, a CADAM, empresa participante da pesquisa, havia solicitado para a GastalPons Ltda., escritório de arquitetura do qual a autora deste estudo é sócia, um projeto de arquitetura de interior. Na ocasião, a chefia e a gerência demonstraram que tinham domínio sobre a tarefa desenvolvida no local e suas necessidades e que o projetista deveria ter conhecimentos suficientes para elaborar um projeto adequado ao ambiente em estudo. Assim, pode-se entender que, para o contratante, o desenvolvimento do projeto deva ser *topdown*, isto é, as informações e decisões são definidas pelo profissional responsável e aprovadas pelo alto escalão da empresa. Desta forma, ficou claro que a empresa em estudo não considera imprescindível a participação dos operadores no projeto. Entretanto, a contratante não dificultou em nada que este estudo fosse desenvolvido com métodos e técnicas da ergonomia participativa. Então, a proposta para a empresa foi elaborar o projeto com enfoque ergonômico e participativo, que é o foco desta dissertação. Entende-se que este estudo permitirá identificar a demanda ergonômica dos operadores da sala

de controle da CAFOR e que possibilitará propor soluções ergonômicas que atendam as demandas referentes às questões ambientais do local.

Durante o desenvolvimento do estudo deste caso foram colhidas, de forma sistematizada, todas as informações necessárias, que incluem desde medições *in loco* até entrevistas com a gerência, chefia e operadores.

O primeiro passo foi o reconhecimento direto do local, o qual possibilitou a identificação do estado de conservação e uso adequado de materiais, instalações, mobiliário, etc. Este levantamento inicial foi complementado com as medições referentes ao ruído, temperatura e iluminação, que foram elaboradas pela equipe de segurança e meio ambiente da empresa. Estes dados foram assumidos como corretos neste estudo, mas não é garantida a exatidão das medidas. Nesta ocasião, foi realizado, pela autora deste estudo, levantamento fotográfico do local em meio digital, porque permite analisar visualmente o ambiente, em qualquer momento e a qualquer distância. O segundo passo foi a aplicação do DM, apresentada no próximo subitem.

Em paralelo, ocorreram observações diretas, diversas vezes, durante o período de aplicação da metodologia e elaboração do projeto. Durante as visitas periódicas, aconteceram conversas espontâneas com os técnicos, indagações informais sobre o trabalho e troca de idéias sobre o projeto, que permitiram a aproximação do entendimento da atividade realizada no local. Menezes e Mello (1993b) informam a importância da utilização de técnicas de verbalização de atividades e da participação ativa dos operadores nos processos de concepção e decisão.

Para fundamentar as conclusões referentes ao trabalho dos técnicos da sala de controle da CADAM foi solicitado, aos participantes da pesquisa, que anotassem em uma planilha, toda a atividade realizada, seja qual fosse, durante o seu turno, em períodos de 15 minutos, durante uma semana. Os dados foram organizados em planilha Excel e procedeu-se a realização de estatística descritiva, onde foram calculados percentuais, proporções, médias, etc. Os gráficos resultantes estão

presentes no apêndice K. O retrato da real atividade desenvolvida no local é importante para que as soluções adotadas venham contribuir efetivamente na melhoria da realização das tarefas. Estes procedimentos embasaram a descrição da caracterização do ambiente do trabalho efetivo realizado no local.

Tendo em vista que não foram encontradas referências bibliográficas sobre um método formal adotado pelos profissionais da área de arquitetura, especificamente para aqueles que desenvolvam projetos para salas de controle, é que foi elaborado um questionário e, enviado por *e-mail*, para um escritório que tem projetos executados nesta esta área. Esta investigação justifica-se pelo fato que são estes profissionais que têm atribuições para a elaboração de projetos de arquitetura de interiores, conforme artigo segundo da Resolução nº 218 de 29 de junho de 1973 do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA).

O resultado da entrevista, conforme anexo B, não informa a utilização de procedimentos, métodos e técnicas de projeto. De acordo com as respostas do questionário, é destacado que “[...] a visita ao local é imprescindível para verificar as condições físicas do espaço eleito para a sala de controle”. No caso informado, projeto de arquitetura de interior de uma sala de controle, a abordagem foi identificada como *topdown*, onde as soluções são baseadas em informações provenientes do mercado, da direção e do conhecimento técnico da equipe responsável pelo projeto. Esta característica coincide com a maioria dos métodos pesquisados na literatura. Para o entrevistado, as questões luminotécnicas, de revestimentos, de leiaute e de mobiliário são prioritárias no projeto e os parâmetros utilizados são baseados em “ergonomia, conforto visual e auditivo, estética e modernidade”. No entanto, não informa a referência bibliográfica para a utilização de dados antropométricos e dos conceitos ergonômicos, assim como qual o procedimento adotado para a seleção das informações obtidas.

4.1.1 O *Design* Macroergonômico

Foram aplicadas as quatro primeiras etapas das sete que compõem a ferramenta escolhida. Salienta-se que, de acordo com Fogliatto e Guimarães (1999), entende-se por demanda ergonômica a manifestação do usuário relativa ao seu posto de trabalho e à execução de suas tarefas, relacionadas diretamente à ergonomia e que estas manifestações correspondem às características que deverão ser incorporadas no projeto do seu local de trabalho. De acordo com Fogliatto e Guimarães (1999) compreendem:

- a) **etapa I:** refere-se à identificação do usuário e a coleta organizada de informações acerca de sua demanda ergonômica, o que tem como objetivo, identificar itens de demanda ergonômica (IDE's)..
- b) **etapa II:** gera um ranking de importância, que permite identificar os itens de demanda a serem priorizados no projeto do posto de trabalho.
- c) **etapa III: incorpora a opinião do especialista**, com vistas à correção de distorções e incorporação de novos itens de demanda, ainda não identificados, e,
- d) **etapa IV: gera a lista os itens de design** (ID's) a serem considerados no projeto em questão.

As demais **etapas V, VI e VIII** do método dizem respeito à priorização de ID's, assim como, o tratamento ergonômico destes, a implementação da proposta e o acompanhamento da mesma. As etapas são operacionalizadas através da utilização seqüenciada de técnicas estatísticas e de decisão, que compreendem desde a seleção de amostras até a priorização e seleção de dados.

4.1.1.1 *Etapa I e II - Identificação dos itens de demanda ergonômica (IDE's)*

A identificação dos usuários, indivíduos que desempenham atividades profissionais diretamente influenciadas pelas decisões tomadas no projeto de um dado posto de trabalho, foi feita por observação direta, porque se trata do *redesign* de um ambiente de trabalho. Foram considerados os usuários os trabalhadores que desempenham

as atividades especificamente na sala de controle. Para tanto, antes de iniciar a pesquisa, as pessoas foram indagadas quanto à possibilidade de participarem do estudo e foram convidadas a assinar um Termo de Consentimento (ver apêndice A). De acordo com Panero e Zelnik (1979), uma classificação relevante de usuários utiliza um agrupamento por sexo, idade e grupo étnico. Portanto, os participantes foram questionados quanto ao seu nome completo, sexo, idade, nível de escolaridade, tipo e tempo de experiência profissional no ramo. As informações relativas a cada sujeito foram registradas em fichas e cada um foi identificado por um número.

Na metodologia do DM, a coleta de informações sobre a demanda ergonômica pode ser aplicada em duas etapas que geram duas estratégias. Após a verificação do número de participantes da pesquisa, neste caso, a população existente na sala de controle do setor de geração e distribuição de energia da CADAM, quatro técnicos, foi escolhida a **Estratégia A**. Entendeu-se que devido ao número de trabalhadores que participam do estudo, não era relevante a aplicação de questionários para o aprofundamento das questões levantadas. Na modalidade **A**, é sugerida a utilização de uma entrevista composta de um módulo espontâneo seguido de um módulo induzido para identificação dos IDE's. No módulo espontâneo, o usuário foi indagado sobre como é o seu trabalho e como gostaria que fosse o seu ambiente de trabalho. Fogliatto e Guimarães (1999) citam que o método de entrevista aberta permite uma abordagem organizada sem perder a espontaneidade da conversação, isto é, utiliza-se uma questão motivadora e o entrevistado fica livre para desenvolver as respostas e o rumo da entrevista.

Os IDE's levantados por meio das entrevistas são priorizados de acordo com a frequência (*i*) e a ordem de menção (*ii*) dos itens citados pelos entrevistados. Os IDE's citados são listados, pelo entrevistador, conforme sua ordem de menção. A primeira manifestação que o trabalhador faz fica registrada como primeira menção, a segunda como segunda menção e assim por diante, até que o assunto se esgote. O critério matemático utilizado pressupõe que o peso do item é igual ao seu inverso, portanto, a primeira menção é a de maior peso de importância, assume o valor (1/1). A segunda terá valor (1/2) e assim sucessivamente até a última menção. As

menções repetidas são anotadas ao lado da mencionada anteriormente. Os itens são classificados por ordem de prioridade, em ordem decrescente. Os depoimentos, de cada sujeito, ficam registrados com todos os comentários. Estes dados são de suma importância, pois enfocam situações reais de trabalho. Duarte e Santos (2002), Fogliatto e Guimarães (1999), Moraes e Mont'Alvão (2000), Santos e Zamberlan (1992) e Menezes e Mello (2003b) concordam que as informações devem ser colhidas diretamente dos funcionários, já que estes detêm o conhecimento sobre a execução das tarefas e sobre o ambiente de trabalho e suas relações interpessoais.

As entrevistas foram realizadas individualmente fora do local de trabalho devido ao nível de ruído existente no ambiente e a falta de acomodação para execução da tarefa. Cada entrevista teve duração em média de duas horas. Foi entrevistado um total de três funcionários, porque um dos participantes não compareceu. O mesmo procedimento foi adotado para a gerência e chefia. Eles foram indagados sobre o que eles pensavam sobre a sala de controle em estudo. O resultado deste estrato servirá para comparar a visão dos usuários com a visão da empresa.

No DM, os dados são divididos em construtos, estes, de acordo com cada situação, podem ser referentes ao ambiente, ao posto de trabalho e/ou biomecânico, à organização, conteúdo do trabalho e da empresa. As questões ambientais dizem respeito aos aspectos físicos do ambiente, tais como ruído, luz, temperatura; as questões de posto de trabalho se referem aos fatores ligados ao manuseio de materiais, mobiliário, serviços de apoio; organizacionais mencionam fatos referentes ao ritmo de trabalho, leiaute, composição da atividade e, as questões referentes à empresa relatam segurança, remuneração e relacionamentos, entre outros. Nesta pesquisa, serão avaliados apenas os itens relativos aos construtos ambientais e de posto de trabalho, com o objetivo de atender a demanda da empresa e pelo fato de ser elaborada por um profissional da área de arquitetura.

4.1.1.2 Etapa III - Avaliação dos IDE's pelo especialista

A listagem final dos IDE's é analisada pelo especialista e é feita a incorporação de novos itens, quando necessário. A avaliação da lista é baseada nas observações diretas e indiretas das condições de trabalho, nas medições realizadas, na revisão bibliográfica do assunto e no conhecimento profissional.

4.1.1.3 Etapa IV - Listagem de itens de design (ID's)

Após as tabulações e a definição das prioridades dos itens de demanda identificados, foram elencados os itens de *design* (ID's) que deveriam ser utilizados para suprir as necessidades identificadas. Estes tiveram origem em *checklists* encontrados em diversos autores e em propostas provenientes do conhecimento da equipe especializada.

4.1.2 Representação mental da sala de controle

Para complementação da identificação dos itens de demanda foi utilizada outra ferramenta: a análise das representações mentais das pessoas envolvidas com o ambiente da sala de controle.

De acordo com Guimarães (2001b), é considerada uma etapa importante de pesquisa porque permite que a construção do conceito de projeto seja alicerçada em elementos que representem a imagem que o operador tem ou espera do seu ambiente de trabalho. Os trabalhadores foram convidados a fazer um "projeto" com comentários das necessidades do seu ambiente de trabalho. Foi fornecido o seguinte material: uma planta baixa do ambiente em tamanho de folha A4, na escala 1/100, lápis e um conjunto de quadrados de papel em branco, que simbolizavam o mobiliário futuro do espaço, a ser identificado de acordo com a vontade de cada entrevistado. A análise dos desenhos permitiu que novos IDE's fossem incorporados e que as diferenças existentes entre a opinião das pessoas envolvidas no estudo

fossem avaliadas. Os IDE's que foram extraídos dos desenhos, identificados ou não identificados no módulo espontâneo, foram incorporados na seqüência dos itens já mencionados, todos com a mesma ordem de menção. Um dos participantes solicitou para fazer o desenho em casa, visto que teria mais tempo e a possibilidade de "passar a limpo". Destaca-se o interesse em colaborar efetivamente no desenvolvimento do projeto.

4.1.3 Elaboração do projeto

De posse da lista de ID's a serem considerados no projeto, o próximo passo, foi o desenvolvimento de soluções e alternativas para os problemas identificados. Este trabalho foi realizado por uma equipe multidisciplinar, composta de ergonomista, arquiteto, engenheiros e demais profissionais que se fizeram necessários. Com base na observação direta e indireta realizada, da utilização de pesquisa bibliográfica e da atuação conjunta da *expertise* do grupo, foram elaboradas propostas para o tratamento ergonômico dos itens de *design* selecionados, configurando o *redesign* do ambiente deste estudo de caso.

4.1.4 Avaliação do projeto

Para a visualização e avaliação das propostas elaboradas neste estudo, foi utilizada a ferramenta digital de desenho tipo "CAD". Fez-se uso de uma maquete eletrônica para apresentação da proposta ao pessoal envolvido no projeto. A proposta foi elaborada para atender a demanda ergonômica identificada nas fases iniciais desta pesquisa. Santos e Zamberlan (1992) e Duarte e Goldenstein (2002) também relataram a utilização de maquete para a avaliação de alternativas.

A obtenção de um *feedback*, ainda na fase de projeto, permite analisar, redesenhar e ajustar os itens propostos, reforçando a idéia de adequação do trabalho ao ser humano. Os ajustes e avaliações foram sucessivos até a aprovação definitiva das soluções adotadas. Para este estudo, a aprovação definitiva é considerada quando os participantes da pesquisa, neste caso, os operadores da sala de controle,

manifestam satisfação com os desenhos e imagens apresentadas. Entretanto, destaca-se que neste caso, o resultado obtido na aprovação definitiva dos participantes foi levado à apreciação do alto escalão da empresa, para considerações e alterações finais, configurando o projeto a ser implantado. Neste trabalho, não foi feita a utilização de protótipos, mas, salienta-se que em determinados casos, como por exemplo, um móvel que vai ser desenhado para ser utilizado repetidamente, faz-se fundamental o uso desta ferramenta para a avaliação e aprovação das situações pretendidas.

O acompanhamento da implementação do novo projeto é de extrema importância porque auxilia na reeducação dos usuários, tais como o manuseio de equipamentos, e permite a validação do trabalho elaborado. Neste estudo não está contemplada a fase de implementação, pelo fato de não estarem totalmente implementadas até o término do prazo de apresentação deste trabalho.

4.2 O caso da sala de controle CAFOR/CADAM

Em fevereiro de 2003, a CADAM solicitou para o escritório de arquitetura Gastal Pons Ltda. o desenvolvimento de um projeto de arquitetura de interior para a sala de controle de sua central de geração de energia a óleo (CAFOR). Este projeto deveria priorizar um novo leiaute, que beneficiasse o desenvolvimento das atividades dos técnicos da sala de controle, assim como a melhoria dos acabamentos gerais do ambiente. A empresa entendia que as condições de trabalho no local não estavam adequadas e que o setor é fundamental para o desenvolvimento de suas atividades. A idéia era que a melhoria das condições ambientais impactaria positivamente na realização das tarefas e que o ambiente fosse motivo de orgulho da empresa e dos funcionários, instigando a visitação de colegas de trabalho e forasteiros, visto que o setor já é reconhecido pela sua eficiência e importância. A qualidade do serviço prestado é medida através de indicadores de falta de energia. Cabe informar que a CADAM está implantando o NOSA (National Occupation Safety Association), programa da Associação Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional da África do

Sul e que o mesmo considera a adequação ergonômica em todas as atividades desenvolvidas na fábrica.

A proposta pioneira deste presente trabalho, na empresa, vem de encontro aos seus interesses de promover segurança, saúde e meio-ambiente em todo o contexto fabril. A diretoria da empresa, conforme o Termo de Consentimento do apêndice B, junto com a gerência, chefia e técnicos aprovaram a proposta, esclarecida em reunião, onde foram explicados os objetivos deste estudo e o método a ser adotado. Durante o desenvolvimento do trabalho, um dos técnicos foi convidado a ser intermediador entre os participantes da pesquisa e a autora da mesma, ou seja, ser o responsável pela emissão de algumas informações e/ou pela coordenação do grupo de participantes, fiscalizando o cumprimento das tarefas solicitadas.

4.2.1 A empresa

De acordo com a CAEMI (2004), a CADAM S.A. é a maior produtora e exportadora de caulim para revestimento de papéis do Brasil. Localizada na divisa dos estados do Pará e Amapá, iniciou suas atividades em 1971 e realizou seu primeiro embarque em 1976. Graças à qualidade de seus produtos e logística privilegiada, conquistou uma sólida posição competitiva, a nível mundial, em seu segmento de mercado. A indústria de beneficiamento e o porto privativo estão localizados na margem esquerda do Rio Jari, em Munguba, no estado do Pará. Esta unidade tem 321 funcionários diretos.

O caulim é um minério argiloso branco e começou a ser explorado há mais de 3.000 anos na China. Antes de sua utilização final, o caulim precisa ser refinado e processado para aprimorar as suas propriedades físicas, tais como alvura, granulometria, viscosidade e pureza, que são comercialmente importantes dependendo de sua utilização final. O caulim é empregado na produção de tintas, plásticos, borrachas, cosméticos, produtos químicos, veterinários, catalisadores para refino de petróleo e, principalmente, na indústria papelreira. A CADAM comercializa o

tipo *coating* de caulim, que é empregado na cobertura do papel destinado à impressão de alta qualidade, conferindo-lhe maior brilho, maciez e alvura.

A CADAM investe esforços permanentes na melhoria de sua logística de distribuição, visando manter os canais de acesso aos clientes em todos os continentes. A empresa entrega seus produtos a partir do seu porto, localizado junto à fábrica, em Munguba, com capacidade para receber navios de até 30 mil toneladas. Cerca de 90% de sua produção é exportada principalmente para a Europa, Ásia e América do Sul. A CADAM vem tendo repetidamente confirmada, desde 1995, a sua certificação em conformidade com a norma internacional ISO-9002.

4.2.2 A sala de controle

A sala de controle em estudo faz parte do setor de geração e distribuição de energia da empresa e, de acordo com o organograma empresarial, está vinculada à Gerência de Manutenção e Utilidades da fábrica. O setor, conhecido com casa de força (CAFOR), tem como missão fornecer energia elétrica, térmica, água, ar comprimido e vapor ao processo industrial e vila operária, dentro dos valores de qualidade, segurança e meio ambiente.

4.2.2.1 O trabalho na sala de controle

Conforme as informações colhidas nas observações diretas, na medição realizada sobre o tipo de atividade desenvolvida no local (apêndice K) e pelo Manual de Procedimentos CAFOR (anexo A) foi elaborada esta descrição, que tem como objetivo delinear a atividade desenvolvida no local. Cabe salientar que o Manual de Procedimentos CAFOR (anexo A) foi produzido pelos técnicos e operadores da CAFOR. No anexo A estão os itens do Manual de Procedimentos CAFOR que são pertinentes a este estudo.

O trabalho é realizado em turnos, sendo cada turno de oito horas. A atividade é desenvolvida em duplas, um técnico alocado na sala de controle e, um operador alocado na área física dos motores, mas não fazem rodízio das atividades. O contato é mantido, periodicamente, através de sinais gestuais ou pessoalmente, onde são trocadas as informações sobre o estado do processo ou dos equipamentos. Na sala de controle, o técnico faz o monitoramento do estado do processo nos equipamentos de controle e realiza suas atividades complementares, como emissão de relatórios, controle de estoque de insumos e emissão de avisos. Foi relatado que, periodicamente (de 3h em 3h), são feitas visitas à área, pelo técnico alocado na sala de controle, para verificação de índices informais.

Conforme a descrição de cargos da CADAM S.A., no Manual de Procedimentos Operacionais CAFOR (anexo A, p.128), a função do técnico CAFOR é sumariamente,

[...] garantir o fornecimento contínuo de energia elétrica às cargas dos geradores através de painéis e mesas de comando, solicitando ao operador a ligação ou desligamento de geradores de acordo com o consumo do processo industrial.

A tarefa de rotina é descrita como tarefa de monitoramento e controle, desde o controle de insumos até o fornecimento adequado de energia, atendimento ao cliente. Na descrição da tarefa de partida de motores e monitoramento dos mesmos, é relatado que o acompanhamento deverá ser feito periodicamente, em intervalos de três horas. Neste caso, devem ser registrados, em planilhas eletrônicas específicas, os índices existentes nos painéis e deve ser feita a verificação visual dos equipamentos, para o registro dos índices informais, tais como, ruído, odor ou vapor. Eventualmente, há uma parada ou troca de motores, por razões de prevenção e, neste caso, a tarefa consta do cumprimento de uma série de procedimentos. Há um caderno para o relato de ocorrências especiais do turno.

O controle é feito em dois tipos de equipamentos, analógicos e estações informatizadas. Esta situação favorece a alternância de posturas do operador, visto que o mesmo tem que sentar na mesa de operações informatizada e circular ao

redor dos painéis metálicos que contém os registradores e mostradores analógicos. Recentemente, o microcomputador existente para a realização das tarefas rotineiras foi integrado à rede interna da CADAM, facilitando a comunicação interna dos usuários do serviço.

Os resultados da medição, de como o tempo dos trabalhadores é utilizado, (apêndice K), mostram que 70% do tempo do turno os operadores realizam a atividade de monitoramento e vigilância, concordando com o descrito no Manual de Procedimentos Operacionais CAFOR e relato da chefia e dos operadores. A outra parte do tempo do turno é dividida entre operações nos painéis de controle da sala (9%), elaboração de planilhas (6%), ir à área (8%), fazer refeições (6%) e eventualmente receber visitantes (0,6%). Portanto, conclui-se que a atividade dos operadores da sala de controle da CAFOR, CADAM confirma como característica intrínseca a vigilância e o monitoramento, fato que de acordo com a revisão bibliográfica, conduz à monotonia. No período pesquisado, uma semana, não foram identificados momentos graves, mas foi relatado, por um dos participantes da pesquisa, a vivência de uma situação de *blackout*, caso caracterizado como momento de horror.

Entende-se que o ambiente e as condições do posto de trabalho colaboram na melhoria desta realidade, mas é fundamental que sejam estudadas alternativas para o enriquecimento do trabalho. Por exemplo, pode-se mencionar o rodízio entre operador da área e técnico da sala de controle. Todos os trabalhadores poderiam ter o conhecimento das duas tarefas (operação na área e na sala de controle). Esta sugestão, que pode ser trabalhada futuramente, provavelmente importaria mais dinamismo na função de técnico e aliviaria os constrangimentos físicos do operador da área.

4.2.2.2 O ambiente da sala de controle

A descrição do ambiente foi elaborada a partir das observações *in loco* e do levantamento dos dados referentes às questões ambientais. A descrição está separada em itens, a seguir.

- a) **localização e acesso:** o ambiente analisado está localizado dentro do galpão que abriga os motores a óleo de geração de energia. Esta é uma área da fábrica onde o acesso é restrito, devido ao fato de ser um local potencialmente perigoso, por utilizar combustíveis inflamáveis, equipamento robusto, ruidoso e vibratório. O espaço ocupado pela sala de controle está localizado no pavimento superior de uma construção existente dentro do galpão. O acesso interno é realizado por um ambiente que abriga equipamentos e por meio de uma escada metálica em forma de caracol, conforme mostram as figuras 3 e 4. A figura 2 mostra o aspecto geral externo do prédio da casa de força.



Figura 2 - Foto externa do prédio da CAFOR



Figura 3 - Foto do corredor de acesso



Figura 4 - Foto da escada de acesso

b) **arquitetura e interior:** a área do ambiente é de 130,84m², com 6,95m de largura e 19,90m de comprimento. O ambiente está localizado no pavimento superior da construção existente, com paredes de alvenaria rebocada, piso, teto e vigas em concreto armado. O piso é revestido com cerâmica vermelha, já tendo sofrido reformas anteriores e apresentando irregularidades nos níveis e no acabamento. O teto e as vigas são em concreto aparente com acabamento em pintura acrílica na cor branca. As paredes rebocadas recebem o mesmo acabamento. Existem esquadrias com vidro duplo para a área interna do galpão, onde estão localizados os motores e janelas fixas para a área externa da fábrica com vidros revestidos com película protetora cor cinza escuro. Na figura 5 é apresentado o aspecto geral interno do ambiente, a figura 6 o ambiente dos motores e a figura 7 a planta baixa da situação inicial. A iluminação natural é realizada pelas janelas localizadas na parede externa da construção (ver figura 10). São fixas e possuem película protetora da irradiação solar. Entretanto, visto que as esquadrias estavam voltadas para o pátio dos transformadores, a empresa entendeu que era uma situação insegura e decidiu retirá-las. Esta ação foi tomada sem consultar o autor deste estudo. Entende-se que poderiam ter sido estudadas alternativas.



Figura 5 - Foto geral do ambiente



Figura 6 - Foto do ambiente dos motores



Figura 7 - Planta baixa da situação inicial

Após reforma recente, foram criados dois sanitários, um masculino e um feminino, conforme mostra a figura 8, planta baixa do projeto de reforma elaborado pelo setor de engenharia da empresa, anteriormente a este estudo. Entretanto, na porta de entrada, tanto no masculino quanto no feminino, possui um desnível indesejável, que dificulta o acesso e pode gerar acidentes, conforme mostra a figura 9.

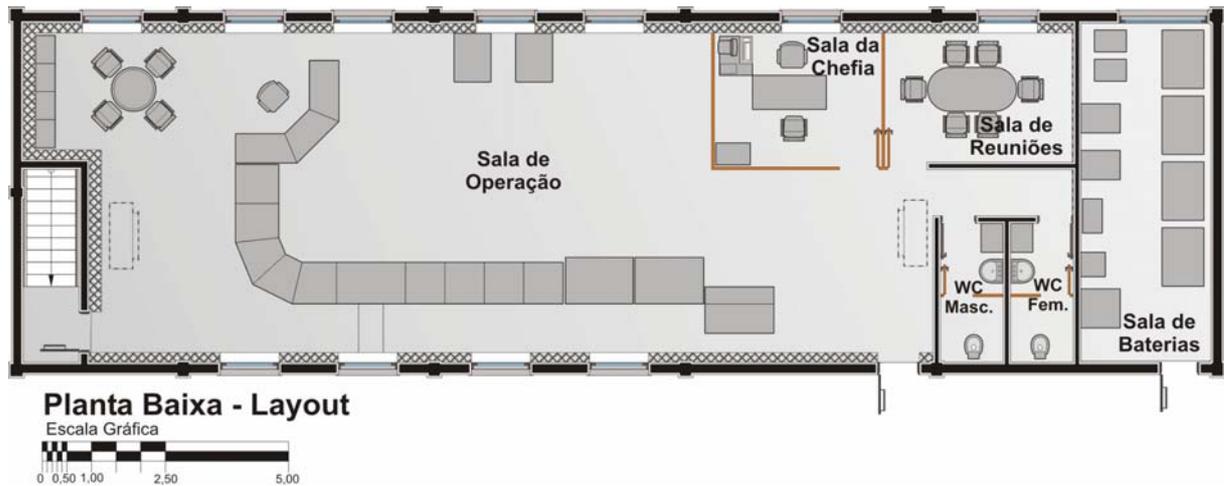


Figura 8 - Planta baixa da situação proposta pela empresa



Figura 9 - Foto do acesso ao sanitário

- c) **leiaute:** a figura 10 apresenta foto do leiaute originalmente utilizado. A mesa de trabalho do técnico situava-se numa das extremidades dos painéis de controle, ficando de lado para alguns controles. Após os estudos iniciais, foi sugerido a relocação da mesa de trabalho para a área central do ambiente, de onde é possível a visualização da maioria dos controle, conforme figura 11. Na figura 11 observa-se também a disposição dos painéis analógicos de comando e controle, em forma de “L”.



Figura 10 - Foto do operador no leiaute original



Figura 11 - Foto da mesa de operações no leiaute proposto

No alinhamento dos painéis analógicos de comando, foram localizadas as estações computadorizadas dos novos motores, além da estação que se localiza na mesa de operações, conforme figuras 12 e 13.



Figura 12 - Foto de equipamentos novos A **Figura 13** - Foto de equipamentos novos B

Os equipamentos de apoio estão assim dispostos: há um frigobar situado atrás da mesa do operador que serve também de apoio para a bandeja com garrafas térmicas de café e copos descartáveis, conforme figura 14. Os equipamentos de proteção individual (EPI's) e material de trabalho ficam dispostos em uma estante metálica aberta.



Figura 14 - Foto da disposição do material de apoio

d) **mobiliário:** o mobiliário utilizado na mesa de operações é uma mesa em 'L', com canto chanfrado, tipo modulado, para escritório, com acabamento em fórmica na cor bege. Neste posto de trabalho ficam três computadores, um para o monitoramento do motor novo, um de segurança e outro para a realização das tarefas rotineiras, telefone e impressora. Há uma mesa retangular em madeira,

provisória, que foi adicionada quando o posto foi relocado, para atividades de apoio, tais como troca de turno. A cadeira do operador é giratória, com braços e espaldar médio e as demais cadeiras de apoio são com 4 pés fixos, braços e espaldar médio, também. Esta situação é observada na figura 15.



Figura 15 - Foto da mesa de trabalho existente

e) **iluminação:** a iluminação artificial do local é feita por 9 luminárias fixadas na laje com quatro lâmpadas fluorescentes de 40W cada, totalmente expostas e dispostas homogeneamente. A intensidade é de 1191 lux, medida fornecida pelo setor de meio-ambiente e segurança da empresa. Observa-se que a disposição das luminárias não considera o conforto da atividade desenvolvida no local, é homogênea e causa reflexos indesejáveis nas telas dos monitores e na esquadria de visualização da área dos motores (figura 16). As janelas externas, devido ao seu posicionamento, orientação solar, e pelo fato de não possuírem algum tipo de “quebra luz”, também ocasionam reflexos inadequados nas telas dos monitores.



Figura 16 - Foto da esquadria de visualização dos motores

- f) **climatização:** a climatização é feita através de dois aparelhos de ar condicionado, tipo de janela. A medição na sala foi de 21IBTUG. O ambiente permanece o tempo todo hermeticamente fechado, tendo entrada de ar apenas da abertura e fechamento de portas. Foi relatado, pela gerência da área e operadores da sala de controle, que o equipamento de controle do novo motor exige uma refrigeração eficiente para seu bom funcionamento, e que já ocorreram problemas pelo fato da mesma não estar adequada. Na ocasião havia somente um aparelho de ar condicionado e foi adicionado outro. Aqui se destaca que a preocupação prioritária é com o equipamento e não com o conforto do ser humano.
- g) **acústica:** o nível de ruído dentro do ambiente é de 70dB(A) e na fonte produtora, os motores localizados no galpão adjacente a sala de controle, o ruído é de 94dB(A). As medições foram realizadas pelos técnicos de segurança do trabalho da empresa.

5 RESULTADOS

O capítulo 5 trata da apresentação do resultado oriundo do tratamento dado às informações colhidas. O resultado compreende a lista de itens de demanda ergonômica que deverão ser atendidos na elaboração do projeto. São apresentados os itens em conjunto, separados por construtos e seus comentários. O último item deste capítulo mostra uma listagem de itens de design relacionada aos itens de demanda ergonômica identificados.

5.1 Caracterização do pessoal envolvido

Os usuários ficaram limitados aos técnicos que ficam alocados na sala de controle do processo de geração de energia da mineradora CADAM S.A. Toda a população, composta de quatro técnicos, foi convidada a participar da pesquisa. Este fato foi possível devido à disponibilidade da empresa em permitir que todos participem e pela aceitação por parte de todos (ver anexos A e B). Foi organizada a tabela 2, referente aos participantes da pesquisa, classificados de acordo com o estrato sexo, idade, formação e tempo de trabalho na empresa. Um dos funcionários recrutados não compareceu ao local e horário marcado e, nem em outra oportunidade que foi combinada.

A gerência e chefia também foi convidada a participar da pesquisa. A tabela 3 mostra a classificação dos participantes. O resultado das entrevistas com a gerência e chefia servirá para comparar com o resultado obtido dos usuários em estudo.

Tabela 2 - População participante da pesquisa

Participante	Sexo	Idade	Formação	Tempo
1	M	Entre 25 e 35	Técnico	5 anos
2	M	Entre 25 e 35	Técnico	5 anos
3	F	Entre 25 e 35	Técnico	2 anos
4	M	Entre 25 e 35	Técnico	7 anos

Tabela 3 – População da gerência e chefia participante da pesquisa

Participante	Sexo	Idade	Formação	Tempo
1	M	Entre 30 e 40	Superior	5 anos
2	M	Entre 45 e 55	Superior	10 anos

5.2 Resultados e análise dos IDE's

A lista dos itens de demanda ergonômica conforme ordem de menção individual está apresentada no apêndice C. No apêndice D está a lista dos itens de demanda ergonômica conforme ordem de menção individual acrescida dos itens identificados na análise das representações mentais. Os itens tabulados e classificados por ordem de prioridade, decrescente estão presentes no apêndice E. A tabela dos itens de demanda ergonômica, classificados por ordem de prioridade, decrescente e, divididos em construtos relativos ao conteúdo do trabalho, organização, empresa, ambiente e de posto de trabalho e ambientais está no apêndice F.

Na listagem de IDE's, conforme ordem de menção nas entrevistas individuais com os funcionários (ver apêndice C), é observado que cada participante acrescentou novos itens à listagem. A diversidade de itens apresentada representa que os trabalhadores são uma fonte rica de informações, o que vem reforçar a importância da participação de usuários na identificação da demanda ergonômica, valorizando a metodologia adotada (DM). Outra observação é quanto ao item com maior número de repetições. Foi referente ao conteúdo do trabalho de controle, item nº 6, que menciona que o trabalho é de “muita responsabilidade, tenso, preocupante e que qualquer problema que venha ocorrer é grave”, corroborando com os conceitos da revisão bibliográfica.

Os *croquis* elaborados pelos participantes da pesquisa são apresentados a seguir e possibilitaram o incremento dos itens de demanda ergonômica. Esta ferramenta foi de grande valia porque incluiu itens referentes ao leiaute e ao programa de necessidades que não haviam sido citados nas entrevistas (ver apêndice D).

Observa-se que o posicionamento do espaço da chefia e da sala de reuniões foi um ponto de divergência entre os participantes da pesquisa, assim como a cor do piso.

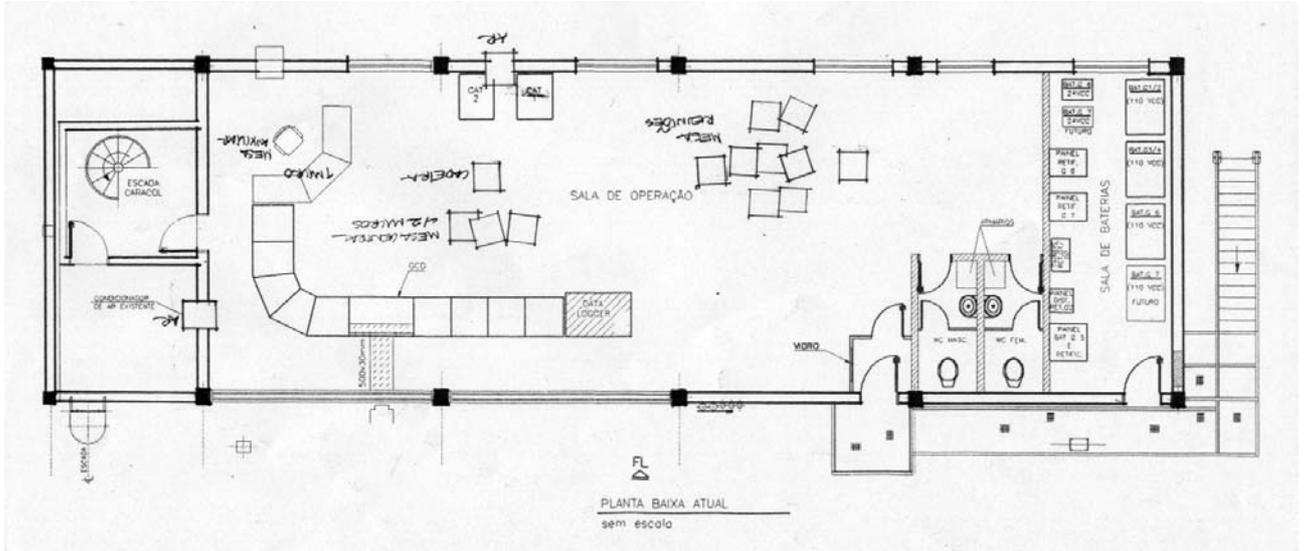


Figura 17 - Croquis elaborado pelo participante 1.

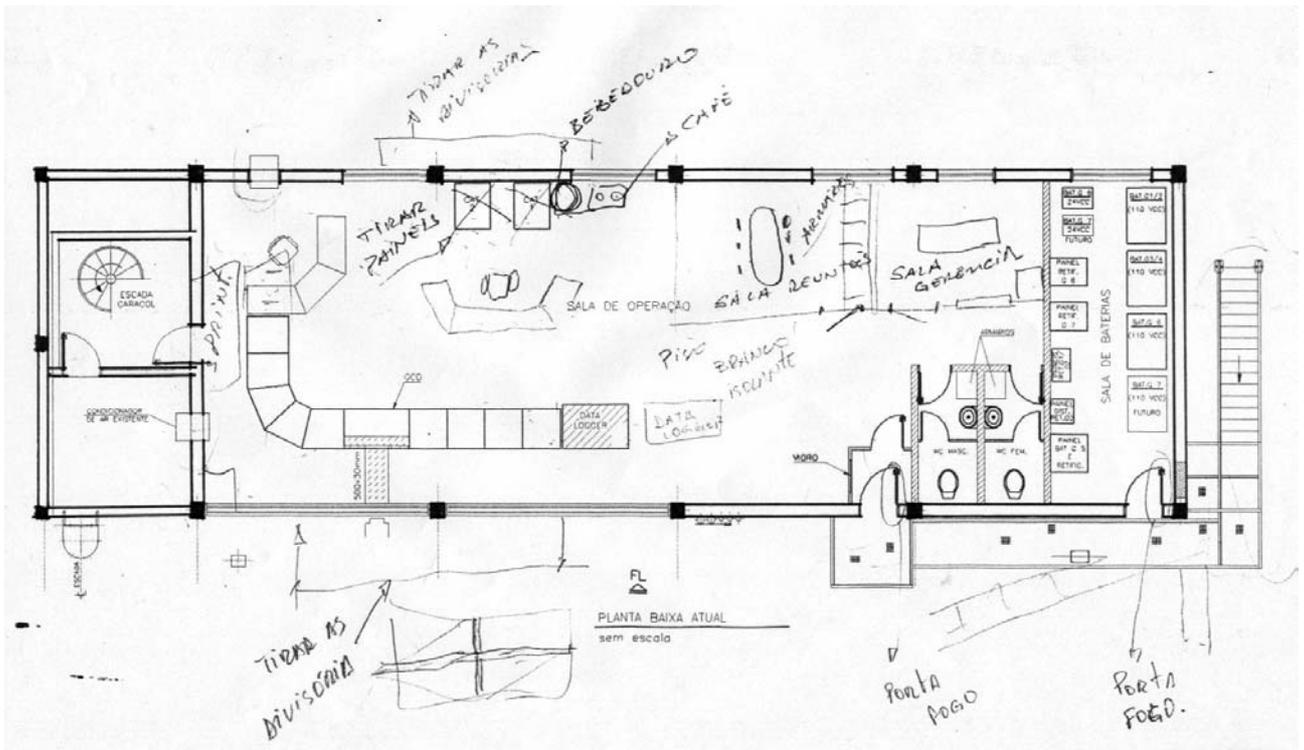


Figura 18 - Croquis elaborado pelo participante 2.

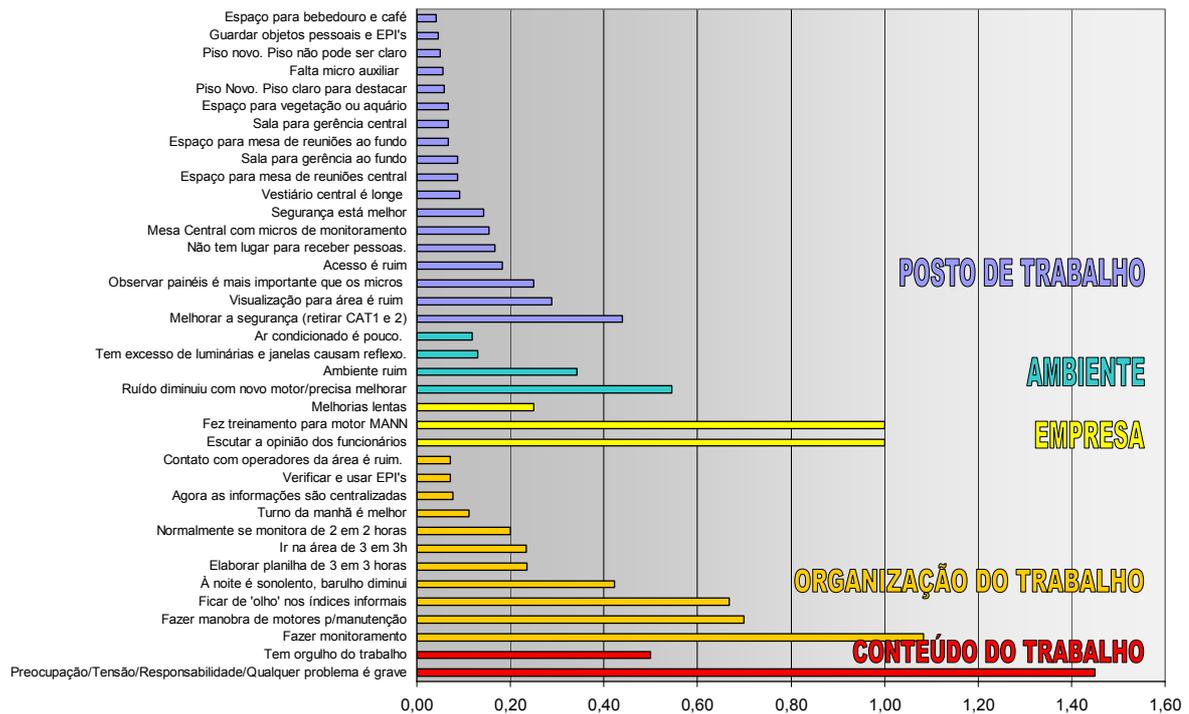


Figura 20 - Gráfico do peso de importância dos itens de todos os construtos

Observa-se que os itens de maior peso são referentes ao conteúdo, organização do trabalho e empresa. Estes valores denotam a importância das restrições impostas pelas características do trabalho de controle e que estes construtos são os realmente impactantes na realização de qualquer trabalho. Detalhadamente, de acordo com os valores apresentados no apêndice F, entende-se que:

- o item de maior peso, item de maior importância, de acordo com a metodologia adotada, é quanto ao entendimento que os operadores têm do seu trabalho. A menção refere-se à “**preocupação, tensão, responsabilidade** e que qualquer problema é grave”. Este conceito corrobora com a literatura estudada (MORAES; MONT’ALVÃO, 2000; SHERIDAN, 2002; GRANDJEAN, 1998; DANIELLOU, 1986; BIBBY *et al*²⁴, 1975 *apud* RASMUSSEN; LIND, 1981 e outros);
- quanto à atividade de **monitoramento**, segundo maior peso na tabela, indica uma característica importante da atividade. Nas entrevistas foi relatado que às vezes é meio “parado”. Confirma as medições realizadas sobre a atividade

²⁴ BIBBY *et al*. Man’s role in control systems. *IFAC Congress*. Boston, 1975.

- realizada (ver apêndice K). Corrobora com BIBBY *et al*²⁴ (1975 *apud* RASMUSSEN; LIND, 1981), Wickens (1998, p.506), Sheridan (2003, p.82) e Grandjean (1998) que entendem que a atividade de controle é, na maior parte do período, como monitoramento e vigilância, que associadas à responsabilidade imposta, colabora para o surgimento da fadiga e monotonia. Este fato é também identificado no item referente ao sono, com peso situado na média. Manifestam que “tem que ficar só olhando” e que as dificuldades existem mesmo de dia, mas, aumentam na madrugada, inclusive pela diminuição do ruído;
- c) o fator **participação** é destacado. Ficou no terceiro lugar do *ranking*, o que significa um item importante. A menção se refere ao fato de que “é uma solicitação antiga a participação”. Este fator reforça a valorização da metodologia aplicada, o DM, e os conceitos propostos por Imada e Noro²⁵ (1986 *apud* GONTIJO; SOUZA, 1993). Mostra que o posicionamento da empresa, *topdown*, não está de acordo com a demanda dos trabalhadores.
- d) outro item importante é quanto ao **orgulho do trabalho**; mesmo com as características identificadas da atividade desenvolvida no local, a manifestação é “se eu não gostasse do meu trabalho a fábrica não funcionaria”. Esta frase corrobora com Grandjean (1998, p.153), que destaca que “as pesquisas de satisfação no trabalho ainda não encontraram um comportamento uniforme em relação à atividade com características de monotonia”. Destaca que alguns pesquisadores indicam que “uma parte importante dos trabalhadores acha sua tarefa repetitiva interessante”. O autor pensa que talvez não tenham sido analisadas, de modo distinto, as condições pessoais e as de trabalho.

Os itens referentes ao ambiente e posto de trabalho, que são os pontos principais deste estudo, serão apresentados a seguir.

²⁵ IMADA, A. S.; NORO K. Participatory Ergonomics: methods for improving individual and organizational effectiveness. In: *Human Factors in Organizational Design and Management – II* (O. Brown Jr., H. W. Hendrick, eds.) North-Holland, Amsterdam, 1986.

5.2.2 Análise da listagem de construtos ambientais

A figura 21 apresenta o gráfico resultante da priorização dos itens de demanda ergonômica referente ao construto ambiental. Neste gráfico, o eixo do x apresenta os itens de demanda ergonômica referente ao construto ambiental. No eixo vertical, y, estão os pesos referentes a cada item. Estes pesos são os valores resultantes da tabulação dos itens identificados nas entrevistas espontâneas, conforme apêndice F.

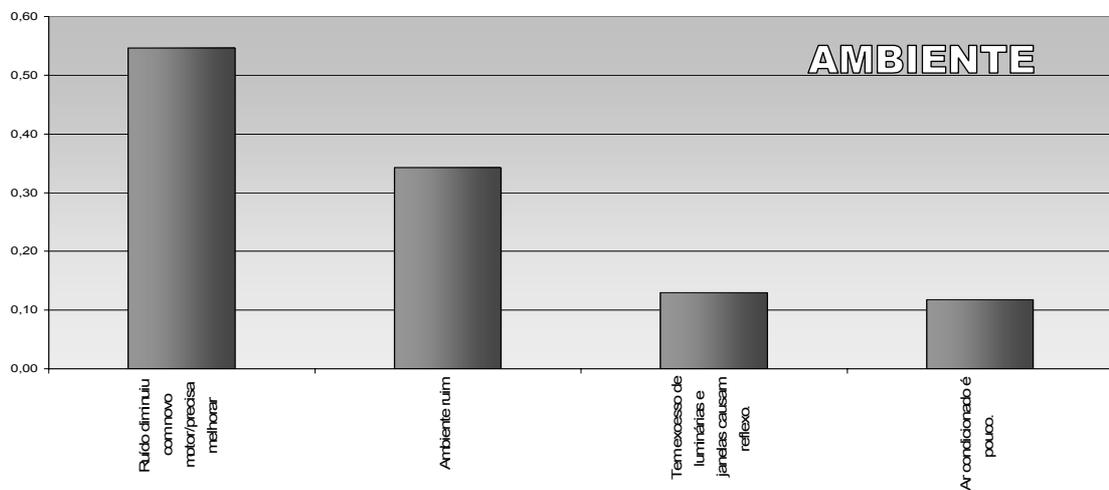


Figura 21 - Gráfico do peso de importância dos itens do construto ambiental

Na análise da figura 21, entende-se que:

- é urgente o **tratamento acústico** do ambiente, visto que obteve peso máximo na tabela dos itens ambientais;
- é destacada a importância da **melhoria do ambiente, tratamento de acabamentos e revestimentos**. Esta indicação comprova o pensamento de Wickens *et al.* (1998), que também acreditam que o ambiente de trabalho seja um dos responsáveis pela satisfação do trabalhador e reforça um dos objetivos deste estudo;

- c) a **iluminação** é um ponto de conflito. A reclamação quanto ao excesso de luminárias faz sentido de acordo com a medição realizada. Existem estações informatizadas de controle, que exigem um índice de iluminamento menor do que os painéis analógicos, instalados anteriormente. A distribuição homogênea não se adequa a situação existente (MENEZES; MELLO, 1993);
- c) o item referente à **climatização** é manifestado como insuficiente para o funcionamento adequado de equipamento de controle. Entende-se, com esta menção, que é reforçado o sentimento de responsabilidade, visto que nada pode dar errado. Nesta situação, entende-se que o equipamento passa a ter prioridade em detrimento do conforto humano, apesar de não ter havido reclamações por parte dos operadores.

5.2.3 Análise da listagem de construtos de posto de trabalho

A figura 22 apresenta o gráfico resultante da priorização dos itens de demanda ergonômica referente ao construto posto de trabalho. No gráfico, o eixo do x apresenta os itens de demanda ergonômica referente ao construto posto de trabalho. No eixo vertical, y, estão os pesos referentes a cada item. Estes pesos são os valores resultantes da tabulação dos itens identificados nas entrevistas espontâneas, conforme apêndice F.

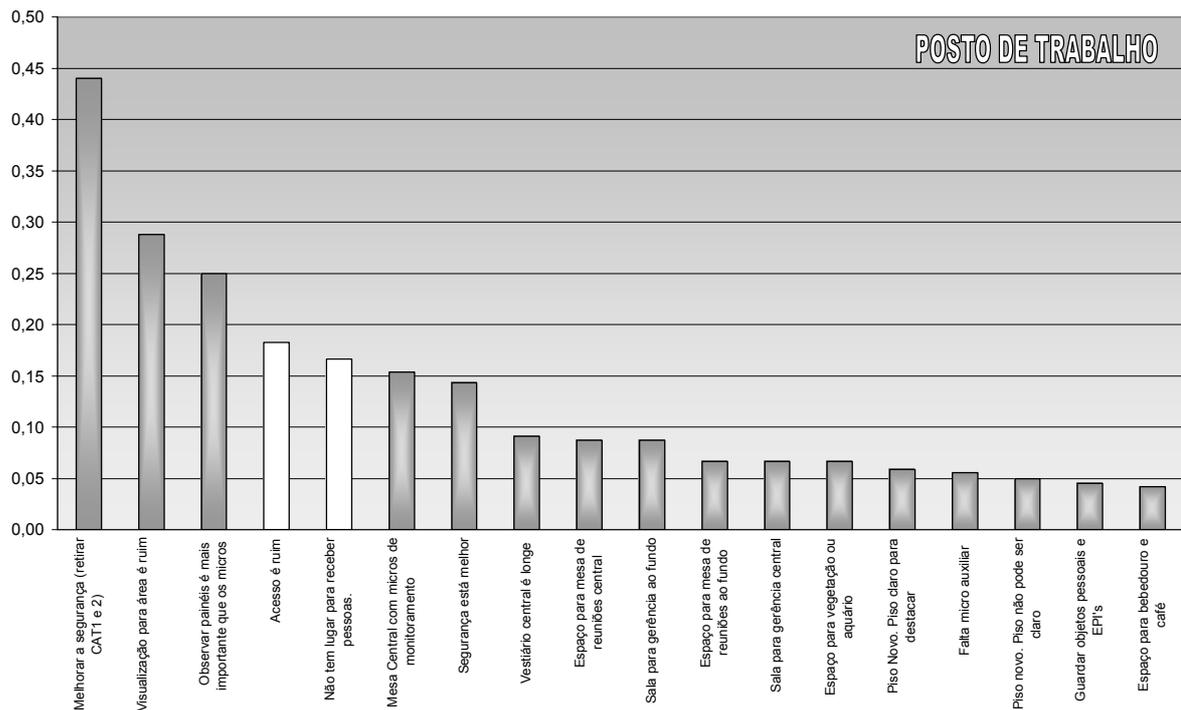


Figura 22 - Gráfico do peso de importância dos itens do construto de posto de trabalho

Observa-se que a quantidade maior de itens é referente a este construto, porque estão diretamente ligados com a execução da tarefa.

- a) a preocupação em relação a **segurança**, corrobora com a característica da atividade referente à periculosidade (FERREIRA, 2002). É mencionado o interesse dos operadores na retirada dos painéis de disjuntores de dois motores (*Caterpillar* 1 e 2), existentes dentro da sala de controle e que são, de certa forma, inseguros. No entanto a ação tomada pela empresa foi a retirada das janelas (ação imediata) e não a retirada dos painéis;
- b) a manifestação, referente a ruim **visualização para a área** de motores, reforça o fato de que consideram importante a verificação dos índices informais do processo e contato com os operadores da área. Esta situação é indicada em De Keyser²⁶ (1980 *apud* SANTOS; ZAMBERLAN, 1992 p.19);

²⁶ DE KEYSER, V. Études sur la Contribution que Pourrait Apporter l'Ergonomie e la Conception des Systemes de Control et d'Alert dans les Industries de Transformation. *Contrat C. C. E. 8/79/45*, Bruxelles, 1980.

- c) o segundo item é referente à importância da **observação dos painéis**, reforçando a característica de vigilância e monitoramento da atividade. Esta colocação destaca a preferência de monitorar painéis analógicos ao invés de estações informatizadas. A importância dos painéis analógicos no posto indica que deve-se priorizar o leiaute, em função destes, como indica a ISO estudada e ter cuidado com a iluminação e climatização;
- d) o item referente ao “**lugar para receber pessoas**”, recebeu peso acima da média. Este valor representa a sensação de isolamento dos operadores, que almejam serem “visitados”, conforme expressado na solicitação do projeto. Nas medições realizadas observa-se que esta situação ocorre em torno de 0,5% do turno;
- e) a solicitação de incorporação de “**vaso ou aquário**” no ambiente de trabalho se enquadra nas indicações da ISO 11064-6 (2003), quando chama a atenção para que projeto incorpore elementos que tenham referências naturais. Destaca-se que as entrevistas foram realizadas antes da retirada das janelas. Talvez atualmente este item passa-se a ter uma pontuação maior;
- f) encontrou-se divergência quanto a **localização da sala da chefia e sala de reuniões**. Houve concordância entre dois participantes, o que valorizou a localização central da sala de reuniões e localização da sala da chefia ao fundo. Esta situação discorda da indicação da ISO 11064-3 (1999) onde a indicação é que a supervisão deva ficar localizada próxima à operação e à entrada da sala;
- g) a mesma situação foi encontrada no item referente à **cor do piso**. Houve manifesto de “cor clara” e que “não pode ser claro”. Após a tabulação dos dados verificou-se que o item de maior peso foi piso na “cor clara”. Será adotada esta especificação no projeto, discordando da opinião identificada na revisão bibliográfica.

5.2.4 Avaliação do especialista

A avaliação do especialista, autora desta pesquisa, entendeu que os itens referentes ao mobiliário e ao acesso de pessoas deficientes fisicamente, também deveriam ser incluídos na lista de IDE's.

A comparação dos resultados dos usuários com os resultados da gerência e chefia (ver apêndice J) mostrou que este estrato só teve preocupação quanto às questões ambientais, de posto de trabalho. A maioria dos itens, citados pela gerência e chefia, foi concordante com os itens citados pelos operadores e incorporaram, concordando com o especialista, a preocupação quanto à revisão do mobiliário existente. Destaca-se que não foram mencionados itens referentes ao construto organizacional.

No quadro resumo abaixo (figura 23), é observado que os usuários foram os que incorporaram o maior número de IDE's, comprovando a premissa apresentada de que os usuários são quem possuem conhecimento sobre suas necessidades. Na coluna da esquerda da figura, encontram-se os itens de demanda ergonômica organizados por construto. Na linha superior estão os participantes da pesquisa, o estrato gerência e chefia e o especialista. Foi marcada a relação entre quem e qual item foi mencionado. Na coluna do especialista só foram indicados os itens que foram acrescentados na listagem de IDE's.

		operador	ger/chefia	especialista
AMBIENTAL	Ruído diminuiu com novo motor/precisa melhorar	X	X	
	Ambiente ruim	X	X	
	Tem excesso de luminárias e janelas causam reflexo.	X	X	
	Ar condicionado é pouco.	X	X	
POSTO DE TRABALHO	Melhorar a segurança (retirar CAT 1 e 2)	X	X	
	Visualização para área é ruim	X		
	Observar painéis é mais importante que os micros	X		
	Acesso é ruim	X	X	
	Não tem lugar para receber pessoas.	X	X	
	Mesa Central com micros de monitoramento	X	X	
	Vestiário central é longe	X		
	Espaço para mesa de reuniões central	X		
	Sala para gerência ao fundo	X		
	Espaço para mesa de reuniões ao fundo (localização)	X	X	
	Sala para gerência central (localização)	X	X	
	Espaço para vegetação ou aquário	X		
	Piso Novo. Piso claro para destacar	X		
	Falta micro auxiliar	X		
	Piso novo. Piso não pode ser claro	X		
	Guardar objetos pessoais e EPI's	X		
	Espaço para bebedouro e café	X		
	Espaço para troca de turno	X	X	
	Mobiliário Deficiente		X	X
	Acessibilidade			X

Figura 23 - Quadro resumo da menção dos IDE's

5.3 Identificação dos Itens de Design

Após a visualização dos IDE's tabulados, foi elaborada a lista de ID's pelo especialista, que entendeu ser possível a satisfação de todos os IDE's mencionados. Somente a acessibilidade do espaço, facilidades para o acesso de pessoas desabilitadas fisicamente, identificada pelo especialista, não vai ser discutida neste estudo, tendo em vista as restrições espaciais, ficando como sugestão futura. A figura 24, a seguir, apresenta a lista de ID's a serem tratados ergonomicamente no projeto, relacionados com os IDE's. Na primeira linha são apresentados os itens de design a serem trabalhados. Na linha abaixo, estão os seus desdobramentos. Na coluna da esquerda está a lista final de itens de demanda ergonômica a serem satisfeitos. A marcação no interior do quadro mostra se o tratamento do ID tem impacto no item de demanda.

Itens de design	Itens de demanda ergonômica	Arquitetura				Equipamento				Mobiliário		Esquadrias			Uso de Cores			Revestimentos: PISO/PAREDE FORRO		Iluminação				
		Leilante	material	acesso térreo	circulação vertical	espaço físico	ar cond./local.e pot.	painéis/ monitores	armários	mesa	cadeira	desenho	posição	proteção	mobiliário	parede	piso	forro	brilho	textura	material	cor	lâmpada	luminária
AMBIENTAL	Ruído diminuiu com novo motor/precisa melhorar	X	X			X	X				X	X	X					X	X	X		X	X	X
	Ambiente ruim	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
	Tem excesso de luminárias e janelas causam reflexo.	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
	Ar condicionado é pouco.	X	X		X	X	X				X	X											X	
POSTO DE TRABALHO	Melhorar a segurança (retirar CAT 1 e 2)	X	X				X				X	X	X									X	X	X
	Visualização para área é ruim	X					X	X		X	X											X	X	X
	Observar painéis é mais importante que os micros	X					X	X		X	X											X	X	X
	Acesso é ruim	X	X	X	X	X															X	X	X	X
	Não tem lugar para receber pessoas.	X			X				X	X														
	Mesa Central com micros de monitoramento	X			X	X			X	X				X								X	X	X
	Vestibário central é longe	X			X		X																	
	Espaço para mesa de reuniões central	X			X				X	X				X								X	X	X
	Sala para gerência ao fundo	X			X				X	X												X	X	X
	Espaço para mesa de reuniões ao fundo (localização)	X																						
	Sala para gerência central (localização)	X																						
	Espaço para vegetação ou aquário	X			X																	X	X	X
	Piso Novo. Piso claro para destacar															X		X	X	X		X	X	X
	Falta micro auxiliar	X			X		X		X	X														
	Piso novo. Piso não pode ser claro															X		X	X	X		X	X	X
	Guardar objetos pessoais e EPI's	X			X		X																X	X
Espaço para bebedouro e café	X			X		X																X	X	X
Espaço para troca de turno	X			X		X		X	X													X	X	X
Mobiliário Deficiente								X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 24 - Quadro da relação de itens de design e itens de demanda ergonômica

O tratamento ergonômico dos itens será apresentado no capítulo seguinte. Diante das especificidades dos problemas ambientais e de posto de trabalho, ficou justificada a necessidade de composição de uma equipe multidisciplinar, contratada e coordenada pela Gestal Pons.

6 O PROJETO DA SALA DE CONTROLE E SUA AVALIAÇÃO

Este capítulo apresenta o projeto para atender a demanda ergonômica dos usuários referentes ao construto ambiental e de posto de trabalho, desde seu lançamento inicial, avaliação dos participantes da pesquisa, aprovação e o resultado final. O detalhamento dos itens tratados não será apresentado, pelo fato que se entender que não é o mais relevante, para este estudo. As questões conceituais e a análise do processo de projeto foram priorizadas. O detalhamento está disponibilizado na empresa contratada para a elaboração do mesmo, Gastal Pons Ltda.

6.1 Lançamento inicial

As propostas, baseadas na lista de ID's, foram elaboradas pela equipe multidisciplinar. A contratação de especialistas é também defendida pela norma ISO 11064-6 (2003), Maia (2002) e Zamberlan (1999). As questões acústicas foram resolvidas pelo Prof. Eng. João Antonio Rott, da Ruído Zero Engenharia Acústica Ltda. A climatização do ambiente foi proposta pelo Laboratório de Vapor e Refrigeração (LAFRIG), Departamento de Eng. Mecânica, Escola de Engenharia, UFRGS, sob orientação do Prof. Eng. Paulo Otto Beyer. Os itens, iluminação, revestimentos, leiaute e mobiliário foram desenvolvidos pela Gastal Pons Ltda. As soluções propostas para atender a demanda identificada foram fundamentadas com base na revisão bibliográfica, sugestões dos operadores e na *expertise* do grupo de especialistas. As propostas foram coordenadas e orientadas pelo especialista em ergonomia, autora deste estudo.

6.2 Avaliação e aprovação da proposta

A proposta foi apresentada em reunião para os participantes da pesquisa presentes, ocorrida na sala de controle em estudo, em mídia digital com imagem em 3 dimensões, interativa. O *feedback* da proposta, foi efetuado no momento da apresentação, e posteriormente, emitido via *e-mail* pelos que não estavam presentes e confirmados por alguns presentes, conforme correspondências no anexo C.

Nesta ocasião foram discutidos alguns pontos que possuíam prós e contras. O primeiro foi a questão do uso de piso elevado sob a mesa de operações, para melhorar a visualização da área de motores. Esta solução é oriunda dos participantes da pesquisa. Para a aproximação da realidade, foi feita a simulação de duas situações na maquete eletrônica, com e sem o piso elevado. Após discussão com o grupo ficou definido que não seria utilizado este elemento, visto que, talvez causasse mais dificuldades do que benefícios. Este item está detalhado no item 6.3.3 deste capítulo.

Foi mencionado por um dos técnicos que o uso de som ambiente seria agradável para o desenvolvimento da atividade, mas este ponto não foi incorporado neste estudo. Entretanto, o uso de forro permitirá intervenções futuras, se for o caso.

Todos os participantes das entrevistas concordaram com os demais itens da proposta, manifestando, inclusive, o anseio pela realização. O participante que não compareceu a fase inicial, entrevistas, emitiu opinião contrária às soluções propostas, como por exemplo, o uso de cores. Por outro lado, destacou questões que não haviam sido mencionadas ou que não haviam sido consideradas importantes pelo grupo. Entre elas, o espaço para acomodar mais pessoas na operação e o uso de mictório no sanitário masculino. Estas questões foram incorporadas no projeto e, posteriormente, em visita ao local, realizou-se uma reunião com este operador, para esclarecimentos, troca de sugestões e consentimento do resultado proposto. Quanto ao lugar para abrigar mais pessoas foi ponderado pela equipe e concluiu-se que a sala de reuniões serviria de apoio para esta atividade.

Mesmo após a aprovação definitiva do projeto pelos participantes da pesquisa, o resultado foi levado ao consentimento da direção. A principal alteração foi quanto ao uso de cores. Foi determinado que o mobiliário deveria ser todo cinza, conforme padrão na empresa. O revestimento do piso, que seria na cor azul acinzentado, passou a ser também cinza, justificado, além do exposto acima, por motivo de custos. Em Grandjean (1998), Lida (2000) e na norma internacional pesquisada

encontra-se que o uso adequado de cores e contrastes favorece que o ambiente de fábrica fique mais agradável, proporcionando mais conforto, menos fadiga, monotonia, acidentes e eficiência na produção.

Estas constatações da bibliografia não foram expostas à direção, dado ao fato de que esta não participou da pesquisa e que a coordenação e discussão do projeto se deram ao nível de gerência. Talvez, esta situação tenha ocasionado uma lacuna na pesquisa, dificuldade de interlocução, entre o coordenador do projeto (participante da pesquisa), a direção (que aprova o projeto a ser implantado e não participa da pesquisa) e a autora deste estudo. O especialista entendeu que as alterações foram significativas e que os conceitos de padronização e relação custo-benefício poderiam ser revistos (ver item 6.3.4.1).

6.3 Memorial descritivo e justificativo do projeto

Neste item são relatadas as propostas de projeto, bem como as suas fundamentações. As propostas foram organizadas por assunto, iniciando com a questão geral do ambiente, que diz respeito a distribuição das atividades no espaço disponível até chegar a questões mais pontuais, tais como, acústica e iluminação.

6.3.1 Programa de necessidades e leiaute

Foi proposto, pela demanda ergonômica, incorporar sala para chefia, sala para reuniões, copa, sala de visita, wc/vestiário, armários para guarda de EPI's e materiais. O programa de necessidades sugerido pela demanda ergonômica está de acordo com a bibliografia pesquisada, não sendo atendido, apenas, a questão referente à sala de apoio, separada do ambiente de controle, destacado por Maia (2002b) e De Keyser²⁷ (1980 *apud* SANTOS; ZAMBERLAN, 1992). Entende-se que neste caso, tendo em vista que é um operador no ambiente e que a área construída

²⁷ DE KEYSER, V. Études sur la Contribution que Pourrait Apporte l'Ergonomie e la Conception des Systemes de Controlw et d'Alert dans les Industries de Transformation. *Contrat C. C. E. 8/79/45*, Bruxelas, 1980.

disponível não comporta tal ambiente isolado, foi criado um setor para café e/ou relax incorporado no mesmo ambiente.

Destaca-se que o acesso de pessoas desabilitadas fisicamente, conforme indica o especialista e salienta a norma ISO 11064-3 (1999), será possível só com a instalação de elevador. A construção existente tem o condicionante físico de se encontrar no segundo pavimento. A empresa, neste momento, não tem previsão de instalação do equipamento.

A configuração das novas atividades pode ser visualizada nas figuras 25 e 26 e fica justificada conforme a seguir:

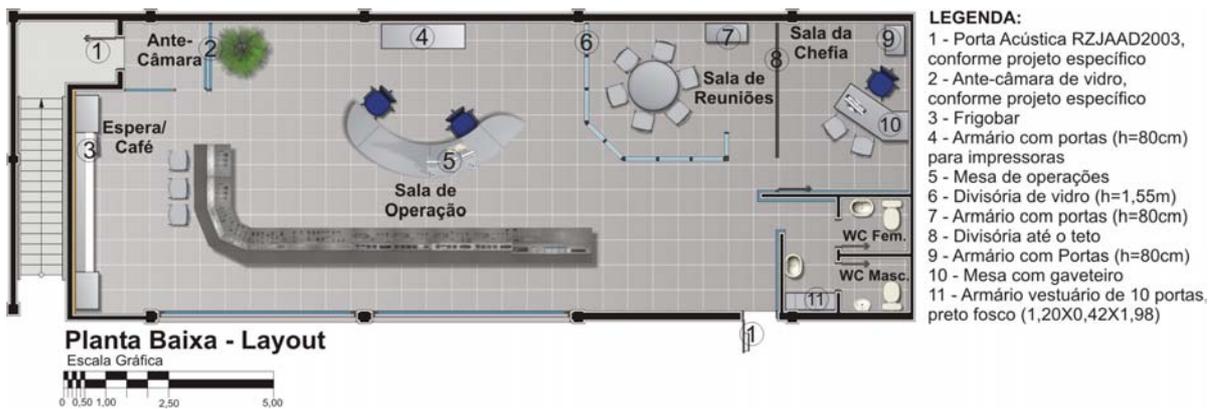


Figura 25 - Planta baixa com leiaute proposto

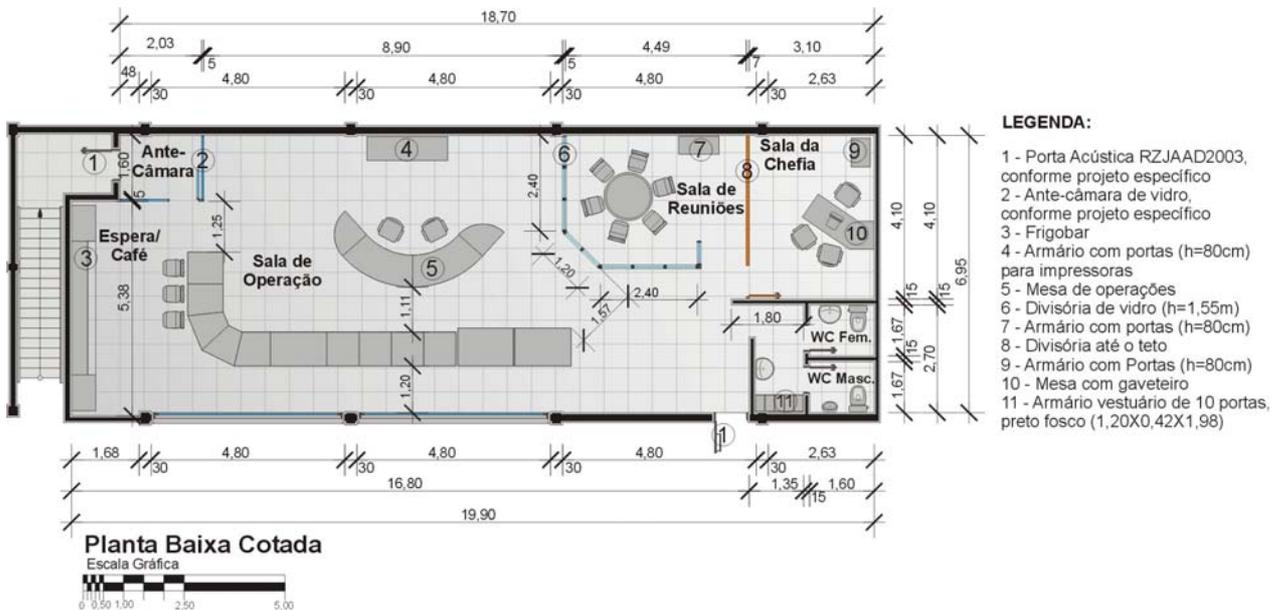


Figura 26 - Planta baixa cotada

- a) de acordo com a revisão bibliográfica deste trabalho, quanto ao **formato do ambiente**, a ISO 11064-3 (1999) informa que os espaços longos e estreitos diminuem a integração do trabalho coletivo, assim como, diminuem as possibilidades do arranjo funcional dos postos de trabalho. Para eles, o mesmo conceito deve ser aplicado nas estações de trabalho, onde a forma hexagonal ou arco otimiza as oportunidades do trabalho coletivo, de acordo com o autor. Tendo em vista o condicionante do espaço construído e que a atividade é desenvolvida por um operador, este conceito foi aplicado apenas na estação de trabalho, onde a mesa de operações proposta tem forma curva (ver figuras 25 e 27);
- b) o **acesso principal** foi alterado. A porta de acesso principal à sala, através da antecâmara, está na lateral do campo visual dos operadores. A ISO 11064-3 (1999) defende que se operador tem a função de controlar os acessos, fica justificada a localização dos mesmos, dentro do campo seu visual. Duarte e Goldenstein (1986) sugerem apenas que o acesso fique fora do campo visual dos operadores. Neste estudo, o acesso à sala de controle é direcionado para a área de café, espera e/ou descanso temporário, impedindo o acesso direto ao local de operações, conforme indica a literatura (ver figuras 25 e 28). O acesso no pavimento térreo foi proposto de forma que fique ligado diretamente com o espaço externo.
- c) a **circulação** poderá ser realizada atrás dos painéis de controle existentes e eventualmente atrás dos operadores, fato que não obstrui a visão do operador dos seus controles mais imediatos. Pelo fato da dificuldade de relocação dos painéis existentes, a circulação pode obstruir parcialmente a visualização para a área dos motores. A ISO 11064-3 (1999), dentre as sugestões elaboradas, apenas salienta que a circulação atrás dos operadores pode causar constrangimentos;
- d) a **mesa de operações** foi relocada para a área central do ambiente, conforme sugere a demanda ergonômica. Nesta posição, o campo visual do operador abrange parcialmente os controles existentes e fica de frente para eles. Nas figuras 29 e 30 são observados os campos visuais do operador na posição sentado. Esta situação, assim que foi sugerida, foi implementada. A literatura estudada sugere a locação de frente para os controles, como foi sugerido neste caso. Entretanto, a situação existente incorpora dois tipos de controles, analógico

e digital, e em função da dificuldade de alteração do posicionamento dos painéis analógicos, a solução adotada não atende 100% da especificação. Os monitores da mesa de operação barram a visualização de alguns mostradores do painel analógico de controle. Por outro lado, este sistema misto possui vantagens: favorece a movimentação do operador e a diversidade de operações.



Figura 27 - Imagem com visão geral da sala



Figura 28 - Imagem com visão do acesso



Figura 29 - Campo visual do técnico à esq.



Figura 30 - Campo visual do operador à dir.

e) foi proposta a **alteração dos sanitários existentes** (ver figura 25). A troca dos acessos permitiu um ganho de área na sala da chefia e a criação de uma antesala, possibilitando a colocação de armário para objetos pessoais e proteção visual ao acesso do sanitário masculino, que é o mais utilizado (3 operadores masculinos e 1 feminino);

- f) a **sala de reuniões** ficou localizada numa área central, com divisórias baixas, em alumínio e vidro, semiprivada, permitindo outros usos. Servirá também como apoio para pessoal da área, terceirizados, abertura de plantas e documentos, recebimento de visitantes, etc (ver figuras 25 e 27);
- g) a **sala da chefia** fica locada no fundo do ambiente, separada com divisória de toda altura do pé-direito, em alumínio e vidro, proporcionando visibilidade total para o espaço de controle, comunicação direta com os operadores e ao mesmo tempo privacidade (ver figuras 25 e 27);
- h) o espaço para a atividade de **manutenção** dos equipamentos está contemplado de forma adequado, conforme sugere a ISO 11064-3 (1999). Na figura 31 é apresentada uma elevação transversal do ambiente, indicando o espaço existente atrás dos painéis metálicos analógicos.

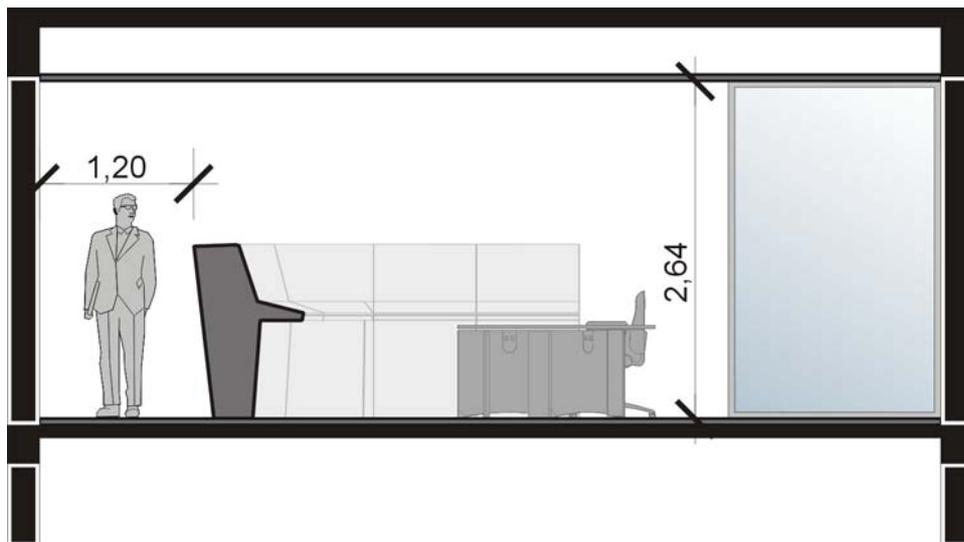


Figura 31 - Elevação transversal

6.3.2 Mobiliário

O mobiliário foi proposto de forma a atender às exigências ergonômicas identificadas no desenvolvimento da atividade. Devido ao fato de que o operador, na sua mesa de operação, opera três estações computadorizadas, observa os painéis, desenvolve atividades escritas, atende ao telefone e correlatos são propostos que o apoio do teclado seja na mesma superfície de trabalho, permitindo maior liberdade no arranjo dos diversos equipamentos. Para tanto se definiu que:

- a) a mesa de operações tem altura fixa de 75cm, tampo em forma curva com profundidade de 80cm; a altura corrobora com o sugerido por Cakir²⁸ *et al.* (1980 *apud* MORAES; PEQUINI, 2000), onde a variação para a altura do plano de trabalho em relação ao piso é de 72cm a 75cm;
- b) para a mesa fixa, indica-se o uso de apoio para pés regulável e independente da mesma;
- c) indica-se a utilização de apoio de monitor, com regulagem até 14cm, para permitir o ajuste da altura adequada à população do local;
- d) a disposição dos equipamentos é sugerida conforme a tabela A.7 ISO 11064-4 (2004), de acordo com espaço de identificação do operador;
- e) sugere-se utilização da cadeira indicada por Guimarães (2004), visto que a atividade permite que seja desenvolvida na posição de relaxamento. Santos e Zamberlan (1992) indicaram o uso de apoio para cabeça. No anexo G encontra-se a descrição da cadeira indicada, Vitra (2004);
- f) a estação de impressão está localizada atrás da mesa de operação forçando a movimentação do operador, favorecendo a alternância postural, conforme indicado na ISO 11064-3 (1999);
- g) para colaborar no aumento de referências naturais dentro do ambiente, prejudicada pela retirada das esquadrias e atender a demanda ergonômica, foi indicado o espaço ao lado da antecâmara para a colocação de um vaso, conforme figura 32.



Figura 32 - Visual da entrada com vaso à direita

²⁸ CAKIR, A.; HART, D. J.; STEWART, T. F. M. *Visual display terminals*. New York: John Wiley & Sons, 1980.

6.3.3 Esquadrias

Quanto às especificações das esquadrias para atender o projeto acústico, será tratado em item específico do assunto. Para diminuir o reflexo recebido das luminárias, a solução adotada está junto com a discussão da iluminação. Para melhoria da visualização e da comunicação entre funcionários foi discutido o que segue:

- a) uso de uma plataforma sob o local da mesa de operações, elevada 15cm em relação aos painéis metálicos existentes, conforme figura 33. Esta questão foi avaliada na maquete eletrônica. Foram simuladas duas situações: uma com o piso elevado e outra sem o piso elevado (ver figuras 34 e 35). Pode-se observar que o ganho não é significativo, em relação à área do visor para o ambiente dos motores e que sem o piso elevado, a visualização dos painéis analógicos fica favorecida. Foi sugerido que a mesma fosse implantada para teste, mas o grupo entendeu que os problemas advindos desta proposta seriam maiores, tais como a criação de um obstáculo (desnível) que favorece acidentes e, que fica em desacordo com os conceitos de segurança implementados na empresa. A decisão foi pela não utilização da plataforma.

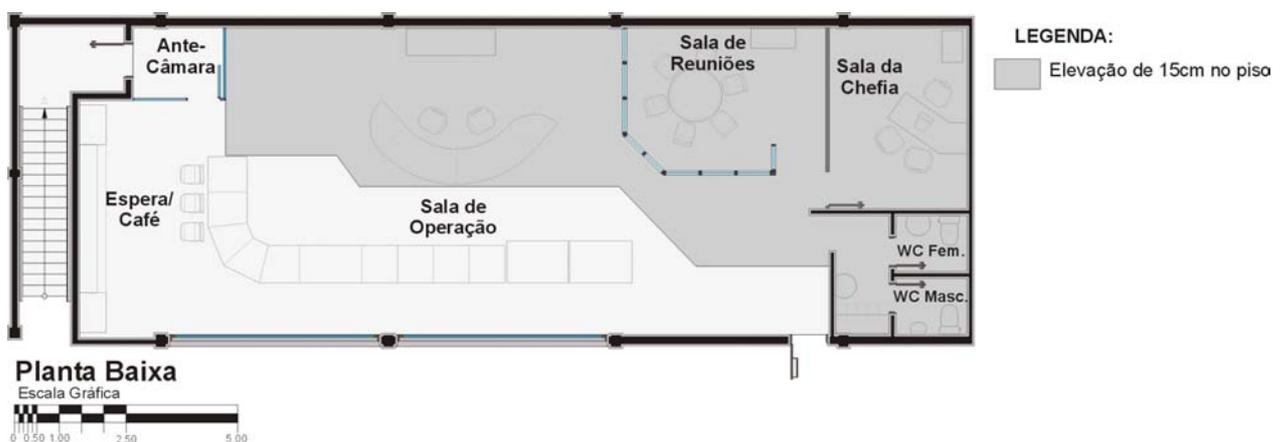


Figura 33 - Planta baixa com marcação do piso elevado



Figura 34 - Imagem com piso elevado



Figura 35 - Imagem sem piso elevado

Entretanto, a norma internacional ISO 11064-3 (1999) cita que diferentes níveis podem oferecer vantagens para visualização de áreas, para a supervisão e um significado de segregação do espaço “público”. Ressalta que para evitar acidentes, deve ser levada em conta a movimentação de pessoal e equipamentos. Por outro lado, destaca que um único nível oferece grande flexibilidade para futuras trocas e para a movimentação de equipamentos e pessoas, principalmente desabilitadas;

- b) foi proposto que as esquadrias que dividem o ambiente com a área dos motores, as quais ficam no raio de visão do operador, obtivessem vãos envidraçados maiores possíveis, incolores e preferencialmente sem divisórias horizontais. Desta forma, os obstáculos no momento da visualização são minimizados. O detalhamento destas atende os requisitos do consultor em acústica;
- c) é sugerido para estudo futuro o incremento da iluminação do galpão dos motores, diminuindo o contraste entre os dois ambientes, proporcionando maior visibilidade;
- d) é indicada para estudo futuro a implantação de cabine telefônica na área dos motores ou equipamento que permita a comunicação adequada entre os trabalhadores;
- e) é indicado para estudo futuro o uso de câmaras para monitoramento da área dos equipamentos.

6.3.4 Revestimentos e cores

- a) **piso:** as especificações técnicas, quanto à resistência mecânica e à abrasão, estão de acordo com a atividade desenvolvida no local, de acordo com o fabricante. O material utilizado é um porcelanato natural na cor cinza. O acabamento fosco atende as considerações do item anterior. Para a cor foi utilizado um índice de reflexão médio, em torno de 50%, de acordo com os índices indicados para cores de Grandjean (1998). Este valor está acima do que as referências bibliográficas sugerem, mas, está de acordo com a demanda ergonômica identificada, que solicitou uso de “cor clara”. A ISO 11064-6 (2003) sugere entre 20 a 30 %;
- b) **forro:** estruturado com perfis de alumínio e fechamento com material que está de acordo com a indicação do consultor da área de acústica. A cor é bege claro mesclado com cinza claro que, de acordo com Grandjean (1998), tem índice de reflexão em torno de 70%. Este valor se enquadra no sugerido pela ISO 11064-6 (2003). O uso de forro permite alterações futuras da iluminação, em função de um novo leiaute e possibilita que as luminárias fiquem embutidas, proporcionando uma sensação de pé-direito maior, visto que a medida existente é menor do que o sugerido pela norma;
- c) **paredes:** pintura com tinta PVA fosca, que evita o ofuscamento, reflexo produzido quando do uso de um revestimento brilhante. As cores finais a serem utilizadas, conforme descrito, são apresentadas nas figuras 36, 37 e 38.

6.3.4.1 Uso de cores

A proposta foi configurada conforme a figura abaixo e justificada a seguir:

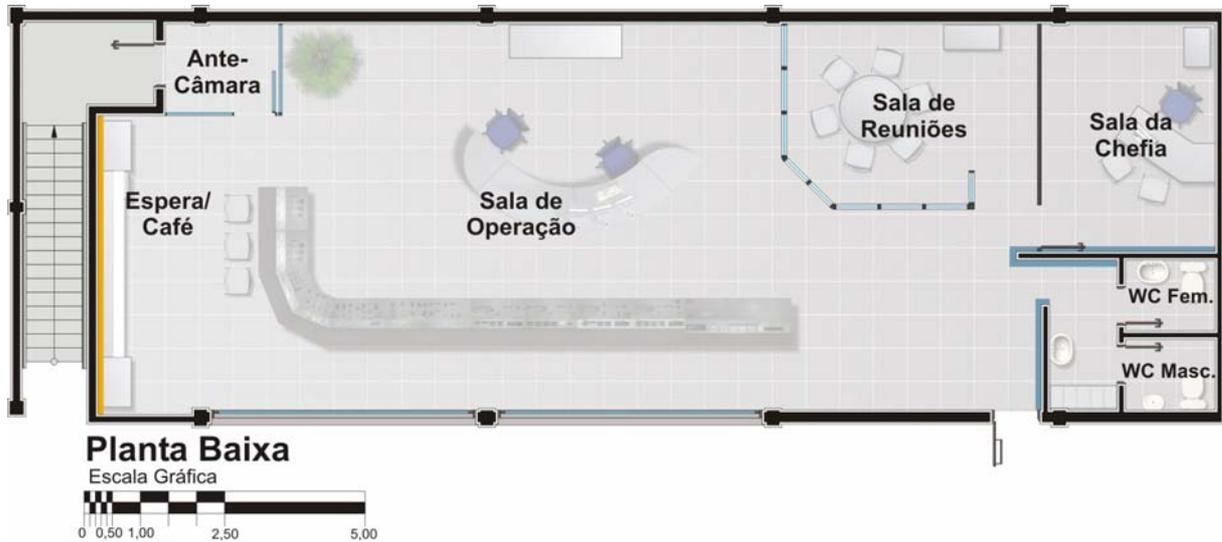


Figura 36 - Planta baixa com marcação de cores

- na sala da chefia, sala de reuniões e na parede atrás da mesa de operações é utilizada a cor branco neve, permitindo maior aproveitamento da luz artificial, assim como, menor instalação de potência para obter o resultado luminotécnico desejado;
- no ambiente de café, de espera e/ou de *relax* é utilizado a cor amarela ocre, proporcionando um espaço estimulante, alegre e distinto da área de trabalho;
- a parede que separa os sanitários do ambiente de trabalho é acabada com a cor azul médio, pela mesma razão exposta acima.

São apresentados nas figuras seguintes, figuras 39 e 40, os estudos de cores iniciais, que não foi utilizado por razões expostas na avaliação da proposta deste capítulo.



Figura 37 - Imagem cor azul no fundo



Figura 38 - Imagem cor amarela no fundo



Figura 39 - Imagem geral estudo inicial A



Figura 40 - Imagem geral estudo inicial B

De acordo com os índices indicados para as cores (GRANDJEAN, 1998), o branco tem alto índice de reflexão, de 100% a 80%, o amarelo ocre 60% e o azul médio em torno de 40%. Entende-se que o branco reflete as cores existentes nas outras paredes atenuando o seu efeito refletivo. Portanto, acredita-se que a proposta se enquadra nas sugestões da ISO 11064-6 (2003).

6.3.5 Iluminação

A iluminação proposta tem como premissa básica não causar reflexos nas telas dos monitores e atender a quantidade de *lux* necessária para o desenvolvimento da atividade (ver figura 41). A situação existente provoca uma situação de conflito, de acordo com Menezes e Mello (1993a), visto a existência de painéis analógicos e estações informatizadas. A questão de reflexão de cores está atendida no item referente aos revestimentos da presente listagem:

- há uma concentração de *lux* nas áreas de trabalho e área para café e uma diluição nas áreas de circulação, provocando zonas de claro e escuro, com contraste discreto entre as mesmas. O projeto utilizou 500*lux* para a mesa de trabalho e 750*lux* para o monitoramento dos painéis analógicos;
- as luminárias escolhidas possuem difusor parabólico e aletas em alumínio anodizado, para diminuir o ofuscamento causado pela exposição da lâmpada, resultando em maior conforto para o usuário, de acordo a literatura pesquisada;
- as lâmpadas a serem utilizadas são fluorescentes de 32W, com temperatura de cor 4000K que possui reprodução de cores adequada e em conjunto com reator de alta frequência que elimina a “tremura” indesejável das lâmpadas fluorescentes, conforme a norma ISO 11064-6 (2003);
- o uso de luminárias embutidas no forro falso dá flexibilidade ao conjunto, permite outros arranjos, atendendo futuras trocas. Este conceito é também enfocado pela ISO 11064-6 (2003).

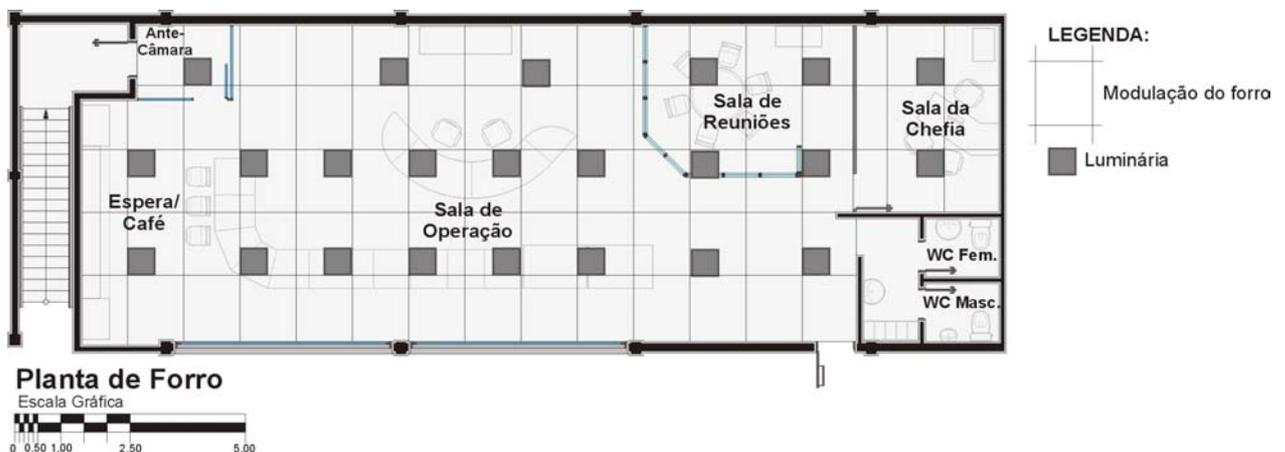


Figura 41 - Planta do forro com marcação de luminárias

6.3.6 Tratamento acústico

As soluções das questões acústicas, proposta pelo responsável técnico específico da área, para atender um padrão de ruído confortável, estão baseadas nas normas NBR 10151 e 10152, aprovadas pelo Ministério do Trabalho. Fundamenta o projeto de acordo com esta normatização pelo fato de se referir a uma empresa, visto que a mesma tem necessidade de estar de acordo com esta regulamentação e por acreditar que adota índices que estão de acordo com o conforto humano. O índice indicado, nas normas utilizadas, referidas acima, para o nível de ruído no local de trabalho é de 65dB(A). Este valor está compatível com o número sugerido pela NR-17. A norma ISO 11064-6 (2003) considera que o nível de ruído mínimo deva ser de 30dB(A) e que não exceda 45dB(A). Tendo em vista que a demanda sinalizou que à noite com “menos barulho” o sono aumenta, concordou-se em estabelecer o valor final de 65dB(A).

Para atendimento dos parâmetros estabelecidos, de acordo com projeto do consultor (ver anexos D, E e F) foi indicado:

- a) a substituição das esquadrias existentes com vidro duplo, por esquadrias também com vidro duplo, mas com espessura do vidro de 6mm + 6mm (ar) + 8mm (tipo lacrados), assim como os perfis em alumínio preenchidos com material absorvente de alto desempenho e higroscópico, conferindo maior densidade ao sistema;
- b) instalação de antecâmara, no acesso principal, com vidros de 6mm + 6mm (ar) + 8mm (tipo lacrados) e estrutura de alumínio com perfis em alumínio preenchidos com material absorvente de alto desempenho e higroscópico, para minimizar a quantidade de ruído que entra pela abertura e fechamento das portas, as quais fazem contato indireto com o local da fonte produtora de ruído;
- c) instalação de forro com material de alto índice de absorção diminuindo a reverberação do som no ambiente, ficando de acordo com o destacado por Maia (2002); o material utilizado é painel de lã de vidro, revestido com tecido na face

- aparente e nas bordas laterais, enrijecidos por perfis internos, com espessura de 25mm, peso 2kg/m^2 e densidade 80kg/m^3 ;
- d) para o piso, foi indicado material que permita menor reverberação do som. Em se tratando de área industrial, onde os funcionários utilizam botas de sola de borracha preta e carregam resíduos de caulim no solado (resíduo de cor branca) foi sugerido o uso de material vinílico de alta resistência, em cor média. A empresa ficou receosa quanto à durabilidade e manutenção do material, mesmo que o material fosse indicado para este fim. O especialista em arquitetura propôs como alternativa o uso de porcelanato natural, na mesma cor, de acabamento fosco, que diminui as reflexões. O produto indicado tem as especificações técnicas para o uso e acredita-se ter maior durabilidade e limpeza facilitada em relação à primeira sugestão;
- e) as paredes em alvenaria existentes tenham acabamento em reboco liso e pintura com tinta fosca, pelo fato de possuírem já a densidade aceitável; e,
- f) para saída de emergência foi programada a instalação de uma porta acústica, fabricada com chapas duplas de aço (# 16), preenchidas com 50 mm de lã de vidro (wallfelt 5), visor com vidros duplos de 6mm + 6mm (ar) + 8mm (tipo lacrados), borrachas, dobradiças e fechaduras especiais.

6.3.7 Conforto térmico

A solução das questões climáticas foi definida pelo responsável técnico específico da área. O método utilizado para cálculo da carga térmica adequada para o ambiente foi *the cooling load temperature differential method with solar cooling load factors* (CLTD/CLF), que no cálculo do balanço de energia é considerado o que é produzido pelo sol, pelo ambiente e pelo ar exterior. Foi indicado que:

- a) a potência instalada deverá ser de 48.000BTU/h. A carga térmica foi calculada para uma temperatura de bulbo seco de 24.5°C , indicada pela literatura (ASHRAE, 2001) e para 22°C , temperatura utilizada no local. O resultado foi o mesmo para as duas situações;

- b) a umidade do ar deverá ficar em torno de 40%, corroborando a revisão bibliográfica deste estudo;
- c) é necessário o uso de um ventilador permanente, para manter a troca de ar de 27m³/h/pessoa, de acordo com a ANVISA, Portaria n° 3523. É destaca a importância da renovação do ar, de acordo a norma ISO 11064-6 (2003), visto que as esquadrias são hermeticamente fechadas;
- d) a localização do aparelho deve ficar direcionada para os equipamentos e não fica diretamente para o operador, criando uma situação de conforto, acordando com a literatura pesquisada.

De acordo com a medição fornecida de 21IBTUG, o consultor analisa que as pessoas neste ambiente devam sentir a sensação de frio. Entretanto não houve demanda neste sentido e, sim, que a climatização deveria se melhorada. Levando-se em conta que na maior parte do tempo é uma pessoa no ambiente, sugere-se que esta tenha autonomia sobre a regulação da temperatura.

6.3.8 Segurança

Pela demanda ergonômica foi solicitada a retirada dos painéis de controle dos motores Caterpillar, pelas suas grandes dimensões e pela tecnologia desatualizada. Foi elaborado um projeto de prevenção de incêndio, que determina o uso de extintores e de equipamento pessoal à prova de fogo. A sinalização de segurança foi elaborada pelo setor de segurança e meio-ambiente da empresa.

6.4 Resumo do tratamento dos ID's

A figura 42, localizada na página seguinte, apresenta o quadro resumo da fundamentação das soluções propostas. Apresenta o relacionamento dos ID's com os IDE's, conforme apresentado anteriormente e complementado com o tratamento dos ID's.

A primeira coluna do quadro, apresenta a fonte de informação utilizada na fundamentação do tratamento ergonômico dado ao item de design. Na última coluna são apresentados os itens de design a serem trabalhados e os seus desdobramentos. Na coluna central está a lista final de itens de demanda ergonômica a serem satisfeitos. A marcação no interior do quadro mostra se o tratamento do item de design tem impacto no item de demanda ergonômica.

Os itens discordantes da literatura e definidos pela demanda ergonômica referem-se à cor do piso e a localização da sala da chefia e gerência. A ISO 11064 tem indicações, na sua maioria, adequada à demanda identificada.

6.5 Reflexões sobre o projeto

Entende-se ser relevante informar que, a minha experiência profissional com a arquitetura, antes do contato com os métodos de projeto ergonômicos, procedia conforme o método informal de projeto, identificado na coleta de informações com os profissionais que desenvolvem projetos para salas de controle, no capítulo 4 desta dissertação. A identificação de necessidades e propostas era baseada nas informações do mercado e principalmente nas informações oriundas do alto escalão da empresa (contratante do serviço). Não era utilizado nenhum método formalizado para priorização e identificação da demanda. O estudo de Quaresma e Moraes (2000) demonstra as dificuldades encontradas no uso da aplicação de dados antropométricos e metodologias na área de *design*, de acordo com a pesquisa realizada pelas autoras com estudantes do curso de *design*. Em se tratando de um curso da mesma área, entendeu-se ser possível transpor este resultado para o curso de arquitetura. Por exemplo, na escola por mim freqüentada, houve deficiências quanto aos conhecimentos de ergonomia, aplicação de dados antropométricos, métodos, técnicas e procedimentos.

Destaca-se a dificuldade imposta pelas restrições do ambiente e equipamentos existentes. A localização do painel analógico dificulta a visualização para a área dos motores e a visualização de seus controles é dificultada em função das suas próprias dimensões e localização. Por exemplo, para se enxergar melhor os mostradores, o painel deveria estar um pouco mais alto. Se o painel fica mais alto, a visualização da área dos motores é dificultada. Para solucionar esta questão, seria necessário um novo estudo de leiaute e redimensionamento dos painéis existentes, considerando a possibilidade de alteração da localização e forma dos mesmos, que é fruto de um projeto anterior.

A adequação do método participativo utilizado é verificada na comparação entre a situação existente, a situação proposta pelo setor de engenharia da empresa e a projetada neste estudo, oriunda da demanda ergonômica dos usuários, a qual configura, *a priori*, a solução mais adequada à realidade. Nas figuras 43, 44 e 45, a

seguir, pode-se observar as diferenças, principalmente, relativas ao leiaute (posicionamento do operador e sala da chefia/reuniões).

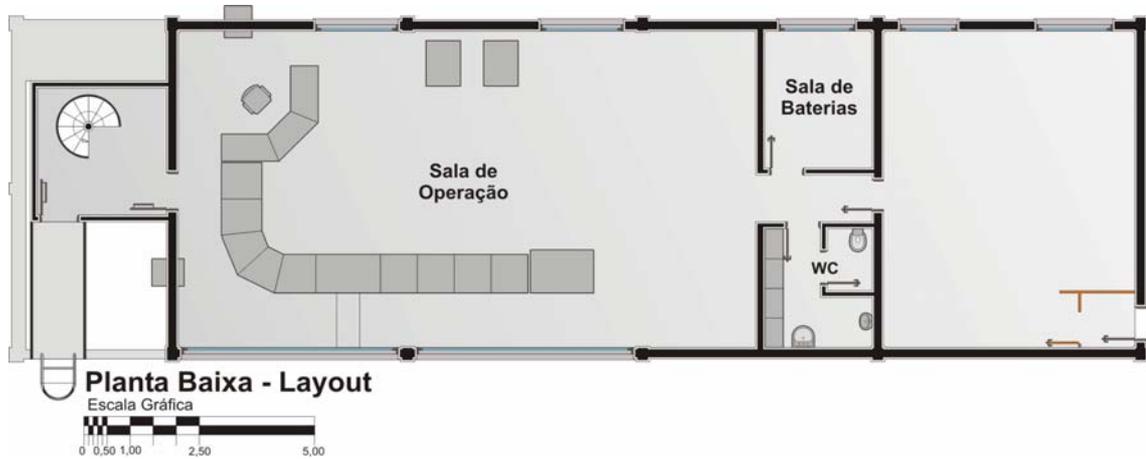


Figura 43 - Planta do leiaute existente

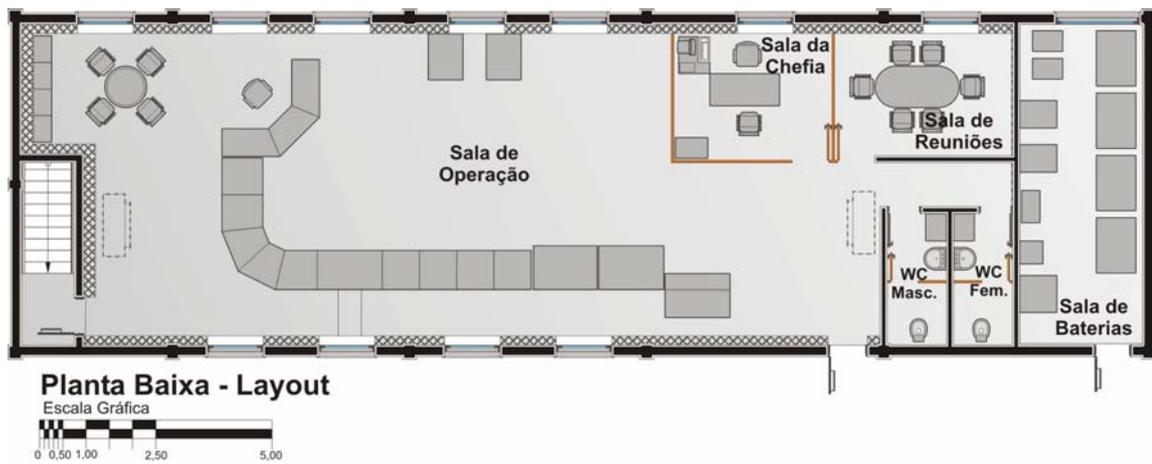


Figura 44 - Planta do leiaute proposto pela empresa

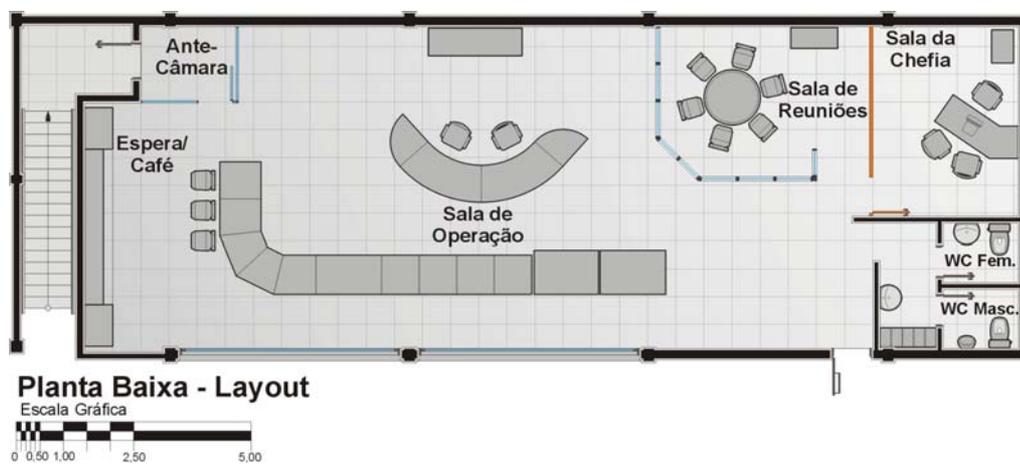


Figura 45 - Planta do leiaute proposto pela GastalPons Ltda

Outra dificuldade apontada é quanto ao desconhecimento de conceitos ergonômicos e de sua importância para um projeto, por parte do setor de engenharia terceirizado na empresa. Esta situação ocorreu referente ao projeto luminotécnico. Este foi definido de acordo com leiaute proposto, justificado no item 6.3.5, do capítulo anterior. Foi enviado para o setor de engenharia terceirizado da empresa, que é responsável pelo cálculo de redes elétrica, lógica e telefônica. O setor alterou o projeto, de acordo com decisões da equipe de engenharia, sem fazer contato com a equipe responsável pelo projeto para a discussão das alterações. O resultado da equipe de engenharia era uma iluminação homogênea contrariando os preceitos estudados. Após reforçar as razões que levaram a solução proposta inicialmente, a mesma foi acatada pelo coordenador do projeto e pelo setor responsável pelo desenho das redes. Esta situação é observada nas figuras 46 e 47, a seguir.

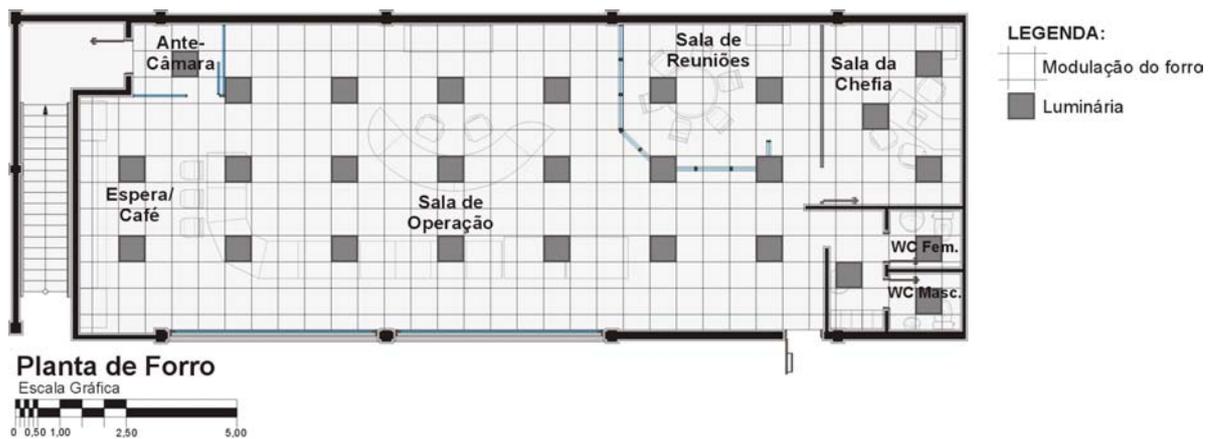


Figura 46 - Planta do forro com marcação das luminárias da empresa

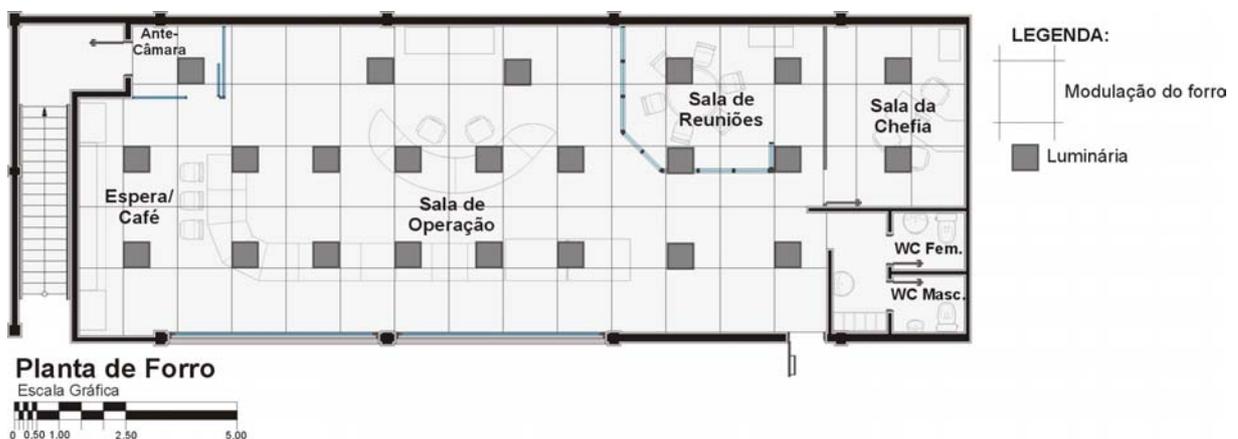


Figura 47 - Planta do forro com marcação das luminárias da Gestal Pons Ltda.

A outra situação apontada dentro das condições acima descrita foi a retirada das janelas externas da construção. A ação foi tomada sem que a responsável por este projeto tivesse conhecimento. Entende-se que o ponto poderia ter sido discutido e ter gerado outras alternativas, a serem discutidas com os operadores.

O uso de cores foi o ponto mais conflitante na avaliação do projeto. Talvez estas divergências tenham ocorrido pelo fato que o uso de cores em locais de trabalho industrial ainda não é uma prática habitual e por se tratar de uma questão subjetiva, ligada a percepção do ser humano.

O resultado da avaliação do projeto mostra a apropriação do projeto pelos participantes, o que configura que o método participativo é eficiente. Os manifestos (ver anexo C) foram: “o projeto da nova sala de controle está muito bom e audacioso, a meu ver está de acordo com as informações colidas junto aos trabalhadores do setor, no meu ponto de vista não tenho nada acrescentar e sim aguardar o fim das obras para conferir o trabalho final”; outro expressou que “nada tenho a acrescentar ou reclamar sobre o projeto, pois o que esta sendo apresentado é o que foi discutido pela operação do setor juntamente com a Arquiteta”. Destaca-se que a ferramenta participativa foi acolhida pelos participantes da pesquisa, visto que um dos participantes solicitou para concluir o *croquis* da sala de controle em casa, para poder “passar a limpo” e refletir melhor sobre o assunto.

De outro lado é observada uma situação contrária na avaliação do operador que não compareceu às entrevistas. O relato foi, de forma geral, negativo às propostas apresentadas, todavia apresentou algumas sugestões. Quanto à direção, entende-se que a situação é similar. A não aceitação das propostas apresentadas, entre outras razões, também pode estar relacionada com o fato de não ter havido participado do processo. Desta forma, observa-se que os conceitos da ergonomia participativa têm que estar arraigada em todos os níveis da instituição, para que seus conceitos possam ser efetivamente incorporados no projeto.

7 CONCLUSÃO

Esta dissertação apresentou o método adotado e os resultados do estudo de projeção da sala de controle da central de geração de energia da CADAM, mineradora situada no norte do país. Para subsidiar a identificação das demandas dos usuários e as soluções projetuais, foram utilizadas duas ferramentas: i) o *Design* Macroergonômico (DM), que tem caráter participativo e utilizada técnicas estatísticas para a identificação e priorização dos itens de demanda ergonômica e ii) a análise da imagem mental dos trabalhadores quanto ao seu local de trabalho futuro.

Os resultados mostraram que os itens mais importantes para os operadores não são os referentes nem ao ambiente físico e nem ao posto de trabalho (meios de produção), mas sim aqueles relacionados ao conteúdo e organização do trabalho (modo de produção), quais sejam, que o trabalho é “preocupante, tenso e de muita responsabilidade, qualquer problema é grave”. Entretanto, o segundo item na ordem de importância foi em relação ao fato de que é muito “parado” devido à grande parte do tempo dispendida no monitoramento e vigilância dos painéis e monitores, sendo que consideram mais importante monitorar o processo pelo quadro analógico do que pelo computador. Com relação ao que concerne ao projeto de arquitetura de interiores da sala de controle, os itens que mais importam aos operadores são a segurança e a visualização da área que está sendo controlada. Os demais, tais como os acabamentos do ambiente, o ruído, a climatização e a iluminação têm importância secundária.

O uso de ferramentas participativas viabilizou a apropriação do projeto pelos operadores, sendo que houve dificuldade de aprovação do projeto junto às pessoas que não participaram efetivamente no processo. Salienta-se que, para a concretização de um projeto ergonômico com método participativo, os canais de comunicação na empresa devem estar receptivos a aprovação e/ou discussão das soluções propostas, as quais são baseadas na demanda do usuário. As soluções oriundas da metodologia utilizada, baseada nos conceitos da ergonomia

participativa, distintas da situação existente e da proposta pela empresa, somente terão seus méritos após a implantação e validação deste estudo.

O presente estudo propôs soluções focadas nos itens de demanda ergonômica, referentes especificamente ao ambiente e ao posto de trabalho, micro-orientadas, de acordo com a demanda inicial. Destaca-se que estes construtos não impactam efetivamente no trabalho, mas, contribuem para a melhoria das condições de trabalho. Em algumas questões, as soluções foram desenhadas de acordo com a demanda ergonômica e não com a indicação da literatura. O uso de cores foi o ponto de maior conflito no projeto, e as definições finais do leiaute e da temperatura ambiente não corroboraram com a revisão bibliográfica. Encontraram-se algumas restrições no projeto oriundas das limitações da arquitetura e do leiaute original. Para a elaboração de solução totalmente adequada à demanda, as intervenções teriam que ser mais profundas. Entretanto, este fato geraria um custo alto para a mudança, e, neste caso, deveria ser repensada a questão da sala de controle dentro de uma visão macro.

Observa-se a importante contribuição da ergonomia para a área de arquitetura de interiores, seus conceitos e métodos, baseado na experiência obtida.

7.1 Trabalhos futuros

Tendo em vista a continuidade de estudos na área de projeto de salas de controle, melhores adequadas às necessidades dos usuários e ao processo sob controle, propõe-se que sejam desenvolvidos:

- a) estudos sobre as questões organizacionais da sala de controle CAFOR/CADAM;
- b) estudos sobre o uso de cores em salas de controle;
- c) estudos sobre a climatização em salas de controle;
- d) estudos sobre a aproximação da arquitetura com a ciência da ergonomia, e,

- e) estudo de avaliação pós-ocupacional da sala de controle CAFOR/CADAM de acordo com Ornstein(1992).

REFERÊNCIAS

ASHRAE HANDBOOK. Fundamentals, SI. **American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers**, Atlanta, 2001.

CAEMI. Disponível em: <<http://www.caemi.com.br/portugues/perfil/index.htm>>. Acessado em 03/10/2004.

CASTRO, I.; ECHTERNACHT, E. Adequando postos de trabalho de uma sala de controle. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO TECNOLOGIA: produto, programas, informação, ambiente construído, 3. , 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Laboratório de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces em Sistema Humano-Tecnologia, 2003. CONFEA. Disponível em: <<http://www.legislacao.confea.org.br.htm>>. Acessado em 05/11/2004.

DAVEY, E.; FEHER, M. Design Principles for CANDU Control Centres. In: IEEE CONFERENCE ON HUMAN FACTORS AND POWER PLANTS. Orlando, Florida: 1997. **Anais eletrônico...** Disponível em: <[http://www.crew-ss.com/portfolio/download/IEEE_CC Principles.pdf .htm](http://www.crew-ss.com/portfolio/download/IEEE_CC_Principles.pdf.htm)>. Acessado em 12/04/2004.

DUARTE, F. Complementaridade entre ergonomia e engenharia em projetos industriais. In: DUARTE, F. **Ergonomia & Projeto na Indústria de Processo Contínuo**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002.

DUARTE, F.; CORDEIRO, C. A centralização e integração de salas de controle na indústria petroquímica. In: DUARTE, F. **Ergonomia & Projeto na Indústria de Processo Contínuo**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002.

DUARTE, F.; GOLDENSTEIN, M. O Layout como imagem da organização do trabalho: a participação da ergonomia no projeto de salas de controle. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2002, Niterói. **Anais eletrônico...** Disponível em: <<http://www.gente.ufrj.br/artigoautor.htm>>. Acessado em 12/04/2004.

FERREIRA, L. Apresentação. In: WISNER, A. **Por Dentro do Trabalho, Ergonomia: método e técnica**. São Paulo: FTD, 1987.

_____. O trabalho dos petroleiros. In: DUARTE, F. **Ergonomia & Projeto na Indústria de Processo Contínuo**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002.

FOGLIATTO, F.; GUIMARÃES, L. Design macroergonômico de postos de trabalho. **Revista Produto & Produção**, Porto Alegre: v.3, n.3, p.1-15., 1999.

GONTIJO, L. A.; SOUZA, R. J. Ergonomia participativa e o seu papel dentro da macroergonomia. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO E SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 2. e 6., 1993, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: ABERGO/Fundacentro, 1993.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Bookman, 1998.

GUIMARÃES, L. Abordagem ergonômica: o método macro. In: GUIMARÃES, L. **Ergonomia de Processo**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/EE/PPGEP, 1999. (Série monográfica, v.1).

_____. Interface homem-computador. In: GUIMARÃES, L. **Ergonomia Cognitiva**: processamento da informação, erro humano. IHC. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/EE/PPGEP, 2001b. (Série Monográfica Ergonomia, v.1).

_____. Introdução à ergonomia cognitiva ou ergonomia de *software*. In: GUIMARÃES, L. **Ergonomia Cognitiva**: processamento da informação, erro humano. IHC. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/EE/PPGEP, 2001c. (Série Monográfica Ergonomia, v.1).

_____. Introdução à 4ª fase da ergonomia: macroergonomia. In: GUIMARÃES, L. **Ergonomia de Processo**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/EE/PPGEP, 2001a. (Série Monográfica Ergonomia, v.2, 3. ed.).

_____; Sobre necessidades e desejos: ou os conflitos que impactam a aceitação de novos projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 6., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP. Fundação Armando Alvares Penteado, 2004.

GUIMARÃES, L.; COSTELLA, M. Macroergonomia. In: GUIMARÃES, L. **Ergonomia de Processo**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/EE/PPGEP, 2001. (Série Monográfica Ergonomia, v.2, 3. ed.).

HELANDER, M.; NAGAMACHI, M. **Design for Manufacturability a Systems Approach to Concurrent Engineering and Ergonomics**. Washington: Taylor & Francis, 1992.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
INTERNATIONAL STANDART ORGANIZATION. **ISO 11064-3**: ergonomic design of control centres – part 3: control room layout. Switzerland, 1999.

INTERNATIONAL STANDART ORGANIZATION. **ISO 11064-4**: ergonomic design of control centres – part 4: layout and dimensions of workstations. Switzerland, 2004.

INTERNATIONAL STANDART ORGANIZATION. **ISO 11064-6**: ergonomic design of control centres – part 6: enviromental requirements for control centres. Switzerland, 2003.

INTERNATIONAL STANDART ORGANIZATION. **ISO 11064-1**: ergonomic design of control centres – part 1: priciples for the design control centres. Switzerland, 2000a

INTERNATIONAL STANDART ORGANIZATION. **ISO 11064-2**: ergonomic design of control centres – part 2: priciples for the arrangement of control suítes. Switzerland, 2000b.

KMITA, S. **Intervenção Macroergonômica na Indústria**: estudo de caso: divisão de usinagem da John Deere Brasil, 2003. Dissertação (Mestrado), UFRGS, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2003.

KRUG, S. **Avaliação do Método de design Macroergonômico no Projeto de Postos de Trabalho**: estudo de caso de posto de pré-calibração de medidores de energia monofásicos, 2000. Dissertação (Mestrado), UFRGS, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2000.

MAIA, N. **Ergonomia em Projetos de Salas de Controle de Unidades Marítimas de Produção, 2002**. Dissertação (Mestrado), COPPE/UFRJ, Programa de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2002.

MAIA, N; DUARTE, F. Ergonomia em projetos de sala de controle de unidades marítimas de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2002, Niterói. **Anais eletrônico...** Disponível em: <<http://www.latec.uff.br/anais/Artigos/36.pdf.htm>>. Acessado em 12/04/2004.

MENEZES, J. B.; MELLO, A. P. S. As normas de iluminação e a iluminação das salas de controle. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO E SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 2., 6. , 1993, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: ABERGO/Fundacentro, 1993, p. 234-236.

MORAES, A; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 2. ed. amp. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

MORAES, A; PEQUINI, S. **Ergodesign para Trabalho com Terminais Informatizados**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

NORMA REGULAMENTADORA DE ERGONOMIA. **NR 17**. Disponível em: <<http://www.mtb.gov.br/empregador/segsau/legislacao/normas/conteudo/nr17/default.asp.htm>>. Acessado em 14/09/2003.

NORMA REGULAMENTADORA DE SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA. **NR 26**. Disponível em: <<http://www.mtb.gov.br/empregador/segsau/legislacao/normas/conteudo/nr17/default.asp.htm>>. Acessado em 14/09/2003.

ORNSTEIN, S; ROMERO, M. **Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído**. São Paulo: Studio Nobel/Ed. USP, 1992.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Las Dimensiones Humanas em los Espacios Interiores**: estándares antropométricos. 9. ed. México: Gustavo Gilli, 2001.

PARAGUAY, A. I. **Exigências e organização do trabalho em sala de controle de processo com automação microeletrônica**, 1995. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Saúde Ambiental, São Paulo, 1995.

QUARESMA, M.; MOARES, A. Aplicando a antropometria ao design de produto. In: **ESTUDOS EM DESIGN**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, v.8, n.3, 2000.

RASMUSSEN, J.; LIND, M. **Coping with Complexity**: riso-m-2293. Denmark: Riso National Laboratories, 1981.

SANDERS, M.; McCORMICK, E. **Human Factors in Engineering and Design**. 7.ed. United States: McGraw-Hill, 1993.

SANTOS, P.; DUARTE, F. A contribuição dos operadores de processo para o projeto de telas de sistemas digitais de controle distribuído - SDCD. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2002, Niterói. **Anais eletrônico**...Disponível em: <<http://www.latec.uff.br/anais/artigos/55.pdf.htm>>. Acessado em 12/04/2004.

SANTOS, V.; PARAGUAY, A. I. Avaliação e projeto ergonômico do centro de controle operacional do metrô., 1988. In: **Projeto Ergonômico de Salas de Controle**. São Paulo: Fundación Mapfre-Sucursal Brasil, 1992. (Relatório da ERGON Projetos e Ofício Ergonomia).

SANTOS, V.; ZAMBERLAN, M. **Projeto Ergonômico de Salas de Controle**. São Paulo: Fundación Mapfre-Sucursal Brasil, 1992.

SCHERRER, J. **Précis de Physiologie du Travail**: notions d'ergonomie. Paris: Masson, 1981.

SHERIDAN, T. **Humans and Automation**: system design and research issues. United States: John Wiley & Sons, 2002.

SILVA, C.; LIMA, F. A objetivação do saber prático em sistemas especialistas e atividade de vigilância: um estudo de caso da indústria cimenteira. In: DUARTE, F. **Ergonomia & Projeto na Indústria de Processo Contínuo**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002.

SILVA, E. **Avaliação da Preferência de Cadeiras para Diferentes Tipos de Trabalhos de Escritórios**, 2003. Dissertação (Mestrado), UFRGS, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2003.

THIBAUT, J. Contribuição da ergonomia em projetos de concepção e implantação de SDCD. In: DUARTE, F. **Ergonomia & Projeto na Indústria de Processo Contínuo**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002.

VAN DER LINDEN, J. **Identificação dos Itens de Demanda Ergonômica em Escritórios Informatizados**, 1999. Dissertação (Mestrado), UFRGS, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 1999.

VITRA. **Ypsilon**. Disponível em:

http://www.vitra.com/products/wtu/office_chairs/ypsilon/default.asp?lang=es_es.htm.

Acessado em 14/09/2004.

WISNER, A. **Por Dentro do Trabalho**: ergonomia, método e técnica. São Paulo: FTD, 1987.

WISNER, A. **A Inteligência no Trabalho**; textos selecionados em ergonomia. São Paulo: Fundacentro, 1994.

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

ZAMBERLAN, M. **A Perspectiva Ergonômica no Projeto de Salas de Controle na Indústria de Processo Contínuo**, 1999. Dissertação (Mestrado), COPPE/UFRJ, Programa de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 1999.

APÊNDICES

Apêndice A Termo de consentimento dos participantes da pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, após ter sido esclarecido verbalmente sobre o presente trabalho, pela autora, autorizo a utilização dos dados coletados e das respostas por mim fornecidas para a realização deste projeto de pesquisa, intitulado “Sala de controle: um estudo de caso com método ergonômico participativo”. Será preservado meu anonimato e afirmo ter sido notificado que receberei todos os esclarecimentos sempre que o desejar e que ficarei ciente dos resultados obtidos.

Apêndice B Termo de consentimento da direção da empresa

TERMO DE CONSENTIMENTO

A CADAM S.A. após ter sido esclarecida verbalmente sobre o presente trabalho, pela autora, autoriza a utilização dos dados coletados e das respostas fornecidas para a realização deste projeto de pesquisa, intitulado “Sala de controle: um estudo de caso com método ergonômico participativo”. Afirma ter sido notificada que receberá todos os esclarecimentos sempre que o desejar e que ficará ciente dos resultados obtidos e que cede o direito de publicação.

Apêndice C Tabela de itens da demanda ergonômica conforme ordem de menção individual

	ITENS MENCIONADOS	Operador 1	Operador 2	Operador 3
1	Fazer monitoramento	1	12	
2	Fazer manobra de motores p/manutenção	2	5	
3	Ruído diminuiu com novo motor/precisa melhorar	3	10+16+20	
4	Observar painéis é mais importante que os micros	4		
5	Normal é monitorar de 2 em 2 horas	5		
6	Preocupação/Tensão/ Responsabilidade /Qualquer problema é grave	6+10	3+4+6	3+10
7	Ir na área de 3 em 3h	7+11		
8	À noite é sonolento, barulho diminui	8+12	11	8
9	Elaborar planilha de 3 em 3 horas	9	8	
10	Agora as informações são centralizadas	13		
11	Acesso é ruim	14+17	19	
12	Visualização para área é ruim	15+21	16	9
13	Ar condicionado é pouco.	16	18	
14	Falta micro auxiliar	18		
15	Tem excesso de luminárias e janelas causam reflexo.	19		13
16	Piso novo. Piso não pode ser claro	20		
17	Escutar a opinião dos funcionários		1	
18	Tem orgulho do trabalho		2	
19	Turno da manhã é melhor		9	
20	Ficar de 'olho' nos índices informais		13	2+11
21	Verificar e usar EPI's		14	
22	Melhorar a segurança (retirar CAT1 e 2)		7+15	12
23	Piso Novo. Piso claro para destacar		17	
24	Vestiário central é longe		21+23	
25	Guardar objetos pessoais e EPI's		22	
26	Fez treinamento para motor MANN			1
27	Melhorias lentas			4
28	Ambiente ruim			5+7
29	Não tem lugar para receber pessoas.			6
30	Contato com operadores da área é ruim.			14

Apêndice D Tabela de itens da demanda ergonômica da análise da representação mental

	ITENS MENCIONADOS	Operador 1	Operador 2	Operador 3
1	Fazer monitoramento	1	12	
2	Fazer manobra de motores p/manutenção	2	5	
3	Ruído diminuiu com novo motor/precisa melhorar	3	10+16+20	
4	Observar painéis é mais importante que os micros	4		
5	Normalmente se monitora de 2 em 2 horas	5		
6	Preocupação/Tensão/ Responsabilidade /Qualquer problema é grave	6+10	3+4+6	3+10
7	Ir na área de 3 em 3h	7+11		
8	À noite é sonolento, barulho diminui	8+12	11	8
9	Elaborar planilha de 3 em 3 horas	9	8	
10	Agora as informações são centralizadas	13		
11	Acesso é ruim	14+17	19	
12	Visualização para área é ruim	15+21	16	9+15+15
13	Ar condicionado é pouco.	16+22	18+24	15
14	Falta micro auxiliar	18		
15	Tem excesso de luminárias e janelas causam reflexo.	19		13
16	Piso novo. Piso não pode ser claro	20		
17	Mesa Central com micros de monitoramento	22	24	15
18	Espaço para mesa de reuniões central	22	24	
19	Espaço para mesa de reuniões ao fundo			15
20	Escutar a opinião dos funcionários		1	
21	Tem orgulho do trabalho		2	
22	Turno da manhã é melhor		9	
23	Ficar de 'olho' nos índices informais		13	2+11
24	Verificar e usar EPI's		14	
25	Melhorar a segurança (retirar CAT's)		7+15+24+24	12+15
26	Piso Novo. Piso claro para destacar		17+24	
27	Vestiário central é longe		21+23	
28	Guardar objetos pessoais e EPI's		22+24	15
29	Sala para gerência central			15
30	Espaço para bebedouro e café		24	
31	Sala para gerência ao fundo	22	24	
32	Fez treinamento para motor MANN			1
33	Melhorias lentas			4
34	Ambiente ruim			5+7
35	Não tem lugar para receber pessoas.			6
36	Contato com operadores da área é ruim.			14+15
37	Espaço para vegetação ou aquário			15

Apêndice E Tabela de IDE's tabulados e priorizados

	ITENS MENCIONADOS	PESOS
6	Preocupação/Tensão/ Responsabilidade /Qualquer problema é grave	1,45
1	Fazer monitoramento	1,08
20	Escutar a opinião dos funcionários	1,00
33	Fez treinamento para motor MANN	1,00
2	Fazer manobra de motores p/manutenção	0,70
24	Ficar de 'olho' nos índices informais	0,67
3	Ruído diminuiu com novo motor/precisa melhorar	0,55
21	Tem orgulho do trabalho	0,50
26	Melhorar a segurança (retirar CAT's)	0,44
8	À noite é sonolento, barulho diminui	0,42
12	Visualização para área é ruim	0,42
35	Ambiente ruim	0,34
13	Ar condicionado é pouco.	0,27
4	Observar painéis é mais importante que os micros	0,25
34	Melhorias lentas	0,25
9	Elaborar planilha de 3 em 3 horas	0,24
7	Ir na área de 3 em 3h	0,23
5	Normalmente se monitora de 2 em 2 horas	0,20
11	Acesso é ruim	0,18
36	Não tem lugar para receber pessoas.	0,17
17	Mesa Central com micros de monitoramento	0,15
29	Guardar objetos pessoais e EPI's	0,15
37	Contato com operadores da área é ruim.	0,14
15	Tem excesso de luminárias e janelas causam reflexo.	0,13
23	Turno da manhã é melhor	0,11
27	Piso Novo. Piso claro para destacar	0,10
28	Vestiário central é longe	0,09
18	Espaço para mesa de reuniões central	0,09
32	Sala para gerência ao fundo	0,09
10	Agora as informações são centralizadas	0,08
25	Verificar e usar EPI's	0,07
19	Espaço para mesa de reuniões ao fundo	0,07
30	Sala para gerência central	0,07
38	Espaço para vegetação ou aquário	0,07
14	Falta micro auxiliar	0,06
16	Piso novo. Piso não pode ser claro	0,05
31	Espaço para bebedouro e café	0,04

Apêndice F Tabela de IDE's tabulados, priorizados e organizados por construtos

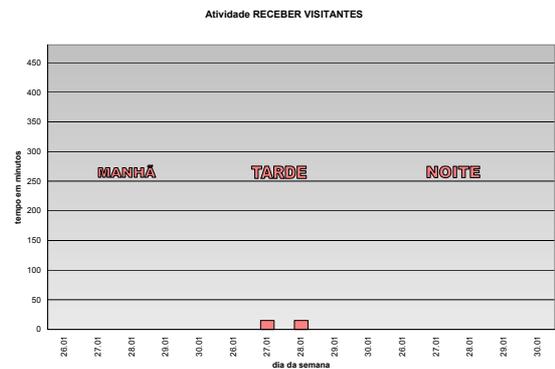
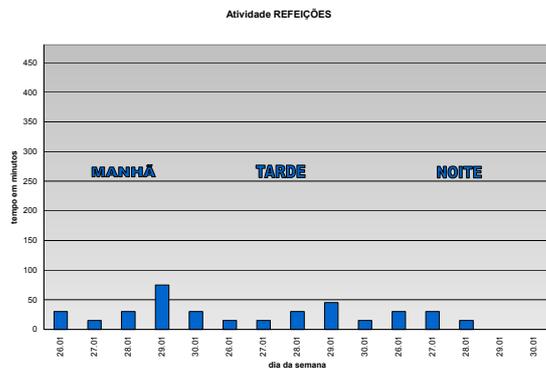
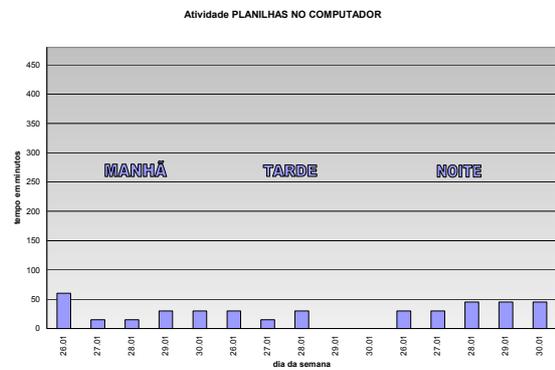
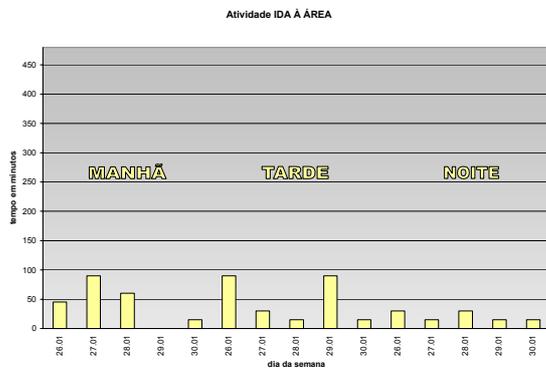
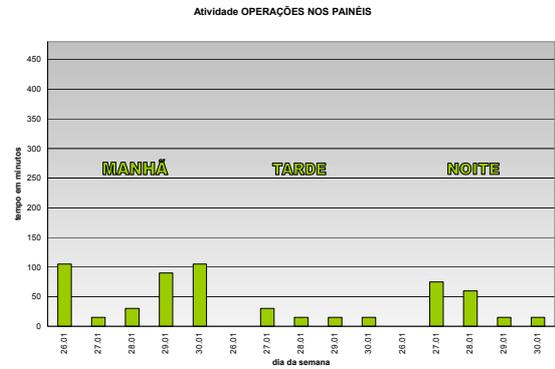
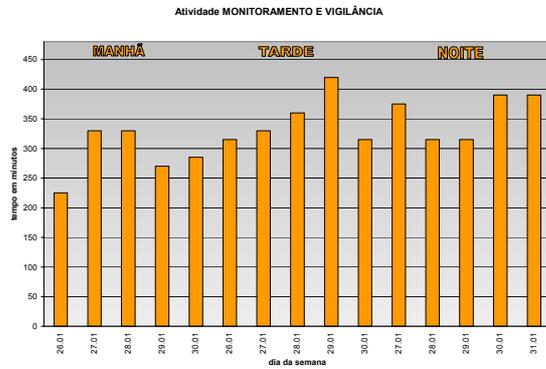
		ITEM DE DEMANDA ERGONÔMICA	PESO
CT*		Preocupação/Tensão/ Responsabilidade /Qualquer problema é grave	1,45
		Tem orgulho do trabalho	0,50
ORGANIZACIONAL		Fazer monitoramento	1,08
		Fazer manobra de motores p/manutenção	0,70
		Ficar de 'olho' nos índices informais	0,67
		À noite é sonolento, barulho diminui	0,42
		Elaborar planilha de 3 em 3 horas	0,24
		Ir na área de 3 em 3h	0,23
		Normalmente se monitora de 2 em 2 horas	0,20
		Turno da manhã é melhor	0,11
		Agora as informações são centralizadas	0,08
		Verificar e usar EPI's	0,07
		Contato com operadores da área é ruim.	0,07
EMPRESA		Escutar a opinião dos funcionários	1,00
		Fez treinamento para motor MANN	1,00
		Melhorias lentas	0,25
AMBIENTE		Ruído diminuiu com novo motor/precisa melhorar	0,55
		Ambiente ruim	0,34
		Tem excesso de luminárias e janelas causam reflexo.	0,13
		Ar condicionado é pouco.	0,12
POSTO DE TRABALHO		Melhorar a segurança (retirar CAT1 e 2)	0,44
		Visualização para área é ruim	0,29
		Observar painéis é mais importante que os micros	0,25
		Acesso é ruim	0,18
		Não tem lugar para receber pessoas.	0,17
		Mesa Central com micros de monitoramento	0,15
		Segurança está melhor	0,14
		Vestiário central é longe	0,09
		Espaço para mesa de reuniões central	0,09
		Sala para gerência ao fundo	0,09
		Espaço para mesa de reuniões ao fundo	0,07
		Sala para gerência central	0,07
		Espaço para vegetação ou aquário	0,07
		Piso Novo. Piso claro para destacar	0,06
		Falta micro auxiliar	0,06
		Piso novo. Piso não pode ser claro	0,05
		Guardar objetos pessoais e EPI's	0,05
	Espaço para bebedouro e café	0,04	

*CONTEÚDO DO TRABALHO

Apêndice G Tabela de IDE's tabulados e priorizados da gerência e chefia

	ITENS MENCIONADOS	PESOS
P	Otimizar leiaute	1,500
P	Substituição de mobiliário e revestimentos por materiais mais modernos	0,666
P	Devem ser retirados os painéis do CAT1 e CAT2 de dentro da sala(antigos e inseguros)	0,333
A	Tratamento acústico do ambiente	1,500
A	Melhoria na climatização	0,450
A	Melhoria na iluminação	0,450

Apêndice H Gráficos de minutos X atividade de monitoramento



ANEXOS

Anexo A Manual de procedimentos operacionais CAFOR



CADAM S.A.

DESCRIÇÃO DE CARGOS

Título do Cargo: Técnico Cafor

Gerência: Man / Utilidades

Superior Imediato: Chefe de Depto. Cafor / Utilidades

Cód. Salário:

DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Garantir o fornecimento contínuo de energia elétrica as cargas dos geradores através de painéis e mesas de comando, solicitando ao Operador a ligação ou desligamento de geradores de acordo com o consumo do processo industrial.

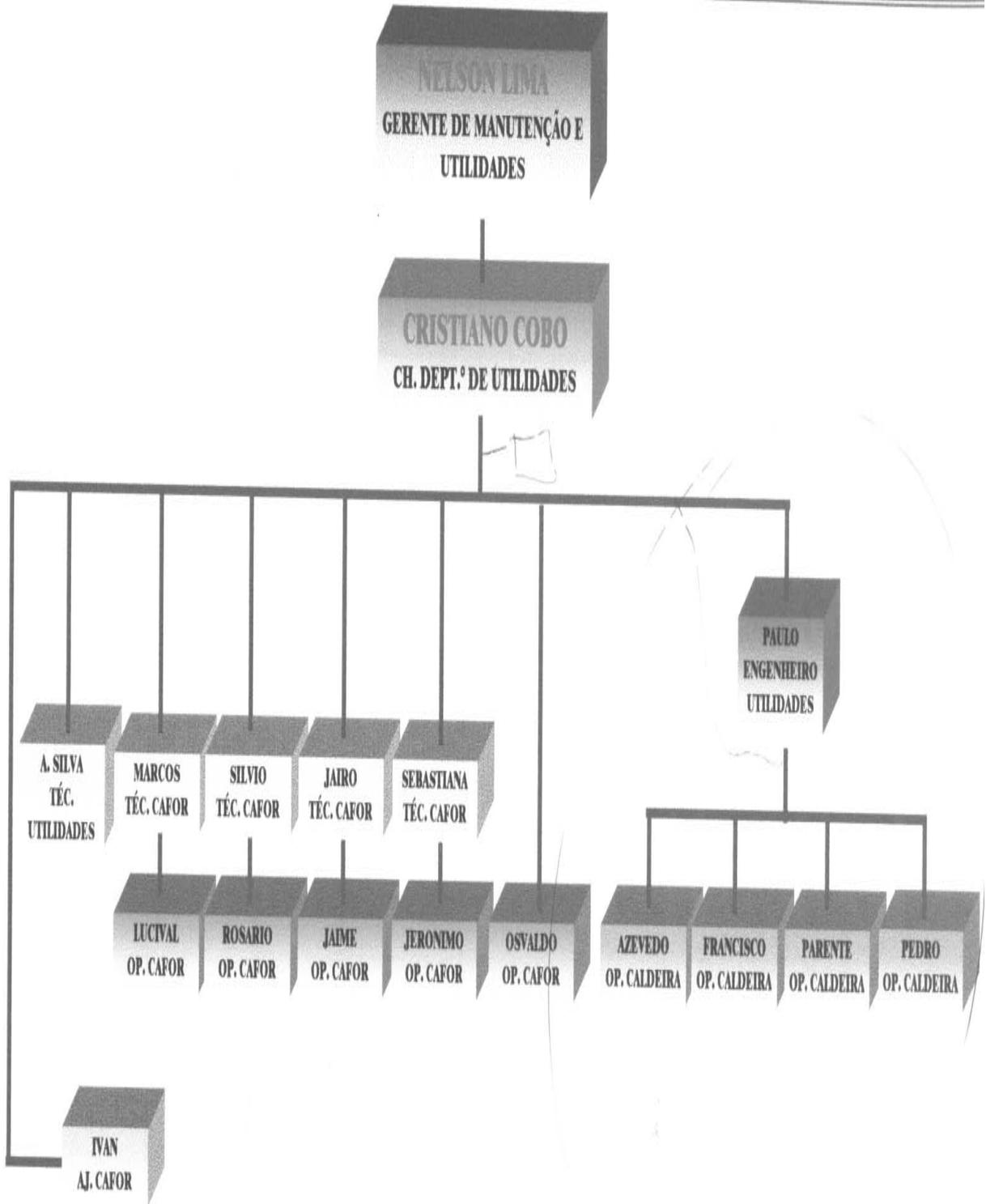
DESCRIÇÃO DETALHADA

- Apresentar-se para troca de turno com 10 minutos de antecedência para informar-se de todos os eventos ocorridos no turno anterior e registrar no livro de ocorrência diário os principais eventos ocorridos no turno;
- Monitorar painéis, contadores e outros aparelhos de controle, lendo indicações de operação dos geradores e cargas dos consumidores, anotando dados em planilhas específicas;
- Controlar a produção de energia elétrica, regulando o funcionamento dos geradores, colocando-os em marcha sincronizada, visando atender a demanda de energia elétrica do processo industrial e vila residencial mantendo o maior número de motores com fator de carga próximo do ideal para operação econômica dos motores diesel;
- Monitorar e operar, seguindo normas de segurança vigentes, disjuntores, chaves e demais equipamentos elétricos ligando-os ou desligando-os sempre que necessário em função das demandas de energia elétrica do processo industrial;
- Comunicar eventuais defeitos de equipamentos, instrumentos e aparelhos ao superior imediato ou solicitar reparos a área de manutenção diretamente (se necessário), visando a continuidade das atividades da Casa de Força;
- Monitorar as oscilações de carga dos geradores e consumidores, observando instrumentos nos painéis e mesas de comando a fim de verificar a carga ou o número de geradores necessários à operação normal e contínua do processo industrial;
- Paralisar imediatamente quaisquer operações que possam colocar em risco os executantes e/ou equipamentos existentes e comunicar o fato ao superior imediato;
- Executar atividades correlatas e/ou a critério do superior imediato.

EPI'S UTILIZADOS

- Capacete
- Abafador tipo Concha
- Protetor Auricular
- Óculos de segurança
- Luvas

um estudo de caso com um método ergonômico participativo



Anexo B Entrevista arquiteto

Prezado colega!

Este questionário não é obrigatório, mas sua opinião sobre o trabalho de controle é uma contribuição muito importante. Solicitamos, então, que você responda as questões abaixo.

As informações servirão para a discussão sobre o assunto na dissertação de autoria de Simone Senott Pons, desenvolvida no curso de Pós-Graduação da Engenharia de Produção – ênfase em Ergonomia ao nível de Mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Muito obrigado.

Questão 1. No desenvolvimento de seus projetos de salas de controle como são definidos os itens de design que serão utilizados? É aplicado algum método no desenvolvimento do projeto? *Estamos sempre pesquisando novas luminárias e materiais de acabamento lançados no mercado. Trabalho com consultores de acústica que nos orientam até mesmo no formato dos ambientes. Antes de desenvolver qq projeto, a visita ao local é imprescindível para verificar as condições físicas do espaço eleito para a Sala de Controle. Nesse quesito trabalhamos como consultores na escolha de imóveis para instalação destes ambientes.*

Questão 2. Os parâmetros utilizados são baseados em quê? *Ergonomia, conforto visual e auditivo, estética e modernidade. Acredito que todos conversam entre si.*

Questão 3. Qual seu conceito sobre o trabalho de controle? *Cada vez mais automatizado, estressante dado o downsizing e nível de exigência das empresas, sendo que o ambiente da Sala é visto sob uma ótica cada vez mais institucional.*

Anexo C Avaliação da maquete eletrônica pelos participantes da pesquisa**Parecer 1 sobre o projeto da nova sala de controle.**

Nada tenho a acrescentar ou reclamar sobre o projeto pois o que esta sendo apresentado é o que foi discutido pela operação do setor juntamente com a Arquiteta.

Parecer 2 sobre o projeto da nova sala de controle.

O projeto da nova sala de controle esta muito bom e audacioso, a meu ver esta de acordo com as informações colidas junto aos trabalhadores do setor, no meu ponto de vista não tenho nada acrescentar e sim aguardar o fim das obras para conferir o trabalho final.

Parecer 3 sobre o projeto da nova sala de controle.

Achei exagerado o uso de cores escuras (piso, forro e móveis), o que diminui o aproveitamento do potencial de iluminação que é semi-direta. Além disso, as janelas para sala de controle são usadas para visualizar vazamentos de local privilegiado, onde vários vazamentos já foram vistos com instalação de vidro fume diminuiria a visualização principalmente a noite. Acrescentaria mais cadeiras pois horário administrativo tem mais pessoas (4) No geral projeto está muito bom"

Anexo D Memorial do projeto acústico



PROJETO ACÚSTICO E MEMORIAL DESCRITIVO

Clientes: **CADAM S/A**

Local: **PARÁ - BRASIL**

Obra: **SALA DE CONTROLE**

Ruído Zero® Engenharia Acústica Ltda.

- Setembro / 2004 -

Porto Alegre, 2 de setembro de 2004.

Projeto acústico: CABEPA09200401

PROJETO ACÚSTICO

E

MEMORIAL DESCRITIVO

Este projeto acústico tem por finalidade tornar mais confortável acusticamente a sala de comando em questão. Deverão ser utilizadas portas acústicas, janelas acústicas fixas e uma antecâmara acústica para garantir um correto isolamento sonoro do local.

A seguir, serão descritos os detalhes dos itens mencionados acima.

Portas acústicas:

As portas acústicas serão fabricadas com chapas duplas de aço (# 16), preenchidas com 50 mm de lã de vidro (wallfelt 50). As mesmas terão visor com vidros duplos de 6mm + 6mm (ar) + 8mm (tipo lacrados). Os detalhamentos destas portas estão nas pranchas em anexo.

Janelas acústicas fixas:

As janelas acústicas fixas, detalhadas nas pranchas em anexo, serão fabricadas com perfis de alumínio natural (quadro de tubos preenchidos com lã de vidro e cantoneiras). Serão do tipo tampão e fixas, possuindo um alto poder de isolamento acústico. Os vidros duplos 6mm + 6mm (ar) + 8mm (tipo lacrados) serão fixados por intermédio de cantoneiras de alumínio, borrachas especiais e parafusos.

Para a fixação das janelas, serão utilizados parafusos e buchas. Além disso, uma camada de silicone, em toda volta dos caixilhos, deverá ser aplicada, com o propósito de garantir uma correta vedação.

Antecâmara acústica:

A antecâmara acústica será executada com o mesmo material das janelas acústicas fixas, conforme mostram os detalhes das pranchas em anexo. Além dos painéis fixos, a antecâmara deverá possuir uma porta, fabricada em alumínio natural (conforme detalhes mostrados nas pranchas) com vidros duplos 6mm + 6mm (ar) + 8mm (tipo lacrados). Eventualmente, caso o perfil metálico não comporte 20 mm (6mm + 6mm + 8mm), poderão ser utilizados vidros 6mm + 6mm (ar) + 6mm.

Para a fixação dos painéis, serão utilizados parafusos e buchas. Além disso, uma camada de silicone, em toda volta dos caixilhos, deverá ser aplicada, com o propósito de garantir uma correta vedação. É bom lembrar que a altura projetada da antecâmara é 2800 mm, sendo que a mesma deverá ir do piso até a laje.

Com estes procedimentos, os efeitos do ruído externo serão minimizados, proporcionando conforto acústico aos ocupantes da sala.

Quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários, o autor deste projeto estará à disposição para solucioná-los.

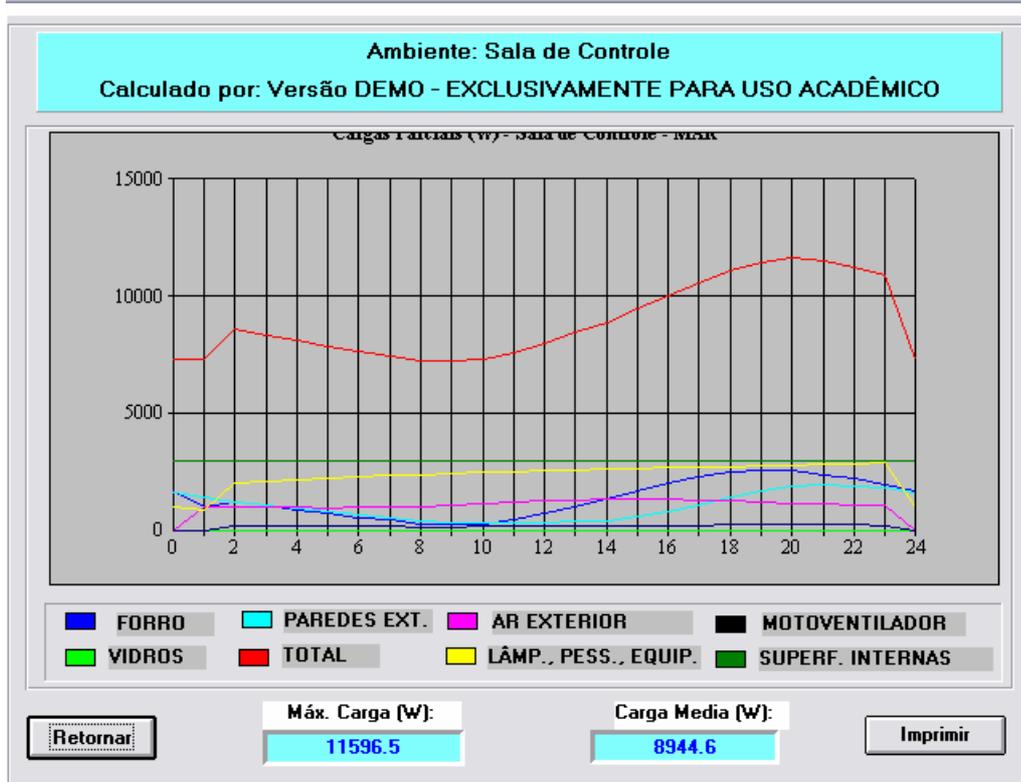
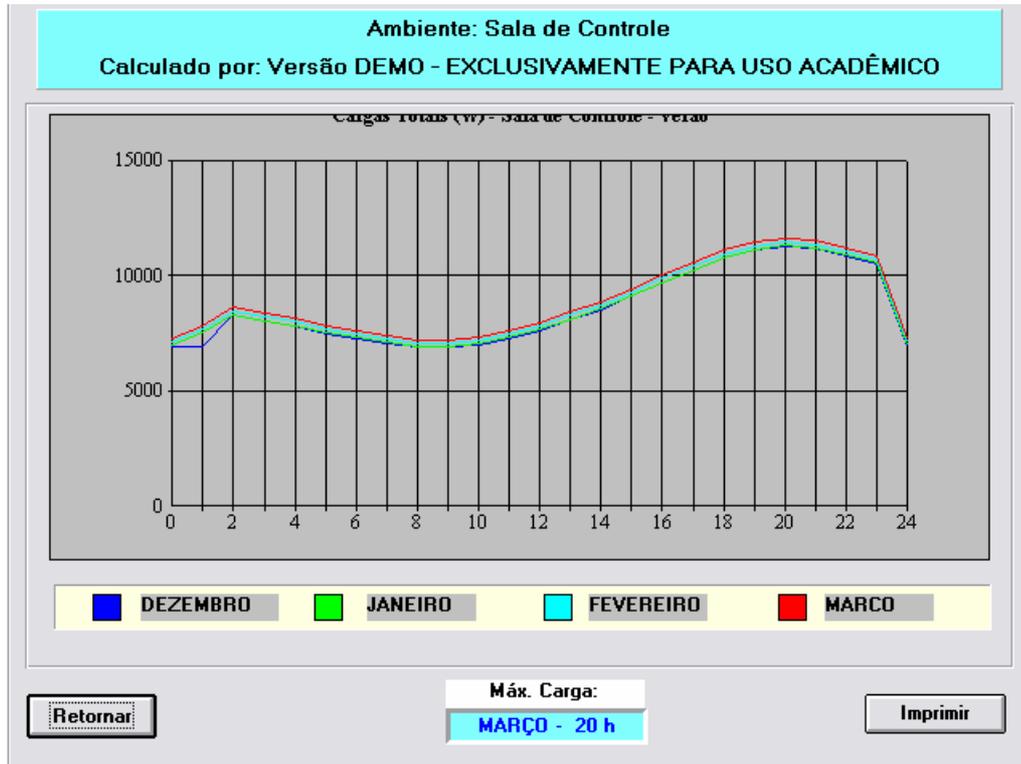


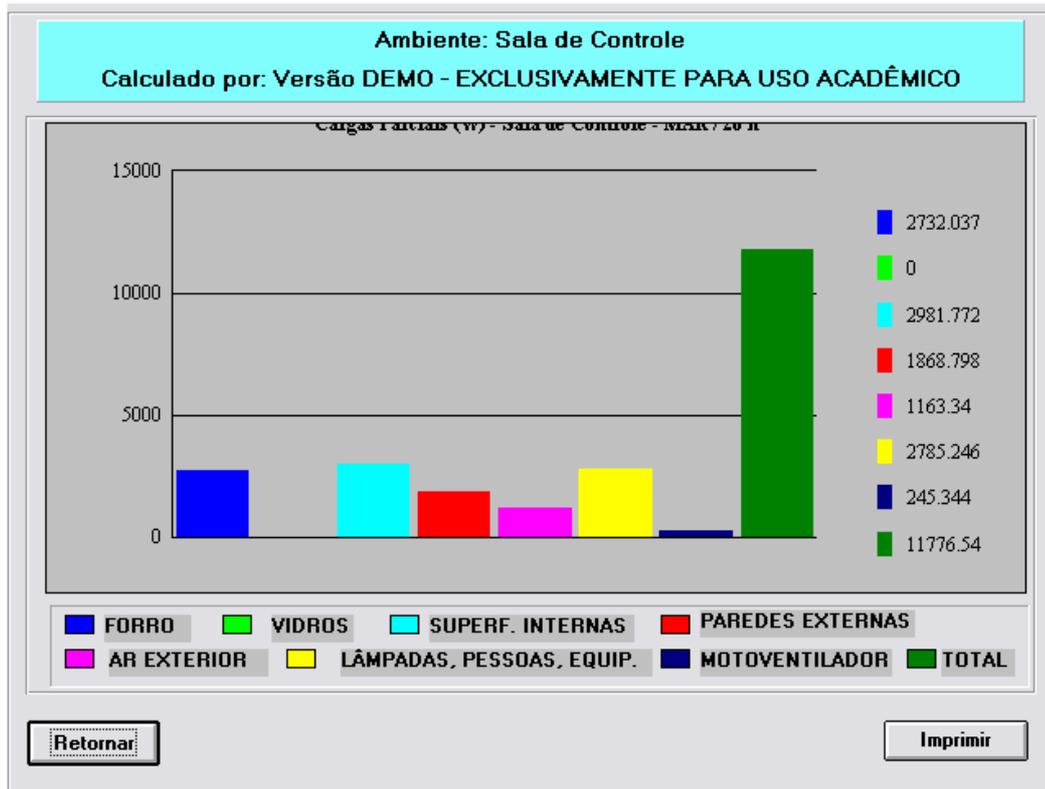
Ruído Zero® Engenharia Acústica Ltda.

(Resp. Téc.: João Antonio Agostini Rott)

(Engenheiro Civil – CREA/RS: 74.536)

Anexo E Cálculo carga térmica para 24,5°C





LISTAGEM DOS RESULTADOS

=====

ACTerm / CTVer -- Carga de Resfriamento

Beyer & Salvadorette -- F: (051)3316-3167 / 3316-3165

=====

CÓPIA REGISTRADA PARA:

Versão DEMO - EXCLUSIVAMENTE PARA USO ACADÊMICO

LISTAGEM TOTAL DE RESULTADOS

CÁLCULOS FIXOS

Localização: Belem, PA -Lat.: 2 graus Sul

Ambiente: Sala de Controle

Área Condicionada, m² :131 / Altura Ambiente, m: 3

Temp.Bulbo Seco Int., °C: 24.5 / Fator Umidade Int., gVA/kgAS:8.6

Temp.Bulbo Seco Ext., °C: 33 / Fator Umidade Ext., grVA/kgAS:20.1

Variação Diária Temp., °C: 10.5 / Velocidade Vento, m/s: 2.1

TELHADO/FORRO

Área Telhado Ao Sol, m²: 131

Condutividade Térmica Forro, W/m².°C: 0.897

Fator Ajuste Cor Forro, adim.: 0.75

Fator Ventilação Forro, adim.: 1

VIDROS

Número Orientações Vidros: 0

PAREDES EXTERNAS

Número Orientações Paredes: 1

1- Orientação: O / Area Parede, m²: 46.4

Condut.Term.Parede, W/m².°C: 2.356

Fat.Aj.Cor Parede, adim. 0.83

VENTILAÇÃO

Área Piso / Pessoa, m²:32.75

Necessidade Ventilação/Ocupante, L/s.pess.: 7.5

Vedação das janelas (0 = Boa 1 = Média 2 = Má): 0

SUPERFÍCIES INTERNAS

Número Superfícies Internas: 3

1- Superfície Interna: Paredes

Área Superfície Interna, m²: 88.1

Número Total de Resistências do Elemento: 5

1- Resistência, (m².°C) / W: 0.12 (x2)

2- Resistência, (m².°C) / W: 0.036 (x2)

3- Resistência, (m².°C) / W: 0.28 (x1)

2- Superfície Interna: Vidro

Área Superfície Interna, m²: 18.5

Número Total de Resistências do Elemento: 3

1- Resistência, (m².°C) / W: 0.12 (x2)

2- Resistência, (m².°C) / W: 0.003 (x2)

3- Superfície Interna: Piso

Área Superfície Interna, m²: 131

Número Total de Resistências do Elemento: 7

1- Resistência, (m².°C) / W: 0.107 (x2)

2- Resistência, (m².°C) / W: 0.036 (x2)

3- Resistência, (m².°C) / W: 0.009 (x1)

4- Resistência, (m².°C) / W: 0.059 (x2)

PESSOAS / ILUMINAÇÃO / EQUIPAMENTOS

Ganho Calor Sensível Pessoas, W/pess.: 75

Ganho Calor Latente Pessoas, W/pess.: 75

Energia Total Dissipada - Luminárias, W/m²: 10.748

Potência Total - Equipamentos Ambiente (Sensível), W: 800

Potência Total - Equipamentos Ambiente (Latente), W:

CÁLCULOS HORÁRIOS

Hora e Mês de Cálculo: 20 h - MAR

Percentual Variação Diária Temperatura Externa, °C: 0.47

Dif.Temp. Carga Resfriamento Forro, °C: 32

Correção Lat./Mês Forro, °C: 0

VIDROS

PAREDES EXTERNAS

- Parede Orientação O

Dif.Temp. Carga Resfriamento, °C: 22

Correção Lat./Mês, °C: -0.5

TOTAIS

Calor Telhado ao Sol, $W = 2732.037$

Calor Insolação Vidros, $W = 0$

Calor Condução Vidros, $W = 0$

Calor Paredes Externas, $W = 1868.798$

Calor Ar Exterior Sensível, $W = 128.34$

Calor Ar Exterior Latente, $W = 1035$

Calor Divisórias Internas, $W = 2981.772$

Calor Sensível das Pessoas, $W = 310.898$

Calor Latente das Pessoas, $W = 300$

Calor das Luminárias, $W = 1361.151$

Calor de Equipamentos (Sensível), $W = 813.197$

Calor de Equipamentos (Latente), $W = 0$

Calor SubTotal, $W = 11531.196$

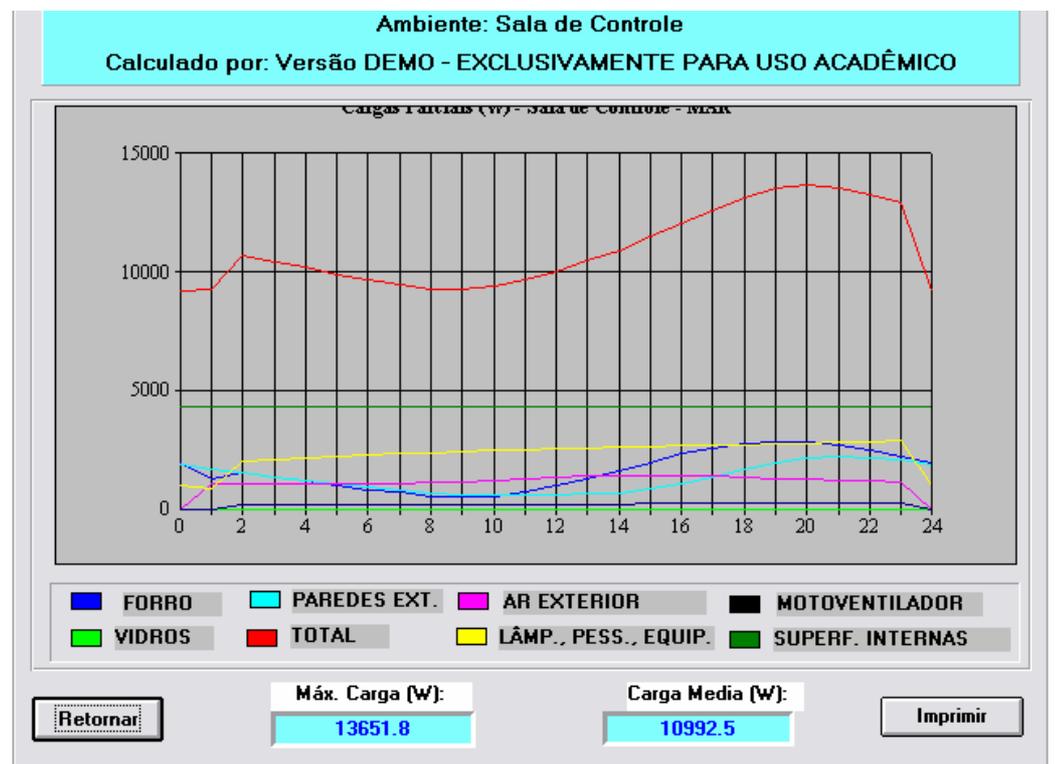
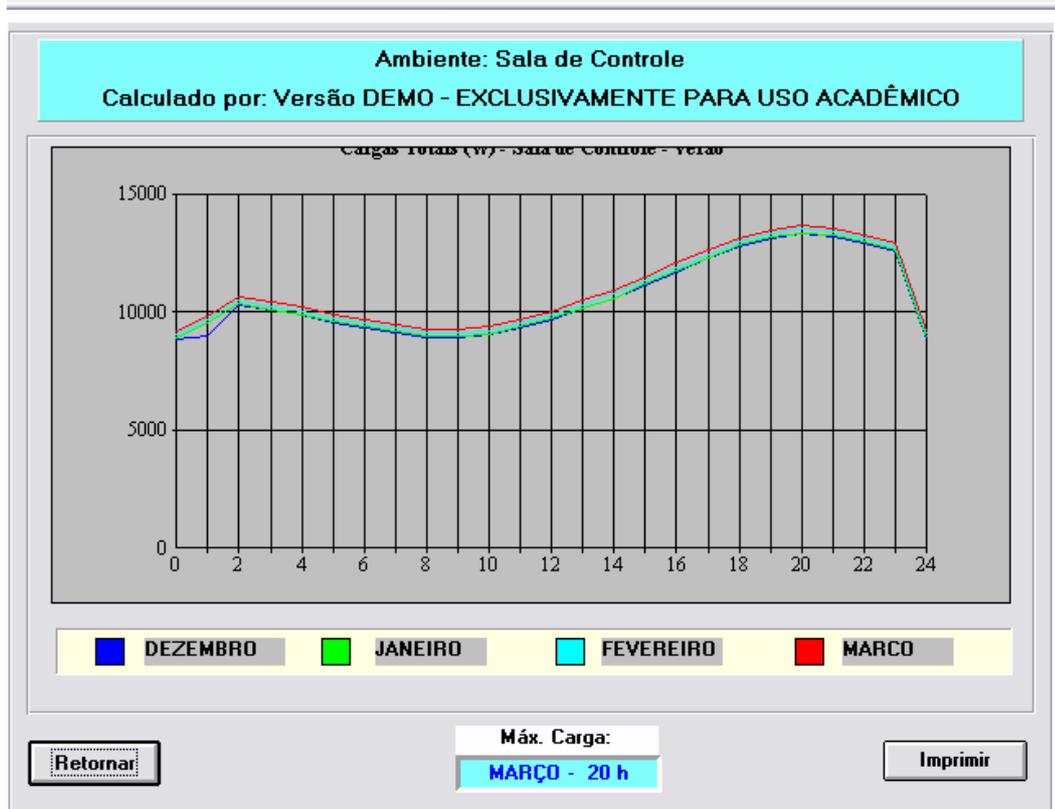
Calor do MotoVentilador, $W = 245.344$

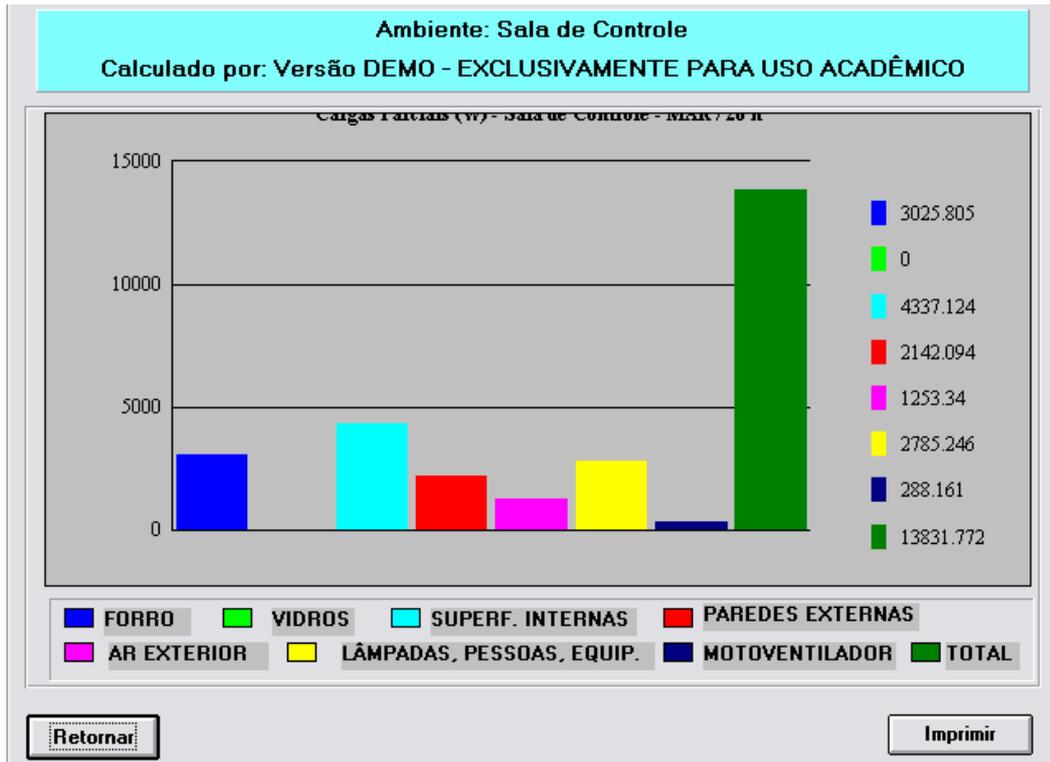
Calor Total, $W = 11776.54$

Potência em TR = 3.348 -- em BTU/h = 40181.541

OBS: Continuam necessárias e suficientes, 2 máquinas de 24.000 BTU/h

Anexo F Cálculo carga térmica para 22°C





LISTAGEM COMPLETA DO CÁLCULO

=====

ACTerm / CTVer -- Carga de Resfriamento

Beyer & Salvadoretti -- F: (051)3316-3167 / 3316-3165

=====

CÓPIA REGISTRADA PARA:

Versão DEMO - EXCLUSIVAMENTE PARA USO ACADÊMICO

LISTAGEM TOTAL DE RESULTADOS

CÁLCULOS FIXOS

Localização: Belem, PA - Lat.: 2 graus Sul

Ambiente: Sala de Controle

Área Condicionada, m²:131 / Altura Ambiente, m: 3

Temp.Bulbo Seco Int., °C: 22 / Fator Umidade Int., gVA/kgAS:8.6

Temp.Bulbo Seco Ext., °C: 33 / Fator Umidade Ext., grVA/kgAS:20.1

Variação Diária Temp., °C: 10.5 / Velocidade Vento, m/s: 2.1

TELHADO/FORRO:

Área Telhado Ao Sol, m²: 131

Condutividade Térmica Forro, W/m².°C: 0.897

Fator Ajuste Cor Forro, adim: 0.75

Fator Ventilação Forro, adim: 1

VIDROS:

Número Orientações Vidros: 0

PAREDES EXTERNAS:

Número Orientações Paredes: 1

1- Orientação: O / Area Parede, m²: 46.4

Condut.Term.Parede, W/m².°C: 2.356

Fat.Aj.Cor Parede, adim. 0.83

VENTILAÇÃO:

Área Piso / Pessoa, m²:32.75

Necessidade Ventilação/Ocupante, L/s.pess.: 7.5

Vedação das janelas (0 = Boa 1 = Média 2 = Má): 0

SUPERFÍCIES INTERNAS:

Número Superfícies Internas: 3

1- Superfície Interna: Paredes

Área Superfície Interna, m²: 88.1

Número Total de Resistências do Elemento: 5

1- Resistência, (m².°C) / W: 0.12 (x2)

2- Resistência, (m².°C) / W: 0.036 (x2)

3- Resistência, (m².°C) / W: 0.28 (x1)

2- Superfície Interna: Vidro

Área Superfície Interna, m²: 18.5

Número Total de Resistências do Elemento: 3

1- Resistência, (m².°C) / W: 0.12 (x2)

2- Resistência, (m².°C) / W: 0.003 (x2)

3- Superfície Interna: Piso

Área Superfície Interna, m²: 131

Número Total de Resistências do Elemento: 7

1- Resistência, (m².°C) / W: 0.107 (x2)

2- Resistência, (m².°C) / W: 0.036 (x2)

3- Resistência, (m².°C) / W: 0.009 (x1)

4- Resistência, (m².°C) / W: 0.059 (x2)

PESSOAS / ILUMINAÇÃO / EQUIPAMENTOS:

Ganho Calor Sensível Pessoas, W/pess.: 75

Ganho Calor Latente Pessoas, W/pess.: 75

Energia Total Dissipada - Luminárias, W/m²: 10.748

Potência Total - Equipamentos Ambiente (Sensível), W: 800

Potência Total - Equipamentos Ambiente (Latente), W:

CÁLCULOS HORÁRIOS:

Hora e Mês de Cálculo: 20 h - MAR

Percentual Variação Diária Temperatura Externa, °C: 0.47

Dif.Temp. Carga Resfriamento Forro, °C: 32

Correção Lat./Mês Forro, °C: 0

VIDROS :

PAREDES EXTERNAS :

Parede Orientação O

Dif.Temp. Carga Resfriamento, °C: 22

Correção Lat./Mês, °C: -0.5

TOTAIS:

Calor Telhado ao Sol, W = 3025.805

Calor Insolação Vidros, $W = 0$

Calor Condução Vidros, $W = 0$

Calor Paredes Externas, $W = 2142.094$

Calor Ar Exterior Sensível, $W = 218.34$

Calor Ar Exterior Latente, $W = 1035$

Calor Divisórias Internas, $W = 4337.124$

Calor Sensível das Pessoas, $W = 310.898$

Calor Latente das Pessoas, $W = 300$

Calor das Luminárias, $W = 1361.151$

Calor de Equipamentos (Sensível), $W = 813.197$

Calor de Equipamentos (Latente), $W = 0$

Calor Sub-total, $W = 13543.611$

Calor do MotoVentilador, $W = 288.161$

Calor Total, $W = 13831,772$

Potência em TR = 3.932 -- em BTU/h = 47193.99

Anexo G Cadeira modelo Ypsilon marca Vitra

Ypsilon es un nuevo estilo de silla de oficina. Una silla que satisface todas las exigencias gracias a su innovadora concepción del asiento y sus posibilidades de ajuste individual. Hoy en día, todos los puestos de trabajo requieren el uso de un ordenador, lo que hace crecer constantemente las exigencias en lo que a tiempo de presencia e intensidad de trabajo se refiere. Por lo que respecta a los hábitos posturales en el trabajo, esta transformación supone que la posición sedente a favor de una gran variedad erguida ha perdido su hegemonía en favor de una gran variedad de posiciones durante el trabajo.

Design
Mario Bellini with
Claudio Bellini

