

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ESTUDO DO TRABALHO DE
OPERADORES DE CALDEIRAS:
UMA ABORDAGEM ERGONOMICA**

Dissertação submetida à Universidade Federal de
Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia de Produção

EMMANUEL BEHR



0.206.333-9

UFSC-BU

Florianópolis, novembro de 1992.

ESTUDO DO TRABALHO DE OPERADORES DE CALDEIRAS:
UMA ABORDAGEM ERGONOMICA

EMMANUEL BEHR

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do
título de

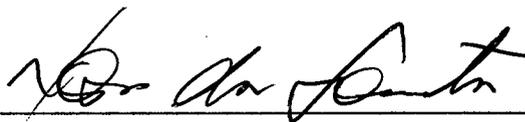
"MESTRE EM ENGENHARIA"

especialidade Engenharia de Produção e aprovada em sua
forma final pelo Programa de Pós-graduação

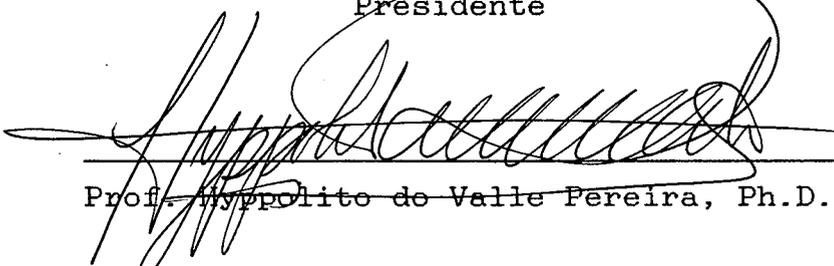


Prof. Neri dos Santos, Dr. Ing.
Coordenador do Programa

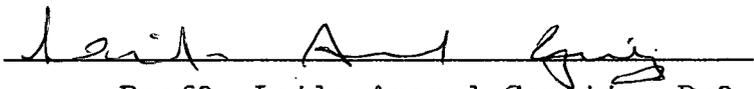
BANCA EXAMINADORA:



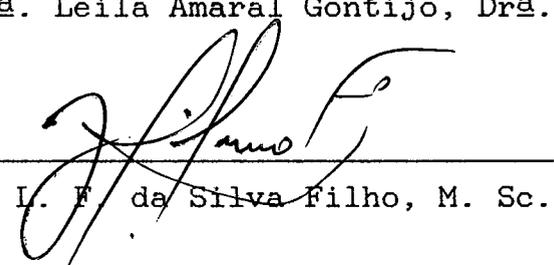
Prof. Neri dos Santos, Dr. Ing.
Presidente



Prof. Hippolito de Valle Pereira, Ph.D.



Prof.ª Leila Amaral Gontijo, Dr.ª.



Prof. José L. F. da Silva Filho, M. Sc.

Dedico este trabalho

à minha esposa Terezinha,

a meus filhos Bruno e Sarah,

a meus pais Doralina Apriletti e
Rodolfo Henrique (in memorian),

a meus sogros Mafalda Piacentini e
Rolando Périgo (in memorian) e

a todos os irmãos e familiares,
em especial, a Tânia e Maria Luiza.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Ing. Neri dos Santos, pelo apoio e pela orientação deste trabalho e aos demais professores do curso de Engenharia de Produção e Sistemas. Aos colegas de curso Sérgio, Vânia, Wilson, Marília, Jonathan e todos os demais companheiros de estudo.

Ao engenheiro Paulo Magalhães, chefe do setor de manutenção de caldeiras. Aos funcionários do setor de caldeiras do Hospital Universitário, pelo apoio prestado na montagem dos experimentos.

Aos professores e técnicos dos laboratórios de termotécnica, vibração e ruídos e medidas elétricas, pelo empréstimo dos instrumentos utilizados nos experimentos.

Aos professores do curso de Mecânica e Segurança do Trabalho da ETF/SC, pela dedicação e apoio. Ao professor Anésio, do Departamento de Ensino, pela estima e consideração. A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

"Não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que se adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. A não ser assim, ele se assemelhará, com seus conhecimentos profissionais, mais a um cão ensinado do que uma criatura harmoniosamente desenvolvida. Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias, para determinar com exatidão seu lugar exato em relação a seus próximos e à comunidade."

(Albert Einstein)

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	01
1.1. APRESENTAÇÃO	02
1.2. HISTÓRICO	03
1.2.1. Século II AC até o século XVII	03
1.2.2. Século XVII ao século XVIII	04
1.2.3. Século XIX até a época contemporânea	04
1.3. JUSTIFICATIVA	07
1.3.1. Acidentes	07
1.3.2. Importância das caldeiras	10
1.4. OBJETIVOS	12
1.4.1. Objetivo geral	12
1.4.2. Objetivos específicos	12
1.5. METODOLOGIA	13
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO	15
1.7. LIMITAÇÕES DO TRABALHO	17
2. FUNCIONAMENTO DE UMA CALDEIRA E TIPOS EXISTENTES	19
2.1. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA GERAÇÃO DE VAPOR	19
2.2. CLASSIFICAÇÃO DAS CALDEIRAS	23
2.2.1. Caldeiras aquotubulares	23
2.2.2. Caldeiras flamotubulares	24
2.2.3. Caldeiras elétricas	27
a) <i>Tipo Resistência</i>	27
b) <i>Tipo Eletrodo Submerso</i>	28
c) <i>Tipo Jato de Água</i>	28

3. ANALISE ERGONOMICA DA OPERAÇÃO DE CALDEIRAS	31
3.1. ANALISE DA TAREFA: ANALISE DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO NA OPERAÇÃO DE CALDEIRA	33
3.1.1. Objetivo	33
3.1.2. Características gerais	33
a) <i>Características da população</i>	33
b) <i>Características técnicas</i>	34
c) <i>Características organizacionais</i>	35
d) <i>Características sócio-econômicas</i>	37
e) <i>Condições ambientais do trabalho</i>	37
3.1.3. O ambiente térmico	38
a) <i>Tensões térmicas que atuam sobre os operadores</i>	39
b) <i>Instrumentos utilizados na avaliação da carga térmica</i>	39
c) <i>Tabelas de medição com o sensor na posição 1 (cabeça)</i>	39
d) <i>Tabelas de medição com o sensor na posição 2 (tronco)</i>	41
e) <i>Tabelas de medição com o sensor na posição 3 (joelhos)</i>	41
f) <i>Cálculo da carga térmica pelo método do I.B.U.T.G.</i>	42
g) <i>Cálculo da carga térmica pelo método do índice de sobrecarga térmica</i>	43
3.1.4. O ambiente sonoro	54
a) <i>Instrumentos utilizados na avaliação do nível de ruído</i>	54
b) <i>Medições efetuadas no setor de caldeiras</i>	56
c) <i>Desenvolvimento</i>	56
d) <i>Considerações para a elaboração da planilha de cálculos</i>	59

3.1.5. O ambiente luminoso	62
a) <i>Levantamento do ambiente luminoso visando o projeto luminotécnico</i>	62
b) <i>Instrumento utilizado na medição do iluminamento</i>	62
c) <i>Determinação do nível de iluminamento adequado - E</i>	63
3.2. ANÁLISE DAS ATIVIDADES DOS OPERADORES DE CALDEIRAS	67
3.2.1. Introdução	67
3.2.2. Descrição das ações	67
3.2.3. As inter-relações entre as atividades dos operadores	68
3.2.4. As condicionantes mentais	68
3.2.5. As condicionantes físicas	68
3.2.6. Ações básicas dos operadores de caldeiras	69
4. SÍNTESE ERGONÔMICA DA OPERAÇÃO DE CALDEIRAS	72
4.1. INTRODUÇÃO	72
4.1.1. Relações com o ambiente externo	72
4.1.2. Condições do ambiente interno	73
a) <i>Quanto à temperatura</i>	73
b) <i>Quanto a ruídos</i>	73
c) <i>Quanto ao ambiente luminoso</i>	74
4.1.3. Quanto aos agentes químicos	74
4.1.4. Características da população	74
4.1.5. Características organizacionais	74
a) <i>Organização do trabalho</i>	74
b) <i>Repartição das tarefas</i>	75
c) <i>Condicionantes de tempo</i>	75
d) <i>Estrutura organizacional</i>	75
e) <i>Condicionantes relativas à documentação</i>	76

4.1.6.	Condicionantes relativas ao meio ambiente	76
4.1.7.	Quanto aos fatores sociais	76
4.1.8.	Quanto à produção	76
4.1.9.	Indicadores relativos aos trabalhadores ..	77
	a) <i>Acidentes</i>	77
	b) <i>Saúde</i>	77
	c) <i>Absenteísmo, turn-over e recrutamento</i> ..	77
	d) <i>Queixas</i>	78
4.1.10.	Dificuldades conhecidas	78
4.2.	EXPLORAÇÃO DO SOFRIMENTO PSÍQUICO	79
4.3.	CONCLUSÃO	81
5.	CADERNO DE ENCARGOS DE RECOMENDAÇÕES ERGONOMICAS	
	PARA OPERAÇÃO DE CALDEIRAS	83
5.1.	INTRODUÇÃO	83
5.1.1.	Objetivos relativos à produção	83
5.1.2.	Objetivos relativos à organização do trabalho	84
5.1.3.	Objetivos relativos às condições de execução	84
5.1.4.	Objetivos relativos à demarche de concepção	85
5.2.	CADERNO DE ENCARGOS	86
5.2.1.	Programa "Locais e espaços de trabalho" ..	86
5.2.2.	Programa "Equipamentos e materiais"	87
5.2.3.	Programa "Interface"	89
5.2.4.	Programa "Organização do trabalho"	90
5.2.5.	Programa "Formação"	91
5.2.6.	Programa "Documentação"	91

6. CONCLUSÕES E FUTUROS TRABALHOS	92
6.1. CRÍTICAS A NORMA REGULAMENTADORA NR-13	94
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
8. BIBLIOGRAFIA	97
9. ANEXOS	98

ÍNDICE DE FIGURAS

01. Evolução das características das caldeiras	06
02. Causas combinadas que podem originar o risco de uma explosão	09
03. Princípios de geração de vapor sob a ação da pressão atmosférica	20
04. Aspectos básicos da vaporização d'água em caldeiras aquotubulares	22
05. Esquema de uma caldeira aquotubular com dois tubulões centrais, utilizando óleo b.p.f.	24
06. Esquema de uma caldeira flamotubular de duas passagens	26
07. Esquema de uma caldeira elétrica com eletrodos submersos	30
08. Setor de caldeiras - esquema de medições de cargas térmicas	40
09. Esquema de medição dos ruídos	55
10. Medições para determinar o nível de iluminamento no setor de caldeiras	65
11. Distribuição das 32 luminárias com lâmpadas TRLS/33	66
12. Console para cabine de um operador de caldeira	89

RESUMO

Os operadores de caldeiras quase sempre estão expostos a diversos riscos de acidentes, tais como: explosão, queimaduras, intoxicações, decorrente da própria natureza do trabalho.

Do ponto de vista ergonômico, é quase certo que, além dos riscos de acidentes inerentes às atividades, os operadores estão submetidos ao risco à saúde ocupacional e ao desconforto, gerados pelas condições de trabalho.

Entretanto, é provável que os riscos de acidentes e as péssimas condições de trabalho a que estão expostos estes trabalhadores são independentes de sua vontade, porém torna-se necessária a presença destes operadores na operação e controle dos equipamentos do sistema de geração de vapor.

Por outro lado, a partir desta situação, é indispensável uma intervenção ergonômica com o objetivo de avaliar as cargas físicas e mentais do trabalho a que estão submetidos estes operadores, face às agressões dos agentes físicos, químicos e biológicos, assim como os problemas ergonômicos pertinentes à interface operador-caldeira e da exploração do sofrimento psíquico dos operadores pela organização do trabalho.

Conforme Wisner (1992), a análise ergonômica do traba-

lho é uma metodologia que estuda a conduta dos trabalhadores no desenvolvimento de suas atividades, analisando seus comportamentos em termos de percepção visual, auditiva, de gestos, de movimentos, de verbalização, etc.

A metodologia ergonômica da análise do trabalho tem a finalidade de avaliar a carga de trabalho inerente às atividades desenvolvidas pelos operadores de caldeiras e, neste estudo, procurar-se-á compará-la com o limite de tolerância permitido pela Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho.

De acordo com Santos (1991), esta intervenção ergonômica não procura definir as regras do trabalho, contribui apenas no sentido de que os meios de trabalho lhe permitam elaborar modos operativos, visando atingir os objetivos estabelecidos sem que isto se traduza em condições desfavoráveis à saúde e ao bem-estar dos trabalhadores.

Convém ressaltar que os objetivos desta dissertação é evidenciar que, apesar da introdução de tecnologias avançadas em termos de concepções técnicas, ainda é necessário desenvolver algum esforço de pesquisa em termos de segurança, devido às poucas considerações ergonômicas nas fases de desenvolvimento do projeto presentes na maioria das caldeiras analisadas.

Assim, por intermédio desta análise ergonômica do trabalho, procurou-se propor medidas de segurança, além de melhorar a qualidade do posto de trabalho destes operadores.

Quanto à metodologia implantada, consiste de uma análise ergonômica do trabalho, cuja situação de trabalho é a sala de caldeira, onde através de técnicas específicas, procurou-se comparar a metodologia de trabalho utilizada pelos operadores com a metodologia proposta pela Ergonomia.

Esta análise compreende cinco etapas, as quais devem ser encaminhadas cronologicamente, culminando em uma fase de interpretação dos resultados decorrentes das primeiras quatro respectivamente. As etapas são: definição do problema, análise da tarefa, análise das atividades, elaboração do diagnóstico e do Caderno de Encargos.

A definição do problema é o ponto de partida da análise ergonômica do trabalho, é a delimitação do sistema homem/tarefa a ser analisado. A análise da tarefa é a segunda etapa e corresponde ao que o operador de caldeira deve realizar e em que condições. Por outro lado, a análise das atividades está relacionada com o trabalho real, ou seja, o que é realizado pelo operador de caldeira para executar esta tarefa. A elaboração do diagnóstico compreende os problemas ergonômicos levantados após as análises. Quanto ao Caderno de Encargos, este caracteriza a fase de elaboração de recomendações, isto é, as possíveis soluções para os diagnósticos.

Dentro desta análise ergonômica, faz-se menção à síntese ergonômica da operação de caldeiras, onde após a fase da análise detalhada da situação de trabalho, apresentam-se os problemas ergonômicos, ou seja, o diagnóstico das condições de trabalho.

Encerra-se esta análise ergonômica do trabalho tecendo críticas à NR-13, considerando-se que as alterações efetuadas não atingiram seus objetivos, pois apesar de alguns avanços, a situação de perigo ainda permanece no que tange às caldeiras a vapor.

ABSTRACT

The boiler operators usually are exposed to many accidents, like explosion, burns, intoxications. That is inherent to the very nature of this work.

In an ergonomic view, the operators, probably, beyond the risk of accidents, are submitted to risks to their health and to discomfort, generated by work conditions.

However, this situation (the risks and work conditions) is independent from the operators will, but the operators are necessary in the control of the steam producer system's equipments.

From this situation, an ergonomic intervention is indispensable to evaluate the physical and mental charges of the operators work, in view of aggressions by physical, chemical and biological agents, as like the ergonomic problems in operators-machine interface and the psycho suffer exploration by the work organization.

In accordance with Wisner (1992), the ergonomic analysis of work is a methodology that studies the workers procedures in their activities development, analysing their behaviors (visual and auditive perception, gestures, movements, verbaliza-

tions and so on.

This methodology aims to evaluate the work charges inherent to operators activities and, in this study, we will compare them with tolerance limits permitted by Work Ministry's Regulator Statuts.

In accordance with Santos (1991), this ergonomic intervention don't aims to define the works rules, only aims to elaborate operative modes that reach the established objectives but not going in desfavorable conditions to workers health and comfort.

We must emphasize: this study's objetives is to evidenciate that, despite the introduction of advanced technologies in technics conceptions, it is necessary still to develop some research in security due to the few ergonomic considerations in the project development phases in the majority of the boilers. So, by this ergonomic analysis of the work, we tried to propose some security steps and to improve quality of the operator's job.

The methology used consists in an ergonomic analysis of the boiler job, comparing the work technics used by operators with the methodology proposed by the Ergonomics. This analysis consists in problem definition, task analysis, activities analysis, diagnostic elaboration and Duties Book.

The problem definition is the delimitation of the man/task system. The task analysis consists in to determine what the operator must do and how he must do it. The activities analysis aims to determine the real work, what is really done by the operators in their jobs. The diagnostic elaboration is a list of ergonomic problems from the analysis. The Duties Book shows the

possible solutions to diagnostic.

After this analysis, we pass to ergonomic synthesis, where we present the ergonomic problems, that is the diagnostic of the work conditions.

We finish making some judgements to NR-13, because the alterations done don't reach their objectives, in view of that the dangerous situations still remains in the steam boilers job.

1. INTRODUÇÃO

Os operadores de caldeiras estão sujeitos a riscos de acidentes de diversas naturezas, tais como: explosão, queimaduras, intoxicação, entre outros, inerentes às atividades.

Sabe-se que esta situação de trabalho é devido à própria natureza e que mediante uma manutenção preventiva e eficiente, pode-se gerenciar estes riscos de acidentes.

O problema crítico é a péssima qualidade das condições de trabalho das salas de caldeiras, geradas por problemas ergonômicos e do meio ambiente, no que tange aos fatores técnicos e organizacionais necessários para o funcionamento e controle destas unidades.

É quase certo que os operadores estão expostos a ambientes agressivos, ou seja, insalubres, comprometendo a saúde física e psíquica desses trabalhadores.

Dentro desta premissa, esta dissertação visa mostrar os problemas pertinentes ao ambiente físico do trabalho e elaborar recomendações para prevenir acidentes e doenças ocupacionais, para que a sala das caldeiras não se torne insalubre.

1.1. APRESENTAÇÃO

Segundo Magrini (1986), os operadores de caldeiras quase sempre são obrigados a executar tarefas que possuem riscos reais de acidentes, inerentes à condição de trabalho, que podem ainda serem agravados por situações de inseguranças peculiares a aspectos ergonômicos.

Do ponto de vista ergonômico, as caldeiras exigem dos operadores esforços excessivos e desordenados, com visores de nível mal posicionados, instrumentos de medição instalados em locais inadequados, mecanismos de controle com peso e tamanho irregulares, válvulas cujo acionamento depende simultaneamente de instrumentos de referência instalados à distância destas, dispositivos de leituras quantitativos com números e mostradores imprecisos e operações iterativas. Em relação ao ambiente físico do trabalho, os operadores de caldeiras estão expostos a riscos à saúde e ao desconforto, devido ao excesso de ruído, temperaturas extremas e níveis de iluminação insuficiente, além dos agentes químicos presentes na queima e armazenamento do combustível.

Outro problema crucial é a exploração do sofrimento psíquico dos operadores pela organização do trabalho, onde através das visitas de estudo em alguns setores de caldeiras da Grande Florianópolis, constatou-se a predominância de uma estrutura rígida de trabalho. Observou-se que os mecanismos de defesa desses trabalhadores são utilizados pelas chefias como meio de manter os operadores em atividade.

Por outro lado, ressalta-se que esta dissertação tem como objetivo uma análise ergonômica do trabalho, não se preocupando com o gerenciamento de riscos de acidentes nas fases de projeto, fabricação, inspeção de qualidade, operação e manutenção das unidades geradoras de vapor.

1.2. HISTÓRICO

Segundo a Norma Brasileira P-NB-55 (1975), caldeira a vapor é um trocador de calor complexo que produz vapor a partir de uma fonte de calor sob pressão superior à atmosférica, sendo constituída por determinados equipamentos integrados entre si visando a obtenção do maior rendimento térmico possível e maior segurança.

Dentro deste princípio surgiram as primeiras caldeiras que, além de suas limitações, eram quase ou totalmente desprovidas de qualquer dimensionamento criterioso, utilizando apenas conhecimento prático, cujo objetivo era substituir a força muscular do homem pela energia térmica na realização do trabalho.

Conforme Magrini (1986), a evolução dos geradores de vapor começa com Heron na Alexandria, Denis Papin na França, James Watt na Escócia, Wilcox nos Estados Unidos, entre outros, envolvendo cientistas, artífices e operários, os quais ao longo do tempo dedicaram-se ao estudo das caldeiras, rompendo certos limites de capacidade destas através dos períodos seguintes:

1.2.1. SÉCULO II A.C. ATÉ O SÉCULO XVII D.C.

De acordo com Magrini (1986), no século II antes da nossa era, baseado em suas experiências, Heron de Alexandria criou um aparelho denominado Eolípila, uma forma bastante rudimentar de turbina a vapor, que através da vaporização da água movimentava uma esfera em torno de um eixo, que iria provocar séculos mais tarde uma revolução industrial com a invenção da máquina a vapor.

1.2.2. SÉCULO XVII AO SÉCULO XVIII

Segundo Armando Curcio, a primeira caldeira de que se tem notícia histórica foi utilizada em 1699 na Inglaterra por Thomas Saveny no trabalho de extração de águas das minas, sendo aperfeiçoada passando a funcionar com cilindros e êmbolos a partir de 1705.

Por outro lado, de 1763 a 1782, James Watt inventou as primeiras caldeiras de construção relativamente moderna, funcionando com pressões superiores à pressão atmosférica, dotadas de manômetros e indicadores de nível e, em 1782, patenteou um novo modelo, uma máquina rotativa de ação dupla que impulsionava determinados mecanismos utilizando o vapor.

Em torno de 1800, Richard Trevithick e Oliver Evans, como resultado da experiência do fenômeno da alta pressão, aperfeiçoaram a engenhosa máquina, a qual funcionou à pressão de aproximadamente 3 atm, tendo uma aplicação fundamental nas locomotivas e rapidamente na navegação. Seu precursor foi Robert Fulton, o qual através de uma série de experiências conseguiu cruzar o rio Hudson, sendo o responsável pelo início da navegação comercial.

1.2.3. SÉCULO XIX ATÉ A ÉPOCA CONTEMPORANEA

De acordo com Armando Curcio, nos primeiros anos do século XIX, Trevithick inventou a caldeira tipo cornuália, a qual é constituída por um corpo cilíndrico de diâmetro variando entre 1,50 a 2,50 m, possuindo em seu interior um ou dois cilindros horizontais com diâmetro entre 0,60 a 1,00 m. Estes cilindros atravessam de uma extremidade a outra, unidos por placas planas ou abauladas.

Entre 1825 e 1830 surgiu a caldeira com tubulações de vapor, que em seguida passou a ser a única utilizada nas locomotivas a vapor. Em cada caso as caldeiras possuíam a forma de um corpo cilíndrico contendo água e vapor, tendo ainda as fornalhas e as tubulações de fumaça.

Antes de 1900, devido às concepções arcaicas das caldeiras, e como não existia uma tecnologia voltada para o tratamento da água utilizada por elas, dificultando a produção de vapor e a manutenção destas, além da necessidade de uma outra caldeira de reserva devido às paradas obrigatórias de limpeza. Até que no período de 1900 a 1920, desenvolveram-se algumas técnicas de tratamento de água das caldeiras.

Segundo Magrini (1986), em 1835 já existiam aproximadamente seis mil teares movidos a vapor e, após 1914, com o progresso da metalurgia, novos materiais de construção mecânica foram empregados, permitindo desenvolver recursos para o projeto de caldeiras capazes de cumprir as exigências industriais em termos de capacidade de produção de vapor e pressão de trabalho. Os resultados das pesquisas e os aperfeiçoamentos atuais são surpreendentes, permitindo vários modelos de caldeiras, com melhorias significativas em termos de concepção técnica, mas ainda com pouca consideração aos aspectos ergonômicos.

A figura 1 mostra esta evolução das características das caldeiras em termos de capacidade de produção de vapor (em ton.v/h) e a pressão de operação (em KPa), a partir de 1914.

Neste sentido, a presente dissertação procura evidenciar, a partir da análise ergonômica do trabalho de operadores de caldeira, os aspectos negativos que venham comprometer o sistema de segurança da caldeira, bem como os riscos à saúde destes operadores.

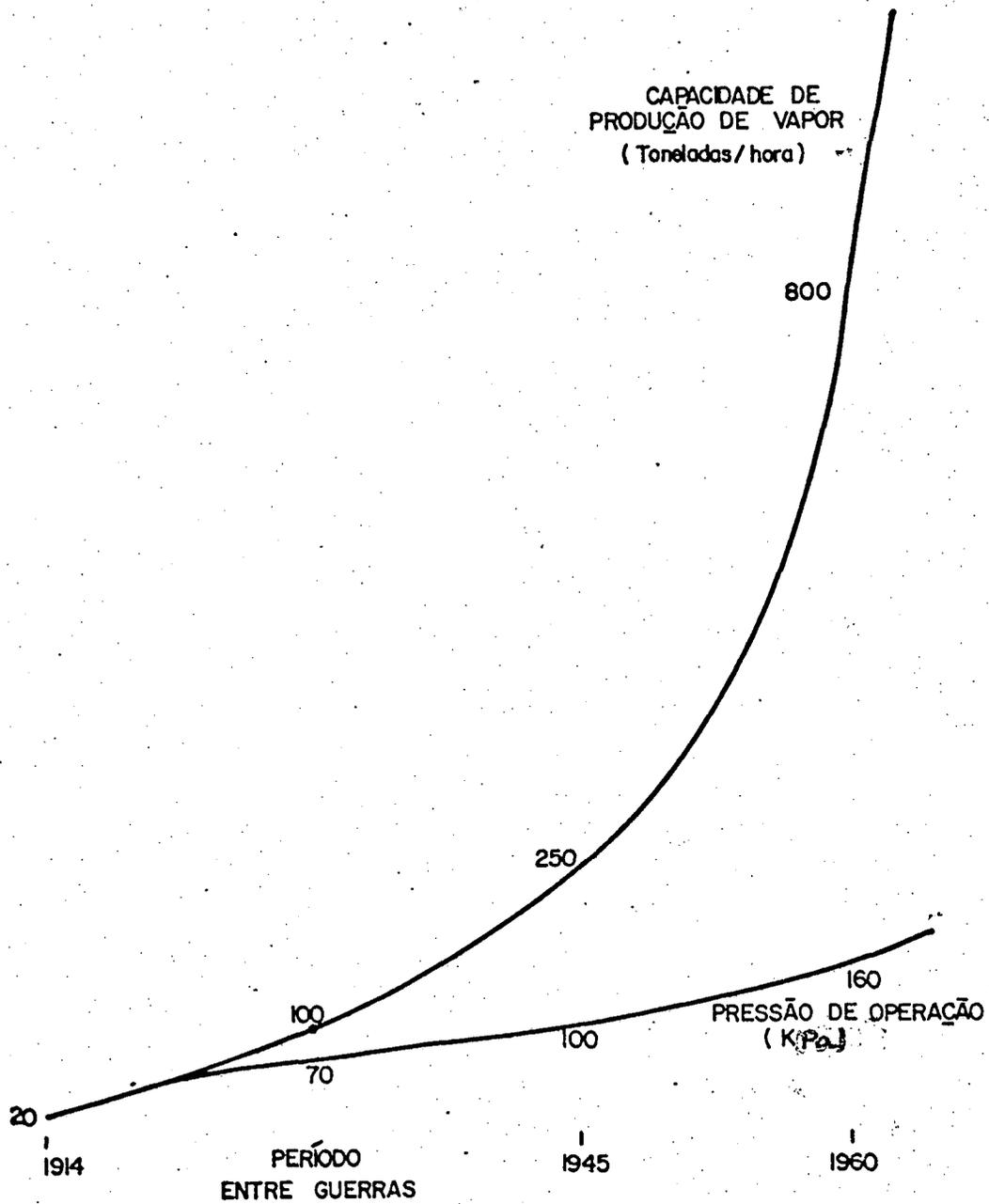


Figura 1. Evolução das características das caldeiras

1.3. JUSTIFICATIVA

1.3.1. ACIDENTES

Segundo Bazzo (1989), as caldeiras de vapor são equipamentos projetados para operarem sob pressões variadas em meio a processos de combustão, o qual implica na presença de gases tóxicos e elevadas temperaturas. Estes equipamentos são suscetíveis a acidentes de natureza diversificada, tais como: explosões, incêndios, choques elétricos, intoxicações, entre outros.

De acordo com Magrini (1986), deve-se entretanto destacar a importância do risco de explosões, por quatro motivos fundamentais:

- 1) "por se encontrar presente durante todo o tempo de operação, sendo necessário o seu controle contínuo, sem interrupção";
- 2) "em razão da violência com que as explosões se manifestam; na maioria dos casos suas conseqüências são catastróficas, em face da grande quantidade de energia liberada instantaneamente";
- 3) "por envolver não só o pessoal de operação, como também os que trabalham nas proximidades, podendo atingir até mesmo a comunidade (vizinhos e vias públicas) e a clientela, quando se trata de empresas de serviços (hospitais e hotéis)";
- 4) "porque sua prevenção deve ser inserida na condução do projeto, na fabricação, inspeção de qualidade e nos trabalhos de operação e manutenção de caldeiras".

Conforme Bazzo (1989), o vapor d'água é um fluido altamente compressível e de alto conteúdo energético, sendo que o risco de explosão dessa substância de trabalho está presente em todas as caldeiras, tendo em vista que a pressão interna é sempre superior à atmosférica e, sabe-se da Física, que quando o fluido é comprimido a uma pressão de "n" atmosferas, estará ocupando um espaço "n" vezes menos do que ocuparia se estivesse à pressão atmosférica.

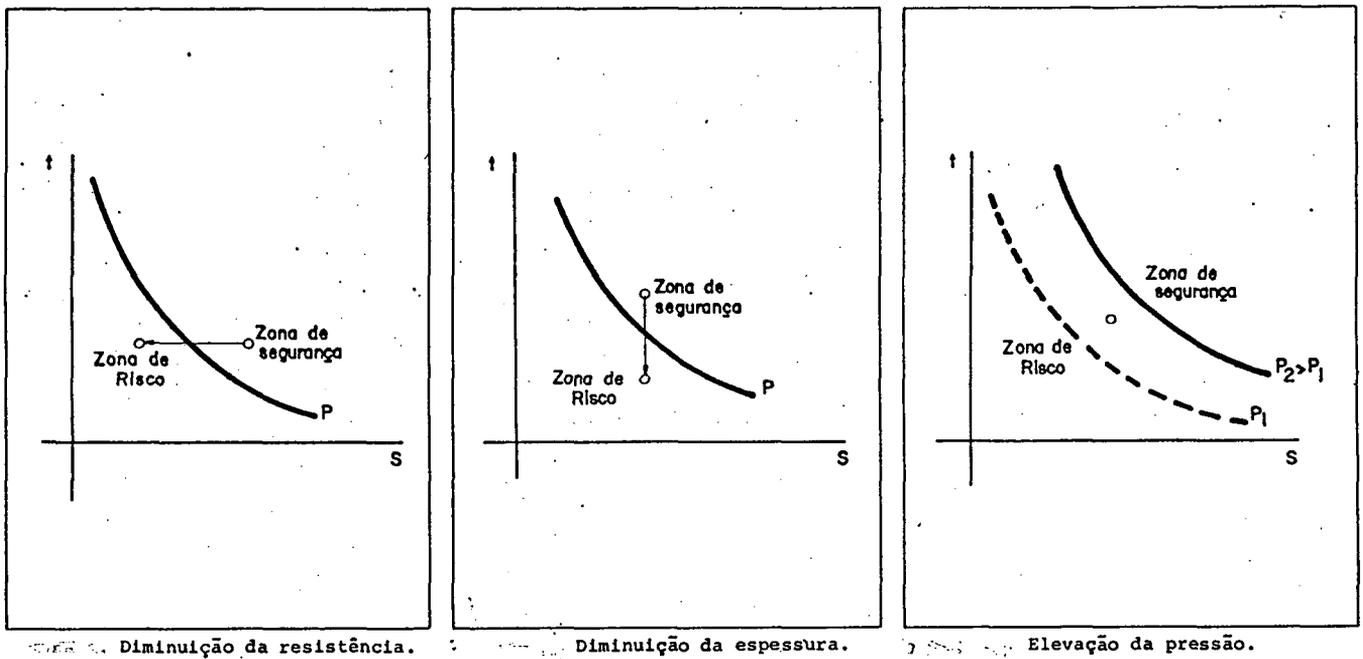
Essa massa, portanto, tende a ocupar um espaço "n" vezes maior e, caso ocorra problemas com sua estrutura, a resistência do vaso sob pressão é superada e conseqüentemente teremos a explosão.

No caso de caldeiras, o risco de explosão pode ser originado pela combinação de três fatores:

- 1) diminuição de resistência do material, decorrente do alto grau de superaquecimento, aliado com a ação prolongada de vapor sob pressão, interferindo na estrutura molecular do material.
- 2) diminuição da espessura, que tende a se agravar pela presença de incrustação generalizada, a qual se comporta como isolante térmico favorecendo a migração de agentes corrosivos, aumentando os riscos de explosão.
- 3) aumento da pressão, que pode ser ocasionado por diversas falhas, operacionais ou não.

A figura 2 mostra as causas combinadas que podem originar o risco de explosão, em função da diminuição da resistência

do material, diminuição da espessura e elevação de pressão.



onde: t = espessura
 P = pressão de projeto
 S = tensão admissível

Figura 2. Causas combinadas que podem originar o risco de explosão

Conforme Magrini (1986), outro aspecto importante a ser considerado para avaliar as conseqüências da explosão de uma caldeira é a quantidade de calor gerada no processo de vaporização de água, sendo que os danos provocados pelo sinistro serão enormes, pois além de serem diretamente proporcionais à entalpia do sistema, parte da energia também será liberada na forma de calor, provocando um aquecimento do ambiente físico do trabalho.

1.3.2. IMPORTANCIA DAS CALDEIRAS

Embora haja risco de acidentes, o uso das caldeiras é fundamental em diversos setores industriais, abrangendo uma gama enorme de utilização, de acordo com a necessidade do uso da energia térmica.

Segundo Bazzo (1989), a preferência da utilização do vapor como fluido de trabalho é justificada por dois fatores importantes: seu alto calor específico e ampla disponibilidade da água como fonte de recurso natural, além da facilidade de distribuição do vapor da unidade geradora até os pontos de consumos desejados.

De acordo com Bazzo (1989), atualmente as caldeiras são utilizadas em larga escala, desde o conforto térmico até a realização do trabalho mecânico, imprescindível na indústria têxtil, química, de alimentos, de papel e, dependendo da região, na geração de energia elétrica e também como meio de transporte.

Por outro lado, dependendo da sua aplicação, o vapor pode ser classificado em saturado ou superaquecido, sendo que o vapor saturado quase sempre ocorre nos processos industriais com pressões inferiores a 10^3 KPa (10 bar), enquanto o vapor superaquecido tende a ser utilizado para a realização de trabalho me-

cânico com pressão de trabalho maior, atingindo em alguns casos valores críticos (centrais termelétricas operam com pressões da ordem de $25 \cdot 10^3 \text{KPa}$).

Sabe-se que a falha operacional, aliada com problemas do equipamento, é uma das causas que contribui para aumentar o risco de explosão da caldeira. As caldeiras são importantes para a produção de energia térmica, logo torna-se necessário o controle da harmonia homem-máquina térmica.

1.4. OBJETIVOS DO TRABALHO

1.4.1. OBJETIVO GERAL

Contribuir para o sistema de segurança de uma caldeira, visando proteger o equipamento de possíveis falhas operacionais ou de sistema de controle, preservando a integridade física do trabalhador, o patrimônio da empresa e tudo o que se situa ao redor da caldeira em caso de explosão, pois este risco tende a agravar à medida que aumenta a pressão e a capacidade de trabalho da caldeira.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar as possíveis condições críticas de funcionamento dos dispositivos de segurança e a maneira com que os instrumentos de verificação estão arranjados na maioria das caldeiras.

Procurar evidenciar que, apesar da introdução de tecnologias mais avançadas em termos de concepções técnicas, ainda é preciso desenvolver algum esforço de pesquisa em termos de segurança, devido às poucas considerações ergonômicas nas fases de desenvolvimento do projeto presentes na maioria das caldeiras.

Demonstrar que na maioria das salas de caldeiras prevalece uma organização de trabalho rígida, contribuindo para o aumento da carga mental de trabalho, pondo em risco a saúde dos trabalhadores.

Através de uma análise ergonômica do trabalho, propor medidas de segurança, além de melhorar a qualidade do posto de trabalho.

1.5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada consiste de uma análise ergonômica do trabalho, cuja situação de trabalho é o ambiente do sistema de geração de vapor do Hospital Universitário.

Esta análise ergonômica do trabalho compreende cinco etapas que devem ser encaminhadas cronologicamente, na medida do possível, culminando em uma fase de interpretação dos resultados decorrentes das etapas anteriores:

- 1) Definição do problema;
 - 2) Análise da tarefa;
 - 3) Análise das atividades;
 - 4) Elaboração do diagnóstico;
 - 5) Caderno de encargos.
-
- 1) Definição do problema: é o ponto de partida da análise ergonômica do trabalho, é a delimitação do sistema homem/tarefa a ser analisado.
 - 2) Análise da tarefa: é a segunda etapa e corresponde ao que o operador de caldeira deve realizar e às condições desta realização.
 - 3) Análise das atividades: está relacionada com o trabalho real, ou seja, o que é realizado pelo operador de caldeira para executar esta tarefa.
 - 4) Elaboração do diagnóstico: compreende os problemas ergonômicos levantados após as análises.
 - 5) Caderno de encargos: caracteriza a fase de elaboração de recomendações, isto é, as possíveis soluções

para os diagnósticos.

Em cada uma destas análises utilizam-se determinadas técnicas, tais como: entrevistas, observações "diretas, filmagens, entre outras.

Na prática, este plano de análise abrange dois momentos. O primeiro momento consiste em delimitar o objeto de estudo como um aspecto da situação de trabalho, que podemos definir como sistema homem-tarefa. O segundo momento contribui para uma abordagem global e impõe, notadamente para as conclusões do estudo, uma recomposição da situação de trabalho. Este processo de decomposição-recomposição é a base da metodologia proposta.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação compreende seis capítulos, assim distribuídos:

No primeiro capítulo, dentro da introdução, é definido qual o problema a ser dissertado, enquanto na apresentação destaca-se os problemas ergonômicos do equipamento e da organização do trabalho. Ainda neste capítulo, faz-se menção à evolução, importância de utilização e os riscos de acidentes inerentes às caldeiras, abordando-se também a metodologia utilizada, os objetivos e as restrições consideradas neste trabalho.

Quanto ao segundo capítulo, este abrange as características técnicas da caldeira, ressaltando-se os princípios de funcionamento, os fatores de produção de vapor, além dos tipos de caldeiras utilizados na geração de vapor.

O terceiro capítulo compreende a análise ergonômica do trabalho, onde inicialmente, através de uma abordagem sistêmica, determina-se a delimitação do sistema homem/tarefa a ser analisado. A fase seguinte corresponde à análise das tarefas, onde avalia-se as condições físicas do ambiente de trabalho, no que tange ao ambiente térmico, sonoro e luminoso, comparando-se com os valores recomendados pelas normas regulamentadoras do trabalho. Ainda nesta etapa, apresenta-se as características técnicas, organizacionais e sócio-econômicas destes operadores. A última fase deste capítulo corresponde à análise das atividades, onde mediante a tabela "ações-tipo", representa-se as ações básicas (postura, movimentos, entre outros), e as inter-relações das interfaces homem-atividades (informações, controles, entre outros).

O quarto capítulo compreende a síntese ergonômica da

operação de caldeira, fornecendo o diagnóstico das condições de trabalho. Neste capítulo, após as análises das informações coletadas e processadas, identifica-se os diversos problemas ergonômicos encontrados na situação de trabalho.

No quinto capítulo, destaca-se em forma de programas o caderno de encargos, cujo objetivo são as recomendações ergonômicas para os diagnósticos apresentados no capítulo anterior.

Concluindo a estrutura do trabalho, o sexto capítulo apresenta as conclusões da "Análise Ergonômica dos Operadores de Caldeiras", as quais devem conduzir e orientar as modificações necessárias para melhorar as condições de trabalho.

É importante ressaltar as prováveis futuras intervenções ergonômicas, no caso de eventuais mudanças decorrentes da automação e implantação de novas caldeiras no sistema de geração de vapor, devido à atual estrutura organizacional da empresa.

1.7. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Do ponto de vista do equipamento, limitou-se às caldeiras flamotubulares e elétricas (definidas mais adiante neste trabalho), face a compatibilidade com a situação de trabalho analisada.

Quanto à análise das tarefas, na fase das características do ambiente físico do trabalho, ressaltamos:

- 1) Quanto ao ambiente térmico: os dados compilados para a avaliação deste ambiente de trabalho foram obtidos no mês de novembro, através dos métodos I.B.U.T.G. (índice de bulbo úmido do termômetro de globo) e I.S.T. (índice de sobrecarga térmica), onde a temperatura quase sempre é mais amena do que no verão. Outro fator a ser considerado é que o pavilhão onde estão localizadas as caldeiras possui portas grandes permanentemente abertas, proporcionando quase sempre uma boa ventilação natural, devido à predominância de ventos com intensidade moderada.
- 2) Quanto ao ambiente sonoro: o ponto de referência escolhido para efetuar as medições com o decibelímetro (faixa de oitava) foi a caldeira a óleo B.P.F., marca SIMILI, com capacidade de produção de 2000 kvg/h, identificada no leiaute da empresa como equipamento nº 11, devido a alguns fatores principais:
 - mais próxima do local de permanência dos operadores;
 - era a caldeira mais solicitada no regime de trabalho;
 - influência de outras fontes sonoras (ventilador

axial, tanque de vácuo, entre outros) durante as medições;

- o cálculo do nível de pressão sonora total (NPST) foi maior no campo reverberante, provavelmente por ter-se efetuado poucas medições.

- 3) Após o período de avaliações do ambiente físico de trabalho, a empresa iniciou a fase de instalação da nova caldeira flamotubular ATLAS. Portanto, para efeito de análise, desconsideramos esta caldeira em fase de implantação.
- 4) A escolha das variáveis a serem levadas em conta para analisar o trabalho dependerá, em grande parte, das hipóteses formuladas sobre as relações condicionantes/determinantes e, em função destas hipóteses, as medidas foram realizadas, sendo em seguida comparados os valores de certas variáveis com a Norma Regulamentadora (NR).

2. FUNCIONAMENTO DE UMA CALDEIRA E TIPOS EXISTENTES

2.1. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA GERAÇÃO DE VAPOR

O objetivo principal ao aquecermos a água é obter o vapor decorrente da ebulição desse fluido. Utilizando-se um recipiente com água e levando-o a uma fonte de calor, em um determinado período de tempo é possível visualizar o que acontece: o vapor se forma em bolhas na superfície, onde então é liberado.

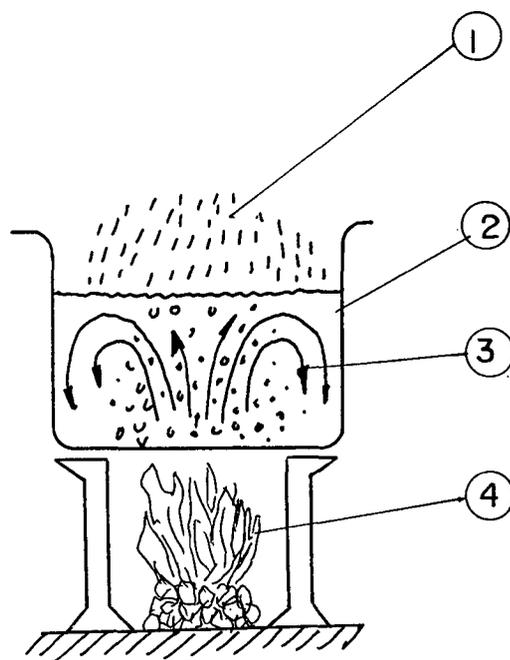
A figura 3 mostra os princípios básicos da geração de vapor sob a ação da pressão atmosférica.

Um fator importante no processo de vaporização é a pressão, sabe-se que em um recipiente fechado onde não ocorra a saída de vapor, a pressão no interior do recipiente exige uma temperatura mais elevada para que ocorra a mudança de fase da água do estado líquido para o vapor.

Portanto, quanto maior a pressão do meio, mais difícil se torna a vaporização, exigindo temperaturas mais elevadas. Este processo é baseado nos princípios da termologia.

A vaporização d'água em caldeiras compreende um tubulão central com descarga de vapor e entrada d'água, com uma ou vá-

rias voltas de tubulação ligada a ele, onde parte do braço da tubulação próxima à fonte de calor é aquecida e a outra parte do braço não sofre o aquecimento.



- ① vapor
- ② água
- ③ linhas de convecção
- ④ fonte de calor

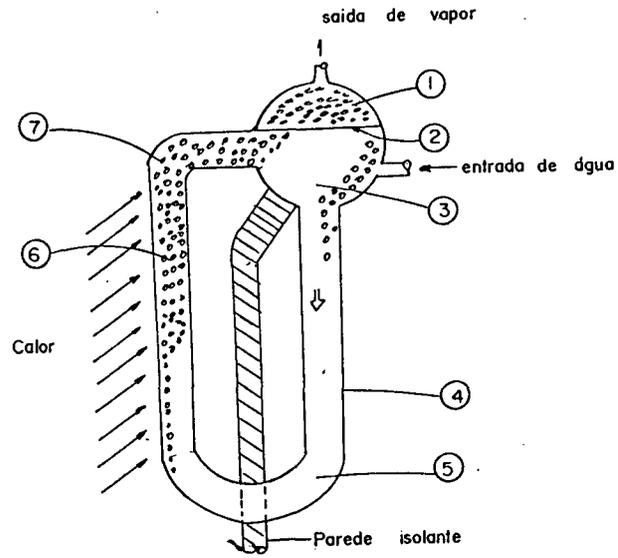
Figura 3. Princípios de geração de vapor sob a ação da pressão atmosférica

Tomando como exemplo uma caldeira aquotubular, a água e o vapor fluem em número relativamente grande de circuitos tubulares, os quais são aquecidos externamente.

No braço aquecido, denominado de tubo de vaporização, formam-se as possíveis bolhas de vapor, a partir da parte superior do tubo. A mistura líquido-vapor resultante é deslocada pela água, relativamente mais densa, que situa-se no braço não aquecido (tubo de descida), e um fluxo de circulação se estabelece.

No regime de operação, há um fluxo contínuo de água vindo do tubulão central através do tubo de descida e subindo novamente para o tambor pelo tubo de vaporização. Na tubulação central, a parte superior é constituída de vapor, enquanto na parte inferior permanece a água no estado líquido. Após esta separação, o vapor é liberado e a água repete o circuito.

A figura 4 mostra os aspectos básicos da vaporização d'água em caldeira aquotubular.



- ① Vapor
- ② Nivel d'agua
- ③ Tubulacao central
- ④ Tubo de descida
- ⑤ Água
- ⑥ Tubo de vapor e água
- ⑦ Mistura de água e vapor

Figura 4. Aspectos básicos da vaporização d'água em caldeiras aquotubulares.

2.2. CLASSIFICAÇÃO DAS CALDEIRAS

Segundo Bazzo (1989), no meio industrial as unidades geradoras de vapor são simplesmente denominadas caldeiras, e de uma forma geral podem ser classificadas em:

- aquotubulares;
- flamotubulares;
- elétricas.

2.2.1. CALDEIRAS AQUOTUBULARES

Nas caldeiras aquotubulares a água circula internamente pelos diversos tubos de pequenos diâmetros integrados entre si, na forma de paredes d'água ou de feixes tubulares. Enquanto as paredes d'água situam-se na câmara de combustão, onde prevalece a transferência de calor por radiação, os feixes tubulares são ligados pelos tubulões separadores superiores e tubulão inferior, sendo que os feixes tubulares estão localizados na parte posterior da caldeira, onde a troca de calor ocorre por convecção e por radiação gasosa.

Conforme Bazzo (1989), as caldeiras aquotubulares tem como características técnicas as capacidades de produção de vapor, altas temperaturas e pressões de trabalho, além do uso mais abrangente, desde de pequenas indústrias até grandes centrais termelétricas, permitindo ainda a adaptação de componentes necessários para aumentar o rendimento térmico.

A figura 5 mostra o esquema de funcionamento de uma caldeira aquotubular simples, com dois tubulões, utilizando óleo b.p.f. (baixo ponto de fluidez) como combustível.

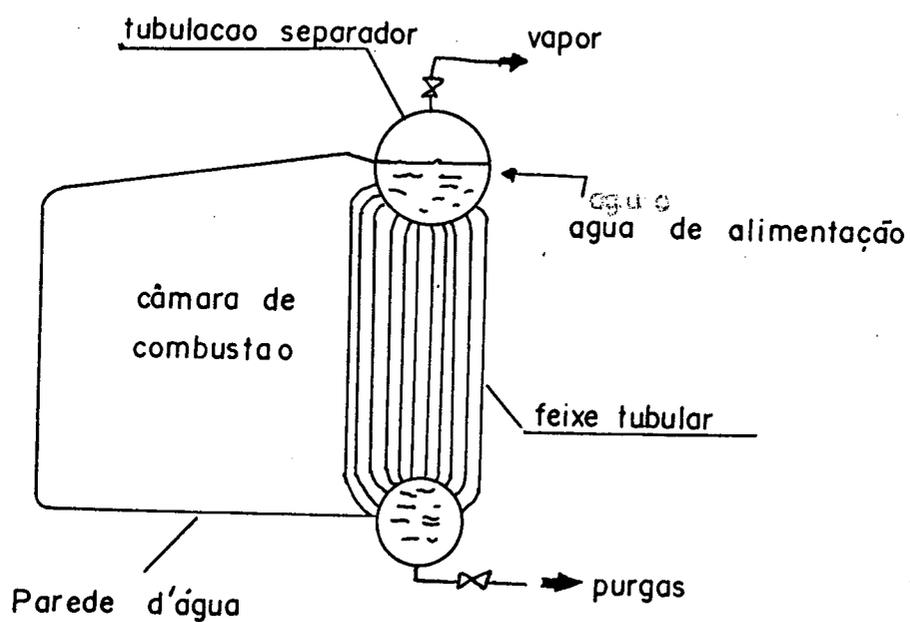


Figura 5. Esquema de uma caldeira aquotubular com dois tubulões centrais, utilizando óleo b.p.f.

2.2.2. CALDEIRAS FLAMOTUBULARES

É quase certo que este foi o primeiro tipo de caldeira construída, sendo também chamada de tubo-de-fogo, tubo-de-fumaça

ou piro-tubular, devido aos gases quentes decorrentes da combustão que circula internamente pelos tubos em um ou mais passes, enquanto a água permanece externamente em contato com os tubos.

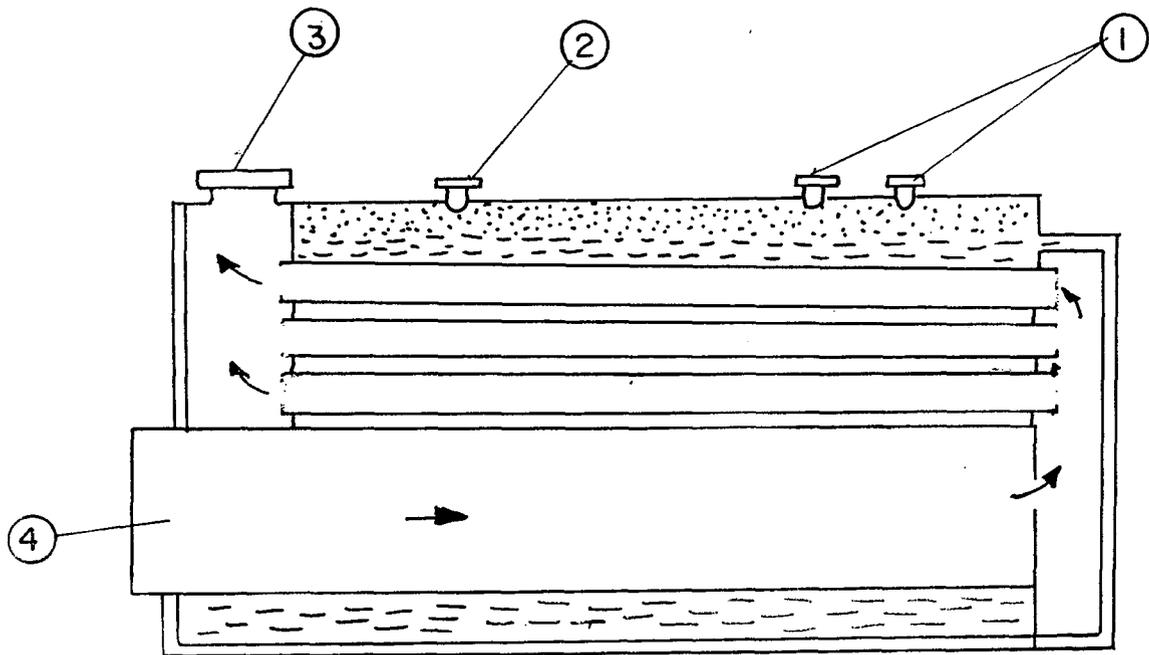
De acordo com Bazzo (1989), as caldeiras flamotubulares são restritamente utilizadas para pequenas produções de vapor, com pressões inferiores a 1,5KPa (15 bar) ou capacidades inferiores a 15 t/h de vapor saturado, limitada apenas ao uso de vapor saturado.

Por outro lado, apesar destas limitações, é o tipo de caldeira mais simples, bastante utilizada em locomotivas, navios, hospitais, hotéis, entre outros, e mesmo com o surgimento de caldeiras mais modernas, essas caldeiras continuam em pleno uso.

Após alguns melhoramentos, essa caldeira passou a denominar-se caldeira escocesa. As caldeiras flamotubulares ainda podem ser classificadas em horizontais e verticais.

Conforme Bazzo (1989), essas caldeiras são construídas de tal forma que a água circula externamente aos vários tubos, montados entre espelhos, formando um único feixe tubular. Os gases quentes não provenientes da câmara de combustão circulam internamente pelos tubos, em dois ou mais passes, visando aumentar o rendimento térmico, em seguida deslocam-se em direção à chaminé por onde são lançados ao meio ambiente.

A primeira passagem dos gases quentes ocorre na própria fornalha onde predomina a troca de calor por radiação, enquanto na segunda passagem os gases são forçados a deslocar-se por dentro dos tubos, pela ação combinada de convecção e radiação gasosa. A figura 6 mostra o esquema de uma caldeira flamotubular de duas passagens.



- ① válvula de segurança
- ② vapor saturado
- ③ chaminé
- ④ fornalha

Figura 6. Esquema de uma caldeira flamotubular de duas passagens.

2.2.3. CALDEIRAS ELÉTRICAS

Segundo Bazzo (1989), os princípios de funcionamento dessas caldeiras tem como fundamento a conversão direta da energia elétrica em energia térmica, por meio da passagem de corrente através de resistências elétricas ou através da própria água da caldeira.

Por outro lado, geralmente este tipo de caldeira é constituído pelo casco ou tambor, integrado por uma cuba interna e eletrodos, onde cada eletrodo corresponde a uma fase. O tambor é um vaso de pressão, sob a forma de um cilindro-vertical, isolado termicamente e perfeitamente aterrado, enquanto a cuba interna é isolada eletricamente mediante porcelanas adequadas.

Conforme a capacidade da caldeira, a alimentação de energia elétrica é feita por meio de três eletrodos-suportes, sendo um por fase, defasados de 120° e fixados com isoladores na parte superior do tambor, enquanto na parte inferior dos eletrodos-suporte estão montados os eletrodos de contato, os quais permanecem dentro da cuba imersos em água. A corrente elétrica, passando através da água, no interior da cuba, gera seu aquecimento e vaporização.

As caldeiras elétricas podem ser classificadas em:

- a) tipo resistência;
- b) tipo eletrodo submerso;
- c) tipo jato de água (cascata).

a) *Tipo Resistência*

De acordo com Bazzo (1989), esse tipo de caldeira é a mais simples, geralmente destinada a pequenas produções de vapor, e quase sempre são do tipo horizontal, utilizando resistên-

cia de imersão.

Quanto às características técnicas, sua potência é limitada em torno de 2.5 MW, podendo operar com voltagens variáveis na faixa de 200 a 500 V, e a taxa de vaporização oscila em torno de 1,3 kg/kwh, enquanto seu rendimento térmico é maior que o das caldeiras flamotubulares (pode atingir valores de 98%).

b) *Tipo Eletrodo Submerso*

Quase sempre é utilizada a trabalhar com pressões de vapor não muito elevadas (em torno de 15 kgf/cm²), as quais funcionam com três eletrodos suportes e na extremidade inferior destes estão montados os eletrodos de contato (contra-eletrodos), controlados por mecanismos que modulam a carga da caldeira, conforme as necessidades da instalação.

Os eletrodos submersos são refrigerados pela água da própria caldeira, com o auxílio de uma bomba de recirculação, podendo ser instalados para funcionarem com voltagens de 3.80 a 13.80 KV.

c) *Tipo Jato de água*

Essas caldeiras são destinadas a operarem com pressões de vapor elevadas e grandes capacidades de vapor.

Segundo Bazzo, o funcionamento desta é semelhante à caldeira tipo eletrodo submerso, porém este tipo de caldeira é projetado para operar com voltagens na faixa de 3.80 a 25 KV.

Dentre as principais características das caldeiras elé-

tricas, destacamos:

- não necessita de área para estocagem de combustível;
- ausência total de poluição (não há emissão de gases);
- baixo nível de ruído;
- modulação da produção de vapor (rapidez e precisão);
- alto rendimento térmico;
- menor espaço físico de instalação.

Quanto às possíveis desvantagens, as caldeiras elétricas têm suas aplicações limitadas às regiões onde a energia elétrica é abundante e a custos relativamente baixos, além da necessidade de aterramento da caldeira de forma rigorosa, e tratamento de água rigoroso.

A figura 7 mostra o esquema de uma caldeira com eletrodos submersos.

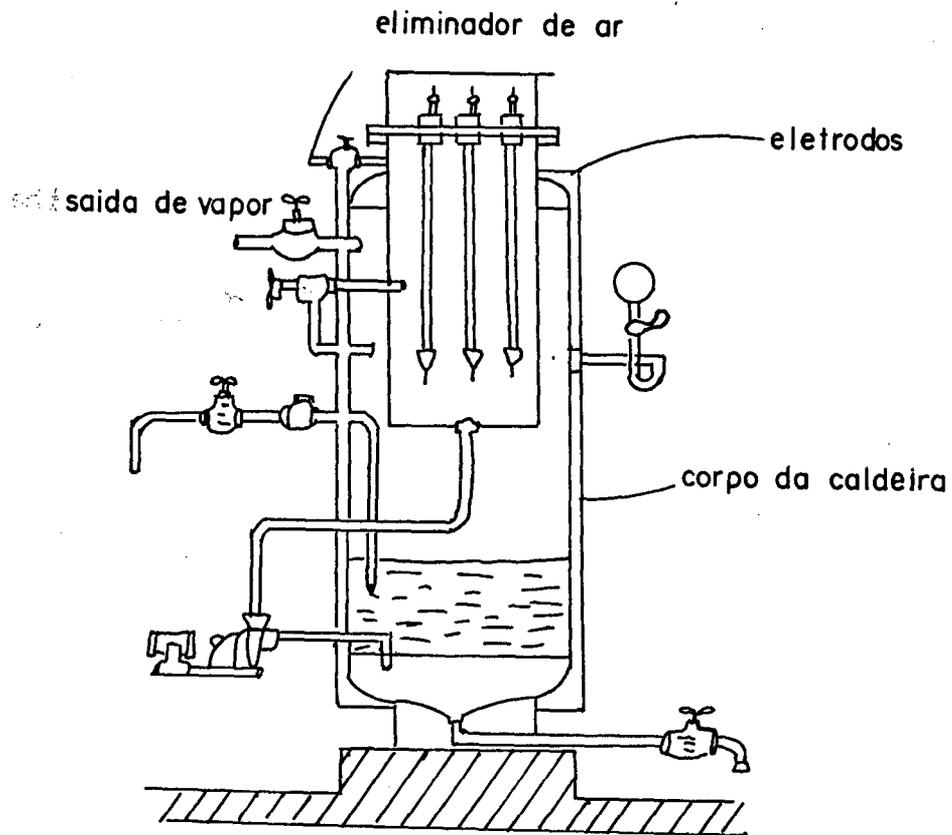


Figura 7. Esquema de uma caldeira elétrica com eletrodos submersos.

3. ANÁLISE ERGONOMICA DA OPERAÇÃO DE CALDEIRAS

Segundo Magrini (1986), sabe-se que quase sempre os operadores de caldeiras estão expostos a diversos riscos de acidentes, além do risco à saúde ocupacional e o desconforto gerados pelas condições de trabalho.

Entretanto, é quase certo que o risco a que está submetido o trabalhador é geralmente independente de sua vontade, porém torna-se necessária a presença desses operadores na operação dos equipamentos, visando a segurança e o perfeito funcionamento do sistema de geração de vapor. A partir desta situação, é indispensável a análise ergonômica do trabalho com o objetivo de avaliar as condições de trabalho a que estão submetidos esses operadores, face às prováveis agressões dos agentes químicos, físicos e biológicos que agem no ambiente de trabalho, assim como os problemas ergonômicos pertinentes à interface operador-caldeira, e da possível exploração do sofrimento psíquico imposta pela organização do trabalho (quando os mecanismos de defesa destes operadores são utilizados para forçá-los a trabalhar).

Conforme Wisner (1992), a análise ergonômica do trabalho é uma metodologia que estuda a conduta dos trabalhadores no desenvolvimento de suas atividades, analisando seus comportamentos em termos de percepção (visual, auditiva, etc), de gestos,

de movimentos, de verbalização, etc.

Por outro lado, a metodologia ergonômica da análise do trabalho tem a finalidade de avaliar a carga de trabalho inerente às atividades desenvolvidas pelos operadores de caldeiras e, neste estudo, procurar-se-á compará-la com o limite de tolerância permitido pelas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho.

De acordo com Santos (1991), essa intervenção ergonômica não procura definir as regras do trabalho, contribui apenas no sentido de que os meios de trabalho lhe permitam elaborar modos operativos, graças aos quais os objetivos fixados possam ser atingidos, sem que isto se traduza em condições desfavoráveis à saúde e o bem-estar dos trabalhadores.

Assim, apresenta-se através de uma forma genérica este plano metodológico de análise, o qual abrange as fases iniciais da definição dos problemas ergonômicos, a análise da tarefa, análise das atividades, além das etapas de diagnóstico e recomendações ergonômicas, permitindo a redução das condicionantes de trabalho dos operadores de caldeiras.

3.1. ANÁLISE DA TAREFA: ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO NA OPERAÇÃO DE CALDEIRA

A análise da tarefa compreende o que o trabalhador deve realizar e as condições desta realização, utilizando dentre outras técnicas a descrição e as observações diretas. Estas compreendem os fatores gerais da tarefa, nos aspectos seguintes:

3.1.1. OBJETIVO

O principal objetivo da tarefa dos operadores da situação analisada consiste em comandar a parte operacional e gerenciar o controle de instrumentação do sistema de geração de vapor de três caldeiras, sendo uma elétrica e duas flamotubulares movidas a óleo b.p.f., com capacidade de produção de 2000 kgV/h cada uma, sendo que o vapor saturado produzido é utilizado para o aquecimento da água dos setores de lavanderia, refeitório e esterilização de material (autoclave) do Hospital Universitário.

3.1.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

a) Características da população

Atualmente o setor de caldeiras é composto por quatro operadores, apresentando as seguintes características:

- idade variando entre 26 e 51 anos;
- tempo de serviço como operador entre 6 a 30 anos;
- quase todos com experiência anterior no ramo;
- nível de instrução equivalente ao 1º e 2º graus;
- todos os trabalhadores são do sexo masculino;
- a formação profissional destes operadores foi adqui-

- rida pelos hábitos práticos, dada a falta de oportunidade de realização de cursos de aperfeiçoamento;
- a média das dimensões antropométricas destes operadores, de corpo em pé, corresponde aproximadamente a:
 - * estatura, ereto com sapatos = 1,78m
 - * peso = 72 kg
 - * comprimento do braço na horizontal até a ponta dos dedos = 0,90m
 - * comprimento do antebraço na horizontal até a ponta dos dedos = 0,51m
 - * altura dos olhos, em pé, ereto = 1,66m
 - a média das dimensões antropométricas destes operadores, de corpo sentado, corresponde aproximadamente a:
 - * altura da cabeça a partir do assento, corpo ereto = 0,91m
 - * altura dos olhos a partir do assento, corpo ereto = 0,80m
 - * altura do cotovelo a partir do assento = 0,25m
 - * altura do joelho, sentado = 0,55m.

b) *Características técnicas*

Na atual situação encontra-se instalados no setor de caldeiras os seguintes equipamentos:

- compressor de ar;
- aquecedor de água (boiler);
- bomba de vácuo;
- caldeiras a óleo b.p.f.;
- caldeira elétrica;
- reservatório de óleo diesel;
- reservatório de retorno do condensado;
- captor de fuligem;
- incinerador.

Os respectivos equipamentos estão distribuídos no ambiente físico do trabalho, de acordo com leiaute em anexo.

A variedade do produto final é o vapor saturado e a água aquecida, provenientes das caldeiras flamotubulares e elétrica, onde o vapor deve possuir uma certa qualidade, atendendo às especificações técnicas.

b1) *Relação com o ambiente externo do setor*

Quanto à relação com o ambiente externo, destacam-se as compras de combustíveis, peças de reposição e produtos químicos para o tratamento da água das caldeiras, entre outros.

Ocorrem também intervenções periódicas da equipe de manutenção mecânica, visando as possíveis adaptações e correções dos equipamentos, e visitas de estudos realizadas pelos estudantes do curso de Engenharia Mecânica da UFSC e técnicos da Escola Técnica Federal de S.C., além da pressão temporal causada pelos setores de consumo durante a distribuição do vapor produzido pelas caldeiras do Hospital Universitário.

c) *Características organizacionais*

Em termos de estrutura organizacional, o setor de caldeiras está hierarquicamente subordinado à Divisão de Manutenção, a qual está vinculada à Diretoria de Administração do Hospital Universitário, conforme organograma em anexo.

c1) *Efetivo*

O efetivo do setor é constituído por quatro funcionários divididos em grupos de dois operadores por turno.

c2) *Horários e escalas*

O setor de caldeiras normalmente trabalha em dois turnos: o primeiro das 7 às 13 horas e o segundo das 13 às 19 horas, inclusive sábados, domingos e feriados, em regime de escala. A escala compreende uma rotação de doze horas de trabalho com quarenta e oito horas de descanso.

c3) *Métodos de trabalho*

O método de trabalho utilizado corresponde à divisão de tarefas, onde os operadores realizam suas tarefas através de atribuições gerais e específicas elaboradas pela chefia. Compete a estes colocar as caldeiras em operação e registrar suas tarefas no prontuário.

O objetivo deste método de trabalho é atingir as metas pré-estabelecidas pela chefia, além de gerenciar as eventuais ocorrências decorrentes das tarefas.

c4) *Rotinas de trabalho*

Tendo em vista que as caldeiras são desativadas no período noturno, compete ao eletricitista de plantão ligar a caldeira elétrica às 05 horas da manhã, para que o refeitório possa preparar o café da manhã aos pacientes, sendo que os operadores interrompem o funcionamento dessa caldeira, após colocar em atividade as caldeiras flamotubulares. Cada operador é responsável por sua tarefa de acordo com seu turno e escala de trabalho (de acordo com as fichas ação-tipo relacionadas mais adiante).

c5) *Comunicação*

Atualmente a comunicação entre a chefia e o setor operacional é realizada por intermédio de boletins e memorandos, porém dependendo das necessidades de intervenções de emergência, essas comunicações são efetuadas via telefone ou pessoalmente pela chefia.

c6) *Relação de trabalho*

A relação de trabalho entre a chefia, técnicos de manutenção e setor de caldeiras carece de mais integração, visando um melhor entrosamento técnico e social da empresa.

d) *Características sócio-econômicas*

Sendo integrada na saúde pública, a empresa não está em fase de expansão (apesar da instalação de uma nova unidade geradora de vapor), devido à política atual do governo.

A empresa possui uma boa imagem perante a comunidade e a quantidade atual de vapor produzido é suficiente. Quanto ao aspecto social, a empresa proporciona aos trabalhadores refeitório, vale-transporte e plano de cargos e salários. A oferta de emprego de operador é maior que a procura na região, pois trata-se de mão-de-obra qualificada.

Na área de segurança do trabalho, atualmente existe o serviço especial de segurança e medicina do trabalho.

e) *Condições ambientais do trabalho*

A análise das características de uma caldeira não será completa se não for levado em consideração o ambiente físico, os agentes químicos e biológicos presentes no ambiente de trabalho. Por meio-ambiente se entende tudo o que define o meio de trabalho, ou seja, tudo que está em torno do posto do operador.

Os ambientes físicos de trabalho são ainda, muitas vezes, desconsiderados por aqueles que estabelecem a tarefa, enquanto que os seus diferentes parâmetros constitutivos são am-

plamente conhecidos e mensuráveis, constituindo-se em uma base de estudo e em um ponto de partida para as eventuais melhorias das condições de trabalho.

Outro aspecto importante a ser considerado é a provável associação de problemas de diversas naturezas que interagem simultaneamente no meio-ambiente, o que torna o estudo das condições físicas do trabalho ainda mais complexo.

A partir das hipóteses que os problemas críticos que predominam no setor de caldeiras são a temperatura extrema, o ruído excessivo e o nível insuficiente de iluminação, abordaremos os seguintes ambientes físicos de trabalho:

- ambiente térmico;
- ambiente sonoro;
- ambiente luminoso.

3.1.3. O AMBIENTE TÉRMICO

Um ambiente de trabalho confortável em termos de climatização é fundamental para que os operadores possam desenvolver suas atividades com eficiência e segurança.

Pode-se constatar a sensação de desconforto térmico na situação de trabalho analisada, onde para constatar as condicionantes das cargas térmicas é necessário uma análise específica mediante as avaliações com termômetro de globo, bulbo úmido e seco, além de exames e acompanhamentos médicos periódicos.

Este processo de avaliação das tensões térmicas tem como objetivo comparar e analisar os dados obtidos das condicionantes de trabalho com o limite de tolerância regido pela Norma Regulamentadora do Trabalho, 14ª edição, NR-15, Anexo 3, página

97, portaria 3214 em 08/07/1978. A avaliação foi realizada em novembro de 1991.

Foram realizadas duas medições em cada uma das condições do ambiente de trabalho e, para efeito de cálculo, utilizou-se a média das medições.

a) *Tensões térmicas que atuam sobre os operadores*

Veja figura 8.

b) *Instrumentos utilizados na avaliação da carga térmica*

- termômetro de globo;
- termômetro de bulbo úmido;
- psicrômetro giratório;
- anemômetro térmico

c) *Tabelas de medição com o sensor na posição 1 (cabeça)*

c1) *Caldeiras desligadas*

GRANDEZAS	MEDIDAS		MÉDIA	POSTO	UNID.
Temperatura do globo (TG)	27.9	28.1	28.0	26.0	°C
Temp. Bulbo Úmido Natural (TBN)	21.0	20.8	20.9	19.0	°C
Temp. Bulbo Seco (Psicr.) (TBS)	24.0	22.0	23.0	21.0	°C
Temp. Bulbo Úmido (Psicr.) (TBU)	19.6	19.4	19.5	17.5	°C
Velocidade do ar (VA)	0.15	0.19	0.17	--	m/s
Umidade relativa (UR)	--	--	73.0	--	%

c2) *Caldeiras ligadas*

GRANDEZAS	MEDIDAS		MÉDIA	POSTO	UNID.
Temperatura do globo (TG)	27.0	27.8	27.4	26.0	°C
Temp. Bulbo Úmido Natural (TBN)	20.3	19.9	20.1	18.0	°C
Temp. Bulbo Seco (Psicr.) (TBS)	24.0	22.0	23.0	21.0	°C
Temp. Bulbo Úmido (Psicr.) (TBU)	19.6	19.4	19.5	17.5	°C
Velocidade do ar (VA)	1.15	1.23	1.19	--	m/s
Umidade relativa (UR)	--	--	70.0	--	%

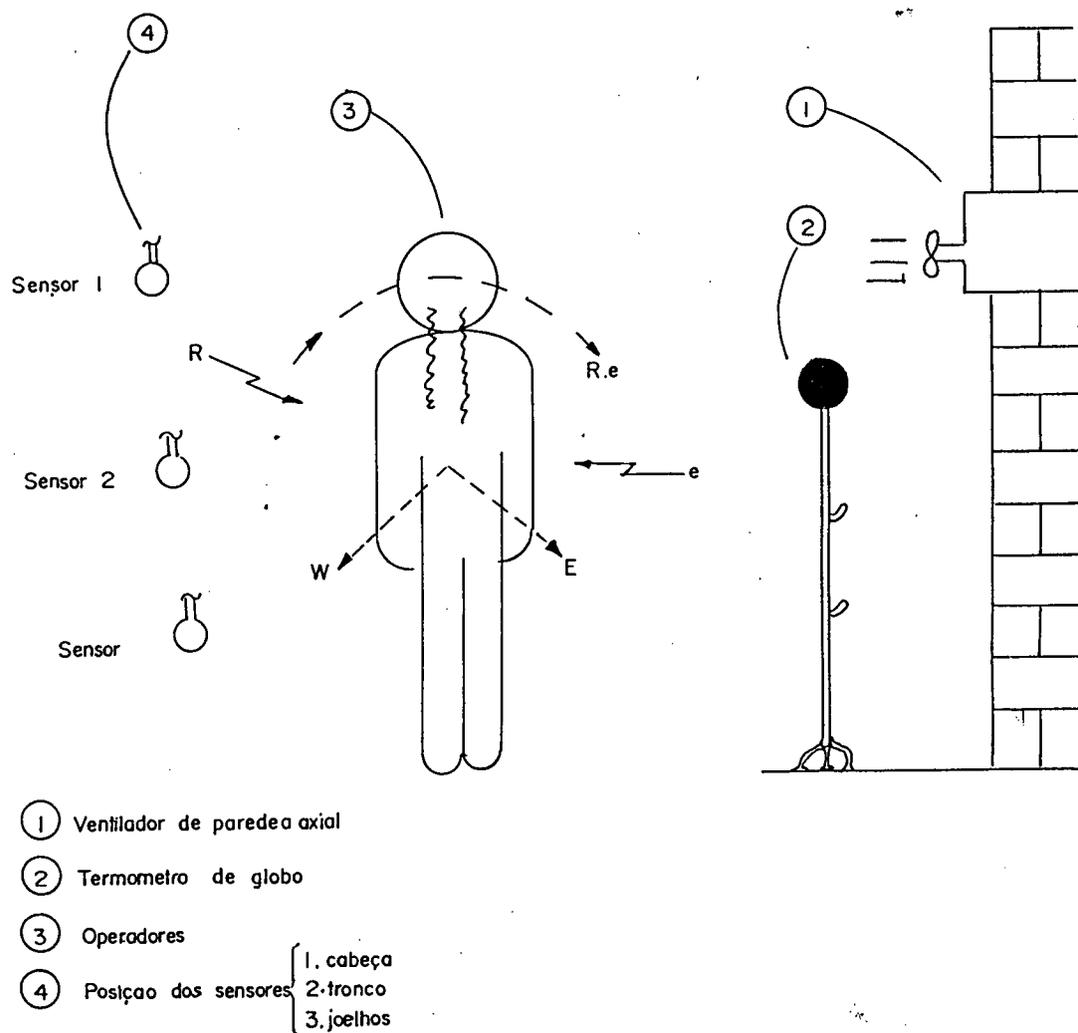


Figura 8. Setor de caldeiras - Esquema de medições de cargas térmicas.

d) *Tabelas de medição com o sensor na posição 2 (tronco)*d1) *Caldeiras desligadas*

GRANDEZAS		MEDIDAS		MÉDIA	POSTO	UNID.
Temperatura do globo	(TG)	27.0	27.4	27.2	25.0	°C
Temp. Bulbo Úmido Natural	(TBN)	20.0	20.2	20.1	18.0	°C
Temp. Bulbo Seco (Psicr.)	(TBS)	24.0	22.0	23.0	21.0	°C
Temp. Bulbo Úmido (Psicr.)	(TBU)	19.6	19.4	19.5	17.5	°C
Velocidade do ar	(VA)	0.19	0.21	0.20	--	m/s
Umidade relativa	(UR)	74.0	75.0	73.0	--	%

d2) *Caldeiras ligadas*

GRANDEZAS		MEDIDAS		MÉDIA	POSTO	UNID.
Temperatura do globo	(TG)	26.2	26.6	26.4	25.0	°C
Temp. Bulbo Úmido Natural	(TBN)	19.4	19.6	19.5	18.0	°C
Temp. Bulbo Seco (Psicr.)	(TBS)	23.5	25.5	24.5	22.5	°C
Temp. Bulbo Úmido (Psicr.)	(TBU)	20.6	20.4	20.5	18.0	°C
Velocidade do ar	(VA)	1.27	1.43	1.35	--	m/s
Umidade relativa	(UR)	--	--	70.0	--	%

e) *Tabelas de medição com o sensor na posição 3 (joelhos)*e1) *Caldeiras desligadas*

GRANDEZAS		MEDIDAS		MÉDIA	POSTO	UNID.
Temperatura do globo	(TG)	25.9	26.3	26.1	24.2	°C
Temp. Bulbo Úmido Natural	(TBN)	21.2	20.8	21.0	19.0	°C
Temp. Bulbo Seco (Psicr.)	(TBS)	24.0	22.0	23.0	21.0	°C
Temp. Bulbo Úmido (Psicr.)	(TBU)	19.6	19.4	19.5	17.5	°C
Velocidade do ar	(VA)	0.10	0.14	0.12	--	m/s
Umidade relativa	(UR)	--	--	73.0	--	%

e2) *Caldeiras ligadas*

GRANDEZAS		MEDIDAS		MÉDIA	POSTO	UNID.
Temperatura do globo	(TG)	25.0	25.8	25.4	24.2	°C
Temp. Bulbo Úmido Natural	(TBN)	20.0	20.0	20.0	19.0	°C
Temp. Bulbo Seco (Psicr.)	(TBS)	25.6	23.4	24.5	22.5	°C
Temp. Bulbo Úmido (Psicr.)	(TBU)	20.6	20.4	20.5	18.0	°C
Velocidade do ar	(VA)	0.64	0.98	0.81	--	m/s
Umidade relativa	(UR)	--	--	70.0	--	%

O processo de avaliação da carga térmica será em função dos dados que compõem as tabelas (d1) e (d2), as quais possuem o sensor na posição 2, isto é, no tronco dos sujeitos, tendo em vista a posição do sensor em relação às concentrações das tensões térmicas no corpo dos mesmos, além da maior confiabilidade desses valores em relação à postura de trabalho dos operadores, pois as radiações térmicas não são uniformes.

f) *Cálculo da carga térmica pelo método do I.B.U.T.G.¹*

Para ambientes internos ou externos sem carga solar, a NR-15, anexo 3 (vide anexo), apresenta:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg} \quad (1)$$

f1) *Para as condições de trabalho*

$$\text{tbn} = 20,10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{tg} = 27,20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{t}_t = 30 \text{ min, soma dos tempos de exposição dos operadores}$$

$$\text{M}_t = 150 \text{ kcal/h, taxa de metabolismo por tipo de atividade (leve)}$$

substituindo em (1):

$$\text{IBUTG}_t = 22,23 \text{ }^\circ\text{C}$$

f2) *Para as condições de descanso*

$$\text{tbn} = 18,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{tg} = 25,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{t}_d = 30 \text{ min, soma dos tempos em que os operadores permanecem no local de descanso}$$

$$\text{M}_d = 100 \text{ kcal/h, taxa de metabolismo do operador em repouso}$$

¹ I.B.U.T.G. = índice de Bulbo Úmido do termômetro de globo

recorrendo a (1):

$$IBUTG_a = 20,10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

f3) *Cálculo do I.B.U.T.G. médio para uma hora*

$$\overline{IBUTG_{60}} = (IBUTG_t * t_t + IBUTG_a * t_a) / 60 \quad (2)$$

onde:

$IBUTG_t$ = valor do IBUTG no local de trabalho

$IBUTG_a$ = valor do IBUTG no local do descanso

Para um intervalo de 60 minutos intermitente

$$t_t = t_a = 30 \text{ min}$$

Aplicando na equação (2):

$$\overline{IBUTG_{60}} = 21,17 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Mediante a Norma Regulamentadora NR-15, anexo 3, quadro 1, página 97, para uma atividade leve, com regime de trabalho intermitente com descanso de 30 minutos, o valor do IBUTG tabelado é 31,00 °C, enquanto que o IBUTG calculado corresponde a 21,17 °C. Logo:

$$\overline{IBUTG_{calculado}} < IBUTG_{tabelado}$$

Pela taxa de metabolismo por atividade, quadro 2:

$$M = (M_t * t_t + M_a * t_a) / 60$$

$$M = 125 \text{ kcal/h}$$

Como $\overline{M} < 30,50 \text{ } ^\circ\text{C}$ e $\overline{IBUTG_o} < IBUTG_{limite}$, o setor de caldeiras não é insalubre em relação ao ambiente térmico pelo método I.B.U.T.G., tendo em vista que o tempo de exposição dos operadores é intermitente e a atividade é considerada leve.

g) *Cálculo da carga térmica pelo método do índice de sobrecarga térmica (I.S.T.)*

Os valores das variáveis são apresentados no anexo.

g1) *Cálculo da resistência térmica do vestuário ICL [clo]*

- Tipos de atividades dos operadores:

- * leve
- * de pé
- * parado, sentado

- Taxa média do metabolismo por atividade M [w/m²]:

para atividade leve, de pé: $M = 93,00 \text{ w/m}^2$

parado, sentado: $M = 58,00 \text{ w/m}^2$, logo:

$$\bar{M} = 75,50 \text{ w/m}^2$$

- Vestuários [clo]:

* sapato = 0,04

* meia = 0,04

* cueca = 0,05

* calça = 0,32

* camisa = 0,14

$I_{cl} = 0,60 \text{ [clo]}$

$$I_{cl} = 0,82 \sum I_{cl}$$

(1)

Substituindo em (1):

$$I_{cl} = 0,50 \text{ clo}$$

Peso médio dos operadores = 72 kg

Altura média = 1,78m

Pressão barométrica = 760 mmHg \approx 101,32 KPa

g2) *Cálculo da área da superfície do corpo - A_{du}*

$$A_{du} = 0,202 * P^{0,425} * H^{0,725}$$

(2)

onde:

A_{du} = área da superfície do corpo [m²]

P = peso do corpo [kg]

H = altura do operador [m]

Recorrendo-se a (2):

$$A_{du} = 0,202 * (72)^{0,425} * (1,78)^{0,725}$$

$$A_{du} = 1,88 \text{ [m}^2\text{]}$$

g3) *Coefficiente de troca de calor por convecção (h_c [w/m²])*

$$h_c = 3,5 + 4,9 * v_a \quad \text{quando } v_a < 1 \text{ m/s} \quad (3)$$

$$h_c = 8,4 * v_a^{0,62} \quad \text{quando } v_a > 1 \text{ m/s}$$

onde:

v_a = velocidade do ar [m/s]

g4) *Fator de redução de trocas térmicas latentes (F_{cpl})*

$$F_{cpl} = 1 / (1 + 0,143 * h_c * ICL) \quad (4)$$

g5) *Temperatura equivalente de radiação (Tr [°C])*

$$Tr = ((TG+273)^4 + 2,8*10^8(TG-TA)(V_a)^{1/2})^{1/4} - 273 \quad (5)$$

onde:

TG = temperatura do termômetro de globo [°C]

TA = temperatura ambiente [°C]

g6) *Coefficiente linear de troca de calor por radiação - hr [w/m²k]*

$$hr = 0,163 ((Tr+Ts)/200+2,73)^3 \quad (6)$$

onde:

Tr = temperatura equivalente de radiação [°C]

Ts = temperatura média na superfície da pele [°C]

g7) *Temperatura média na superfície da pele - Ts [°C]*

g7') para um homem vestido

$$Ts = 25,8 + 0,267 * T_o \quad (7)$$

onde:

$$T_o = \frac{hr * T_r + hc * T_a}{hr + hc}$$

g7'') tabelado

g8) *Fator de redução das trocas térmicas por radiação e convecção - Fcl*

$$Fcl = 1 / (1 + 0,155(hc + hr)ICL) \quad (8)$$

g9) *Troca de calor por radiação - R [w/m²]*

$$R = hr (T_r - T_s) Fcl \quad (9)$$

g10) *Troca de calor por convecção - C [w/m²]*

para um homem vestido:

$$C = hc (T_a - T_s) Fcl \quad (10)$$

g11) *Troca de calor por evaporação - E [w/m²]*

g11') *Respiração - E_{reep}*

$$E_{reep} = 0,0023 M(PV - 44) \quad (11a)$$

onde:

M = metabolismo (w/m²)

PV = pressão parcial do vapor d'água (mmHg)

g11'') *Evaporação máxima de suor - E_{emax} [w/m²]*

$$E_{emax} = 2,2 hc(PV - PV_s) Fpcl \quad (11b)$$

onde:

PV_s = pressão de saturação do vapor d'água na temperatura T_s [mmHg]

g12) *Pressão parcial do vapor d'água - PV [mmHg]*

g12') em função de TBS e TBU

$$PV = PV_s TBU - 0,00067 * P(TBS - TBU) \quad (12a)$$

onde:

P = pressão barométrica

TBS=T= temperatura do bulbo seco do psicrômetro

TBU = temperatura do bulbo úmido do psicrômetro

PVs = pressão de vapor d'água saturado

g12'') em função da umidade específica

$$PV = (UR.PVs)/100 \quad (12b)$$

onde:

PVs = pressão do vapor d'água saturado em T

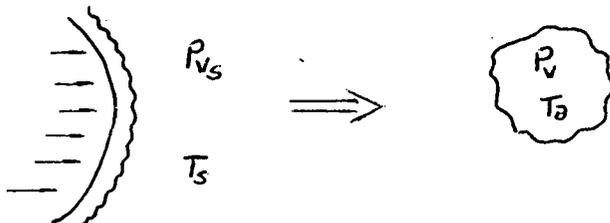
UR = umidade específica [%]

g13) Pressão de vapor d'água saturado - PVs [mmHg]

g13') quando a temperatura da superfície da pele varia entre 20°C e 100°C

$$PVs = 10(8.844 - 2225/(T+273)) \quad (13)$$

g13'') tabelado em função de Ts



g14) Avaliação do ambiente pelo I.S.T.

$$I.S.T. = E_{req}/E_{poe} * 100 \quad (14)$$

onde:

$$E_{poe} = | E_{emax} |$$

$$E_{poe} \leq 390 \text{ w/m}^2$$

g15) Balanço térmico para o homem

$$M \pm W \pm R \pm C \pm L - E = 0 \quad (15)$$

Posição I = Cálculo para as caldeiras desligadas

g1) *Coefficiente de troca de calor por convecção*

Da equação (3)

$$h_c = 3,5 + 4,9 * 0,2$$

$$h_c = 4,48 \text{ w/m}^2\text{k}$$

g2) *Fator de redução de trocas térmicas latentes*

Da equação (4)

$$F_{pcl} = 1 / (1 + 0,143 * 4,48 * 0,50)$$

$$F_{pcl} = 0,75$$

g3) *Temperatura equivalente de radiação*

Da equação (5)

$$T_r = ((27,2 + 273)^4 + 2,8 * 10^8 (27,2 - 23) * (0,2)^{1/2})^{1/4} - 273$$

$$T_r = 31,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

g4) *Coefficiente linear de troca de calor por radiação*

onde:

$$T_r = 31,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_s = 35 \text{ } ^\circ\text{C (tabelado)}$$

Da equação (6)

$$h_r = 0,163 ((31,95 + 35) / 200 + 2,73)^3$$

$$h_r = 4,24 \text{ w/m}^2\text{k}$$

g5) *Fator de redução das trocas térmicas por radiação e convecção*

Da equação (8)

$$F_{cl} = 1 / (1 + 0,155 (4,48 + 4,24) 0,50)$$

$$F_{cl} = 0,59$$

g6) *Troca de calor por radiação*

Da equação (9)

$$R = 4,24 (31,95 - 35) 0,59$$

$$R = -7,62 \text{ w/m}^2$$

g7) Troca de calor por convecção

Da equação (10)

$$C = 4,48 (23-35) 0,59$$

$$C = -31,72 \text{ w/m}^2$$

g8) Troca de calor por evaporação

onde:

$$P = 760 \text{ mmHg}$$

$$TBU = 19,50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$TBS = 23,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$UR = 73 \%$$

$$M = 75,50 \text{ w/m}^2$$

$$PV_s = 42,17 \text{ mmHg (tabelado)}$$

$$PV = ?$$

g8') Pressão parcial do vapor d'água

Pela equação (12a)

$$PV_{sTBU} = 17,00 \text{ mmHg}$$

$$PV = 17,00 - 0,00067 * 760 (3,5)$$

$$PV = 15,22 \text{ mmHg}$$

Pela equação (12b)

$$PV_{sT_a=23} = 21,07 \text{ mmHg}$$

$$PV = (73,00 * 21,07) / 100$$

$$PV = 15,38 \text{ mmHg}$$

Adotaremos o maior valor da pressão parcial.

g8'') Calor da respiração

Da equação (11a)

$$E_{resp} = 0,0023 * 75,50 (15,38 - 44)$$

$$E_{resp} = - 4,97 \text{ w/m}^2$$

g8''') Evaporação máxima de suor

Da equação (11b)

$$E_{smax} = 2,2 * 4,48 (15,38 - 42,17) 0,75$$

$$E_{smax} = - 198,03 \text{ w/m}^2$$

g8''''') Cálculo do E_{req}

Como a equação do equilíbrio térmico deve ser satisfeita,

Da equação (15)

onde:

$$M \pm W = H - \text{calor gerado}$$

$$M = 75,50 \text{ w/m}^2$$

$$W = 0, \text{ trabalho externo (operador sentado)}$$

$$L = 0, \text{ calor trocado na respiração}$$

$$E_{req} = M + R + C + E_{reep}$$

$$E_{req} = 75,50 - 7,62 - 31,72 - 4,97$$

$$E_{req} = 31,19 \text{ w/m}^2$$

g9) *índice de Sobrecarga Térmica (I.S.T.)*

Da equação (14)

$$IST = 31,19/198,03 * 100$$

$$IST = 15,7$$

Segundo a tabela do índice de sobrecarga térmica (em anexo), este índice calculado indica uma resposta leve e moderada ao calor. A atividade intelectual diminui, bem como diminui a eficiência em trabalhos pesados. Tendo em vista que o trabalho físico dos operadores é leve, pode-se considerar o ambiente térmico não é insalubre.

Posição II - Cálculo para as caldeiras e ventilador ligados

g1) *Coefficiente de troca de calor por convecção*

Da equação (3) com $v_a = 1,35 \text{ m/s}$

$$h_c = 8,4 * 1,35^{0,62}$$

$$h_c = 10,12 \text{ w/m}^2$$

g2) *Fator de redução de trocas térmicas latentes*

Da equação (4)

$$F_{pcl} = 1 / (1 + 0,143 * 10,12 * 0,50)$$

$$F_{pcl} = 0,58$$

g3) *Temperatura equivalente de radiação*

Da equação (5)

$$T_r = ((26,4 + 273)^4 + 2,8 * 10^8 (26,4 - 23) * (1,35)^{1/2})^{1/4} - 273$$

$$T_r = 31,99 \text{ } ^\circ\text{C}$$

g4) *Coefficiente linear de troca de calor por radiação*

onde:

$$T_r = 31,99 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_s = 35,00 \text{ } ^\circ\text{C (tabelado)}$$

Da equação (6)

$$h_r = 0,163 ((31,99 + 35) / 200 + 2,73)^3$$

$$h_r = 3,26 \text{ w/m}^2\text{k}$$

g5) *Fator de redução das trocas térmicas por radiação e convecção*

Da equação (8)

$$F_{cl} = 1 / (1 + 0,155 (10,12 + 3,26) 0,50)$$

$$F_{cl} = 0,65$$

g6) *Troca de calor por radiação*

Da equação (9)

$$R = 3,26 (31,99 - 35) 0,65$$

$$R = -6,40 \text{ w/m}^2$$

g7) Troca de calor por convecção

Da equação (10)

$$C = 10,12 (23-35) 0,65$$

$$C = -69,06 \text{ w/m}^2$$

g8) Troca de calor por evaporação

onde:

$$P = 760 \text{ mmHg}$$

$$TBU = 20,50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$TBS = 24,50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$UR = 50 \%$$

$$\bar{M} = 75,50 \text{ w/m}^2$$

$$PV_s) = 42,17 \text{ mmHg (tabelado)}$$

$$PV_{T_s=35} = ?$$

g8') Pressão parcial do vapor d'água

Pela equação (12a)

$$PV_{STBU} = 17,72 \text{ mmHg}$$

$$PV = 17,72 - 0,00067 * 760 (24,50-20,50)$$

$$PV = 15,68 \text{ mmHg}$$

Pela equação (12b)

$$PV_{St_a=24,5} = 22,70 \text{ mmHg}$$

$$PV = (70,00 * 22,70) / 100$$

$$PV = 15,89 \text{ mmHg}$$

Adotaremos o maior valor da pressão parcial.

g8'') Calor da respiração

Da equação (11a)

$$E_{resp} = 0,0023 * 75,50 (15,89 - 44)$$

$$E_{resp} = - 4,88 \text{ w/m}^2$$

g8''') Evaporação máxima de suor

Da equação (11b)

$$E_{\text{max}} = 2,2 * 10,12 (15,89 - 42,17) 0,58$$

$$E_{\text{max}} = - 339,35 \text{ w/m}^2$$

g8''''') Cálculo do E_{req}

A equação do equilíbrio térmico deve ser satisfeita através da equação (15), onde:

$$H = M+W$$

$$\bar{M} = 75,50 \text{ w/m}^2$$

$$W = 0, \text{ trabalho externo desprezível}$$

$$L = 0, \text{ calor trocado na respiração}$$

$$E_{\text{req}} = H + R + C + E_{\text{resp}}$$

$$E_{\text{req}} = 75,50 - 6,40 - 69,06 - 4,88$$

$$E_{\text{req}} = - 4,84 \text{ w/m}^2$$

g9) *índice de Sobrecarga Térmica (I.S.T.)*

Da equação (14)

$$IST = - 4,84 / 339,35 * 100$$

$$IST = - 1,43$$

Conforme interpretação do resultado, o operador de caldeira provavelmente deverá sentir leve ou nenhuma resposta ao frio, de acordo com a tabela I.S.T.

Conclusão: o ambiente não apresenta problemas no que concerne a temperaturas extremas. Segundo o resultado do I.S.T. com as caldeiras e ventilador de parede ligados, o sinal negativo indica uma leve sensação ao frio, haja vista que o ambiente é constituído de grandes portas, sendo que estas estavam permanentemente abertas, gerando uma boa ventilação natural, pois o dia apresentava ventos de intensidade moderada. Outro fator que é quase certo que influenciou o resultado é a leve sensação de frio proporcionada pelo ventilador de parede.

3.1.4. AMBIENTE SONORO

A presença de ruído de baixa frequência de vazamentos de vapor, acidentais ou promovidos pelas válvulas de segurança, constitui um espectro sonoro peculiar e variável ao longo da jornada de trabalho.

Assim sendo, esta análise ergonômica procura avaliar as condicionantes sonoras, com a finalidade de determinar o limite do nível de pressão sonora do ambiente e compará-lo com o limite de tolerância estabelecido pela Norma Regulamentadora NR-15, anexo 1, página 95.

Portanto, para que o ambiente físico do setor de caldeiras possa ser considerado confortável do ponto de vista sonoro, torna-se necessário gerenciar e eliminar os prováveis riscos determinantes da surdez profissional, provocada por diversos fatores, tais como: intensidade (NPS), tipo (contínuo, intermitente ou de impacto), qualidade (faixa de frequência), susceptibilidade individual e tempo de exposição.

a) *Instrumentos utilizados na avaliação do nível de ruídos*

Utilizamos o medidor de nível de pressão sonora e analisador de frequência em bandas de oitavas (decibelímetro), o qual consiste de microfone, amplificador, filtro de compensação, amplificador/retificador e medidor.

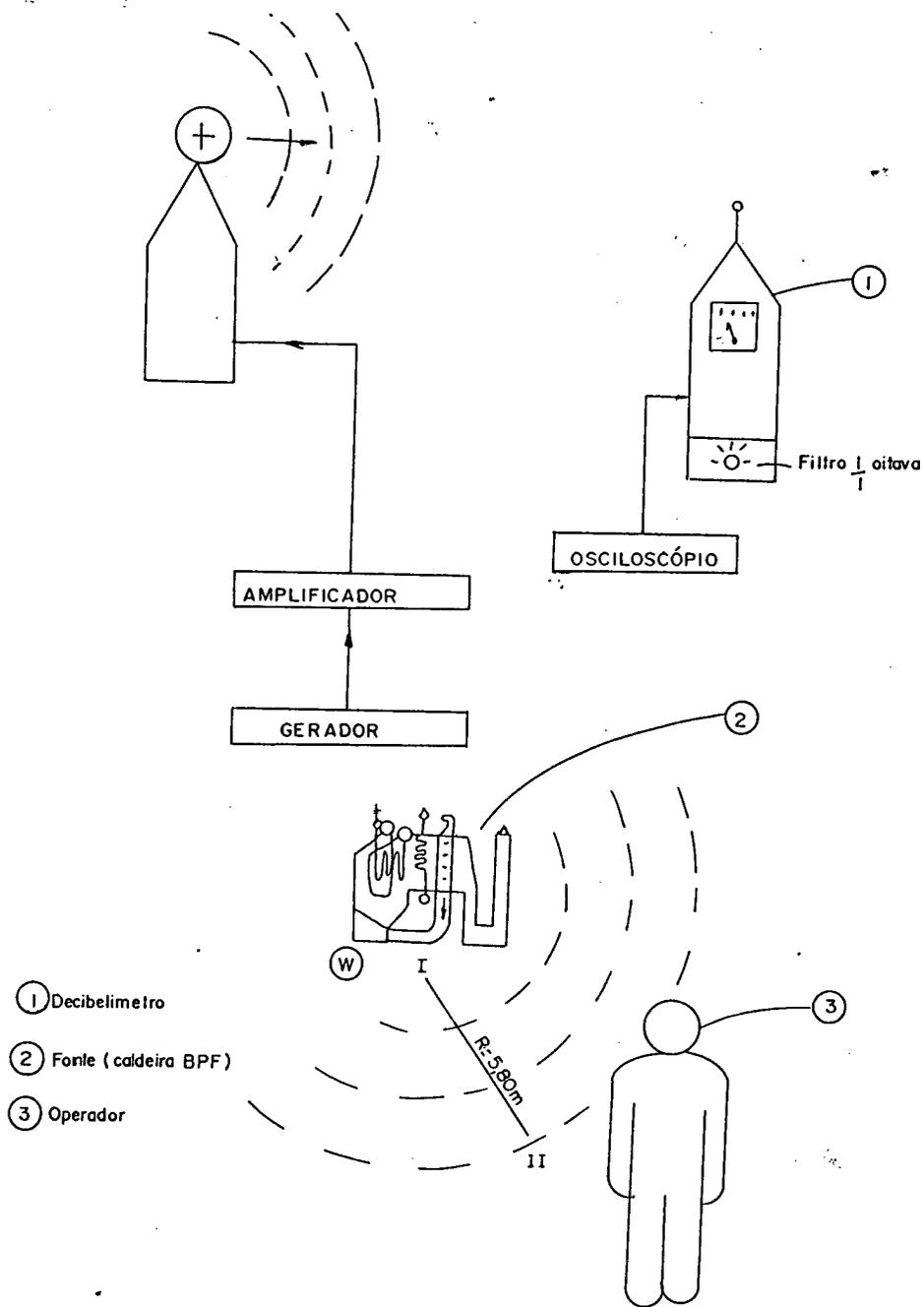


Figura 9. Esquema de medição dos ruídos

b) *Medições efetuadas no setor de caldeiras*

POS.	FONTES FREQ [Hz]	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Global
I	Caldeira	96,75	88,00	88,50	81,00	80,50	79,50	77,00	72,00	86,00
II		96,00	77,00	78,50	73,75	75,50	74,25	73,00	66,50	81,25
I	Caldeira	97,00	90,50	87,50	82,50	82,00	79,00	76,50	70,75	87,00
II	Ventilador	96,50	81,75	94,50	81,00	80,25	76,00	73,25	66,00	84,25
I	Caldeira	97,50	91,25	87,00	83,50	85,00	79,50	76,25	70,50	87,00
II	Ventilador	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Compressor	---	---	---	---	---	---	---	---	---
POS I	Operadores em atividades na caldeira BPF nº 11									
POS II	Operadores no posto de permanência - descanso									
	O efeito do compressor na posição I é mais crítico devido à distância									

c) *Desenvolvimento*

Condição A = caldeira, ventilador e compressor ligados

Distância da posição II até as caldeiras:

caldeira a óleo BPF = 10,00 m

caldeira elétrica = 8,70 m

c1) *Dimensões de paredes, janelas e portas*

Frontal: Parede = 37,80m x 4,60m

Janelas = 27,40m x 1,30m

Porta de vidro = 3,00m x 2,20m

Porta de aço = 4,50m x 2,50m

Fundos: Parede = 37,80m x 4,60m

Janelas = 32,00m x 1,30m

Porta = 2,10m x 0,70m

Parede esquerda (sem janelas ou portas) = 12,00m x 6,00m

Parede direita (sem janelas ou portas) = 18,00m x 6,00m

Área do teto (cobert. zinco): 37,80m x 12,00m = 453,60m²

Área do piso (cimento) : 453,60 m²

Área total sem dedução dos equipamentos: 453,60 m²

c2) *Dimensões dos equipamentos de aço no interior do pavilhão*

Caldeira a óleo b.p.f.:

Diâmetro = 1700 mm

Altura = 2600 mm

Comprimento = 5000 mm

Caldeira elétrica Simili:

Diâmetro = 1590 mm

Altura = 1630 mm

Comprimento = 2225 mm

Reservatório do aquecedor de água:

Diâmetro = 1600 mm

Altura = 1840 mm

Comprimento = 3900 mm

Catador de fuligem:

Diâmetro = 1500 mm

Altura = acima da caldeira a óleo

Comprimento = 3000 mm

Tanque de vácuo (reservatório):

Diâmetro = 1200 mm

Altura = 3700 mm

Reservatório para retorno do condensado:

Diâmetro = 1500 mm

Altura = 1000 mm

Reservatório para óleo diesel:

Diâmetro = 1200 mm

Altura = 1000 mm

Reservatório para óleo B.P.F.:

Diâmetro = 1200 mm

Altura = 1000 mm

Área de absorção pelo piso:

Área = $453,60 + 19,00 - 99,47$

Área = $373,13 \text{ m}^2$

Área de absorção pelos vidros:

Área = $27,40 * 1,30 + 32,00 * 1,30$

Área = $77,20 \text{ m}^2$

Área de absorção pelas paredes:

$$\text{Área} = (37,80 + 12,00 + 30,60 + 7,20 + 18,00) * 4,60 - (4,50 * 2,50 + 3,00 * 2,20)$$

$$\text{Área} = 467,91 \text{ m}^2$$

Área de absorção pela cobertura de zinco:

$$\text{Área} = 12,32 * 37,80$$

$$\text{Área} = 465,78 \text{ m}^2$$

Área de absorção pela porta de aço:

$$\text{Área} = 4,50 * 2,50$$

$$\text{Área} = 11,25 \text{ m}^2$$

Área da caldeira a óleo:

$$\text{Área} = 2,00 * \pi * 1,70^2 / 4,00 + \pi * 1,70 * 5,00$$

$$\text{Área} = 28,10 \text{ m}^2$$

Área da caldeira elétrica:

$$\text{Área} = \pi * 1,59^2 / 2,00 + \pi * 1,59 * 2,22$$

$$\text{Área} = 15,09 \text{ m}^2$$

Área do reservatório do aquecedor de água:

$$\text{Área} = \pi * 1,60^2 / 2,00 + \pi * 1,60 * 3,90$$

$$\text{Área} = 23,62 \text{ m}^2$$

Área do catador de fuligem:

$$\text{Área} = \pi * 1,50^2 / 4,00 + \pi * 1,50 * 3,00$$

$$\text{Área} = 15,90 \text{ m}^2$$

Área do tanque de vácuo:

$$\text{Área} = \pi * 1,20^2 / 4,00 + \pi * 1,20 * 3,70$$

$$\text{Área} = 15,08 \text{ m}^2$$

Área do reservatório do condensado:

$$\text{Área} = \pi * 1,50^2 / 4,00 + \pi * 1,50 * 1,00$$

$$\text{Área} = 6,48 \text{ m}^2$$

Área do reservatório de óleo diesel:

$$\text{Área} = \pi * 1,20^2 / 4,00 + \pi * 1,20 * 1,00$$

$$\text{Área} = 4,90 \text{ m}^2$$

Área do reservatório de óleo B.P.F.:

$$\text{Área} = \pi * 1,20^2 / 4,00 + \pi * 1,20 * 1,00$$

$$\text{Área} = 4,90 \text{ m}^2$$

Área de absorção pelo aço:

$$\text{Área} = 125,64 \text{ m}^2$$

d) *Considerações para a elaboração da planilha de cálculos*

Os cálculos foram efetuados considerando-se a situação mais crítica, ou seja, caldeira, ventilador axial e compressor em funcionamento. Para o coeficiente de absorção do zinco (α_z), utilizou-se o mesmo valor do coeficiente de absorção do aço.

- r = 5,80 m, raio de alcance entre fonte e operador
- ρ_o = 1,25 kg/m³, densidade do ar
- c = 340 m/s, velocidade do som
- a = absorção ($a = s * \alpha$)
- s = área interna total do ambiente
- α = coeficiente de absorção do material, onde
- $4\rho_o c = 1700 \text{ kgf/m}^2$

Para a condição A (caldeira + ventilador + compressor em funcionamento):

d1) *Cálculo da pressão sonora - P_{rms}^2 [N/m²]*

$$P_{rms}^2 = P_{ref}^2 + 10NPS/10 \quad (1)$$

onde:

$$P_{ref}^2 = 2 * 10^{-5} \text{ [N/m}^2\text{]}$$

$$NPS_{(A)} = \text{nível de pressão sonora (medido/tabela)}$$

d2) *Cálculo da potência da fonte sonora - w_r [Watts]*

$$w_r = (P_{rms}^2 / \rho_o c) * 4\pi r^2 \quad (2)$$

d3) *Cálculo do nível de pressão sonora - NPS*

$$NPS = 10 \log (P_{rms}^2 / P_{ref}^2) \quad (3)$$

d4) Cálculo do nível de pressão sonora total - NPS_t

$$NPS_t = 10 \log(10^{\frac{NPS}{10}}|_{63} + 10^{\frac{NPS}{10}}|_{125} + \dots + 10^{\frac{NPS}{10}}|_{8K}) \quad (4)$$

d5) Cálculo da pressão sonora no campo-reverberante

$$Prms_{rev}^2 = 4\rho_0 c W / \Sigma s \alpha \quad (5)$$

Recorrendo-se à tabela dos coeficientes de absorção dos materiais e resolvendo as equações acima, elaboramos a seguinte tabela:

Gr. \ Freq	63	125	250	500	1K
NPS	97,50	91,25	87,00	83,50	85,00
Prms ²	2249365,30	533408,57	200474,89	89548,85	126491,12
Wr	223736,54	53056,29	19940,54	8907,11	12581,63
Qvidro	0,25	0,35	0,25	0,20	0,10
Qaço	0,25	0,35	0,25	0,20	0,10
Qpisso	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Qteto	0,25	0,35	0,25	0,20	0,10
Qparede	0,10	0,20	0,45	0,60	0,40
Qvidro	19,30	27,02	19,30	15,44	7,72
Qaço	31,41	43,97	31,41	25,13	12,56
Qpisso	3,73	3,73	3,73	7,46	7,46
Qteto	116,45	163,02	116,45	93,16	46,58
Qparede	47,79	93,58	210,56	280,75	187,16
Σa	218,68	331,32	381,45	421,94	261,48
4 ρ ₀ cWr	3803,52	901,96	338,99	151,42	213,88
Prms ²	17,39	2,72	0,89	0,36	0,82
NPS(A)	106,38	98,32	93,46	89,53	93,11

Gr. \ Freq	2K	4K	8K	POTENCIA	AREA
NPS	79,50	76,25	70,50		
Prms ²	35650,04	16867,86	4488,07	* 10 ⁻⁸	
Wr	3545,99	1677,79	446,41	* 10 ⁻⁸	
Qvidro	0,05	0,05	0,05		77,20
Qaço	0,05	0,05	0,05		125,64
Qpisso	0,02	0,03	0,03		373,13
Qteto	0,05	0,05	0,05		465,78
Qparede	0,45	0,40	0,40		467,91
Qvidro	3,86	3,86	3,86		
Qaço	6,28	6,28	6,28		
Qpisso	7,46	11,19	11,19		
Qteto	23,29	23,29	23,29		
Qparede	210,56	187,16	187,16		
Σa	251,45	231,78	231,78		
4 ρ ₀ cWr	60,28	28,52	7,58		
Prms ²	0,24	0,12	0,03		
NPS(A)	87,77	84,88	79,30		

d6) *Cálculo do nível de pressão sonora total*

$$\begin{aligned}
 \text{NPS}_t &= 10 \log \left(10^{\frac{106,38}{10}} + 10^{\frac{88,32}{10}} + 10^{\frac{83,48}{10}} + 10^{\frac{82,53}{10}} + \right. \\
 &\quad \left. 10^{\frac{83,11}{10}} + 10^{\frac{87,77}{10}} + 10^{\frac{84,88}{10}} + 10^{\frac{79,30}{10}} \right) \\
 \text{NPS}_t &= 107,51 \text{ db(A)}
 \end{aligned}$$

O cálculo do NPS_t foi maior no campo reverberante, provavelmente, por ter-se feito uma só medição, não envolvendo outras direções em que se poderia atenuar o nível calculado.

O ponto de medição foi escolhido conforme o maior tempo de permanência do operador, que foi a caldeira flamotubular (11), tendo a influência de outras fontes sonoras como a do ventilador de parede axial, bem como o compressor do tanque de vácuo, proporcionando uma alteração do real medido com o calculado para o campo reverberante que considera todos esses fatores.

A princípio, constata-se que o nível de pressão sonora total calculado é elevado, pois comparado com os valores da máxima exposição diária da Norma Regulamentadora 15, anexo 1, está acima do limite de tolerância previsto.

Entretanto, é quase certo que este nível de ruído pode ser considerado suportável. O fato dele gerar um certo desconforto sonoro não implica que a saúde dos operadores esteja comprometida, visto que o cálculo corresponde à condição mais crítica dos trabalhadores na sala de caldeiras, ou seja, na posição I quando a caldeira, o ventilador axial da parede e o compressor estão em regime permanente, o que ocorre com pouca frequência durante as atividades.

Outro fator a ser considerado é que nesta situação crítica de trabalho, o tempo de exposição dos operadores é mínimo e intermitente, pois quase sempre os mesmos permanecem em suas mesas de trabalho, as quais se situam a uma certa distância da posição crítica estabelecida.

3.1.5. AMBIENTE LUMINOSO

Convém ressaltar que grande parte das funções elementares da visão humana, como a nitidez, o reconhecimento das diferenças de claridades, a visão à distância e profundidade, são quase sempre influenciadas pelo iluminamento. Certos distúrbios do aparelho visual, como vista cansada pela idade, podem ser compensados por uma iluminação reforçada, assim como as diferenças visuais entre operadores de caldeiras jovens e idosos podem ser compensadas por um bom iluminamento.

Tendo em vista que a caldeira é constituída por instrumentos de informações e controles e para proporcionar maior segurança e conforto para os trabalhadores, torna-se necessário que a sala de caldeiras possua um bom nível de iluminamento.

Desta forma, é necessário verificar através de um projeto luminotécnico as reais condições do ambiente de trabalho.

a) *Levantamento do ambiente luminoso visando o projeto luminotécnico*

Nº de luminárias: 14
Nº de lâmpadas fluorescentes: 28
Nº de lâmpadas de luz mista: 7
Nº de pontos medidos: 22
Total de iluminamento: $E_t = 3409,98$ lux
Média de iluminamento: $E = 154,99$ lux

b) *Instrumento utilizado na medição do iluminamento*

Através de um luxímetro analógico realizaram-se as medições no painel de controle da caldeira flamotubular e no local

de permanência dos operadores.

c) *Determinação do nível de iluminamento adequado - E*

Tendo em vista que o nível médio de iluminamento está abaixo do limite de tolerância estabelecido pela Norma Regulamentadora NR-15, anexo 4 - a qual determina que o nível de iluminamento para uma caldeira a vapor deve ser de 200,00 lux - faremos uma intervenção ergonômica visando um novo projeto lumínico que satisfaça às recomendações ergonômicas.

c1) *Escolha das lâmpadas, luminárias e sistema de iluminamento*

Sistema de iluminamento: iluminação direta

Tipos de lâmpadas: fluorescente branca fria

código comercial = TLRS/33

potência = 40W

fluxo luminoso (ϕ) = 3000,00 lm

Tipos de luminária: industrial do tipo Müller nº 9

fluxo luminoso (ϕ) = 6000,00 lm

número de lâmpadas = 2

c2) *Cálculo do índice do local*

Comprimento = 37,80 m

Largura = 12,00 m

Altura = 3,50 m

Letra (tabela 2, página 42) = Letra C

c3) *Determinação do fator de depreciação - d*

Conforme tabela 3, da página (vide anexo), em função do tipo de luminária:

d = 0,70

c4) *Determinação do coeficiente de utilização - x*

Da página 40, temos as seguintes refletâncias: parede branca = 50%, teto claro = 50%. Com as refletâncias, índice do local e o tipo de luminária, verificamos na tabela 3, página 43, obtendo-se:

$$x = 0,69$$

c5) *Cálculo do fluxo luminoso - ϕ_x*

$$\phi_x = E * s / x * d \quad [\text{lm}], \text{ onde: } E = 200,00 \text{ lux}$$

$$s = 37,80\text{m} * 12,00 \text{ m}$$

$$x = 0,69$$

$$d = 0,70$$

$$\phi_x = 187826,00 \text{ lm}$$

c6) *Cálculo do número de luminárias - n*

$$n = \phi_x / \phi_{\text{luminária}}, \text{ onde: } \phi_x = 187826,00$$

$$\phi_{\text{luminária}} = 6000,00$$

$$n = 31,3 \Rightarrow 32 \text{ luminárias}$$

c7) *Cálculo da distância máxima entre as luminárias - x_{max}*

Conforme a tabela 3, página do anexo, o espaçamento máximo entre luminárias equivale:

$$x_{\text{max}} = \text{altura da montagem} * 1,00 = 3,50 * 1,00$$

$$x_{\text{max}} = 3,50 \text{ m}$$

c8) *Distribuição das luminárias (x_1, y_1)*

$$N_a = \text{n}^\circ \text{ de filas segundo dimensão } a \text{ (12,00 m)}$$

$$N_b = \text{n}^\circ \text{ de filas segundo dimensão } b \text{ (37,80 m)}$$

Adotando-se $N_b = 8$ filas, tem-se:

$$N_a * N_b = n$$

$$N_a * 8 = 32$$

$$N_a = 4 \text{ filas}$$

$$x_1 = a/N_a = 12,00/4 = 3,00 \text{ m}$$

$$y_1 = b/N_b = 37,80/8 = 4,72 \text{ m}$$

Optou-se pela iluminação fluorescente pela maior eficiência e maior vida das lâmpadas, além de que a altura é pequena (3 a 5 metros).

Outros requisitos básicos que foram considerados neste projeto luminotécnico foram o nível de iluminamento, ofuscamento e economia.

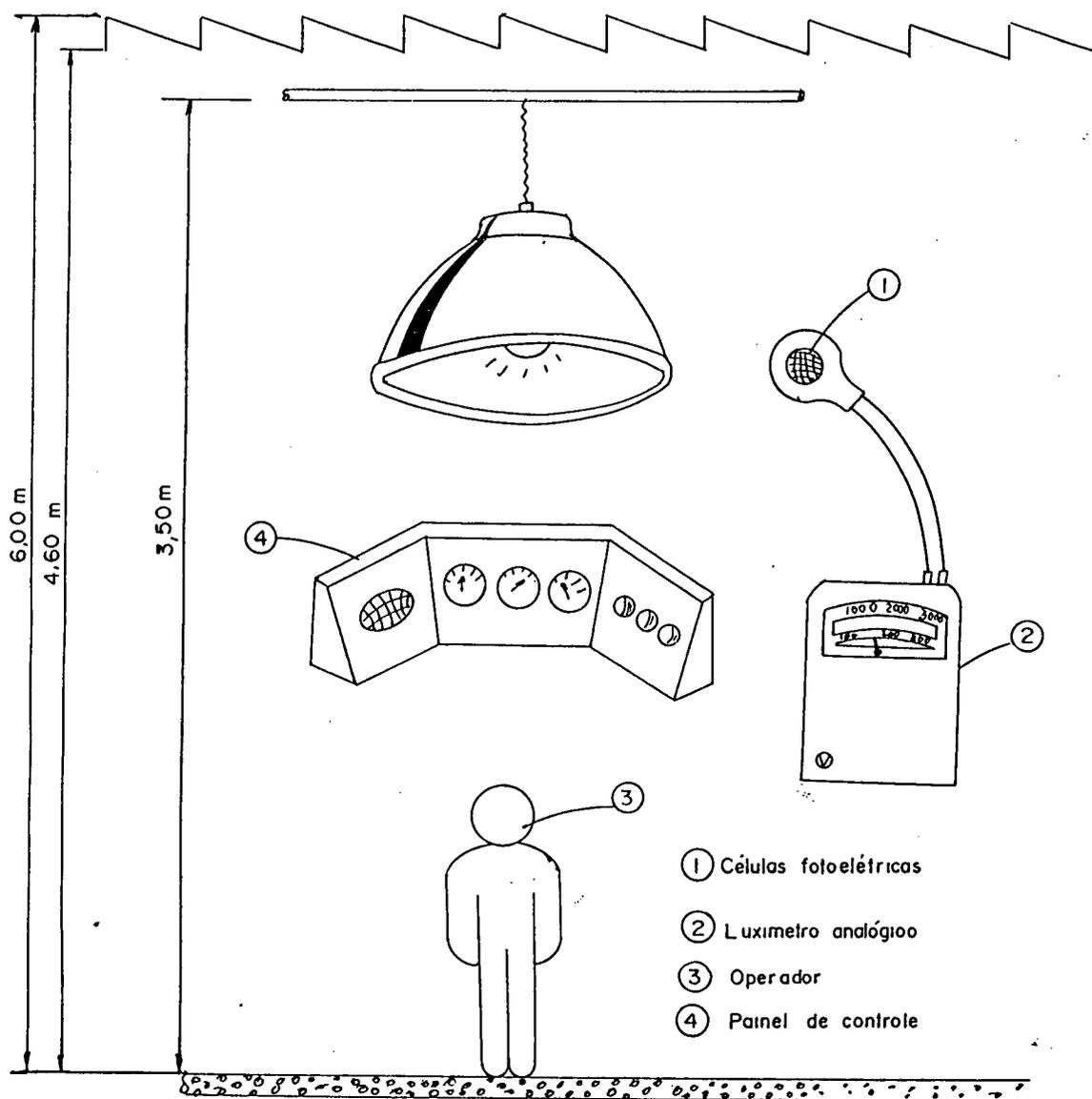


Figura 10. Medições para determinar o nível de iluminamento no setor de caldeiras.

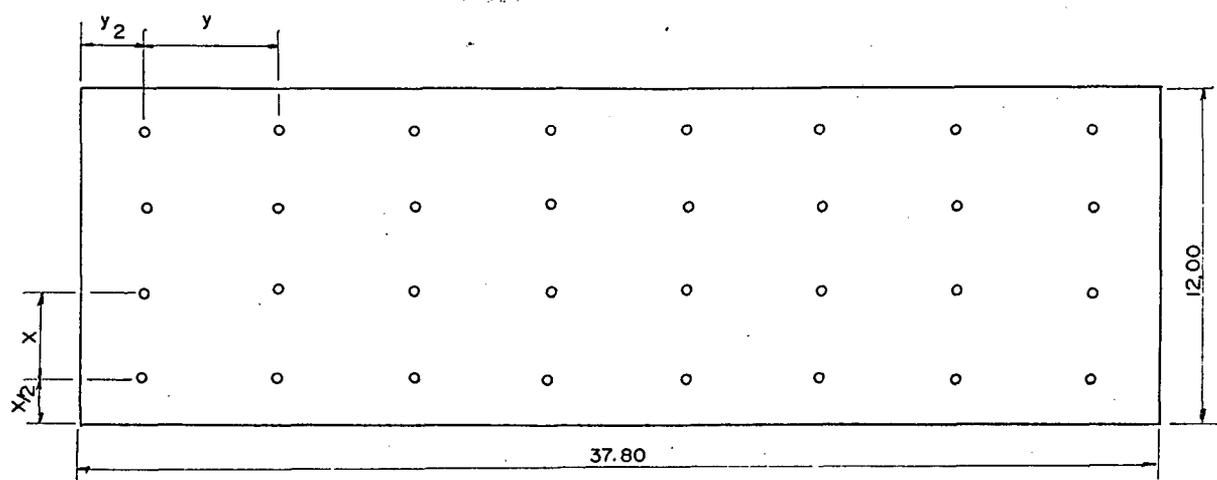


Figura 11. Distribuição das 32 luminárias com lâmpadas TLRS/33 (40W)

3.2. ANÁLISE DAS ATIVIDADES DOS OPERADORES DE CALDEIRAS

3.2.1. INTRODUÇÃO

O objetivo desta análise é apresentar algumas características gerais das atividades inerentes à operação de caldeiras, mediante um levantamento do que é efetivamente realizado e as principais inter-relações entre as atividades dos operadores.

A princípio, a atividade de operadores de caldeiras está relacionada com a troca de informações entre eles e o sistema de geração de vapor. Através de um processo constante de dados fornecidos pelos instrumentos de controle da unidade, compete ao operador as eventuais manobras de acordo com a situação de trabalho.

3.2.2. DESCRIÇÃO DAS AÇÕES

O operador recebe as informações, procura interpretá-las, para em seguida realizar as devidas ações por intermédio de certos comandos manuais, que lhe permitem atingir os objetivos desejados, os quais são acusados nos mostradores dos instrumentos de controle da caldeira e, em seguida, estas informações são registradas no prontuário, formando quase sempre um ciclo repetitivo.

A tabela "Ações-Tipo" anexa mostra detalhadamente a descrição das referidas ações.

Para facilitar a análise dentro desta concepção operador-caldeira, pode-se separar as condicionantes físicas da carga mental de trabalho, as quais estão presentes neste tipo de atividades.

3.2.3. AS INTER-RELAÇÕES ENTRE AS ATIVIDADES DOS OPERADORES

Em termos globais, pode-se distinguir as atividades físicas ou musculares das atividades mentais dos operadores de caldeiras. Entretanto, não é possível separar estes dois tipos de atividades em classes independentes, pois se numa primeira análise pode-se diferenciá-las, é preciso entretanto não dissociá-las.

Ao contrário, devemos procurar respectivamente as atividades mentais e as atividades físicas, pois ambas são exigidas para a execução do trabalho, e simultaneamente estão ligadas por relações funcionais, onde caracterizou-se a predominância das condicionantes mentais durante as atividades.

3.2.4. AS CONDICIONANTES MENTAIS

A carga de trabalho mental compreende desde a fase de detecção dos sinais (alarmes, sinais luminosos, entre outros), identificação e processamento das informações, ou seja, são as funções cognitivas envolvidas na percepção das informações pelos operadores até o momento em que estes tendem a acionar os dispositivos de comando.

Um aspecto importante a considerar é a carga mental acentuada gerada pelas condições de trabalho, onde observou-se uma sintomatologia da neurose e o comportamento condicional destes operadores, face a responsabilidade perante possíveis riscos de acidentes relacionados com a geração de vapor.

3.2.5. AS CONDICIONANTES FÍSICAS

As condicionantes físicas dos operadores correspondem à

biomecânica ocupacional, destacando a postura, os trabalhos estáticos e dinâmicos, realizados pelos operadores durante suas atividades.

Observou-se que, quanto às atividades musculares dos operadores, destaca-se o trabalho estático, pois os mesmos permanecem sentados devido à falta de enriquecimento das tarefas. O braço e a visão são as partes do corpo mais solicitadas pela postura de pé. Caso estes operadores venham a participar do planejamento e distribuição das tarefas, o trabalho tornar-se-á mais interessante e motivador, diminuindo sua característica estática.

Quanto à análise da postura, os operadores assumem poucas posturas diferentes durante o gerenciamento das caldeiras, predominando a posição sentada durante o maior espaço de tempo.

Em relação às características dos movimentos, estes são quase sempre moderados, repetitivos e exigindo posicionamentos precisos com acompanhamento visual.

Assim, conclui-se que poucas diferenças são possíveis em relação com a importância de grupos musculares e da intensidade das forças colocadas em funcionamento, da direção dos esforços, da precisão exigida, pois na atividade de operador predomina quase sempre a repetição dos esforços físicos, gerando a monotonia para estes trabalhadores.

3.2.6. ACÕES BÁSICAS DOS OPERADORES DE CALDEIRAS

Provavelmente, as ações básicas dos operadores de caldeiras se concentram nos aspectos da interface operador-caldeira. Nós as classificamos em informações e controles, onde informações referem-se às interações no nível sensorial dos operado-

res, enquanto os controles abrangem o nível motor ou as atividades físicas dos trabalhadores.

Por outro lado, caracterizamos as informações como sendo o canal sensorial envolvido nas atividades dos operadores (auditiva, cinestésico, visual, entre outros), os tipos de sinais, as características desses sinais (intensidade, forma, frequência, duração), além dos tipos e características dos dispositivos de informação (luzes, som, displays visuais, mostradores, entre outros).

Quanto aos controles, podemos relacioná-lo com o tipo de movimento corporal exigido aos operadores, ou seja, os membros envolvidos no movimento, alcances manuais, características dos movimentos (intensidade da força, duração, precisão, entre outras) e os tipos e aspectos dos dispositivos de controle (botões, alavancas da válvula de segurança, entre outras).

A partir desta premissa, apresentamos a tabela abaixo:

TABELA DAS ATIVIDADES DOS OPERADORES DE CALDEIRAS

TAREFA: OPERADORES DE CALDEIRAS						
PASSOS	AÇÕES TIPO	CONTROLE		ESTÍMULO	INFORMAÇÃO DISPLAY	QUADRO SINÓTICO
		MEMBRO	INSTRUMENTO			
01	Ativar o quadro de disjuntores	Mão direita	interruptor manual	visual	indicador de corrente	
02	Apertar os fusíveis no painel de comando	Mão direita		visual		ac. luz autom., sensor, niv. água
03	Ligar o botão do aquecedor de óleo	Mão direita		visual		acende as duas luzes
04	Ligar o botão do tanque de serviço	Mão direita		visual		acende luz do tanque
05	Abrir válvula circul. do óleo no tanque	Mão direita	volante	cinestésico		
06	Abrir válvula circul. óleo entrada aquecedor	Mão direita	volante	cinestésico		
07	Abrir válvula circul. óleo saída aquecedor	Mão direita	volante	cinestésico		

TAREFA: OPERADORES DE CALDEIRAS						
PASSOS	AÇÕES TIPO	CONTROLE		ESTÍMULO	INFORMAÇÃO DISPLAY	QUADRO SINÓTICO
		MEMBRO	INSTRUMENTO			
08	Ligar botão da bomba óleo no painel comando	Mão direita	botão manual	visual		acende luz da bomba de óleo
09	Aguardar aquecimento do óleo (+/- 30 min)			visual	indic. analog. temperatura	
10	Abrir a válvula de passagem do óleo	Mão direita	volante	cinestésico		
11	Abrir a válvula do compressor de ar	Mão direita	volante	cinestésico		
12	Abrir válvula entrada do compressor de ar	Mão direita	volante	cinestésico		
13	Ligar botão compressor no painel de comando	Mão direita	botão manual	visual		acende luz do compressor ar
14	Acionar botão partida da caldeira no painel	Mão direita	botão manual	visual cinestés.		acende luz vent. e regulagem ar
15	Aguardar o aumento da pressão vapor (30 min)			visual	indic. analog. pressão	
16	Abrir valv. BY-PASS p/ circul. vapor na rede	Mão direita	volante	visual cinestés.		
17	Gerenciar o funcionamento da caldeira			visual cinestés.	termôm., manôm. nível col. água	em operação

4. SÍNTESE ERGONÔMICA DA OPERAÇÃO DE CALDEIRAS DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO

4.1. INTRODUÇÃO

Esta síntese ergonômica da operação de caldeiras tem como objetivo apresentar, após a fase de uma análise detalhada da situação de trabalho, os problemas ergonômicos pertinentes às condições de trabalho, os quais tendem a se traduzir em condições desfavoráveis à saúde e ao bem-estar destes trabalhadores.

Ressaltamos que esta síntese ergonômica não procura definir as regras do trabalho, contribuindo apenas no sentido de diagnosticar as seguintes condicionantes:

4.1.1. RELACÕES COM O AMBIENTE EXTERNO

As relações com o ambiente externo acontecem principalmente através do fornecimento de vapor para três setores distintos do Hospital Universitário.

A necessidade do fornecimento simultâneo acima mencionado gera situações de conflito, com forte pressão temporal, dificultando a tomada de decisão quanto à prioridade de fornecimento por parte desses operadores.

Ocorrem também intervenções periódicas da equipe de manutenção e visitas esporádicas de grupos de estudantes, onde estes acabam interferindo nas atividades dos operadores, devido à falta de programação, local adequado para recepção, placas de sinalização, faixas de segurança e elementos responsáveis pela recepção.

4.1.2. CONDIÇÕES DO AMBIENTE INTERNO

a) *Quanto à temperatura*

O ambiente não é considerado de risco à saúde quanto a temperaturas extremas. Os métodos de avaliação utilizados, o I.B.U.T.G. e o I.S.T., confirmam as condições seguras, porém não asseguram as condições de conforto térmico desejável.

Segundo o I.S.T., o ventilador axial instalado na parede proporciona uma leve sensação de frio, porém são quase certas as influências das portas abertas e do vento moderado durante o período de medições.

b) *Quanto a ruídos*

Conforme cálculo efetuado e através do decibelímetro, constatou-se que o nível de pressão sonora total, no ponto de maior permanência dos operadores, próximo à caldeira, corresponde a 107 dB(A), extrapolando o limite de tolerância permitido pela Norma Regulamentadora NR-15, anexo 1, que recomenda 85 dB para uma jornada de oito horas, apesar de que na prática é quase certo que a condição crítica (ventilador, caldeira e compressor ligados) é intermitente.

c) *Quanto ao ambiente luminoso*

As medições realizadas em pontos específicos indicaram um nível de iluminamento de 140 lux junto à mesa dos operadores e de 100 lux junto ao painel da caldeira. Estes são pontos fundamentais para o desempenho de suas funções, e seus níveis não atendem ao estabelecido pela NBR 5413/82.

4.1.3. QUANTO AOS AGENTES QUÍMICOS

Constatação de um alto teor de enxofre e a presença de fuligem, ocasionados pela queima do óleo combustível pela caldeira e dos reservatórios internos de combustíveis, agravando-se consideravelmente no verão, aumentando a toxicidade e tornando o ambiente corrosivo.

4.1.4. CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO

As condicionantes relativas à população estão bem evidenciadas na própria situação atual, ou seja: é uma atividade tipicamente masculina, onde percebe-se a ausência de pessoas mais jovens e com melhor nível de instrução formal, resultado do pouco status e da baixa remuneração oferecida. A especificidade da função limita grandemente a liberdade de escolha e a progressão funcional do operador de caldeira. Outro problema é a quase inexistência de cursos de aperfeiçoamento, predominando a experiência profissional.

4.1.5. CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONAIS

a) *Organização do trabalho*

Constatou-se que predomina a divisão do trabalho por

tarefas específicas, inflexível e que impossibilita quase sempre o enriquecimento da atividade, gerando profunda monotonia, desmotivação e conflitos com outros setores envolvidos, particularmente o da manutenção.

b) *Repartição das tarefas*

Na repartição das tarefas constatamos a presença de dois grupos envolvidos: o grupo formado pelos operadores, responsáveis pela parte operacional e de produção das caldeiras, e o grupo de técnicos mecânicos, responsáveis pela manutenção preventiva e corretiva do sistema.

c) *Condicionantes de tempo*

Quase sempre em determinados períodos do dia, como por exemplo de manhã cedo, existe uma forte pressão temporal, tendo em vista o fornecimento do café aos internos do hospital, a tal ponto que o eletricitista é quem coloca a caldeira elétrica em funcionamento duas horas antes do início da jornada de trabalho. Atualmente, esta função compete aos operadores devido aos conflitos de desvio de função.

d) *Estrutura organizacional*

A estrutura organizacional atual determina uma especialização funcional que inibe a criatividade e dificulta a rotatividade de tarefas e a autonomia do grupo, devido à não participação destes trabalhadores no planejamento, distribuição e execução das tarefas.

Embora não haja uma cronometragem nas tarefas nem uma prescrição detalhada da tarefa, a rigidez funcional da estrutura empresarial caracteriza a predominância da monotonia desta atividade.

e) *Condicionantes relativas à documentação*

Existem determinações legais, definidas pela NB-55 e pela NR-13, as quais estabelecem o registro e o procedimento a ser seguido durante a inspeção das caldeiras, e que o manual de funcionamento elaborado pelo fabricante deve permanecer junto aos operadores, caso contrário podem estar sujeitos à interdição do funcionamento e o conseqüente corte no fornecimento do vapor.

4.1.6. CONDICIONANTES RELATIVAS AO MEIO AMBIENTE

Existem várias determinações legais em termos de localização, vias de acesso e de espaço disponível, que deverão ser atendidas na implantação de caldeiras. Estas determinações deverão ser também atendidas numa situação de modernização.

Verificamos que a implantação da futura unidade e a distância entre o posto de permanência dos operadores e as caldeiras não seguem estas determinações.

4.1.7. QUANTO AOS FATORES SOCIAIS

O Hospital Universitário possui CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), porém esta é inoperante no setor de caldeiras, pois não investe em cursos periódicos para os operadores.

4.1.8. QUANTO À PRODUÇÃO

A produção procura atender a demanda que atualmente situa-se em torno de 2000 kgv/hora a uma pressão de trabalho de 8,50 kgf/cm².

Esta demanda, no entanto, não é uniformemente distribuída ao longo do tempo, havendo horários de maior consumo, forçando o operador a manobras, ou seja, a manipulação das válvulas dos diversos setores consumidores de vapor. Estas válvulas encontram-se afastadas da casa de caldeiras, exigindo o deslocamento dos operadores.

4.1.9. INDICADORES RELATIVOS AOS TRABALHADORES

a) *Acidentes*

Mediante levantamento realizado, verificamos a ocorrência de um único acidente sem maiores conseqüências em termos de danos físicos.

b) *Saúde*

Com relação aos aspectos de saúde, como já mencionamos durante a análise do ambiente interno, existe o risco coletivo permanente, gerando a periculosidade, e os agentes do meio ambiente, promovendo a insalubridade, sendo ambas reconhecidas pela instituição. Foram registrados sintomas tais como vômitos e alergia, sem que no entanto se fizesse um levantamento mais detalhado.

c) *Absenteísmo, turn-over e recrutamento*

Conforme dados coletados, as taxas de absenteísmo e de turn-over são extremamente baixas, resultado da qualificação da mão-de-obra e das poucas alternativas de emprego na região.

Por sua vez, o recrutamento apresenta dificuldades em encontrar operadores com boa formação técnica, já que a maioria

possui apenas experiência, o que implica também em uma idade mais avançada.

d) *Queixas*

Existem queixas, algumas das quais têm procedimento, no tocante às condições de trabalho determinadas por:

- ruídos elevados;
- falta de documentação e ferramentas na sala de máquinas;
- alimentação do óleo combustível para a caldeira feita manualmente com auxílio de baldes;
- calor demasiado no verão;
- agressividade do ar do meio ambiente devido ao alto teor de enxofre;
- monotonia provocada pela pouca criatividade profissional aplicável na tarefa;
- ausência de cooperação entre os técnicos de manutenção e os operadores de caldeiras, gerando conflitos.

4.1.10. DIFICULDADES CONHECIDAS

- O teste diário das válvulas de segurança exige quase sempre a subida dos operadores ao topo da caldeira, devido à concepção desta.
- O painel de comando não possui um dispositivo de segurança para eventuais trocas de fusíveis.
- O captador de fuligem mal projetado proporciona partículas e resíduos sobre os operadores durante a limpeza.

4.2. A EXPLORAÇÃO DO SOFRIMENTO PSÍQUICO

Provavelmente, quase todos os operadores de caldeiras têm medo de exercer esta profissão, face o risco real e coletivo inerente a esta atividade, aliado aos ruídos, gases tóxicos, produtos químicos, temperaturas extremas, que são as condições físicas e químicas do trabalho.

A exploração do sofrimento psíquico compreende as relações entre os mecanismos de defesa existentes nesta classe de trabalhadores (ansiedade, medo, entre outros), sendo nosso objetivo relatar as prováveis conseqüências provocadas por eles, quando são utilizados como instrumentos para a obtenção de trabalho. Provavelmente, um dos principais mecanismos de defesa dos operadores explorados pela organização do trabalho é o medo.

Tendo em vista que o conhecimento destes operadores é limitado, face à organização do trabalho, onde os operadores aprendem suas tarefas espontaneamente ao longo do tempo, através de uma forma pragmática e operatória do saber fazer.

O desconhecimento do processo de geração de vapor e seu funcionamento técnico das instalações é notório, devido às técnicas de análises empregadas, onde constatou-se que o grau de informação transmitida a estes operadores é superficial, restringindo-se somente ao necessário para colocar as caldeiras em operação e mantê-las em funcionamento.

Por outro lado, ficou caracterizada a predominância das tarefas com pobre conteúdo técnico e repetitivas, vinculadas ao gerenciamento dos dados quantitativos dos instrumentos de temperatura, pressão e nível de coluna d'água, gerando a monotonia e a insatisfação.

Estas restrições impostas pela organização do trabalho

quase sempre propiciam a estes trabalhadores, como forma de solução para o seu mecanismo de defesa (ansiedade, medo, insatisfação, entre outros), o "comportamento condicionado", pois o medo é um dos meios que a chefia utiliza para fazer respeitar os preceitos hierárquicos, ou seja, os operadores devem agir conforme as ordens recebidas ou prescritas.

Baseado no medo de eventuais tomadas de decisões que não estejam pré-estabelecidas, e o medo de perder o emprego, os operadores de caldeiras tendem a inibir suas potencialidades, e através de seu comportamento condicionado permanecem constantemente em atividades, onde sistematicamente acessam os instrumentos de indicação e controle, caracterizando uma possível sintomatologia neurótica, cujos reflexos incidem em suas posturas fora do trabalho.

Até o momento, não existem dados concretos no serviço especial de segurança e medicina do trabalho (SESMT) de algumas empresas da Grande Florianópolis, no que tange à ação e consequências desses sofrimentos psíquicos sobre os operadores, porém mediante uma amostragem feita sobre os operadores de caldeiras mais idosos (10 indivíduos), chega-se a este perfil:

- tendência à velhice precoce e ao alcoolismo;
- alteração da voz durante a entrevista (nervosismo);
- comportamento alienado a receber críticas e ordens;
- não possuem auto-crítica;
- postura de insatisfação e ansiedade;
- não possuem confiabilidade nos instrumentos de controle, caso estes venham a ser automatizados;
- reclamações quanto à humanização no trabalho;
- reclamações quanto ao retorno das intervenções ergonômicas realizada nos postos de trabalho.

4.3. CONCLUSÃO

Segundo Dejours (1991), o sofrimento mental resulta da organização do trabalho, assim como o trabalho não causa o sofrimento, é o sofrimento psíquico que produz o trabalho, pois a única saída para a ansiedade e, principalmente, o medo dos operadores de caldeiras é permanecer constantemente no estado de vigilância ou ocupados em suas tarefas, enfim, em regime de trabalho, visando afastar o medo do risco de acidente e não pensar nas condições de trabalho.

Conforme Wisner (1992), em termos de organização do trabalho, quanto menor o grau de formação profissional dos trabalhadores, a tendência é predominar uma estrutura de trabalho mais rígida, prevalecendo as tarefas por prescrição, porém passível de intervenções ergonômicas quando necessárias.

O que se observou é que, na atividade de operadores de caldeiras, quase sempre esses operadores estão alienados pela estrutura rígida imposta pela organização do trabalho, onde eles não têm participação no planejamento e elaboração das tarefas programadas, e são praticamente excluídos de tarefas compostas de enriquecimentos práticos e técnicos a seus níveis de conhecimento, porém estas são designadas às equipes de manutenção e instalação.

Nesta situação, a flexibilidade é baixa, as variabilidades em termos de conteúdo de tarefas não são consideradas, logo os operadores, frente a este quadro, ficam algemados para a realização de suas monótonas tarefas.

Caso os operadores tenham participação na elaboração, distribuição e execução das tarefas, estes se sentiriam mais úteis e desenvolveriam uma auto-imagem mais positiva do seu trabalho.

Por outro lado, ressaltamos os esforços da intervenção ergonômica neste posto de trabalho, a qual ficou atrelada à organização do trabalho, pois sua ação ficou bastante limitada, procurando amenizar os problemas de ordem ergonômica, porém jamais saná-los, haja vista a predominância da organização do trabalho em relação a uma análise ergonômica dos operadores de caldeiras.

5. CADERNO DE ENCARGOS DE RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS PARA OPERAÇÃO DE CALDEIRAS

5.1. INTRODUÇÃO

Na situação hipotética de uma solicitação para nossa intervenção, devido à situação atual de referência, no sentido de humanizar e modernizar com sucesso aquele setor, e com base na situação existente, já devidamente analisada, faremos um prognóstico sobre o nível de automação desejável das atividades, bem como da reorganização e reestruturação do trabalho.

Na hipótese de uma solicitação para um projeto de um novo posto de trabalho, teríamos que considerar outras variáveis e outros dados, podendo chegar a conclusões diferentes.

Evidentemente, este prognóstico levará em consideração os objetivos fixados para o setor.

5.1.1. OBJETIVOS RELATIVOS A PRODUÇÃO

O objetivo fundamental é o atendimento confiável de vapor e de água quente a todos os setores consumidores do hospital.

A situação atual, onde o aumento da demanda por parte de um dos setores implica em redução de fornecimento aos demais, evidentemente deverá ser solucionada no menor espaço de tempo possível.

Além da garantia de fornecimento, é de fundamental importância que este o seja com a qualidade exigida.

5.1.2. OBJETIVOS RELATIVOS A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A organização do trabalho será com certeza o aspecto importante a ser considerado neste projeto de modernização e humanização do setor, visando principalmente acabar com a monotonia da atividade, aumento da motivação e redução dos conflitos existentes na situação atual.

5.1.3. OBJETIVOS RELATIVOS AS CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO

Dentre os objetivos relativos às condições de execução, devemos atentar especialmente na impossibilidade de interrupção no fornecimento de vapor, por se tratar de um insumo essencial para o funcionamento do hospital.

Este fato, provavelmente, gerará uma forte pressão sobre a equipe encarregada das mudanças propostas.

Outros aspecto a considerar é o ambiente externo, que limita qualquer alternativa em termos de mudança de local e do tipo de combustível a ser usado, o que impossibilita a opção por soluções inovadoras e efetivamente mais interessantes.

5.1.4. OBJETIVOS RELATIVOS A DEMARCHE DE CONCEPCAO

A evolução das relações sociais e a progressão funcional dos operadores deverá ser também um dos objetivos a serem alcançados.

São conhecidas as dificuldades de alteração da estrutura organizacional, por se tratar de uma empresa pública. No entanto, pode-se atuar sobre a qualificação dos operadores através de uma melhor educação formal, o que aumentaria a motivação.

5.2. CADERNO DE ENCARGOS

Como se trata de um processo de modernização e humanização de uma instalação já existente, qualquer solução deverá levar em conta as condicionantes impostas pelo atual espaço físico, já que segundo o projeto do Conselho Diretor do hospital, não está prevista a construção de uma nova casa de caldeiras.

Para que haja um perfeito entendimento das propostas e de seus objetivos, apresentamos o caderno de encargos na forma de programas.

5.2.1. PROGRAMA "LOCAIS E ESPACOS DE TRABALHO"

Dentro deste programa sugerimos as alterações consideradas fundamentais para melhorar as condições ambientais:

- alteração no tipo de cobertura com a opção por materiais absorventes visando a redução do nível de ruído;
- rebaixamento das aberturas e aproveitamento da ventilação natural, com a colocação de orifícios em locais apropriados, evitando assim o uso do ventilador axial (fonte significativa de ruído);
- pela absoluta inviabilidade de enclausuramento das principais fontes de ruído, que são a caldeira, o compressor e o ar condicionado central, optou-se pela construção de uma cabine com isolamento acústico para os operadores;

A cabine atualmente existente não atingiu seus objetivos, pela má localização e pelo não uso de material isolante. A

proposta, portanto, é no sentido de se corrigirem estas deficiências com:

- construção de cabine em concreto, mais afastada das caldeiras;
- porta de acesso virada para o lado externo;
- janela de observação deverá ser de vidro duplo, inclinado e à prova de choque;
- instalação de um ar condicionado (vide projeto em anexo);
- melhoramento do sistema de iluminação, com especial atenção aos pontos críticos observados na análise da situação atual, ou seja, junto ao painel da caldeira e da mesa dos operadores;
- demarcação do espaço de circulação conforme a norma NB-76, visando a orientação dos grupos de alunos visitantes.

5.2.2. PROGRAMA "EQUIPAMENTOS E MATERIAIS"

Com relação aos equipamentos, várias modificações devem ser implementadas das quais salientamos:

- instalação de um mecanismo que facilite o teste diário da válvula de segurança, evitando a subida do operador ao topo da caldeira;
- instalação de um relê programável para o acionamento automático da caldeira elétrica, no horário pré-esta-

belecido, evitando a necessidade do eletricitista tomar esta iniciativa, com a conseqüente diluição das responsabilidades;-

- colocação de uma botoeira no painel de controle, facilitando a troca de fusíveis e evitando possíveis acidentes;
- modificação da saída do captador de fuligem de sua atual posição para 45°, para a parte de baixo do depósito, evitando desta maneira a queda de detritos sobre o operador;
- fazer a ligação das canalizações de vapor no cavalete com comandos independentes para cada ramal;
- retirada do depósito de combustível de 400 litros do ambiente interno, conforme determina a NR-13.

Portanto, nos projetos das caldeiras e da casa de caldeiras devemos estar atentos para os dispositivos de comando ou controle, projetando-os de modo a que possam ser acionados ou observados com facilidade.

Para tanto, é necessário o conhecimento dos limites de movimentação das partes do corpo mais solicitadas dos operadores, tais como a movimentação da cabeça, mãos, braços, olhos, antebraços e pernas.

No estudo do arranjo físico para a localização das caldeiras, é importante uma adequada previsão de espaço, de modo que os operadores possam se movimentar livremente, sem interferências perigosas ou incômodas.

5.2.3. PROGRAMA "INTERFACES"

A implantação de um console na cabine dos operadores implicará na inclusão de novas interfaces.

Este console permitirá o controle e operação da caldeira a partir de um posto de trabalho mais adequado e confortável (projeto anexo).

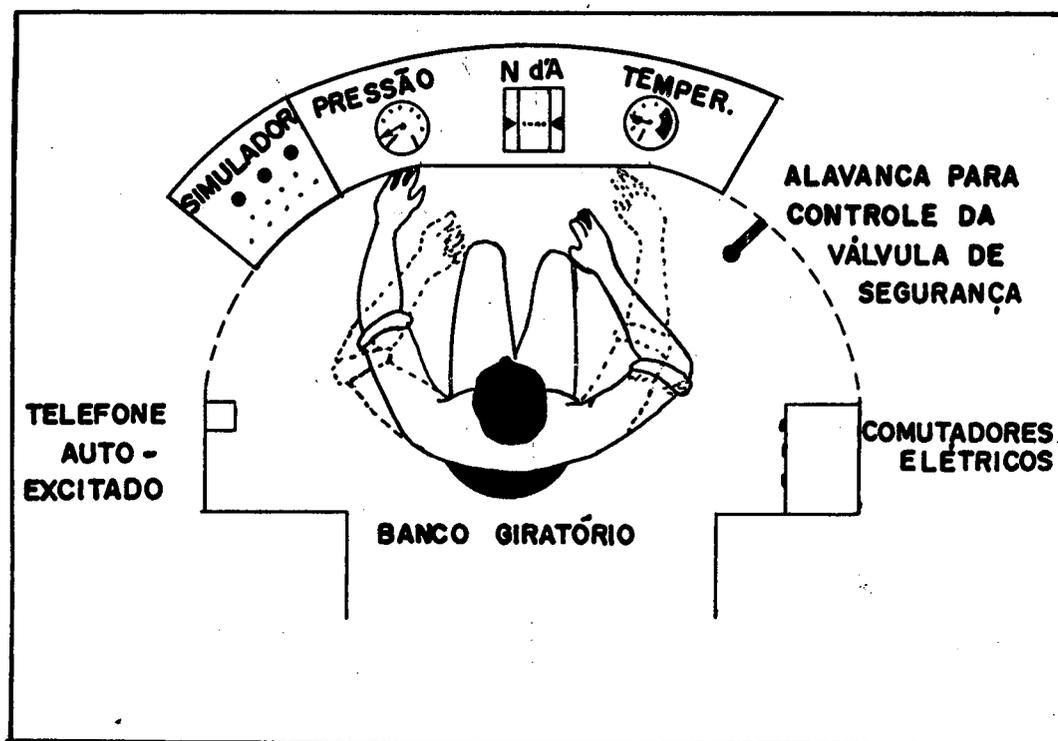


Figura 12. Console para cabine de um operador de caldeira

Neste console, é fundamental que haja uma representação simulada do efeito provocado pelo acionamento dos comandos, para inspirar confiança nos operadores cuja formação é eminentemente prática.

5.2.4. PROGRAMA "ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO"

Um problema importante a ser considerado é como determinar acertadamente os limites da divisão do trabalho, para não torná-lo demasiadamente monótono, mesmo porque a partir de um certo grau de fracionamento as vantagens diminuem aumentando as exigências técnicas através de muitas conexões.

A tendência moderna é para procurar compatibilizar as exigências técnicas com a motivação dos trabalhadores, através da reintegração de tarefas demasiadamente pulverizadas, realizando um enriquecimento do trabalho e até a criação de postos polivalentes, onde o operário especializado pode ser beneficiado com o rodízio, operando equipamentos diferentes da linha de produção.

A alternância de tarefas tem sido realizada com êxito, face a uma maior motivação do trabalhador para o desempenho, melhorando a qualidade, diminuindo os acidentes, desenvolvendo o moral, aumentando a produtividade e o ajustamento profissional.

Existe a técnica do alargamento do posto (ampliação de tarefas), aumentando o seu raio de ação, para que os operários possam aprender diversas tarefas e ter a liberdade de escolha dentro de sua equipe, sempre de comum acordo com o supervisor ou contramestre, que recebe as informações, discute e decide através da prática uma pequena "dinâmica de grupo", havendo ainda a possibilidade entre os membros do grupo de permuta, tornando o

trabalho mais interessante e estimulante.

É dentro desta filosofia que propomos a ampliação das tarefas dos operadores de caldeira, com a inclusão de atividades relacionadas com a manutenção e de orientação aos grupos de alunos visitantes.

5.2.5. PROGRAMA "FORMAÇÃO"

Dentro deste programa sugerimos a implantação de cursos regulares de operadores de caldeira, bem como de manutenção, possibilitando assim o atendimento à nova organização do trabalho que prevê o enriquecimento de tarefas com ampliação do raio de atuação dos trabalhadores.

Estes cursos facilitariam ainda a negociação quando do reenquadramento funcional dentro da estrutura organizacional do Hospital Universitário.

Cabe ressaltar que, além destes cursos específicos, valeria a pena para a instituição o investimento na educação formal de seus funcionários, expandindo desta maneira seus horizontes profissionais e sociais.

5.2.6. PROGRAMA "DOCUMENTAÇÃO"

Sugerimos que na implantação do console esteja previsto um espaço reservado para o acervo técnico, onde estariam à disposição dos operadores e técnicos de manutenção, setor de supervisão e dos inspetores da Delegacia Regional do Trabalho (DRT), uma cópia dos principais documentos, ou seja, manual de funcionamento da caldeira, prontuários, registros atualizados das devidas inspeções, além da NB-55.

6. CONCLUSÕES E **FUTUROS TRABALHOS**

A análise ergonômica de uma unidade geradora de vapor é um processo complexo, devido à integração simultânea de vários fatores no ambiente de trabalho, o qual abrange desde a aquisição de conhecimentos até a regulação e controle das atividades, pois mesmo com o atual avanço tecnológico, ainda é imprescindível a intervenção humana nesta máquina térmica.

Ressaltamos que esta análise ergonômica limitou-se a comparar os métodos de trabalhos utilizados pela organização do trabalho e os métodos propostos pela Ergonomia, para que pudéssemos avaliar as cargas de trabalho inerentes a esta atividade e suas possíveis conseqüências. Dentro do objetivo fixado pela Ergonomia, inicialmente procurou-se levantar através de um plano metodológico os problemas ergonômicos pertinentes a esta classe de trabalhadores, enquanto em outra etapa apresentou-se na forma de um documento, denominado de Caderno de Encargos, as soluções técnicas possíveis, representadas aqui como programas.

Em relação à estrutura organizacional, são conhecidas as dificuldades de alteração desta, por se tratar de uma empresa pública e do tipo de atividade. No entanto, pode-se atuar sobre a qualidade das tarefas desses operadores através da automação, a qual tende a aumentar a motivação e o enriquecimento das tarefas.

Quanto ao grau de automação, a atividade de operadores, aliada a certos equipamentos que integram o sistema de geração de vapor, apresenta algumas restrições que limitam as possibilidades de automação, devido suas próprias naturezas de concepção e funcionamento.

Outra condicionante no tocante à automação é que a eventual transferência de tecnologia de uma unidade geradora manual para uma nova situação automatizada não reflete a realidade em termos de organização de trabalho, face à condicionante do sistema taylorista em relação ao estudo da carga de trabalho mental, gerando conflito e desordens na nova estrutura a ser implantada.

Dentro desta concepção de modernização e humanização do trabalho, visando determinar as melhores alternativas, observou-se que o aspecto mais crítico inerente a esta atividade e que merece total atenção das futuras intervenções ergonômicas é a exploração do sofrimento psíquico pela atual organização do trabalho.

Quanto aos futuros trabalhos, enfatizamos a retroalimentação, ou seja, a fase inicial imediatamente após a implantação das modificações recomendadas. É particularmente importante, tanto como fonte de informação para a correção dos eventuais desvios dos objetivos propostos, bem como passa a servir de referência para as situações futuras.

Outro fator importante é que é praticamente certo que as atividades da população futura serão caracterizadas pela memorização e interferência, modificando profundamente o aspecto comportamental destes operadores, haja vista a descentralização das tarefas e as possíveis atenuações da carga de trabalho mental, face o controle e gerenciamento dos riscos de acidentes mediante simuladores do console.

6.1. CRÍTICAS A NORMA REGULAMENTADORA NR-13

Partindo da premissa que a manutenção preventiva é um dos fatores preponderantes no que tange à segurança e ao gerenciamento dos riscos de acidentes das caldeiras, e que assim deveriam basear-se as alterações efetuadas pelo Departamento de Segurança e Saúde do Trabalhador, através da portaria nº 2 de 28 de maio de 1991, a qual implica:

"Art. 4º - O descumprimento aos itens ou sub-itens 13.1.3, 13.2.4 alínea 'b', 13.5.1 alíneas 'a', 'b', 'c', 'd' e 'e', será considerado de grave e iminente risco para os fins e efeitos previstos na NR-3".

Por outro lado, antes de tal portaria, os fiscais da Delegacia Regional do Trabalho autuavam as caldeiras irregulares e estabeleciam determinado período para que estas unidades geradoras de vapor fossem regularizadas conforme as prescrições da NR-13.

É quase certo que esta conduta estaria gerando uma situação de grave e iminente risco aos operadores de caldeiras. Logo surgiu a necessidade de criar-se tal portaria, visando interditar de imediato as caldeiras irregulares e que apesar do descumprimento da lei, permaneciam em operação, perante prazo legal estipulado.

Dentre alguns aspectos negativos, constatamos que as caldeiras consideradas irregulares e interditadas pelos órgãos competentes podem ser liberadas após a elaboração de um laudo técnico efetuado por engenheiros mecânicos credenciados pelo C.R.E.A., onde geralmente as correções efetuadas são superficiais e incompletas, sem o acompanhamento do serviço de segurança, podendo comprometer a segurança dos operadores de caldeiras.

Outro aspecto negativo a considerar são as possíveis prorrogações dos prazos de inspeções técnicas periódicas exigidas pela NR-13, sendo este interstício de doze meses, podendo estender-se por mais seis meses, sendo que qualquer anormalidade pode agravar-se durante este prazo permitido.

Segundo os fiscais que realizam as intervenções iminentes das caldeiras dos hospitais e maternidades, eles sofrem pressões temporais das direções destes órgãos, onde a situação de trabalho necessita das caldeiras em atividade, onde o risco de acidente é preocupante, devido às condições precárias de funcionamento destas unidades, mesmo assim estas caldeiras autuadas permanecem em pleno regime de trabalho.

Conclui-se, desta forma, que a NR-13 e as alterações efetuadas não atingiram seus objetivos, pois mesmo com a interdição iminente das caldeiras irregulares, a situação de perigo é muito circunstancial, pois os trabalhadores permanecem expostos ao perigo, devido à flexibilidade e à inoperância dos mecanismos responsáveis pela documentação de liberação destas unidades interditas, bem como pela ausência de um critério técnico aliado à segurança, que caracterizam a atual Norma Regulamentadora de Vasos sob Pressão (NR-13).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- WISNER, Alain. Antropotecnologia. [Palestra], 1992.
- WISNER, Alain. Por dentro do trabalho: método e técnica. São Paulo: FTD, 1987.
- SANTOS, Neri dos. Apostila do curso Engenharia do Trabalho. Florianópolis: EPS, 1990.
- MAGRINI, Rui de Oliveira. Riscos de acidentes na operação de caldeiras. Fundacentro, 1984.
- BAZZO, Edson. Apostila de unidades geradoras de vapor. [Florianópolis]: Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, 1989.
- DEJOURS, Christopher. A loucura do trabalho. São Paulo: Cortez, 1991.

8. BIBLIOGRAFIA

- CLEZAR, Carlos Alfredo. Apostila de temperaturas extremas. [Florianópolis]: Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, 1989.
- FLEURY, Afonso Carlos Correa. Organização do trabalho. São Paulo, Atlas, 1987.
- IIDA, Itiro. Ergonomia - projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 1990.
- LAVILLE, Antoine. Ergonomia. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1977.
- LENZI, Arcanjo. Apostila de ruídos e vibrações. [Florianópolis]: Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, 1989.

9 - ANEXOS

01. Caldeira flamotubular
02. Lay-out do pavilhão industrial
03. Organograma do Hospital Universitário
04. Organograma da Diretoria de Administração
05. Tabela do I.S.T. e I.B.U.T.G.
06. Tabela do vestuário
07. Tabelas e equações de ruídos
08. Tabelas de níveis de iluminação
09. Dimensionamento do ar condicionado
10. Normas Regulamentadoras
11. Periódicos

ANEXO 01: Caldeira flamotubular

Pressostato de pressão máx-
ima com atuação direta
sobre o queimador

Manômetro com tubo sífon
para medição da pressão da
caldeira

Pressostato de modulação da
queima com atuação direta
sobre o pico nº 2 do queima-
dor

Pressostato de modulação
contínua do queimador

Placa de identificação com
as principais características
da caldeira

Placas fixadas para inspec-
ção e limpeza dos tubos. São
abertas normalmente. São
feitas com um parafuso de
inspeção

Chimney de proteção do motor
do tipo 3 para evitar
incêndios

Queimador de gás com
válvulas de segurança e
válvulas de modulação da
queima

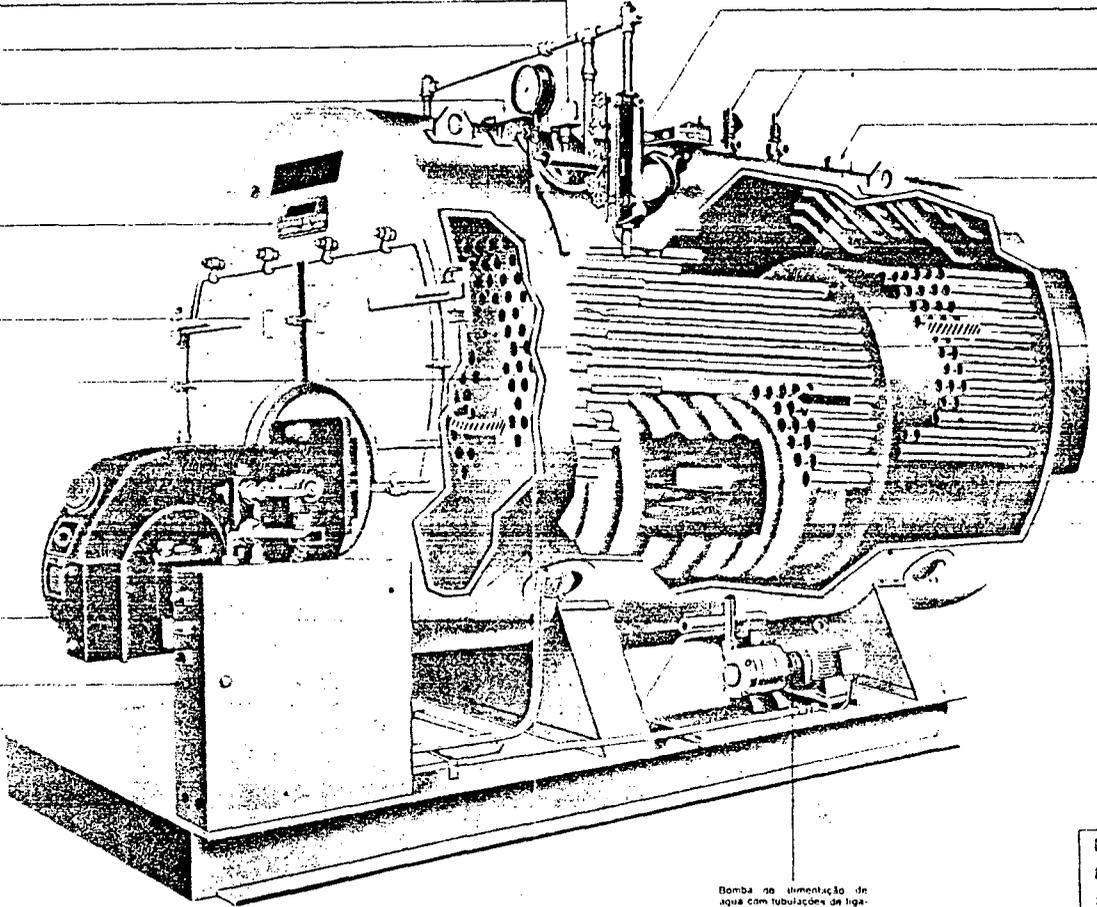
Placa de comando de emergência
com luz vermelha e botão
de controle de emergência

Controle de nível da água
com atuação direta sobre a
bomba de alimentação e
com dispositivo de seguran-
ça para nível mínimo

Válvulas de Segurança (mí-
nimo de 2 para caldeiras
acima de 100 BHP)

Segurança adicional de nível
mínimo com eletrodos no
corpo da caldeira operando
com relés independentes

Olhas de suspensão precisas
para um perfeito equi-
líbrio de carga



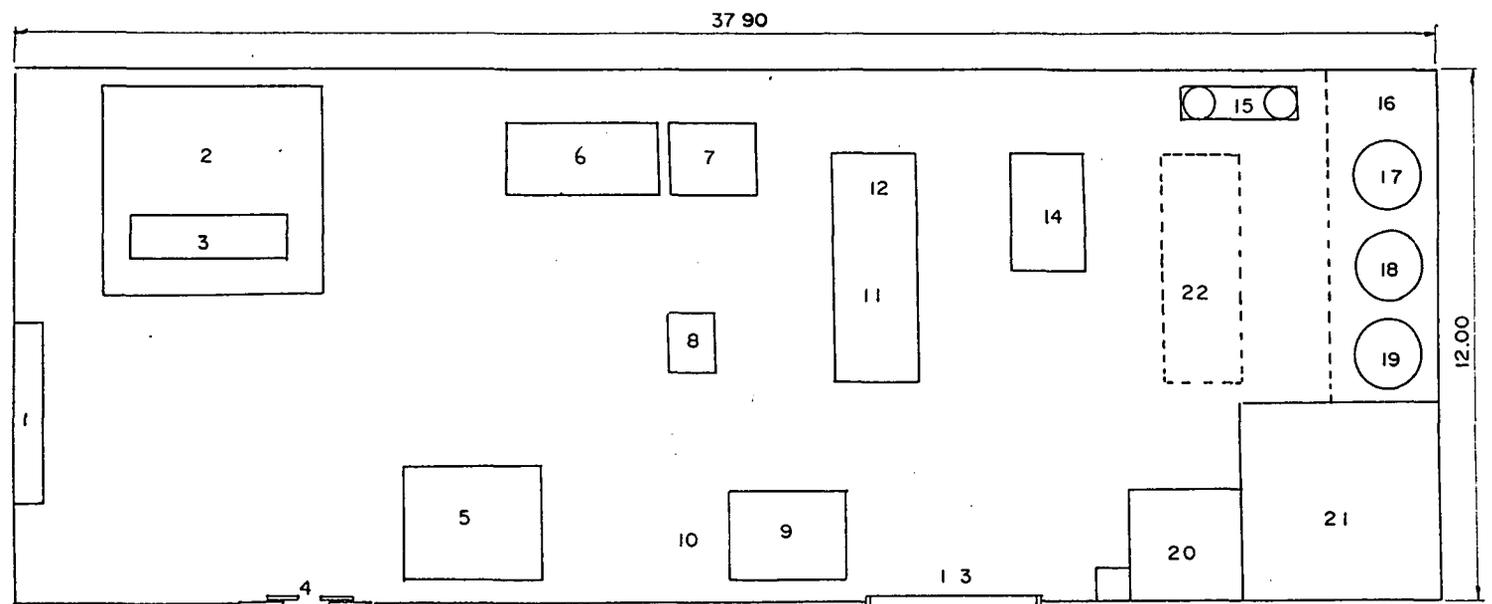
**Três espelhos
independentes**

**Classe familiar de
reventão do gás
limpo em água
(Wet-Gas)**

**Forma de construção
tipo MORISON**

- 1: Passagem
- 2: Passagem
- 3: Passagem

Bomba de alimentação de
água com tubulações de liga-
ção, filtro e válvulas

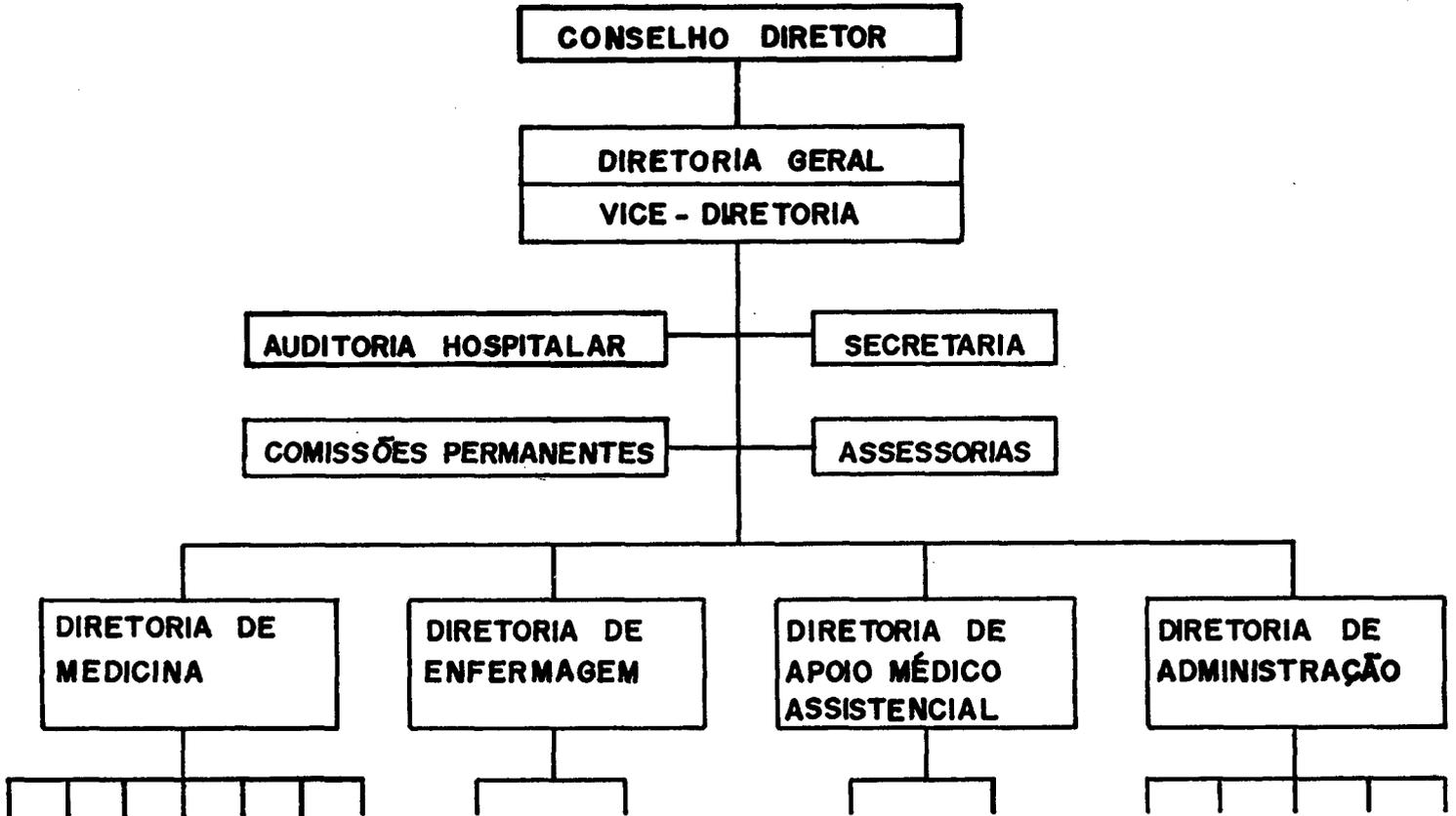
ANEXO 02: Lay-out do pavilhão industrial

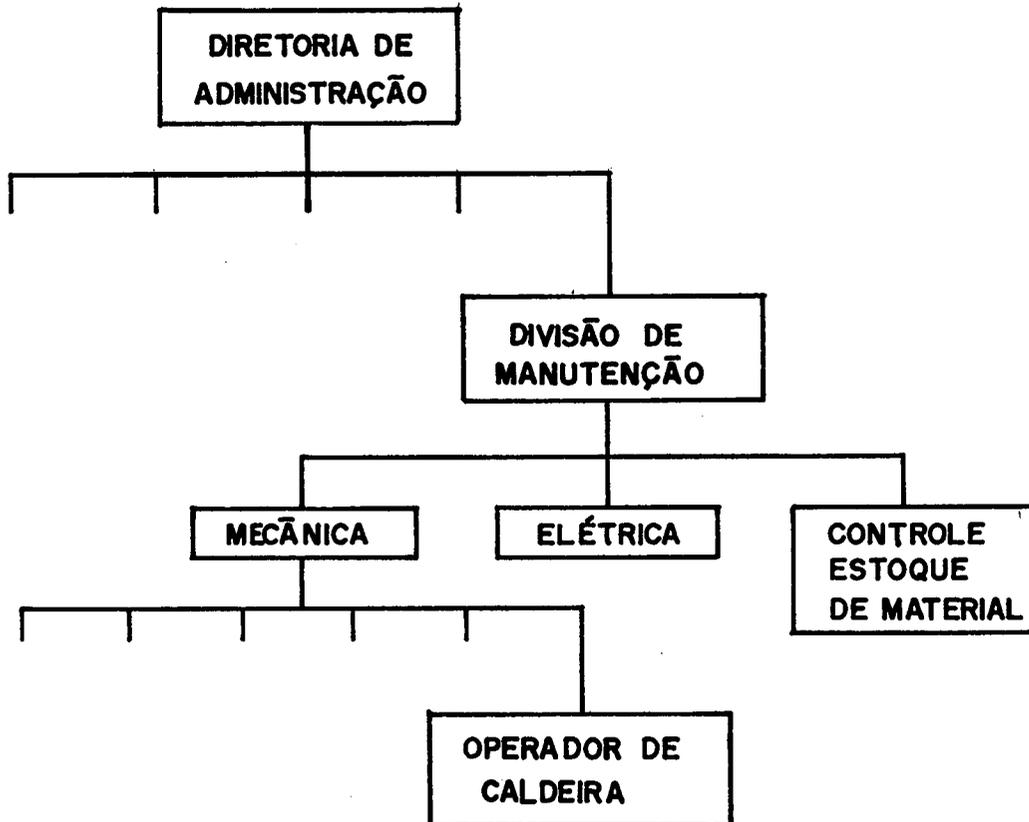
Pavilhão Industrial (LAY-OUT)
Esc. 1:100 (aproximadamente)
Ver planta original - arquivo 2567
Bloco I-J - Folha A23
Data: 14 - 10 - 1989

Identificação e dimensões dos equipamentos

01. Painel elétrico	3,80m x 2,00m x 0,60m
02. Área da central de ar condicionado	5,20m x 4,90m
03. Compressor	3,00m x 1,00m
04. Porta de vidro	3,00m x 2,20m
05. Área da central de ar comprimido	2,40m x 2,90m
06. Aquecedor de água	3,90m x 1,60m
07. Área das bombas de água quente	1,50m x 2,00m
08. Reservatório de água quente	1,10m x 1,60m
09. Área da central de vácuo	2,50m x 2,00m
10. Tanque de vácuo	ø=1,20m H=3,70m
11. Caldeira a óleo B.P.F.	2,30m x 5,00m
12. Catador de fuligem	ø=1,50m H=3,00m
13. Porta de aço (esteira)	2,50m x 4,50m
14. Caldeira elétrica	1,80m x 2,20m
15. Central de tratamento de água	2,40m x 1,00m
16. Projeção plataforma tanques diário	7,50m x 2,50m
17. Reservatório de óleo diesel	ø=1,20m H=1,00m
18. Reservatório de óleo B.P.F.	ø=1,20m H=1,00m
19. Reservatório (retorno) do condensado	ø=1,50m H=2,00m
20. Banheiro	2,40m x 2,40m
21. Incinerador (atual depósito)	4,80m x 4,80m
22. Caldeira flamotubular em fase de instalação	

ANEXO 03: Organograma do Hospital Universitário



ANEXO 04: Organograma da Diretoria de Administração

ANEXO 05: Tabelas e equações do I.S.T. e I.B.U.T.G.

TEMPERATURAS EXTREMAS

OBJETIVO TERMINAL: Avaliar tecnicamente a situação num ambiente quente a fim de conduzir a que grau de sobrecarga térmica o trabalhador está exposto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar algumas propriedades do ar (PSICROMETRIA);
- Avaliar as trocas térmicas entre o trabalhador e o meio (TRANSMISSÃO DO CALOR);
- Avaliar um ambiente quente usando o IST;
- Avaliar um ambiente quente usando o IBUTG;
- Indicar medidas que visem reduzir o problema.

PRESSÃO TOTAL OU BAROMÉTRICA

PRESSÃO PARCIAL DO VAPORE D'AGUA

Ar Atmosférico = Ar Seco + Vapor d'água

Pressão Total = Pressão do Ar Seco + Pressão do Vapor d'água

$$P = P_a + P_v$$

P - indicada por um barómetro

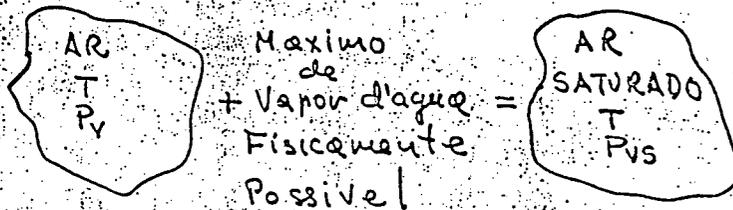
P_v - não pode ser medida diretamente e depende da quantidade de vapor d'água presente no ar

UNIDADES DE PRESSÃO

	torr	mb	mm eau	Pa
1 torr (ou mm Hg)	1	1,333	0,136	133,3
1 mb	0,7501	1	10,20	100
1 mm eau	7,352	$9,807 \cdot 10^{-1}$	1	9,807
1 Pa (ou N/m ²)	$0,7501 \cdot 10^{-1}$	10^{-1}	0,1020	1

	atm	bar	kg/cm ²	Pa (ou N/m ²)	m eau	torr ou mm Hg
1 atm	1	1,013	1,033	$1,013 \times 10^5$	10,33	760
1 bar	0,9809	1	1,020	10^5	10,20	750,1
1 kg/cm ²	0,9678	0,9807	1	$0,9807 \times 10^5$	10	735,6

SATURAÇÃO



P_{vs} = pressão de vapor d'agua saturado
(pressão de saturação)

P_{vs} é uma função da temperatura T

P_{vs} ← TABELAS
 P_{vs} ← FÓRMULAS

Entre 20 e 100°C

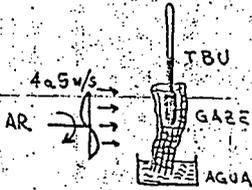
$$P_{vs} = 10^{\left(\frac{8,844 - 2225}{T + 273} \right)}$$

P_{vs} em mmHg
 T em °C

PRESSÃO DE SATURAÇÃO DO VAPOR D'ÁGUA (TABELA)

Temperatura °C	Pressão de saturação P _v	
	mm de Hg ou torr	mb
0	4,59	6,11
1	4,73	6,35
2	4,87	6,59
3	5,01	6,83
4	5,15	7,07
5	5,29	7,31
6	5,43	7,55
7	5,57	7,79
8	5,71	8,03
9	5,85	8,27
10	5,99	8,51
11	6,13	8,75
12	6,27	8,99
13	6,41	9,23
14	6,55	9,47
15	6,69	9,71
16	6,83	9,95
17	6,97	10,19
18	7,11	10,43
19	7,25	10,67
20	7,39	10,91
21	7,53	11,15
22	7,67	11,39
23	7,81	11,63
24	7,95	11,87
25	8,09	12,11
26	8,23	12,35
27	8,37	12,59
28	8,51	12,83
29	8,65	13,07
30	8,79	13,31
31	8,93	13,55
32	9,07	13,79
33	9,21	14,03
34	9,35	14,27
35	9,49	14,51
36	9,63	14,75
37	9,77	14,99
38	9,91	15,23
39	10,05	15,47
40	10,19	15,71
41	10,33	15,95
42	10,47	16,19
43	10,61	16,43
44	10,75	16,67
45	10,89	16,91
46	11,03	17,15
47	11,17	17,39
48	11,31	17,63
49	11,45	17,87
50	11,59	18,11

TEMPERATURA DE BULBO UMIDO (TBU)



$$P_v = P_{vs} T_{BU} - 0,00067 \cdot P \cdot (T_{BS} - T_{BU})$$

T_{BS} = T = Temperatura da bulha seco

T_{BS} e T_{BU} em °C

M_v, P_v
M_{AS}
P, T

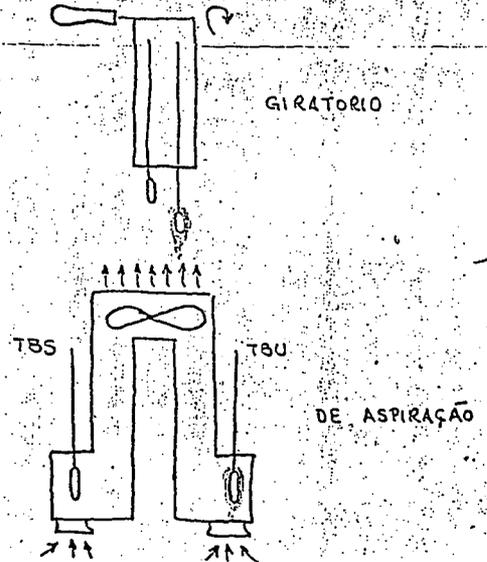
$$UR = \frac{P_v}{(P_{vs})_T} \times 100 \quad (\%)$$

UNIDADE ABSOLUTA (w)

$$W = \frac{M_v}{M_{AS}} \quad (\text{kg/kg})$$

$$W = 0,622 \frac{P_v}{P - P_v}$$

PSICROMETROS (TBS + TBU)



TERMOMETRO DE GLOBO (tg)

①



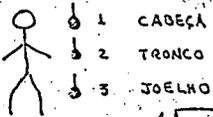
Determinação de t_r

$$t_r = \sqrt[4]{(t_g + 273)^4 + 2,8 \cdot 10^8 (t_g - t_a) \sqrt{v_a}} - 273$$

t_r, t_g em °C

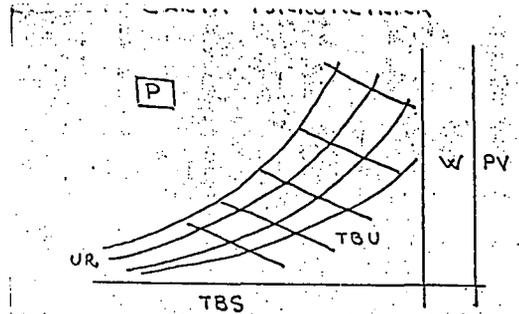
v_a = vel. do ar em m/s

No caso de radiação não uniforme



$$T_r = \sqrt[4]{0,1 T_{r1}^4 + 0,5 T_{r2}^4 + 0,4 T_{r3}^4}$$

$T_r, T_{r1}, T_{r2}, T_{r3}$ em K

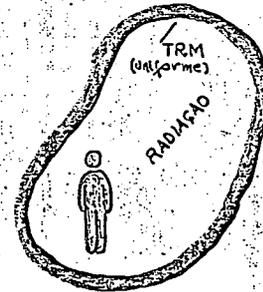


TEMPERATURA RADIANTE MEDIA
(Temperatura Equivalente de Radiação)

TRM ou t_r



$$R(T_1, T_2, \dots) = R(TRM)$$



BALANÇO TÉRMICO PARA O HOMEM

Para uma exposição prolongada num ambiente térmico constante (moderado) com uma taxa de metabolismo constante, temos

$$M \pm W \pm R \pm C \pm L - E = 0$$

M = Metabolismo

W = Trabalho externo

E = Calor perdido por evaporação¹

L = Calor trocado na respiração²

R = Calor trocado por radiação

C = Calor trocado por convecção

1. $E = E_0 + E_s + E_{res}$

2. L é a parcela sensível do RES

Se momentaneamente a taxa de calor (M±W) não é compensada pelo calor trocado, a temperatura do corpo varia, ocorrendo uma variação de energia armazenada no corpo. Assim

$$M \pm W \pm R \pm C \pm L - E = S$$

onde

S = taxa de variação de energia armazenada no corpo

CONDIÇÕES PARA CONFORTO**TÉRMICO**

1) A equação do balanço térmico deve ser satisfeita

$$M \pm W \pm R \pm C \pm L - E = 0$$

2) Restrições quanto a t_s e E_s

$$a < t_s < b$$

$$c < E_s < d$$

t_s é a temperatura superficial da pele

METABOLISMO (M) TRABALHO (W).

A energia liberada pelo processo de oxidação no corpo humano (taxa de metabolismo) é muitas vezes convertida parcialmente em trabalho mecânico externo.

Todavia, o homem é uma máquina de baixo rendimento. Mesmo para bem treinados atletas a eficiência não é maior do que 20%.

$$\eta = \frac{W}{M}$$

W = trabalho externo

TAXAS DE METABOLISMO

ACTIVITY	met	W/m ²
Lying down	0.8	47
Seated, quietly	1.0	58
Sedentary activity (office, home, laboratory, school)	1.2	70
Standing, relaxed	1.2	70
Light activity, standing (shopping, laboratory, light industry)	1.6	93
Medium activity, standing (shop assistant, domestic work, machine work)	2.0	117
High activity (heavy machine work, garage work)	3.0	175

FÓRMULA DE DUBOIS

$$A_{Du} = 0,202 P^{0,425} H^{0,725}$$

onde

A_{Du} é a área da superfície do corpo (m²)

P é o peso do corpo (kg)

H é a altura (m)

PARAMETROS IMPORTANTES (U)

- Relativos ao meio

	Temperatura do Ar (t _a)	Temperatura Equivalente de Radiação (t _r)	Pressão do Vapor d'Água (P _v)	Velocidade do Ar (V _a)
RADIAÇÃO		+		
CONVECÇÃO	+			+
EVAPORAÇÃO			+	+

- Relativos ao homem

- Metabolismo (M)
- Resistência Térmica do Vestuário (I_{cl})
- Rendimento do trabalho (η)

RESISTENCIA TERMICA DO VESTUARIO (I_{cl})

1 Clo = 0,155 m²K/W

Table IC Clo Units for Individual Items of Clothing and Formulae for Estimating Total Intrinsic Insulation
Clo = 0.82 (Σ individual items)

MEN		WOMEN	
Clothing	clo	Clothing	clo
Underwear		Blouse	0.20
Sleeveless	0.06	Bra and Panties	0.05
T-Shirt	0.07	Half Slip	0.13
Briefs	0.05	Full Slip	0.19
Long underwear upper	0.35	Long underwear upper	0.35
Long underwear lower	0.35	Long underwear lower	0.35
Torso			
Shirt		Blouse	0.20
Light, short sleeve	0.14	Light	0.22
long sleeve	0.22	Heavy	0.29
Heavy, short sleeve	0.25	Dress	0.22
long sleeve	0.29	Light	0.22
(Plus 5% for tie or turtleneck)		Heavy	0.70
Vest		Skirt	0.10
Light	0.15	Light	0.10
Heavy	0.29	Heavy	0.22
Trousers		Slacks	0.26
Light	0.26	Light	0.26
Heavy	0.32	Heavy	0.44
Sweater		Sweater	0.17
Light	0.20	Light	0.17
Heavy	0.37	Heavy	0.37
Jacket		Jacket	0.17
Light	0.22	Light	0.17
Heavy	0.49	Heavy	0.37
Footwear			
Socks		Stockings	
Ankle Length	0.04	Any length	0.01
Knee High	0.10	Panty Hosiery	0.01
Shoes		Shoes	
Sandals	0.02	Sandals	0.02
Oxfords	0.04	Pumps	0.04
Boots	0.08	Boots	0.08

TROCA DE CALOR POR CONVECÇÃO (C) (U)

Para um homem nu

$$C = h_c (t_a - t_s) \quad (W/m^2)$$

h_c = coeficiente de troca de calor por convecção (W/m²K)

t_a = temperatura do ar ambiente (°C)

t_s = temperatura média da superfície da pele (°C)

Se V_a ≤ 1 m/s

$$h_c = 3,5 + 4,9 V_a \quad (W/m^2K)$$

Se V_a > 1 m/s

$$h_c = 8,4 V_a^{0,62} \quad (W/m^2K)$$

TROCA DE CALOR POR RADIAÇÃO (R)

Para um homem nu

$$R = h_r (t_r - t_s) \quad (W/m^2)$$

h_r = coeficiente linear de troca de calor por radiação (W/m²K)

t_r = temperatura equivalente de radiação (°C)

t_s = temperatura média da superfície da pele (°C)

$$h_r \approx 0,163 \left(\frac{t_r + t_s}{200} + 2,73 \right)^3$$

ESTIMATIVA DA TEMPERATURA MÉDIA DA SUPERFÍCIE DA PELE (t_s)

Para um homem nu

$$t_s = 24,85 + 0,332 t_o - 0,00165 t_o^2 \quad (°C)$$

Para um homem vestido

$$t_s = 25,8 + 0,267 t_o \quad (°C)$$

$$t_o = \frac{h_r t_r + h_c t_a}{h_r + h_c}$$

INFLUÊNCIA DO VESTUÁRIO NAS TROCAS POR RADIAÇÃO E CONVECÇÃO

Para um homem vestido

$$R = h_r (t_r - t_s) \cdot F_{cl}$$

$$C = h_c (t_a - t_s) \cdot F_{cl}$$

F_{cl} = fator de redução das trocas térmicas por radiação e convecção.

$$F_{cl} = \frac{1}{1 + 0,155(h_c + h_r) \cdot I_{cl}}$$

I_{cl} em Cl_0 ; h_c e h_r em W/m^2K

TROCA DE CALOR POR EVAPORAÇÃO

a) Respiração

$$E_{res} = 0,0023 M (P_v - 44) \quad (W/m^2)$$

M = Metabolismo (W/m^2)
 P_v = Pressão parcial do vapor d'água ($mmHg$)

b) Suor

$$E_s = 2,2 h_c W_s (P_v - P_{SAT}) F_{pcl} \quad (W/m^2)$$

W_s = fração de pele molhada (0-1).

P_{SAT} = pressão de saturação do vapor d'água na temperatura t_s .

F_{pcl} = fator de redução das trocas térmicas latentes

$$F_{pcl} = \frac{1}{1 + 0,143 h_c I_{cl}}$$

Evaporação máxima de suor ($W_s = 1$)

$$E_{s,max} = 2,2 h_c (P_v - P_{SAT}) F_{pcl}$$

c) Insensível (Difusão)

$$E_{dif} = 0,06(1 - W_s) E_{s,max} \quad (W/m^2)$$

TROCA DE CALOR POR EVAPORAÇÃO (ESTIMATIVA GLOBAL)

$$E = E_{res} + E_s + E_{dif}$$

$$E_s + E_{dif} = W_s E_{s,max} + 0,06(1 - W_s) E_{s,max}$$

$$E_s + E_{dif} = \underbrace{(0,06 + 0,94 W_s)}_W E_{s,max}$$

$$E_s + E_{dif} = W \cdot E_{s,max}$$

W = fração equivalente total de pele molhada

$$E = E_{res} + W \cdot E_{s,max}$$

BALANÇO TÉRMICO

$$M \pm \dot{W} \pm R \pm C \pm L - E = 0$$

$$L \cong 0$$

$$M \pm \dot{W} = H \quad \text{- calor gerado}$$

$$\dot{W} = \text{trabalho externo}$$

$$E = E_{res} + W \cdot E_{s,max}$$

$$H \pm R \pm C - E_{res} - W \cdot E_{s,max} = 0$$

$$H \pm R \pm C - E_{res} - E_{req} = 0$$

$$W = \frac{E_{req}}{E_{s,max}}$$

IBUTG

Índice de Bulbo Umido - Termômetro de Globo

LEGISLAÇÃO: NR-15 - Anexo Nº 3
Portaria 3214 - 08/07/1978

FÓRMULAS:

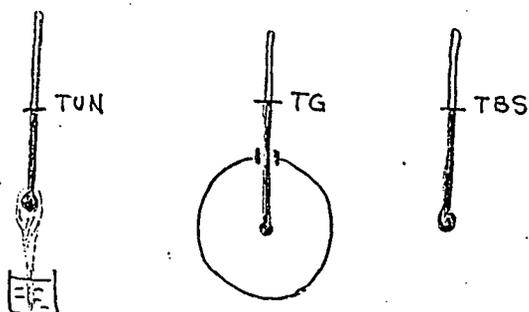
Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$IBUTG = 0,7TUN + 0,3TG$$

Ambientes externos com carga solar:

$$IBUTG = 0,7TUN + 0,2TG + 0,1TBS$$

INSTRUMENTOS:



NRVA/UFSC	IBUTG ₁	1
-----------	--------------------	---

Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço - QUADRO Nº 1

Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso em outro local (Local de descanso) - QUADRO Nº 2

$$\text{Onde: } M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

$$IBUTG = \frac{IBUTG_t \times T_t + IBUTG_d \times T_d}{60}$$

M_t = taxa de metabolismo no local de trabalho (QUADRO Nº 3).

M_d = taxa de metabolismo no local de descanso (QUADRO Nº 3).

T_t = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho.

T_d = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

$$T_t + T_d = 60 \text{ min}$$

NRVA/UFSC	IBUTG	2
-----------	-------	---

QUADRO N.º 1

REGIME DE TRABALHO-INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (per hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 25,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 à 30,6	26,8 à 28,0	25,1 à 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 à 31,4	28,1 à 29,4	25,0 à 27,2
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 à 32,2	29,5 à 31,1	28,0 à 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

QUADRO N.º 2

N (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	25,0
450	25,5
500	25,0

NRVA/UFSC

IBUTG

3

QUADRO N.º 3
TAXAS DE METABOLISMO POR TIPO DE ATIVIDADE

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir)	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou agarrar pesos (ex.: remoção com pé).	440
Trabalho fatigante	550

NRVA/UFSC

IBUTG

4

ANEXO 06: Tabela do vestuário

TABELA DA RESISTENCIA DO VESTUÁRIO EM CLO PARA HOMENS.

TIPOS DE ROUPAS	CLO	TIPOS DE ROUPAS	(CLO)
ROUPAS INTIMAS:		CAMISETA:	
CAMISA SEM MANGA	0.06 (X)	LEVE	0.15 ()
CAMISETA	0.09 ()	PESADA	0.29 ()
CUECA	0.05 ()	CALÇAS:	
CAMISA COMPRIDA	0.35 ()	LEVE	0.26 ()
CUECAO	0.35 ()	PESADA	0.32 ()
TORSO:		SUETER:	
CAMISA:		LEVE	0.20 ()
MANGA CURTA-LEVE	0.14 ()	PESADO	0.37 ()
MANGA COMPRIDA-LEVE	0.22 ()	JAQUETA:	
MANGA CURTA-PESADA	0.25 ()	LEVE	0.22 ()
MANGA COMPRIDA-PESADA	0.29 ()	PESADA	0.49 ()

TECLE : < X > ==> PARA ASSINALAR OS ROUPAS QUE CONTITUEM O VESTUARI
 < ENTER > ==> PARA AS ROUPAS QUE NAO FAZEM PARTE DO VESTUARIO

ANEXO 07: Tabelas e equações de ruídos

APPENDIX A

APPROXIMATE VALUES OF ABSORPTION COEFFICIENT FOR SOME COMMON INTERNAL FINISHES

Material	Thickness (including any airspace) mm	Frequency Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>Normal wall finishes</i>									
Brickwork	—	-05	-05	-04	-02	-04	-05	-05	-05
Breeze or cinder block	—	-10	-20	-45	-60	-40	-45	-40	-40
Concrete	—	-05	-01	-01	-02	-02	-02	-03	-03
Up to 4 mm thick glass pane about 1 m square	4	-25	-35	-25	-20	-10	-05	-05	-05
6 mm plate glass about 1m sq.	6	-08	-15	-06	-04	-03	-02	-02	-02
Marble or glazed tile	—	-05	-05	-05	-05	-05	-05	-05	-05
Plaster on solid wall	12	-04	-04	-05	-06	-08	-04	-06	-05
Water (c.g. swimming pool)	—	-01	-01	-01	-01	-01	-02	-02	-02
<i>Wall or ceiling treatments</i>									
Curtains hung in folds against solid wall	—	-05	-05	-15	-35	-40	-50	-50	-40
"Acoustic" plaster (typical values)	12	-05	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-35
Sprayed asbestos, direct on wall or ceiling	25	-05	-10	-30	-65	-85	-85	-80	-75
on expanded metal with 75 mm air gap	100	-20	-30	-40	-65	-80	-75	-75	-70
Glass or rockwool blanket typical values for medium density material	25	-05	-10	-35	-60	-70	-75	-80	-75
	50	-10	-20	-45	-65	-75	-80	-80	-80
	100	-25	-45	-75	-80	-85	-85	-90	-85
	150	-35	-55	-90	-90	-85	-90	-95	-95
Expanded polyurethane foam (open cell)	25	-10	-15	-30	-60	-75	-85	-90	-90
	50	-15	-25	-50	-85	-95	-90	-90	-90
	100	-30	-50	-70	-95	1-00	1-00	1-00	1-00
9 mm plasterboard on battens at 0.5 m centres, 18 mm airspace filled with glass wool	27	-25	-30	-20	-15	-05	-05	-05	-05
5 mm plywood on battens at 1 m centres, 50 mm airspace filled with glass wool	55	-30	-40	-35	-20	-15	-05	-05	-05
12 mm plywood on battens at 1 m centres, 59 mm airspace filled with glass wool	71	-25	-30	-20	-15	-10	-15	-10	-05
3 mm hardboard with roofing felt stuck to back over 50 mm airspace	53	-50	-90	-45	-25	-15	-10	-10	-05
Suspended plaster or plasterboard ceiling (large airspace)	—	-20	-20	-15	-10	-05	-05	-05	-05
Fibre board on solid backing	12	-05	-05	-10	-15	-25	-30	-30	-25

APPENDIX A—continued

Material	Thickness (including any airspace) mm	Frequency Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>Floor coverings</i>									
Composition flooring	—	-05	-05	-05	-05	-05	-05	-05	-05
Haircord carpet on felt underlay	6	-05	-05	-05	-10	-20	-45	-65	-65
Medium pile carpet on sponge rubber underlay	10	-05	-05	-10	-30	-50	-65	-70	-65
Thick pile carpet on sponge rubber underlay	15	-05	-15	-25	-50	-60	-70	-70	-65
Rubber floor tiles	6	-05	-05	-05	-10	-10	-05	-05	-05
<i>Proprietary acoustic tiles and boards</i>									
(Note that performance varies according to individual construction and method of fixing. Always obtain exact figures from manufacturer. The figures shown indicate the likely range of performance)									
Fixed direct on wall or ceiling, or with small airspace	12 to 75	-05	-10	-25	-50	-60	-60	-45	-45
minimum	12 to 75	-15	-20	-60	-80	-85	-80	-75	-75
maximum	—	-15	-30	-40	-50	-65	-75	-70	-65
In the form of suspended ceiling	—	-15	-30	-60	-90	-90	-85	-80	-75
minimum	—	-30	-50	-60	-90	-90	-85	-80	-75
maximum	—	-30	-50	-60	-90	-90	-85	-80	-75
<i>Room contents</i>									
(Figures shown are total value of S_a in m^2 units)									
Audience per person in fully upholstered seat	—	-15	-20	-40	-45	-45	-50	-45	-40
Audience per person in wood or padded seat	—	-10	-15	-25	-40	-40	-45	-40	-35
Unoccupied seat fully upholstered	—	-05	-10	-20	-30	-30	-30	-35	-30
Unoccupied seat wood or padded	—	-02	-03	-05	-05	-10	-15	-10	-10

APPENDIX B

REPRESENTATIVE VALUES OF AIRBORNE SOUND REDUCTION INDEX FOR SOME COMMON STRUCTURES

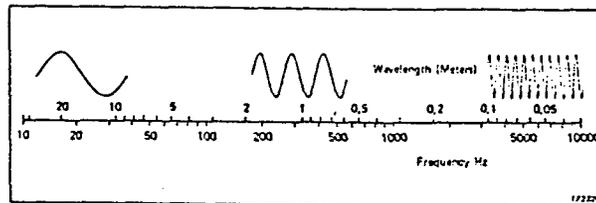
Pane construction	Thickness mm	Superficial weight kg/m ²	Frequency Hz							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Panels of sheet materials										
1.5 mm lead sheet	1.5	17	22	28	32	33	32	32	33	36
3 mm lead sheet	3	34	25	30	31	27	38	44	33	38
20 g aluminum sheet, stiffened	9	2.5	8	11	10	10	18	23	25	30
22 g galvanized sheet steel	3.5	6	3	8	14	20	23	26	27	35
20 g galvanized sheet steel	9	7	3	8	14	20	26	32	38	40
18 g galvanized sheet steel	1.2	10	8	13	20	24	29	33	39	44
16 g galvanized sheet steel	1.6	13	9	14	21	27	32	37	43	42
18 g fluted steel panels stiffened at edges, joints sealed	1.2	39	25	30	20	22	30	28	31	31
Corrugated asbestos sheet stiffened and sealed	6	10	20	25	30	33	33	38	39	42
Chipboard sheets on wood framework	19	11	14	17	18	25	30	26	32	38
Fibreboard sheets on wood framework	12	4	10	12	16	20	24	30	31	36
Plasterboard sheets on wood framework	9	7	9	15	20	24	29	32	35	38
Plywood sheets on wood framework	6	3.5	6	9	13	16	21	27	29	33
Hardwood (mahogany) panels	50	25	15	19	23	25	30	37	42	46
Woodwork slabs unplastered	25	19	0	0	2	6	6	8	8	10
Woodwool slabs plastered (12 mm on each face)	50	75	18	23	27	30	32	36	39	43
Panels of sandwich construction										
1.5 mm lead between two sheets of 5 mm plywood	11.5	25	19	26	30	34	38	42	44	47
9 mm asbestos board between two sheets of 18 g steel	12	37	16	22	27	31	27	37	44	48
"Stramit" compressed straw between two sheets of 3 mm hardboard	56	25	15	22	23	27	27	35	35	38
Single masonry walls										
Single leaf brick, plastered both sides	125	240	30	36	37	40	46	54	57	59
	255	480	34	41	45	48	56	65	69	72
	360	720	36	44	43	49	57	66	70	72
Solid breeze or clinker blocks, plastered (12 mm both sides)	125	145	20	27	33	40	50	57	56	59
Solid breeze or clinker blocks, unplastered	75	85	12	17	18	20	24	30	38	43
Hollow cinder concrete blocks, painted (cement base paint)	100	75	22	30	34	40	50	50	52	53
Hollow cinder concrete blocks, unpainted	100	75	22	27	32	37	40	41	45	48
"Thermalite" blocks	100	125	20	27	31	39	45	53	38	62
Glass bricks	200	510	25	30	35	40	49	49	43	45
Double masonry walls										
280 mm brick, 36 mm cavity, strip ties, outer faces plastered 12 mm	300	380	28	34	34	40	56	73	76	78
280 mm brick, 36 mm cavity, expanded metal ties, outer faces plastered, 12 mm	300	380	27	27	43	55	66	77	85	85
Stud partitions										
50 mm x 100 mm studs, 12 mm insulating board both sides	125	19	12	16	22	28	38	50	52	55
50 mm x 100 mm studs, 9 mm plaster board and 12 mm plaster coat both sides	142	60	20	25	28	34	47	39	50	56

APPENDIX B—continued

Partition construction	Thickness mm	Superficial weight kg/m ²	Frequency Hz							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Single glazed windows										
Single glass in heavy frame	6	15	17	11	24	28	32	27	35	39
	8	20	17	18	25	31	32	28	36	39
	9	22.5	18	22	26	31	32	32	39	43
	16	40	20	25	28	33	30	38	45	48
	25	62.5	25	27	31	30	33	43	48	53
Double glazed windows										
244 mm panes, 7 mm cavity	12	15	15	22	16	20	29	31	27	30
9 mm glass panes in separate frames, 50 mm cavity	62	34	18	25	29	34	41	45	53	50
6 mm glass panes in separate frames, 100 mm cavity	112	34	20	28	30	38	45	45	53	50
6 mm glass panes in separate frames, 158 mm cavity	200	34	25	30	35	41	48	50	56	56
6 mm glass panes in separate frames, 188 mm cavity with absorbent blanket in reveals	200	34	26	33	39	42	48	50	57	60
6 mm and 9 mm panes in separate frames, 200 mm cavity, absorbent blanket in reveals	215	42	27	36	45	58	59	55	66	70
Doors										
Flush panel, hollow core, normal cracks as usually hung	43	9	9	12	13	14	16	18	24	26
Solid hardwood, normal cracks as usually hung	43	28	13	17	21	26	29	31	34	32
Typical proprietary "acoustic" door, double heavy sheet steel skin, absorbent in airspace, special furniture and seals in heavy steel frame	100	—	37	36	39	44	49	54	57	60
Floors										
T & G boards, joints sealed	21	13	17	21	18	22	24	30	33	63
T & G boards, 12 mm plasterboard ceiling under, with 3 mm plaster skim coat	235	31	15	18	25	37	39	45	45	48
As above with boards "floating" on glass wool mat	240	35	20	25	33	38	45	56	61	64
Concrete, reinforced	100	230	32	37	36	45	52	59	62	63
	200	460	36	42	41	50	57	60	65	70
	300	690	37	40	45	52	59	63	67	72
126 mm reinforced concrete with "floating" screed	190	420	35	38	43	48	54	61	63	67

onde λ = comprimento de onda
 c = velocidade do som
 f = frequência
 T = período.

O monograma abaixo mostra a relação entre λ e c, para ar nas condições normais (figura 3).



Wavelength in air versus frequency under normal conditions

Figura 3

A intensidade sonora decresce com o quadrado da distância r à fonte, como segue:

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

Potência Sonora

O nível de pressão é definido como sendo

$$\text{NPS} = 10 \text{ Log}_{10} \frac{p^2}{p_{\text{ref}}^2} = 20 \text{ Log}_{10} \frac{p}{p_{\text{ref}}} \quad (\text{dB})$$

onde

p é a pressão sonora

p_0 é a pressão de referência = $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$

DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO SONORA EM UM AMBIENTE
REVERBERANTE

Uma fonte sonora instalada em um ambiente reverberante gera dois campos sonoros com características distintas. O primeiro, chamado de Campo Direto, localiza-se próximo à fonte e a relação entre pressão e potência da fonte é dada por

$$p_{\text{rms c.d.}}^2 = \frac{W \rho_0 c Q_e}{4\pi r^2}$$

onde W é a potência da fonte (watts)

r é a distância a partir da fonte, onde a pressão está sendo medida

Q_e é o fator de diretividade

ANEXO 08: Tabelas de níveis de iluminação

LÂMPADAS INCANDESCENTES PARA ILUMINAÇÃO GERAL

CÓDIGO COMERCIAL	POTÊNCIA (W)	ACABAMENTO	FLUXO LUMINOSO (lm)					CÓDIGO				
			115 120V	125V	130V	220V	240V	115 - 120V	125V	130V	220V	240V
SOFT (E-27)	25	ARGENTA	750	750	250	200	200	9196 060 18581	9196 060 18681	9196 060 18781	9196 060 18881	9196 060 18981
	40		460	480	450	400	390	9196 060 13781	9196 060 14081	9196 060 14881	9196 060 14381	9196 060 15181
	60		790	770	770	650	660	9196 060 13881	9196 060 14181	9196 060 14981	9196 060 14481	9196 060 15281
	100		1 470	1 450	1 450	1 280	1 260	9196 060 13981	9196 060 14281	9196 060 15081	9196 060 14581	9196 060 15381
STANDARD (E-27)	25	CLARO	780	260	260	220	210	9200 010 34581	9200 010 35581	9200 010 36181	9200 010 42981	9200 010 45581
	40	CLARO	510	500	500	430	430	9200 110 34581	9200 110 35581	9200 110 36181	9200 110 42981	9200 110 45581
	60	CLARO	840	830	830	720	720	9200 210 34581	9200 210 35581	9200 210 46181	9200 210 42981	9200 210 45581
	100	CLARO	1 570	1 500	1 550	1 380	1 370	9200 410 34581	9200 410 35581	9200 410 36581	9200 410 42981	9200 410 45581
	150	CLARO	2 520	2 470	2 460	2 190	2 160	9200 618 34581	9200 618 35581	9200 618 36181	9200 618 42981	9200 618 45581
	200	CLARO	3 460	-	3 400	3 120	3 080	9196 060 06481	-	9196 060 05781	9196 060 06581	9196 060 06681
300	CLARO	5 310	-	5 220	5 040	5 320	9201 405 36381	-	9201 405 36181	9201 405 42981	9201 405 45581	
500	CLARO	0 400	-	9 350	8 650	8 500	9201 500 36381	-	9201 500 36181	9201 500 42981	9201 500 45581	
STANDARD (E-40)	300	CLARO	5 310	-	5 220	5 040	5 320	9201 410 36381	-	9201 410 36181	9201 410 42981	9201 410 45581
	500	CLARO	9 400	-	9 350	8 650	8 500	9201 505 36381	-	9201 505 36181	9201 505 42981	9201 505 45581
FANTASIL (E-27)	60	ARGENTA	780	-	-	670	-	9232 725 34581	-	-	9232 725 42981	-

LÂMPADAS FLUORESCENTES (TUBULARES) EM SETE TONALIDADES

CÓDIGO COMERCIAL	POTÊNCIA (W)	CORRENTE NA LÂMPADA (A)	BASE	CORES	Nº	FLUXO LUMINOSO (lm)**	LUMINÂNCIA (cd/cm²)	DIMENSÕES (mm)						
								COMPR. NOMINAL*	DIÂMETRO NOMINAL	A MÁX.	B MÁX.	B MIN.	C MÁX.	D MÁX.
TL 15/54	15	0,36	Bipino	Luz do Dia	54	690	0,40	450	38	437,4	444,5	442,1	451,6	40,5
TLD 15/33	15	0,31	Bipino	Branca Fria	33	900	0,80	450	26	437,4	444,5	442,1	451,6	28,0
TLD 15/54	15	0,31	Bipino	Luz do Dia	54	800	0,70	450	26	437,4	444,5	442,1	451,6	28,0
TLRS 20/27	20	0,37	Bipino	Sueve de Luxo	27	650	0,30	600	38	589,8	596,9	594,4	604,0	40,5
TLRS 20/33	20	0,37	Bipino	Branca Fria	33	1 120	0,50	600	38	589,8	596,9	594,4	604,0	40,5
TLRS 20/34	20	0,37	Bipino	Branca de Luxo	34	760	0,35	600	38	589,8	596,9	594,4	604,0	40,5
TLRS 20/37	20	0,37	Bipino	Branca Natural	37	650	0,30	600	38	589,8	596,9	594,4	604,0	40,5
TLRS 20/47	20	0,37	Bipino	Luz do Dia Real	47	700	0,30	600	38	589,8	596,9	594,4	604,0	40,5
TLRS 20/54	20	0,37	Bipino	Luz do Dia	54	1 000	0,45	600	38	589,8	596,9	594,4	604,0	40,5
TLD 30/33	30	0,36	Bipino	Branca Fria	33	2 750	0,95	900	26	894,6	901,7	899,3	908,8	28,0
TLD 30/34	30	0,36	Bipino	Branca de Luxo	34	1 500	0,65	900	26	894,6	901,7	899,3	908,8	28,0
TLD 30/54	30	0,36	Bipino	Luz do Dia	54	1 900	0,80	900	26	894,6	901,7	899,3	908,8	28,0
TLRS 40/27	40	0,43	Bipino	Sueve de Luxo	27	1 700	0,40	1 200	38	1 199,4	1 206,5	1 204,1	1 213,4	40,5
TLRS 40/33	40	0,43	Bipino	Branca Fria	33	3 000	0,70	1 200	38	1 199,4	1 206,5	1 204,1	1 213,4	40,5
TLRS 40/34	40	0,43	Bipino	Branca de Luxo	34	2 020	0,45	1 200	38	1 199,4	1 206,5	1 204,1	1 213,4	40,5
TLRS 40/37	40	0,43	Bipino	Branca Natural	37	1 700	0,40	1 200	38	1 199,4	1 206,5	1 204,1	1 213,4	40,5
TLRS 40/47	40	0,43	Bipino	Luz do Dia Real	47	1 800	0,40	1 200	38	1 199,4	1 206,5	1 204,1	1 213,4	40,5
TLRS 40/54	40	0,43	Bipino	Luz do Dia	54	2 550	0,55	1 200	38	1 199,4	1 206,5	1 204,1	1 213,4	40,5
TLRS 65/27	65	0,67	Bipino	Sueve de Luxo	27	2 800	0,50	1 500	38	1 500,0	1 507,1	1 504,7	1 514,7	40,5
TLRS 65/33	65	0,67	Bipino	Branca Fria	33	4 950	0,85	1 500	38	1 500,0	1 507,1	1 504,7	1 514,7	40,5
TLRS 65/34	65	0,67	Bipino	Branca de Luxo	34	3 200	0,60	1 500	38	1 500,0	1 507,1	1 504,7	1 514,7	40,5
TLRS 65/37	65	0,67	Bipino	Branca Natural	37	2 850	0,50	1 500	38	1 500,0	1 507,1	1 504,7	1 514,7	40,5
TLRS 65/54	65	0,67	Bipino	Luz do Dia	54	4 000	0,70	1 500	38	1 500,0	1 507,1	1 504,7	1 514,7	40,5
TLRS 65/57	65	0,67	Bipino	Luz do Dia Especial	57	2 800	0,50	1 500	38	1 500,0	1 507,1	1 504,7	1 514,7	40,5
TLRS 110/33	110	0,80	Duplo Embutido	Branca Fria	33	8 900	1,00	2 400	38	2 374,9	2 382,0	2 379,7	2 385,3	40,5
TLRS 110 54	110	0,80	Duplo Embutido	Luz do Dia	54	7 600	0,85	2 400	38	2 374,9	2 382,0	2 379,7	2 385,3	40,5

ÍNDICE DO LOCAL

ALTURA DO TETO EM METROS												
Para Iluminação Indireta e Semi-Indireta		2,75	3,00	3,70	4,30	5,20	6,40	7,60	9,50	11,30		
		2,90	3,50	4,10	5,00	6,00	7,30	9,00	11,00	15,30		
DISTÂNCIA DO CHÃO AO FOCO LUMINOSO EM METROS												
Para Iluminação Direta e Semi-Indireta		2,15	2,45	2,75	3,00	3,70	4,30	5,20	6,40	7,60	9,50	11,30
		2,30	2,60	2,90	3,50	4,10	5,00	6,00	7,30	9,00	11,00	15,00
Largura do Local (metros)	Comp. do Local (metros)	Índice do Local										
2,75 (2,60-2,75)	2,50-3,00	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J
	3,00-4,30	H	I	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	4,30-6,00	G	H	H	G	H	H	H	H	H	H	H
	6,00-9,00	F	G	G	H	H	H	H	H	H	H	H
	9,00-13,00	F	G	G	H	H	H	H	H	H	H	H
3,00 (2,90-3,20)	3,00-4,30	G	H	H	G	H	H	H	H	H	H	H
	4,30-6,00	G	H	H	G	H	H	H	H	H	H	H
	6,00-9,00	F	G	G	H	H	H	H	H	H	H	H
	9,00-13,00	F	G	G	H	H	H	H	H	H	H	H
	13,00-18,30	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
3,70 (3,40-3,80)	3,00-4,30	G	H	G	G	H	H	H	H	H	H	H
	4,30-6,00	F	G	G	H	H	H	H	H	H	H	H
	6,00-9,00	F	G	G	H	H	H	H	H	H	H	H
	9,00-13,00	F	G	G	H	H	H	H	H	H	H	H
	13,00-18,30	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
4,30 (4,00-4,70)	4,30-6,00	F	G	F	F	G	G	H	H	H	H	H
	6,00-9,00	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
	9,00-13,00	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
	13,00-18,30	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
	18,30-27,50	D	E	E	F	F	G	G	H	H	H	H
5,20 (4,90-5,65)	4,30-6,00	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
	6,00-9,00	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
	9,00-13,00	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
	13,00-18,30	E	F	F	G	G	H	H	H	H	H	H
	18,30-35,00	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
6,00 (5,80-6,60)	6,00-9,00	D	E	E	F	F	G	G	H	H	H	H
	9,00-13,00	D	E	E	F	F	G	G	H	H	H	H
	13,00-18,30	D	E	E	F	F	G	G	H	H	H	H
	18,30-27,50	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	27,50-43,00	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H

TABELA 2

ALTURA DO TETO EM METROS												
Para Iluminação Indireta e Semi-Indireta		2,75	3,00	3,70	4,30	5,20	6,40	7,60	9,50	11,30		
		2,90	3,50	4,10	5,00	6,00	7,30	9,00	11,00	15,30		
DISTÂNCIA DO CHÃO AO FOCO LUMINOSO EM METROS												
Para Iluminação Direta e Semi-Indireta		2,15	2,45	2,75	3,00	3,70	4,30	5,20	6,40	7,60	9,50	11,30
		2,30	2,60	2,90	3,50	4,10	5,00	6,00	7,30	9,00	11,00	15,00
Largura do Local (metros)	Comp. do Local (metros)	Índice do Local										
7,30 (6,70-7,90)	6,00-9,00	D	E	E	F	F	G	H	I	I	J	J
	9,00-13,00	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J
	13,00-18,30	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J
	18,30-27,50	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	J
	27,50-43,00	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	J
9,00 (8,25-10,00)	43,00-55,00	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	J
	9,00-13,00	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J
	13,00-18,30	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	J
	18,30-27,50	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	J
	27,50-43,00	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	J
11,00 (10,40-11,90)	43,00-55,00	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	J
	9,00-13,00	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	J
	13,00-18,30	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	J
	18,30-27,50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	27,50-43,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
12,80 (12,20-13,70)	43,00-60,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	9,00-13,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	13,00-18,30	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	18,30-27,50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	27,50-43,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
15,30 (14,00-16,80)	43,00-60,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	9,00-13,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	13,00-18,30	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	18,30-27,50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	27,50-43,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
18,30 (17,30-20,45)	43,00-60,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	9,00-13,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	13,00-18,30	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	18,30-27,50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	27,50-43,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
23,00 (20,75-27,50)	43,00-60,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	9,00-13,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	13,00-18,30	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	18,30-27,50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J
	27,50-43,00	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	J

TABELA 2 CONT.

COEFICIENTES DE UTILIZAÇÃO

Luminária	Índice do local	Coeficientes de utilização						Descrição	
		75 %			50 %				
		50 %	70 %	10 %	50 %	30 %	10 %		
	↑ 0 85 ↓	J	.36	.29	.25	.34	.29	.25	Refletor industrial para lâmpadas incandescentes e locais. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 0,9.
		I	.45	.36	.33	.44	.37	.33	
		H	.52	.45	.40	.51	.44	.40	
		G	.58	.51	.47	.58	.51	.46	
		F	.63	.56	.52	.62	.56	.52	
		E	.69	.63	.59	.68	.63	.58	
		D	.73	.68	.64	.72	.67	.63	
C	.76	.71	.68	.75	.71	.67			
B	.80	.76	.73	.79	.76	.73			
A	.83	.80	.77	.82	.79	.77			
	↑ 0 70 ↓	J	.40	.35	.32	.34	.35	.32	Refletor industrial para lâmpadas de vapor de mercúrio e luz mista. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 0,9.
		I	.47	.43	.40	.46	.42	.40	
		H	.52	.46	.45	.51	.47	.45	
		G	.56	.52	.50	.55	.52	.50	
		F	.59	.56	.53	.58	.55	.53	
		E	.63	.60	.58	.62	.59	.57	
		D	.65	.63	.61	.64	.62	.60	
C	.67	.65	.63	.66	.64	.62			
B	.69	.67	.65	.67	.66	.65			
A	.70	.69	.67	.69	.67	.66			
	↑ 0 85 ↓	J	.52	.47	.43	.51	.47	.43	Aparelho de embute para lâmpada refletora. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 0,6.
		I	.61	.55	.52	.60	.55	.52	
		H	.66	.61	.58	.65	.61	.58	
		G	.71	.67	.63	.70	.66	.63	
		F	.74	.70	.67	.73	.70	.66	
		E	.78	.75	.72	.77	.74	.72	
		D	.81	.78	.76	.81	.79	.77	
C	.83	.80	.78	.83	.81	.79			
B	.85	.82	.81	.83	.81	.80			
A	.86	.84	.82	.84	.83	.81			
	↑ 0 35 ↓	J	.27	.25	.24	.27	.25	.24	Aparelho de embute para lâmpada refletora. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 0,5.
		I	.29	.28	.27	.29	.28	.27	
		H	.31	.30	.29	.30	.29	.28	
		G	.32	.31	.30	.32	.31	.30	
		F	.33	.32	.31	.32	.32	.31	
		E	.34	.33	.32	.34	.33	.32	
		D	.35	.34	.33	.35	.34	.33	
C	.35	.34	.33	.35	.34	.34			
B	.36	.35	.35	.35	.35	.34			
A	.36	.35	.35	.36	.35	.35			
	↑ 0 50 ↓	J	.27	.24	.21	.27	.24	.21	Aparelho de embute para lâmpadas incandescentes. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 0,5.
		I	.32	.29	.26	.32	.29	.26	
		H	.36	.33	.30	.36	.33	.30	
		G	.40	.36	.34	.39	.36	.34	
		F	.42	.39	.37	.41	.39	.38	
		E	.44	.42	.40	.44	.42	.40	
		D	.46	.44	.43	.46	.44	.42	
C	.48	.46	.44	.47	.45	.44			
B	.49	.48	.46	.48	.47	.46			
A	.50	.48	.46	.49	.48	.47			
	↑ 35 45 ↓	J	.23	.19	.16	.21	.17	.15	Globos de vidro, fechados. Para lâmpadas incandescentes. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0.
		I	.29	.24	.22	.26	.22	.19	
		H	.33	.28	.25	.29	.26	.23	
		G	.37	.32	.28	.32	.28	.26	
		F	.40	.35	.32	.35	.31	.28	
		E	.44	.40	.36	.39	.35	.32	
		D	.48	.43	.39	.42	.38	.35	
C	.51	.46	.42	.44	.40	.37			
B	.55	.50	.46	.48	.44	.41			
A	.57	.53	.49	.50	.46	.43			
	↑ 85 0 ↓	J	.17	.13	.11	.11	.09	.08	Aparelho incandescente para iluminação indireta. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,1.
		I	.21	.17	.15	.14	.12	.10	
		H	.25	.21	.18	.16	.14	.12	
		G	.28	.24	.21	.20	.16	.14	
		F	.31	.27	.23	.21	.18	.16	
		E	.35	.31	.28	.24	.20	.19	
		D	.39	.34	.31	.26	.22	.21	
C	.41	.37	.34	.27	.25	.23			
B	.46	.42	.39	.30	.28	.26			
A	.48	.44	.42	.32	.30	.28			
	↑ 0 75 ↓	J	.09	.07	.06	.07	.05	.04	Sanca com lâmpadas fluorescentes. A distância da sanca para o teto deve ser de 30 a 50 cm.
		I	.13	.10	.08	.09	.07	.06	
		H	.16	.13	.10	.10	.09	.07	
		G	.20	.16	.14	.13	.11	.10	
		F	.21	.19	.17	.15	.13	.11	
		E	.25	.22	.20	.17	.15	.14	
		D	.28	.26	.24	.20	.19	.17	
C	.31	.28	.26	.21	.20	.19			
B	.32	.30	.28	.22	.21	.20			
A	.35	.34	.32	.24	.23	.23			
	↑ 0 75 ↓	J	.35	.28	.24	.33	.28	.24	Luminária industrial do tipo Miller. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0.
		I	.43	.36	.32	.41	.35	.31	
		H	.49	.43	.38	.47	.42	.38	
		G	.56	.49	.45	.53	.48	.43	
		F	.60	.54	.50	.57	.53	.49	
		E	.66	.61	.56	.63	.59	.55	
		D	.69	.65	.61	.66	.63	.59	
C	.72	.68	.65	.69	.65	.63			
B	.76	.72	.70	.73	.70	.68			
A	.78	.76	.73	.75	.73	.71			
	↑ 35 45 ↓	J	.29	.24	.20	.26	.23	.19	Luminária comercial. Espaço máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0.
		I	.36	.30	.26	.34	.30	.26	
		H	.41	.36	.32	.40	.35	.31	
		G	.46	.41	.37	.45	.40	.36	
		F	.50	.46	.44	.48	.44	.40	
		E	.56	.51	.47	.53	.49	.46	
		D	.59	.55	.52	.56	.53	.51	
C	.62	.58	.55	.59	.55	.52			
B	.65	.62	.59	.61	.58	.56			
A	.66	.64	.61	.63	.61	.59			

TABELA 3

TABELA-3 CONT. COEFICIENTES DE UTILIZAÇÃO

Luminária	Tipo	Coeficientes de utilização					Descrição
		Coeficientes de utilização					
		5%	10%	15%	20%	25%	
11	J	27	29	31	33	34	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	28	30	32	34	35	
	G	29	31	33	35	36	
	F	30	32	34	36	37	
	E	31	33	35	37	38	
12	J	26	28	30	32	33	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	27	29	31	33	34	
	G	28	30	32	34	35	
	F	29	31	33	35	36	
	E	30	32	34	36	37	
13	J	25	27	29	31	32	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	26	28	30	32	33	
	G	27	29	31	33	34	
	F	28	30	32	34	35	
	E	29	31	33	35	36	
14	J	24	26	28	30	31	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	25	27	29	31	32	
	G	26	28	30	32	33	
	F	27	29	31	33	34	
	E	28	30	32	34	35	
15	J	23	25	27	29	30	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	24	26	28	30	31	
	G	25	27	29	31	32	
	F	26	28	30	32	33	
	E	27	29	31	33	34	
16	J	22	24	26	28	29	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	23	25	27	29	30	
	G	24	26	28	30	31	
	F	25	27	29	31	32	
	E	26	28	30	32	33	
17	J	21	23	25	27	28	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	22	24	26	28	29	
	G	23	25	27	29	30	
	F	24	26	28	30	31	
	E	25	27	29	31	32	
18	J	20	22	24	26	27	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	21	23	25	27	28	
	G	22	24	26	28	29	
	F	23	25	27	29	30	
	E	24	26	28	30	31	
19	J	19	21	23	25	26	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	20	22	24	26	27	
	G	21	23	25	27	28	
	F	22	24	26	28	29	
	E	23	25	27	29	30	
20	J	18	20	22	24	25	Aparelho para iluminação geral para ambientes comerciais.
	H	19	21	23	25	26	
	G	20	22	24	26	27	
	F	21	23	25	27	28	
	E	22	24	26	28	29	

TABELA 3 CONT. COEFICIENTES DE UTILIZAÇÃO

Luminária	Tipo	Coeficientes de utilização					Descrição
		Coeficientes de utilização					
		5%	10%	15%	20%	25%	
21	J	25	27	29	31	32	Luminária comercial para iluminação high output, grande de colmeia.
	H	26	28	30	32	33	
	G	27	29	31	33	34	
	F	28	30	32	34	35	
	E	29	31	33	35	36	
22	J	24	26	28	30	31	Luminária industrial para iluminação high output, grande de colmeia.
	H	25	27	29	31	32	
	G	26	28	30	32	33	
	F	27	29	31	33	34	
	E	28	30	32	34	35	
23	J	23	25	27	29	30	Luminária industrial para iluminação high output.
	H	24	26	28	30	31	
	G	25	27	29	31	32	
	F	26	28	30	32	33	
	E	27	29	31	33	34	
24	J	22	24	26	28	29	Luminária comercial para iluminação high output, grande de colmeia.
	H	23	25	27	29	30	
	G	24	26	28	30	31	
	F	25	27	29	31	32	
	E	26	28	30	32	33	

Tetos luminosos

Luminária	Tipo	Coeficientes de utilização					Descrição
		Coeficientes de utilização					
		5%	10%	15%	20%	25%	
25	J	26	28	30	32	33	Teto com colmeia
	H	27	29	31	33	34	
	G	28	30	32	34	35	
	F	29	31	33	35	36	
	E	30	32	34	36	37	
26	J	25	27	29	31	32	Teto com plástico
	H	26	28	30	32	33	
	G	27	29	31	33	34	
	F	28	30	32	34	35	
	E	29	31	33	35	36	

Colmeia de aço

Parâmetros	Coeficientes de utilização				
	5%	10%	15%	20%	25%
J	26	28	30	32	33
H	27	29	31	33	34
G	28	30	32	34	35
F	29	31	33	35	36
E	30	32	34	36	37

Colmeia de metal (branco)

Parâmetros	Coeficientes de utilização				
	5%	10%	15%	20%	25%
J	30	32	34	36	37
H	31	33	35	37	38
G	32	34	36	38	39
F	33	35	37	39	40
E	34	36	38	40	41

Plástico branco

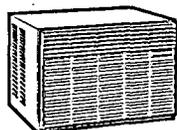
Parâmetros	Coeficientes de utilização				
	5%	10%	15%	20%	25%
J	24	26	28	30	31
H	25	27	29	31	32
G	26	28	30	32	33
F	27	29	31	33	34
E	28	30	32	34	35

OBSERVAÇÃO
O FATOR DE DEPRECIACAO DEVE SER ESTIMADO DA SEGUINTE MANEIRA:
a) manutenção deficiente 0,6 a 0,8 a não crítica
b) manutenção boa 0,8 a 1,0 a não crítica
c) manutenção boa 0,9 a 1,0 a crítica

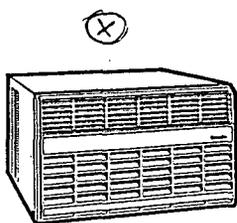
ANEXO 09: Dimensionamento do ar condicionado

COMPTON		CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA - CONDICIONADORES DE AR				
NOME: HOSPITAL UNIVERSITÁRIO - CALDEIRAS						
ENDEREÇO: TRINIDADE		BAIRRO: UFSC		FONE:		
PLANTA Nº		SALA:		ANDAR:		
CÁLCULO SOLICITADO POR:				FONE:		
CARACTERÍSTICAS	QUANT.	FATORES DE MULTIPLICAÇÃO				KCAL/H
		A SEM CORTINAS	B COM CORTINAS	C COM TOLDOS	D ÁREA x FATOR	
1 JANELAS (INSOLAÇÃO)	NORTE	1,5 M ²	240	115	70	360
	NORDESTE	M ²	240	95	70	
	LESTE	M ²	270	130	85	
	SUDESTE	M ²	200	85	70	
	SUL	3,0 M ²	0	0	0	0,00
	SUDOESTE	M ²	400	160	115	
	OESTE	1,5 M ²	500	220	150	750
	NOROESTE	M ²	350	150	95	1110
2 PAREDES L.A.V. TRANSM.	VIDRO COMUM	6,0 M ²	50			300
	TIJOLO DE VIDRO	M ²	25			
	EXTERNAS - DIREÇÃO SUL	6,0 M ²	15			75
3 PAREDES L.A.V. TRANSM.	OUTRAS DIREÇÕES	M ²	20			
	INTERNAS (NÃO CONSIDERAR PAREDES ENTRE AMBIENTES CONDICIONADOS)	285 M ²	8			228
	LAJE EXPOSTA AO SOL (SEM ISOLAÇÃO)	M ²	75			
4 TETO	LAJE EXPOSTA AO SOL (C/ ISOL. 2,5CM OU MAIS)	M ²	30			
	ENTRE ANDARES	M ²	13			
	SOB TELHADOS SEM ISOLAÇÃO	M ²	50			
	SOB TELHADOS COM ISOLAÇÃO	7,5 M ²	18			135
5 - PISO (NÃO CONSIDERAR PISO DIRETAMENTE SOBRE O SOLO)	M ²	13				
6 PESSOAS	EM ATIVIDADE NORMAL	Nº 02	150			300
	EM CONDIÇÕES DE REPOUSO	Nº	75			
	BOITE, DENTISTA, GINÁSIO DE ESPORTES	Nº	250			
7 OUTRAS FONTES DE CALOR	APARELHOS ELÉTRICOS	KW	860			
	FORNO ELÉTRICO (SERV. COZINHA)	KW	860			
	TORRADEIRA E APARELHOS DE GRELHAR	KW	860			
	MESA QUENTE	KW	860			
	CAFETEIRAS	KW	860			
	MOTORES	HP	645			
	ALIMENTOS - POR PESSOA (RESTAURANTE)	Nº	16			
8 - LÂMPADAS INCANDESCENTES	W	1				
9 - LÂMPADAS LUZ FRIA	240 W	0,5			120	
10 - PORTAS E VÃOS (SEMPRE ABERTOS)	M ²	150				
11 - TOTAL DA CARGA TÉRMICA P/ SELEÇÃO DO(S) CONDICIONADOR(ES) DE AR					2268	
12 - NÚMERO DE APARELHOS POR MODELO:						
<input type="checkbox"/> 7000 <input checked="" type="checkbox"/> 10000 <input type="checkbox"/> 12000 <input type="checkbox"/> 15000 <input type="checkbox"/> 18000 <input type="checkbox"/> 21000						
13 - FUSÍVEL REQUERIDO		A		14 - PARA CALCULAR EM BTU/H MULTIPLICAR KCAL/H POR 4.		
				8872		

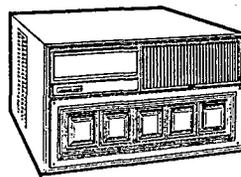
A SELEÇÃO DO MODELO E DA CAPACIDADE TÉRMICA ...



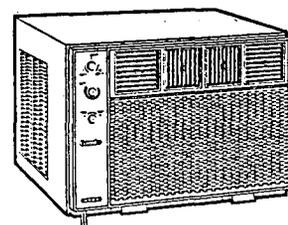
PARA PEQUENOS AMBIENTES



PARA MÉDIOS E GRANDES AMBIENTES



PARA USO COMERCIAL



PARA AMBIENTES MUITO GRANDES

Características do Produto

MODELO	7000			
CAPACIDADE	BTU/h 2500	BTU/h 3500	BTU/h 4500	BTU/h 5500
TENSÃO	V	50% - 100%	50% - 100%	
ALTURA	mm	270	370	470
LARGURA	mm	430	530	630
PROF. DO PAINEL	mm	270	370	470
PROF. DO PAINEL	mm	300	400	500
RETO LIVRODO	%	30	30	30
RETO ENFRIADO	%	30	30	30
COMPRESSOR	BCOH	A21014	A21013	
CAPACITOR	µF x VAC	30 x 360	37.5 x 360	
CARGA OLTO	CC	100	120	140
POTÊNCIA COMP.	HP	1	1	1
MOTOR VENTILAD.	CV-POLAR	0.75 - 1		
CAPACITOR	µF x VAC	3 x 300	3 x 300	
POTÊNCIA ALTA	BTU/h	1200		
SAÍDA	mm	100		
RECORDA. DE REFRIG. LIQUÍDAS	mm	300		
DIÂM. CAPILAR	mm	0.87		
CARGA GAS	g	1 x 12 x 100		
CORRENTE	A	5.5	7.5	9.5
TENSÃO	V	110V	110V	110V
FREQUÊNCIA	Hz	60	60	60

Características do Produto

MODELO	10000					12000	15000	18000
CAPACIDADE	BTU/h 3000	BTU/h 4000	BTU/h 5000	BTU/h 6000	BTU/h 7000	BTU/h 8000	BTU/h 9000	BTU/h 10000
TENSÃO	V	137	220	220	220	220	220	220
ALTURA	mm	410	510	610	710	810	910	1010
LARGURA	mm	570	670	770	870	970	1070	1170
PROF. DO PAINEL	mm	410	510	610	710	810	910	1010
PROF. DO PAINEL	mm	440	540	640	740	840	940	1040
RETO LIVRODO	%	30	30	30	30	30	30	30
RETO ENFRIADO	%	30	30	30	30	30	30	30
COMPRESSOR		A41014	A41013	A41113	A41113	A41113	A41113	A41113
CAPACITOR	µF x VAC	30 x 360	37.5 x 360	45 x 360	52.5 x 360	60 x 360	67.5 x 360	75 x 360
CARGA OLTO	CC	100	120	140	160	180	200	220
POTÊNCIA COMP.	HP	1	1	1.5	2	2	2	2
MOTOR VENTILAD.	CV-POLAR	1.0 - 1	1.0 - 1	1.5 - 1	1.5 - 1	1.5 - 1	1.5 - 1	1.5 - 1
CAPACITOR	µF x VAC	4 x 300						
POTÊNCIA ALTA	BTU/h	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
SAÍDA	mm	100	100	100	100	100	100	100
RECORDA. DE REFRIG. LIQUÍDAS	mm	300	300	300	300	300	300	300
DIÂM. CAPILAR	mm	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
CARGA GAS	g	1 x 12 x 100						
CORRENTE	A	7.5	9.5	12	15	18	21	24
TENSÃO	V	110V						
FREQUÊNCIA	Hz	60	60	60	60	60	60	60

Características do Produto

MODELO	21000	
CAPACIDADE	BTU/h 8000	BTU/h 9000
TENSÃO	V	220
ALTURA	mm	650
LARGURA	mm	800
PROF. DO PAINEL	mm	750
PROF. DO PAINEL	mm	800
RETO LIVRODO	%	30
RETO ENFRIADO	%	30
COMPRESSOR	LYNITE	A40113
CAPACITOR	µF x VAC	30 x 360
CARGA OLTO	CC	120 x 20
POTÊNCIA COMP.	HP	3.5
MOTOR VENTILAD.	CV-POLAR	0.75 - 1
CAPACITOR	µF x VAC	6 x 300
POTÊNCIA ALTA	BTU/h	1400
SAÍDA	mm	120
RECORDA. DE REFRIG. LIQUÍDAS	mm	300
DIÂM. CAPILAR	mm	0.87
CARGA GAS	g	1 x 12 x 100
CORRENTE	A	12.5
TENSÃO	V	220V
FREQUÊNCIA	Hz	60

Características do Produto

MODELO	30000	
CAPACIDADE	BTU/h 10000	BTU/h 11000
TENSÃO	V	220
ALTURA	mm	800
LARGURA	mm	950
PROF. DO PAINEL	mm	800
PROF. DO PAINEL	mm	850
RETO LIVRODO	%	30
RETO ENFRIADO	%	30
COMPRESSOR	LYNITE	A40113
CAPACITOR	µF x VAC	30 x 360
CARGA OLTO	CC	120 x 20
POTÊNCIA COMP.	HP	3
MOTOR VENTILAD.	CV-POLAR	0.75 - 1
CAPACITOR	µF x VAC	6 x 300
POTÊNCIA ALTA	BTU/h	1600
SAÍDA	mm	120
RECORDA. DE REFRIG. LIQUÍDAS	mm	300
DIÂM. CAPILAR	mm	0.87
CARGA GAS	g	1 x 12 x 100
CORRENTE	A	18
TENSÃO	V	220V
FREQUÊNCIA	Hz	60

ANEXO 10: Normas Regulamentadoras**DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHADOR****PORTARIA Nº 02, DE 28 DE MAIO DE 1991**

“Art. 4º – O descumprimento aos itens ou subitens 13.1.3; 13.2.4 alínea “b”;
13.5.1 alínea “b” e 13.3.1 alíneas “a”, “b”, “c”, “d” e “e” será considerado de grave e
iminente risco, para os fins e efeitos previstos na NR-3.

NR-13 - CALDEIRAS E RECIPIENTES SOB PRESSÃO

13.3.1 As caldeiras serão, obrigatoriamente, submetidas a inspeção de segurança,
interna e externamente, nas seguintes oportunidades:

- a) antes de entrarem em funcionamento, quando novas, no local de operação;**
- b) após reforma, modificação, ou após terem sofrido qualquer acidente;**
- c) periodicamente, pelo menos uma vez ao ano, podendo este prazo ser ampliado em mais 6 meses, no máximo, desde que a empresa comprove através do laudo técnico emitido pelo engenheiro previsto no subitem 13.3.3 medidas que justifiquem a prorrogação do prazo;**
- d) ao ser recolocada em funcionamento após intervalo de inatividade igual ou superior a seis meses consecutivos;**
- e) quando houver mudança de local de instalação.**

13.3.3 A inspeção de segurança mencionada no subitem 13.3.1 deve ser realizada por engenheiro inscrito no órgão regional do MTPS, registrado e habilitado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA.

*** A situação de grave e iminente risco implicará na interdição da caldeira.**

QUADRO N.º 2.

M (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Onde: M é a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora, determinada pela seguinte fórmula:

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

Sendo:

M_t — taxa de metabolismo no local de trabalho.

T_t — soma dos tempos, em minutos, em que se permanece, no local de trabalho.

M_d — taxa de metabolismo no local de descanso.

T_d — soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

$\overline{\text{IBUTG}}$ é o valor IBUTG médio ponderado para uma hora determinado pela seguinte fórmula:

$$\overline{\text{IBUTG}} = \frac{\text{IBUTG}_t \times T_t + \text{IBUTG}_d \times T_d}{60}$$

sendo:

IBUTG_t — valor do IBUTG no local de trabalho.

IBUTG_d — valor do IBUTG no local de descanso.

T_t o T_d — como anteriormente definidos.

NR-15 — ANEXO N.º 1

LIMITES DE TOLERANCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO
OU INTERMITENTE

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

NR-15 — ANEXO N.º 3

LIMITES DE TOLERANCIA PARA EXPOSIÇÃO AO CALOR

1. A exposição ao calor deve ser avaliada através do "Índice de Bulbo Úmido — Termômetro de Globo" (IBUTG) definido pelas equações que seguem:

Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg}$$

Ambientes externos com carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,1 \text{ tbs} + 0,2 \text{ tg}$$

onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tb = temperatura de globo

tbs = temperatura de bulbo seco.

2. Os aparelhos que devem ser usados nesta avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum.

3. As medições devem ser efetuadas no local onde permanece o trabalhador, à altura da região do corpo mais atingida.

Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.

1. Em função do índice obtido, o regime de trabalho intermitente será definido no Quadro N.º 1.

QUADRO N.º 1

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 à 30,6	26,8 à 28,0	25,1 à 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 à 31,4	28,1 à 29,4	26,0 à 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 à 32,2	29,5 à 31,1	28,0 à 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

QUADRO N.º 3
TAXAS DE METABOLISMO POR TIPO DE ATIVIDADE

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: dactilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir)	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pé).	440
Trabalho fátigante	550

	- divisão, descarnamento e preparação	200
	- acabamento e inspeção	500
5.3.43	Indústria de fumos:	
	- secagem, rasgamento, corte e mistura	200
	- preparação de melados, essências e goma	200
	- inspeção e classificação	1000
	- máquinas para cigarros, charutos e filtros	500
	- encarteiramento e empacotamento	500
5.3.44	Indústrias de gelos	200
5.3.45	Indústrias de gravação de desenhos e dizeres	2000
5.3.46	Indústrias de luvas:	
	- cortes; prensagem, perfuração	1000
	- confecção de malhas, classificação	500
	- costuras, guarnecimento, inspeção	2000
5.3.47	Indústrias de materiais elétricos e telecomunicações:	
	- impregnação	200
	- isolamento	500
	- enrolamento, bobinagem	500
	- ensaios, inspeção	500
	- trabalhos mecânicos e de montagem (veja indústrias de automóveis)	
5.3.48	Indústrias metalúrgicas:	
	- usinagem grosseira e trabalhos de ajustador	200
	- usinagem média e trabalhos de ajustador, trabalhos grosseiros de plainas, tornos e polimento	500
	- usinagem de precisão e trabalhos de ajustador, máquinas de precisão automática, plainamento, tornos de precisão e polimento de alta qualidade	1000
	- usinagem de alta precisão e trabalhos de ajustador	2000
5.3.49	Indústrias de papéis:	
	- abertura e trituração, calandragem	200
	- máquinas de papel, cortes, usinagem e refinação	200
	- máquinas de papel - lado úmido	200
	- máquinas de papel - lado seco, inspeção, laboratório	500
5.3.50	Indústrias químicas:	
	- fornos de operação manual, secadores estacionários, caldeiras e tanques de cristalização	200
	- fornos mecânicos, caldeiras a vapor e tanques de destilação, secadores mecânicos e tanques de cristalização, vasos de evaporação, filtragem, alvejamento	200

NR-17 -- ERGONOMIA *

17.1 Esta norma regulamentadora visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psico-fisiológicas do trabalhador, de modo a proporcionar um máximo de conforto e segurança e desempenho eficiente.

17.1.1 As condições do trabalho incluem aspectos relacionados ao mobiliário, aos equipamentos, ao posto de trabalho, às condições ambientais e à própria organização do trabalho.

17.2 Levantamento, transporte e descarga individual de materiais.

17.2.1 O peso máximo permitido para transporte e descarga manuais de materiais é de 60 kg.

17.2.2 O peso máximo permitido para o levantamento individual de material é de 40 kg, ressalvadas as disposições relativas ao trabalho da mulher e do menor.

17.2.3 O transporte e a descarga de material feitos por impulsão ou tração de vagonete sobre trilhos, carros de mão ou qualquer outro aparelho mecânico poderão ser executados sem a observância dos limites de pesos previstos nos subitens 17.2.1 e 17.2.2, desde que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força.

17.2.4 O trabalho de levantamento de material feito com equipamento mecânico de ação manual poderá ser executado sem a observância do limite de peso estabelecido no subitem 17.2.2, desde que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força.

17.2.5 Compete ao empregador assegurar, através do serviço especializado em engenharia de segurança e medicina do trabalho ou outra entidade, que os trabalhadores recebam instruções ou treinamentos sobre os métodos corretos de executar operações de levantamento, transporte e descarga individual de materiais.

17.3 Bancadas, mesas, escrivaninhas e painéis.

17.3.1 Sempre que o trabalho puder ser executado na posição sentada, o posto de trabalho poderá ser planejado ou adaptado para esta posição.

17.3.2 Para trabalho manual sentado, as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação para seu melhor desempenho e produtividade e devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) ter altura e característica da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de trabalho, com a distância requerida dos olhos à área de trabalho e com a altura do assento;
- b) ter área de trabalho de fácil alcance e visualização para o operador;
- c) ter características dimensionais que possibilitem posicionamento correto e movimentos necessários para pernas e pés do operador.

17.3.3 Para trabalho que necessite também a utilização dos pés, além dos requisitos estabelecidos no subitem 17.3.2, os pedais e demais comandos para acionamento pelos pés deverão ter posicionamento e dimensões que possibilitem fácil alcance, bem como ângulos adequados entre as diversas partes do corpo humano, em função das características e peculiaridades do trabalho a ser executado.

- b) o modo operatório;
- c) a exigência de tempo;
- d) a determinação do conteúdo de tempo;
- e) o ritmo de trabalho;
- f) o conteúdo das tarefas;
- g) as exigências hierárquicas (comandos, supervisão); e
- h) a relação entre produtividade e remuneração.

17.7.3 Nas atividades que exijam sobrecarga muscular estática ou dinâmica do pescoço, ombros, dorso e membros superiores, como nos trabalhos com movimentos repetitivos de alta velocidade deve ser observado o seguinte:

- a) é vedado qualquer sistema de avaliação de desempenho para efeito de benefícios e vantagens de qualquer espécie;
- b) devem ser incluídas pausas para descanso freqüentes e de curta duração, sendo a freqüência e a duração dos intervalos de descanso definidos a partir da análise ergonômica do trabalho.
- c) quando do retorno ao trabalho, após qualquer tipo de afastamento igual ou superior a 15 dias, a exigência de produção deverá permitir um retorno gradativo aos níveis de produção vigentes na época anterior ao afastamento.

17.7.4 Nas atividades de digitação ou no trabalho com terminal de vídeo deve ser observado o seguinte:

- a) é vedado qualquer sistema de avaliação de desempenho baseado no número individual de toques do digitador sobre o teclado, inclusive o automatizado, para efeitos de benefícios ou vantagens de qualquer espécie;
- b) o número máximo de toques reais exigidos não pode ser superior a 8.000 por hora trabalhada, sendo considerado toque real, para efeito desta NR, cada movimento de pressão sobre o teclado;
- c) o tempo efetivo de trabalho de entrada de dados não pode exceder o limite máximo de 5 (cinco) horas, sendo que no período de tempo restante da jornada, o trabalhador poderá exercer outras atividades, desde que não exijam movimentos repetitivos;
- d) nos serviços de digitação deve haver, no mínimo, um repouso de 10 minutos para cada 56 minutos trabalhados, não deduzidos da jornada normal de trabalho;
- e) quando do retorno ao trabalho, após qualquer tipo de afastamento igual ou superior a 15 dias, a exigência de produção em relação ao número de toques será ampliada progressivamente.

17.8 Caberá ao empregador realizar a análise ergonômica do posto de trabalho, devendo a mesma abordar, no mínimo, os seguintes itens:

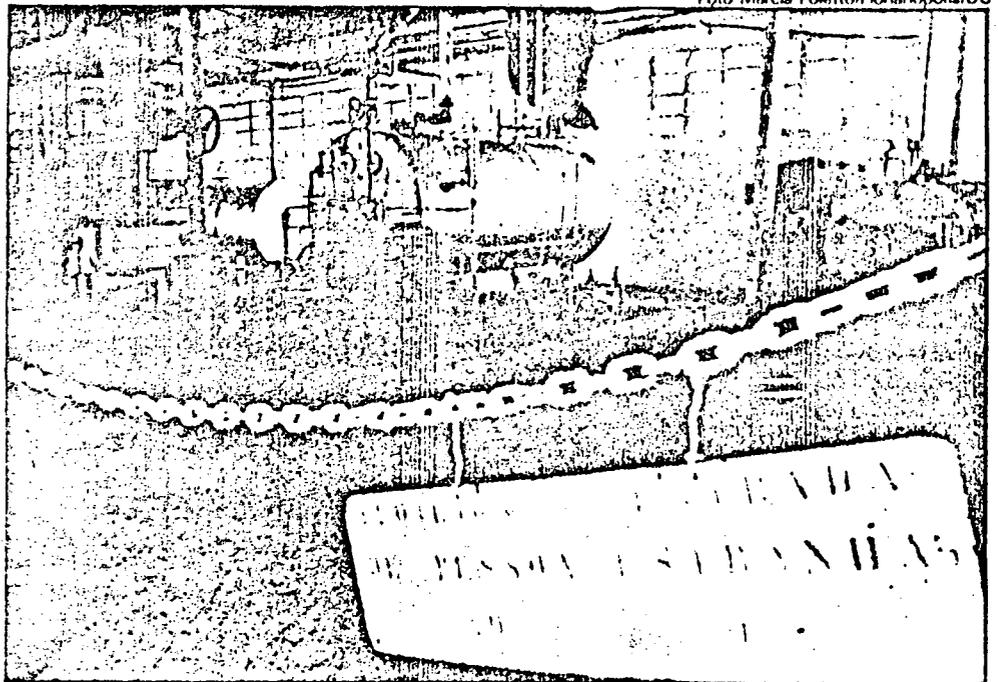
- a) análise da demanda do estudo ergonômico;
- b) análise da população trabalhadora;
- c) descrição da atividade — solicitação psico-fisiológica da atividade;
- d) medidas do ambiente de trabalho; espaço, mobiliário, agentes físicos, químicos, biológicos, mecânicos e psicossociais;
- e) características da organização do trabalho;
- f) relação entre condições de trabalho e condições de vida;
- g) análise da relação saúde-trabalho, acidentes de trabalho e doenças profissionais ou do trabalho;
- h) recomendações ergonômicas visando a melhoria do posto de trabalho.

ANEXO 11: Periódicos

HU desmente risco de explosão na caldeira

□ *Vazamento de vapor não é ameaça para o hospital, ao contrário do que diz Asufsc*

Florianópolis - Foi descartada pelo diretor da Divisão de Manutenção do Hospital Universitário da UFSC, engenheiro Paulo Magalhães, qualquer consequência mais grave quanto ao escapamento de vapor ocorrido em uma das caldeiras utilizadas pela instituição. Ele garantiu ontem que as três caldeiras do HU estão funcionando normalmente e que o escapamento teve como causa "a desregulação na válvula, que não acarreta problema algum". A informação de que uma das caldeiras está estragada e corre risco de explodir foi publicada em nota na última edição do jornal da Asufsc (Associação dos Funcionários da Universidade Federal, de Santa Catarina), que circulou na semana passada.



Cada uma das três caldeiras produz dois mil quilos de vapor por hora e dura 10 anos

Segundo Magalhães, "o equipamento foi inspecionado há 15 dias pela DRT (Delegacia Regional do Trabalho), e o fato de a válvula abrir significa justamente que está funcionando bem. Mas como o correto é isto não acontecer, até o final da semana ela estará consertada". Ele explicou que qualquer vaso de pressão deve pos-

suir uma válvula de escape para, quando houver excesso de produção, o dispositivo abrir e liberar a pressão excedente.

O Hospital Universitário possui três caldeiras que produzem 2 mil quilos de vapor por hora, cada uma. Essas máquinas chegam a ter vida útil de até 10 anos sem a necessidade de trocar qualquer

acessório, mas se tiverem manutenção constante. O vapor que produzem é utilizado para o aquecimento de água, esterilização do material cirúrgico (autoclave), e para os setores de lavanderia e cozinha. A caldeira mais antiga do hospital é elétrica, e data de 1979. As demais funcionam a óleo e foram fabricadas em 1979 e 1990.

Maternidade corre alto risco.

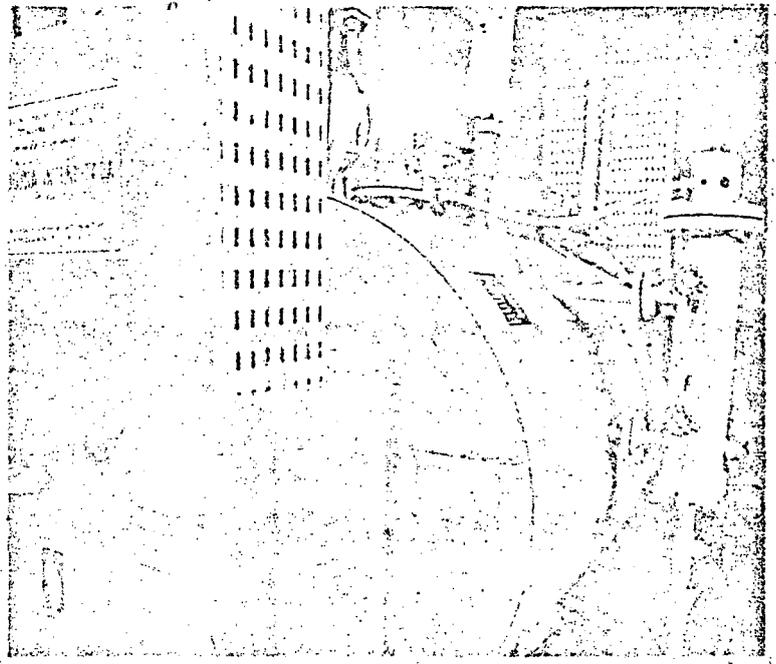
Das duas caldeiras da Maternidade Carmela Dutra, só uma funciona. E com problemas. Um defeito numa das válvulas fez com que a Delegacia Regional do Trabalho interditasse o equipamento na quinta-feira. "A caldeira produz energia para o funcionamento da cozinha, lavanderia, esterilização de equipamentos e roupas. Então, ela é o coração da maternidade. Se ela parar tudo para", garante o gerente administrativo, João Carlos Maurício.

Embora o funcionamento da caldeira coloque em risco a vida de muitos funcionários - imagine a explosão de uma caldeira de pressão de quase dois metros de diâmetro -, o equipamento precisa estar ligado. "Ou mantém a caldeira funcionando assim, ou fecha-se a maternidade", explicou o presidente da Associação Catarinense de Medicina, Jorge Abi Saab Neto. Quem está

preocupado com a caldeira é Rogério Souza, que passa 11 horas por dia próximo dela, trabalhando na sua manutenção. "Os engenheiros pediram para eu cuidá-la e também para me cuidar", disse.

A Secretaria da Saúde admite que a caldeira está funcionando em caráter precário. Por isso, será desativada neste final de semana para que possa ser feita uma inspeção mais apurada. Capaz de produzir 400 quilos de vapor por hora e adquirida em 1985, a caldeira teve sua última inspeção feita em 1987.

Na segunda-feira deverá chegar a Florianópolis a nova caldeira para a Maternidade, adquirida pela Secretaria da Saúde. Para sua instalação, será feita uma licitação pública. As propostas serão apresentadas até quarta-feira. A empresa vencedora deverá instalá-la em 30 dias. Até lá, a maternidade viverá com o perigo constante da sua caldeira interditada.



Na Maternidade Carmela Dutra a caldeira que movimenta o hospital funciona sob intervenção e pode explodir.