

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE

Centro de artes e comunicação

Departamento de design

Mestrado Profissional

GILMAR AGOSTINHO DE ARAÚJO

**RISCOS ERGONÔMICOS NAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO
INDUSTRIAL EM ESPAÇOS CONFINADOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RECIFE

2015

Dissertação de mestrado

GILMAR AGOSTINHO DE ARAÚJO

**RISCOS ERGONÔMICOS NAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO
INDUSTRIAL EM ESPAÇOS CONFINADOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Design do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre.

Orientador: Prof. Ph.D. E. D. Marcelo Márcio Soares

Mestrando: Gilmar Agostinho de Araújo

Orientador: Prof. Marcelo Soares Ph.D.

Recife - PE

Catálogo na fonte:
Bibliotecário Jonas Lucas Vieira, CRB4-1204

A663a Araújo, Gilmar Agostinho de

Riscos ergonômicos nas atividades de manutenção em espaços confinados / Gilmar Agostinho de Araújo. – Recife: O Autor, 2015.

177 f.: il., fig.

Orientador: Marcelo Márcio Soares.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Design, 2015.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Ergonomia. 2. Indústrias. 3. Avaliação de riscos. 4. Doenças profissionais. 4. Fábricas – manutenção. I. Soares, Marcelo Márcio (Orientador). II. Título.

745.2 CDD (22.ed.)

UFPE (CAC 2015-116)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**PERECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DO
MESTRADO DE**

GILMAR AGOSTINHO DE ARAÚJO

“

*“ AVALIAÇÃO DE RISCOS ERGONÔMICOS NAS ATIVIDADES DE
MANUTENÇÃO EM ESPAÇOS CONFINADOS”*

Área de concentração: Ergonomia e Usabilidades de Produtos. Sistemas de Produção

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo sob a presidência, primeiro considera o(a) candidato(a) **GILMAR AGOSTINHO DE ARAÚJO APROVADO.**

Recife, 26 de fevereiro de 2015

PROF.º DR.: MARCELO MÁRCIO SOARES

PROF.^a DR.^a.: LAURA BEZERRA MARTINS

PROF.º DR.: MÁRCIO ALVES MAÇAL

DEDICATÓRIA

“Carinhosamente dedico este trabalho à minha esposa Gilda e aos meus filhos, Jade e Gilmar Filho, pelo amor incondicional e pelo apoio em todos os sentidos. A meus familiares e amigos, aos colegas de curso. Aos professores do curso, em especial, e, principalmente, ao professor Marcelo Márcio Soares, orientador, e à professora Vilma Villarouco, que me incentivaram, e sem os quais eu não teria concluído este trabalho. ”

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela imprescindível contribuição de todos, que, de alguma forma, ajudaram na construção desta pesquisa, tornando possível sair da ideia para a realidade. Aos meus tantos queridos minha eterna gratidão.

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me sustentado no caminho certo, que, muitas vezes, pareceu obscuro e cheio de obstáculos, mas, quando percebia que iria desistir, mostrava-se presente e alimentava minha alma de esperança e de força para vencer todas as adversidades.

À minha amada esposa, amiga e companheira de todas as horas, Gilda, a qual, inúmeras vezes, cooperou nas horas de estudo, mantendo o controle do nosso lar, suprimindo minhas ausências física e espiritual, contribuindo de forma inestimável para o alcance deste objetivo.

Ao professor Marcelo Márcio Soares, orientador deste trabalho, que, acima de tudo, apresentou um forte espírito de força, solidariedade e valiosos ensinamentos, com sua visão e conhecimento profissional e ético, sabiamente soube conduzir-me a atingir os objetivos.

Aos componentes do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Design em Ergonomia de departamento de Design do Centro de Artes e Comunicação desta Universidade Federal de Pernambuco, principalmente aos professores Vilma Villarouco, Walter Franklin, Rosimeire Bitencourt, à equipe da secretaria da pós-graduação, Valéria e Cláudia, sempre presentes para nos socorrer nos momentos de atropelo.

Aos colegas de mestrado, Silvânia Rodrigues, Sandra Chacon, Rogério Mota, Jaqueline Oliveira, sempre juntos nos momentos difíceis.

Aos gerentes da Indústria, José de Santiago e Marcelo Jesusmari, que permitiram a pesquisa de campo. Aos funcionários do setor de produção e manutenção, pela participação nas respostas dos questionários e no fornecimento das informações necessárias.

Aos meus pais, Sr. Manuel e a Sr.^a Ana, que esperaram pacientemente as visitas escassas e rápidas de um filho que nunca tinha tempo, aos meus cunhados cunhadas e a minha irmã Sandra, que sempre acreditaram no meu esforço e dedicação.

Não poderia deixar de agradecer ao meu amigo Carlos Alberto Neri, pela confiança e dedicação dispensadas durante todo o mestrado, sempre pronto para atender às minhas solicitações, sendo de grande importância para a realização desta conquista.

Portanto, agora, renovo meus agradecimentos a todos vocês e outros que não tiveram os nomes mencionados.

RESUMO

A partir do desenvolvimento de procedimentos de segurança, das Normas Regulamentadoras expedidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, de tecnologias da informação, de instrumentos de medição e da formação de profissionais habilitados, torna-se possível uma melhor avaliação das condições adversas presentes nos espaços confinados.

Os espaços confinados são ambientes os quais não foram projetados à ocupação humana, mas que, periodicamente, faz-se necessária a intervenção nestes locais. Muitos dos espaços confinados são lugares hostis, quer pela sua arquitetura, quer pela presença de agentes químicos ou microbiológicos que tornam as atividades de manutenção complexa e perigosa.

O presente trabalho de pesquisa se justifica pela necessidade de avaliar as condições ergonômicas adversas nos espaços confinados, não apenas presentes no setor industrial, mas em todas as atividades humana.

Nossa abordagem será centralizada no setor industrial, especificamente na indústria química, a qual requer cuidados específicos nas avaliação e monitoramentos dos espaços confinados.

A presença de equipamentos, tais como secadores, silos, tanques, reatores, transportadores, poços e etc., são comuns ao processo produtivo e, indispensavelmente, sofrem intervenções para manutenção. Assim o presente trabalho de pesquisa terá como objetivo fazer uma abordagem das condições de riscos existentes em trabalhos realizados nestes equipamentos.

As informações coletadas se deram através de método de abordagem *in loco*, via inspeção das atividades no momento em que as intervenções estavam sendo realizadas. Após esta avaliação, foi possível identificar os pontos falhos do processo de entrada em espaço confinado e padronizar a metodologia de autorização da entrada em espaços confinados.

O sistema dirigido à visualização das condições adversas permitiu essa difusão para qualquer tipo de usuário, desde que tenha uma formação prévia: perceber a importância da questão da análise preliminar das condições ambientais dos espaços confinados.

Para desenvolver este trabalho científico, foi realizado um estudo mais aprofundado na Norma Regulamentadora – NR 33: Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados, na Norma Regulamentadora – NR 17: Ergonomia, na NBR 14787 - Espaço confinado de 2001, na *Occupational Safety & Health Administration - OSHA - U.S. Department of Labor*, e na *Safe Work Australia Confined space: Code of Practice* de 2014.

Nessa abordagem veremos as condições de riscos existentes em trabalhos realizados em espaços confinados, especificamente na área de pré-secagem da unidade de produção de um agente sanitizante, com vistas a reforçar os conceitos de prevenção de acidentes existentes na cultura da empresa.

As informações coletadas se deram através de método de abordagem *in loco* via inspeção das atividades no momento em que as intervenções estavam sendo realizadas. Após esta avaliação, foi possível identificar os pontos falhos do processo de entrada em espaço confinado e padronizar a metodologia de autorização da entrada em espaços confinados.

Palavras-chave: Riscos ergonômicos. Manutenção Industrial. Espaços confinados.

ABSTRACT

From the development of safety procedures, the Regulatory Standards issued by the Ministry of Labor, information technology, and measuring and training of qualified professional instruments, it is possible a better assessment of adverse conditions present in the confined spaces.

Confined spaces are environments that were not designed for human occupation, but that periodically it is necessary to intervene in these environments. Many of the confined spaces are hostile places, either in terms of architecture, either by the presence of chemical and microbiological agents that make the activities of complex and dangerous maintenance.

This research work is justified by the need to assess the adverse ergonomic conditions in confined spaces, not just from the industrial sector, but in all human activities.

Our approach will be centered in the industrial sector, specifically in the chemical industry, which requires specific care in the evaluation and monitoring of confined spaces.

The presence of equipment such as dryers, silos, tanks, reactors, conveyors, shafts and etc. are common to the production process and, indispensably have to suffer interventions for maintenance and so presents research work will aim to make an approach to the conditions of risks in work carried out in such equipment

Information collected were through approach method in situ via inspection of the activities at the time interventions were being held. After this evaluation, it was possible to identify the weak points of the entry process in a confined space and standardize the entry of the authorization methodology in confined spaces.

The system led to the view of the adverse conditions, was what allowed this broadcast to any type of user, provided you have previous training, realize the importance of this preliminary analysis of the environmental conditions of confined spaces.

To develop this scientific work was conducted, further study on Regulatory Standard - NR 33: Health and Safety in the Work in Confined Spaces in Regulatory Standard - NR 17: Ergonomics in NBR 14787 - Confined Space 2001, the Occupational Safety & Health Administration - OSHA - US Department of Labor, and the Safe Work Australia Confined space: Code of Practice 2014.

In the course of this research, were found closer relationships than expected, between the ergonomics of man-machine system task. Especially the fact that both put the functionalism and the participation of the viewer / user as a priority.

In this approach we will see the conditions of risks in work carried out in confined spaces, particularly in the pre-drying area of the production unit of a

sanitizing agent, in order to reinforce the concepts of prevention of accidents in the existing company culture.

Information collected were through approach method in situ via inspection of the activities at the time interventions were being held. After this evaluation, it was possible to identify the weak points of the entry process in a confined space and standardize the entry of the authorization methodology in confined spaces.

Keywords: ergonomic risks. Industrial Maintenance. Confined spaces.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Problema da pesquisa.....	18
1.2 Objetivo da pesquisa.....	20
1.2.1 Objetivo Geral.....	20
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
1.3 Limitações do estudo.....	21
1.4 Justificativa do estudo.....	21
1.5 Estrutura do trabalho.....	21
 PARTE 1.....	 23
REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
CAPÍTULO 1.....	23
 UMA ABORDAGEM GERAL SOBRE A ERGONOMIA, SEGURANÇA DO TRABALHO E ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO EM ESPAÇOS CONFINADOS.	 23
 1.1 Abordagem eficaz da ergonomia.....	 25
1.1.1 Ergonomia física.....	25
1.1.2 Ergonomia Cognitiva.....	25
1.1.3 Ergonomia organizacional.....	25
1.2 O Trabalho.....	26
1.3 O posto de trabalho.....	29
1.4 Biomecânica Ocupacional.....	32
1.5 Posturas corporais.....	34
1.5.1 Posição em Pé.....	35
1.5.2 Posição sentada.....	37
1.6 Antropometria.....	39
1.7 Fatores ambientais.....	41
1.8 Riscos e Saúde Ambiental.....	43
1.9 Espaços confinados.....	53
1.10 Trabalhos em turnos.....	74

1.11 Monotonia.....	79
1.12 Fadiga.....	80
1.13 Metodologia.....	82
1.13.1 Métodos para avaliação do trabalho incluindo SHTM.....	82
 PARTE 2 – ESTUDO DE CAMPO.....	 84
2.1 Estratégia e design do estudo de campo.....	84
2.2 Universo da Amostra	84
2.2 Coleta de dados.....	85
2.3 Tratamento de dados.....	86
2.4 Ambiente de Estudos.....	86
2.5 Apreciação do posto de trabalho de Inspeção e lavagem do secador rotativo.	91
2.6 Apreciação Ergonômica do Sistema Humano-Tarefa-Máquina.....	93
2.8 Parecer ergonômico sobre o sistema homem-tarefa-máquina.....	107
2.9 Diagnoses ergonômica.....	111
2.10 Avaliação ambiental.....	115
2.11 Análise antropométrica do posto de trabalho em espaço confinado: Secador Rotativo de Leito Fluidizado.....	118
2.12 Dimensões extrema do posto de trabalho no espaço confinado: Secador Rotativo de Leito Fluidizado.....	120
2.13 Medidas Antropometrias.....	127
2.14 Análise da aplicação dos questionários.....	136
2.15 Identificação do perfil do usuário.....	136
2.16 Percepção da sensação e subjetividade do questionário de conforto ambiental.....	140
2,17 Questionário de desconforto postural.....	142
2.18 Resultado da escala de desconforto postural.....	147
3.0 RECOMENDAÇÕES.....	148
4.0 CONCLUSÃO.....	151
5.0 REFERÊNCIAS.....	154
APÊNDICES.....	158
ANEXOS.....	169

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Sensação Subjetiva de Conforto térmico

Gráfico 2.2: Sensação Subjetiva de iluminação.

Gráfico 2.3: Sensação Subjetiva de ruído.

Gráfico 2.4: Sensação Subjetiva de Químico (cloro)

Gráfico 2.5: avaliação do desconforto postural: Frequência da dor

Gráfico 2.6: avaliação do desconforto postural: Lado em que sente a dor

Gráfico 2.7: avaliação do desconforto postural: Evolução da dor

Gráfico 2.8: avaliação do desconforto postural: Intensidade da dor

O Gráfico 2.9 traz um resumo da área de desconforto postural do trabalhador,

Gráfico 2.9: avaliação do desconforto postural: Intensidade da dor

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Queixas e consequências possíveis;

Tabela 1.2: caracterizar um espaço como espaço confinado - Fonte: Ministry of Labour Ontario Occupational Health and Safety, (OSHA, 1993);

Tabela 1.3 Condições ambientais desejáveis em um espaço confinado Fonte: BRASIL, Normas Regulamentadora, (NR-33, 2014);

Tabela 2.1: Posturas de áreas de risco de dores e doenças;

Tabela 2.2: formulação de problema e sugestões preliminares de melhorias;

Tabela 2.3: Escada de trabalho em turno e no horário administrativo, NORDESCLOR, 2000);

Tabela 2.4: Avaliação de Ruído;

Tabela 2.5. Avaliação dos níveis de Iluminância;

Tabela 2.6: Avaliação de Conforto Térmico;

Tabela 2.7: Análise de presença de gás cloro em ppm;

Tabela 2.8: Ângulo de conforto para manequins antropométricos;

Tabela 2.9: Medidas antropométricas para avaliação do posto de trabalho;

Tabela 2.10: Quadro da Faixa etária dos de funcionários que executam atividades em espaços confinados;

Tabela 2.11 : Tempo de serviço na empresa dos funcionários

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Trabalho em pé, (Grandejeand 2005)

Figura 1.2: Trabalho em pé, posturas

Figura 1.3: Trabalhos sentado

Figura 1.4: Antropometria estática, (Grandjean, 2005)

Figura 1.5: Antropometria Dinâmica

Figura 1.6: Identificação de espaço confinado, (NR-33, 2014).

Figura 1.7: Medidor de oxigênio, (NORDESCLOR, 2010)

Figura 2.1: Organograma da unidade produtiva

Figura 2.2: Esquema apresenta um modelo simplificado do sistema operando

Figura 2.3: Ordenação hierárquica do sistema.

Figura 2.4: Expansão dos sistemas

Figura 2.5.: Modelagem comunicacional do sistema

Figura 2.6: Fluxograma Ação-Decisão

Figura 2.8: Fluxograma da atividade em espaço confinado do secador rotativo.

Figura 2.8: Fluxograma da atividade em espaço confinado do secador rotativo.

Figura 2.14: Medidas antropométricas percentil maior homem.

Figura 2.15: Vista lateral do Secador Rotativo de Leito Fluidizado

Figura 2.16: Vista Lateral do Secador Rotativo de Leito Fluidizado

Figura 2.17: Vista de topo do Secador Rotativo de Leito Fluidizado

Figura 2.18 – Corte da Vista frontal do posto de trabalho / Secador rotativo

Figura 2.20: Corte da Vista lateral do posto de trabalho / Secador rotativo

Figura 2.21: Corte da Vista de topo do posto de trabalho / Secador rotativo

Figura 2.22: Vista lateral do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

Figura 2.23: Vista superior cranial do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

Figura 2.24: Vista frontal do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

Figura 2.25: Vista lateral sagital do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

Figura 2.26: Vista superior cranial do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo.

Figura 2.27: Vista frontal do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

Figura 2.27: Vista frontal do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

Figura 2.28: Vista lateral sagital da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

Figura 2.29: Vista superior cranial da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

Figura 2.30: Vista frontal da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma consciência preventiva é de fundamental importância para o sucesso de uma organização que visa manter-se dentro dos melhores padrões ergonômicos e conseqüentemente da segurança e da saúde do trabalhador.

Uma empresa que deseja trabalhar de forma preventiva deve buscar a aplicação de medidas de controle dos riscos existentes nos ambientes de trabalho e a prevenção de acidentes durante a execução de todas atividades relacionadas ao seu processo produtivo.

O Ministério do Trabalho e Emprego é um órgão federal o qual tem força para estabelecer os critérios e políticas de combate a acidentes do trabalho e a doenças ocupacionais. No entanto, cabe à organização aplicar as políticas de prevenção de acidente ou doenças ocupacionais, para garantir que instruções normatizadas pelo Ministério do Trabalho sejam devidamente obedecidas pelos seus empregados.

O trabalho de pesquisa aqui proposto, busca evidenciar a importância do desenvolvimento e da manutenção de medidas de controle dos riscos existentes nos ambientes de trabalho em espaços confinados, com vistas a prevenir acidentes, durante a execução de manutenção corretiva em uma unidade fabril.

1.1 Problema da pesquisa

A problematização deste trabalho de pesquisa buscará evidenciar a necessidade de medidas preventivas, necessárias durante a execução de atividades de manutenção corretiva em espaços confinados, considerando as premissas estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e emprego.

Nossa abordagem estabelece uma visão holística do homem, e enfatizará as questões relevantes ao trabalhador. Dentro de uma abordagem sistêmica,

considerando o trabalhador como um ser complexo vivente num mundo de relações e que, por isso, vive coletivamente, sem deixar de evidenciar a sua unidade.

A delimitação do problema tem como sistema alvo a indústria e os diversos processos de transformação. Estes processos podem ser de natureza siderúrgica, química, metalúrgica, usinagem de peças, construção civil e etc.

As unidades industriais são compostas por ambientes perigosos, com potencial de causar um dano físico ou uma moléstia grave aos trabalhadores ao longo do tempo. Esses ambientes podem tornar-se mais hostis ao trabalhador, quando surge a necessidade de uma intervenção com a finalidade de realizar uma manutenção corretiva.

As intervenções são comuns e de extrema importância para garantir as condições normais de manufatura. Diante da necessidade de prevenir a ocorrência de acidentes e/ou de manter um ambiente laboral saudável ao trabalhador, surge o seguinte questionamento: como prevenir acidentes ou doenças ocupacionais nas indústrias de manufatura, que necessitam realizar atividades de manutenção corretiva?

A justificativa para o assunto em questão é a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, que é o objetivo final da ergonomia.

No âmbito econômico, a prevenção do acidente do trabalho representa, não um gasto desnecessário, mas um investimento, o qual potencialmente trará retorno às empresas, pois, na conjuntura atual, as organizações estão muito preocupadas em não ter a sua imagem ou a imagem do seu produto ligadas aos acidentes do trabalho ou às doenças ocupacionais.

A integração das organizações industriais com a cultura é extremamente importante, pois empresas que são negligentes com as condições de trabalho do trabalhador tendem a perder mercados, seus produtos e suas unidades fabris, além de sofrerem

um processo de apatia, uma vez que as pessoas evitam trabalhar nessas empresas e, posteriormente, evitam o consumo dos seus bens.

De outra forma, uma empresa sem políticas preventivas e que expõe o trabalhador a situações de acidente do trabalho promove um desserviço à sociedade, pois cria condições desfavoráveis em várias esferas sociais. Na esfera governamental, eleva os gastos previdenciários, com trabalhadores em idade produtiva afastados temporariamente ou permanentemente. Na esfera pessoal, cria problemas de diversas naturezas, alguns desses problemas caracterizados como distúrbios psicossociais, sendo a causa de sofrimento para essas as pessoas, familiares e amigos.

1.2 Objetivo da pesquisa

1.2.1 Objetivo Geral

Objetivo primário deste trabalho de pesquisa é propor recomendações para uma melhor condição ergonômica nas atividades de manutenção corretiva em espaço confinado, a fim de minimizar os riscos existentes nestes ambientes sem projeção para a ocupação humana.

1.2.2 Objetivos Específicos

Avaliar os riscos existentes nas atividades de manutenção corretiva em ambientes confinados.

Analisar os métodos preventivos aplicados nas atividades de manutenção corretiva.

Detectar as práticas utilizadas pelos trabalhadores nas inspeções e intervenções em ambientes confinados

Recomendar a normatização de práticas preventivas conforme exigências normatizadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

A metodologia aplicada foi o estudo de caso, baseada na investigação das permissões emitidas até o momento, objetivando identificar as falhas nas permissões de entrada em espaço confinado e, a partir de então, criar uma padronização no processo de liberação, minimizando as falhas e mitigando os riscos de acidente de trabalho, neste tipo de atividade.

Este trabalho científico está estruturado da seguinte forma: a evolução histórica da prevenção do acidente do trabalho, conceituação de riscos ambientais, equipamentos de proteção, gestão do programa de atuação responsável, definição dos espaços confinados, conceito de manutenção industrial e o estudo de caso propriamente dito: a análise ergonômica da manutenção corretiva em espaço confinado.

1.3 Limitações do estudo

Como fator limitante, observamos a falta de compreensão dos líderes da necessidade de um estudo mais aprofundado nas atividades em espaços confinados, da aplicação dos requisitos mínimos e das medidas de proteção à segurança, à saúde e ao meio ambiente de trabalho das atividades industriais. Do planejamento das tarefas executadas na indústria de transformação, do difícil controle dos agentes químicos existentes e dos projetos do ambiente, que não é projetado para atender o usuário.

1.4 Justificativa do estudo

Este estudo é justificado pela necessidade de melhoria ergonômica para a entrada e execução de serviços de reparo em espaços confinados, com o propósito de avaliar, de forma mais ampla, as condições de trabalho, adequando-as às características do usuário e às atividades desempenhadas no posto de trabalho.

A execução de manutenção em espaços confinados é um serviço que requer dos seus executores grande esforço físico. Durante a execução da tarefa eles ficam expostos a riscos de várias naturezas, tais como ruído, temperatura, iluminação e substâncias químicas. Por esta razão, deve-se ter cuidados ao lidar com estes diversos agentes. Segundo Dull (2004) o ambiente laboral é constantemente influenciado por estes agentes os quais se apresentam no ambiente em forma de líquido, de gás, de vapor, de sólido e de poeira, podendo provocar doenças.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho de pesquisa será dividido em duas partes. Inicialmente, faremos um levantamento, uma revisão bibliográfica sobre o tema em estudo, com a finalidade de apresentar a fundamentação teórica para as nossas considerações sobre o problema em questão. Na segunda parte, será realizado um estudo de campo na empresa selecionada, identificando o processo produtivo, o posto de trabalho alvo, o desenvolvimento da tarefa e da atividade, a utilização das ferramentas ergonômicas e finalizando com a análise dos resultados e as recomendações ergonômicas.

PARTE 1

REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta fase, foram estudados alguns livros e artigos científicos, relativos ao tema proposto, principalmente das áreas de conhecimento da ergonomia. Nossa abordagem científica foi multidisciplinar, antropométrica, biomecânica, administrativa, científica, filosófica, baseada no estudo de métodos e técnicas de pesquisa ergonômica, além de partes da legislação e normas brasileira, americana e australiana, as quais serão detalhadas no transcorrer do trabalho científico.

CAPÍTULO 1

1.0 UMA ABORDAGEM GERAL SOBRE A ERGONOMIA, SEGURANÇA DO TRABALHO E ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO EM ESPAÇOS CONFINADOS

Por um breve olhar nas civilizações antigas, observamos que o homem sempre buscou uma melhor forma de utilizar suas ferramentas, instrumentos e utensílios normalmente usados nas atividades diárias. As empunhaduras dos instrumentos de corte, a geometria dos utensílios domésticos, tudo foi gradativamente sendo adaptado com o propósito de oferecer mais conforto ao usuário.

Notamos que sempre que o homem necessita interagir com o meio em que está inserido existe uma interface, ou seja, um meio de relacionar com o objeto, equipamento ou máquina. É justamente na fronteira de interação do homem com o meio que atua a ergonomia. Sendo assim, definir ergonomia como a adaptação do

trabalho ao homem é definir de forma incompleta a área multidisciplinar que é a ergonomia.

lida (2005) define ergonomia como o estudo do relacionamento do homem com o seu trabalho, ambiente e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas que surgem desse relacionamento.

A ABERGO, Associação Brasileira de Ergonomia, utiliza a seguinte definição: “A Ergonomia é o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas.”

Ainda segundo Abrahão (2009), a ergonomia é apresentada segundo campo de aplicação e produção de conhecimentos sobre o trabalho, ilustrada por um conjunto de exemplos que visam facilitar a compreensão dos principais conceitos da área.

Numa abordagem mais clara, poderemos considerar que as pesquisas ergonômicas são influenciadas por estudos antropométricos e biomecânicos relacionados ao bem-estar das pessoas (SHUVAL E DONCHIN, 2005).

A falta de entendimentos do conceito da ergonomia traz diversas distorções sobre o seu campo de atuação e o seu propósito final. De acordo com lida (2005), a ergonomia tem como seu principal objetivo estudar os diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo e procura reduzir as suas consequências nocivas sobre o trabalhador.

1.1 Abordagem eficaz da ergonomia

Para uma abordagem ergonômica eficaz é necessário entender que os ergonomistas trabalham em domínios especializados, abordando determinadas características, que segundo lida (2005) são:

1.1.1 Ergonomia física

Podemos afirmar sobre a Ergonomia física que a sua área de atuação compreende o estudo da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, relacionadas com a atividade física. Os tópicos mais importantes são postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde do trabalhador.

1.1.1 Ergonomia Cognitiva

Ergonomia Cognitiva – dedica-se ao estudo dos processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, relacionadas entre as pessoas e os outros elementos do sistema. Na abordagem cognitiva os tópicos relevantes incluem: carga mental, tomada de decisão, interação homem-computador, estresse e treinamento.

1.1.1 Ergonomia organizacional

Ergonomia organizacional – dedica-se da otimização dos sistemas sócio-técnicos, abrangendo as estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, projeto de trabalho, programação do trabalho em grupos, projeto participativo, cultura organizacional, organizações de redes, trabalho e gestão de qualidade.

A ergonomia tornou-se um instrumento com potencial transformador que pode ser apropriado pelos mais deferentes atores sociais, pois de igual velocidade que ocorrem as mudanças nas tecnologias e nas formas de organizar o trabalho, acontece, também, a evolução do conceito de saúde no trabalho e da busca por proporcionar atividades laborais isentas de sofrimento e dor, doenças, lesões e mortes. Segundo Abrahão (2009), a saúde deixa de ser um estado, uma aquisição e

passa a ser considerada um objetivo, um processo ligado ao potencial da vida, uma construção individual e coletiva.

1.2 O Trabalho

De acordo com Vicentino (2002), o início do processo industrial da Inglaterra deve-se, principalmente, ao fato de ter sido esse país que mais acumulou capitais durante a fase do capitalismo comercial. Tais mudanças proporcionaram muitas transformações para a sociedade, principalmente para a classe ascendente, a classe trabalhadora.

O crescimento do trabalho manual e da burguesia foi impulsionado com o surgimento das primeiras máquinas a vapor, inicialmente para atender a indústria têxtil e gráfica. Este fato marcou este período da história da humanidade por meio de conflitos sociais entre os trabalhadores e a classe patronal. (MORAES, 2009).

As condições penosas, insalubres e perigosas vividas nos ambientes de trabalho, fomentaram os conflitos entre as classes pujantes no começo da era Contemporânea. As consequências mais agravantes para sociedade são o grande número de acidentes e doenças ocupacionais e, segundo Moraes (2009), chega a assumir *status* de saúde pública. Não de outra forma, os baixos salários e a qualidade de vida no trabalho eram agravados pela presença constata de diversos trabalhadores expostos a condições de trabalho degradantes.

Os não atendimentos das limitações físicas e psicológicas dos trabalhadores formaram uma mistura que resultou em inúmeros prejuízos a saúde do trabalhador desde o início da Idade Contemporânea. As pessoas eram submetidas a todos os riscos possíveis, pois não existia uma prévia avaliação das consequências da exposição a tais riscos ambientais. Desprovidas de qualificação profissional ou equipamentos de proteção às condições ambientais tornavam-se mais nocivas, que

pela ausência de higiene no ambiente laboral ou que pela falta de organização do trabalho. (MIRANDA, 1998).

O ambiente laboral do início da Idade Contemporânea desencadeou uma série de transformações sociais que repercutiram de forma negativa no tocante ao bem-estar físico e psicológico do trabalhador. A nova sociedade capitalista foi obrigada a repensar nos direitos humanos à vida e à subsistência.

O grupo social atual desencadeia a necessidade de mudar tal situação, forçando uma reavaliação das políticas sociais. Medidas legais surgem e objetivam proporcionar aos trabalhadores melhores condições de trabalho.

Podemos afirmar que as mudanças econômicas da contemporaneidade chegaram tardiamente ao Brasil. No início do Século XX, o Brasil ainda sobrevivia economicamente da cultura do café associada aos investimentos estrangeiros. Em 1901, os investimentos estrangeiros predominavam na formação da infraestrutura urbana. Capitais ingleses, belgas e franceses instalaram a primeira usina elétrica em São Paulo. Em seguida, em 1904, com recursos canadenses e ingleses, foi instalado a Light Power, que explorou os serviços urbanos de gás, energia elétrica, esgoto, água, transporte e telefone no eixo São Paulo-Rio de Janeiro. (MATOS,1993)

Muitas fábricas foram construídas com empréstimos de companhias de exportação e importação sediadas no país. Mesmo iniciando de forma tardia, as insatisfações nas fábricas do Brasil deram indícios às mobilizações sindicais no início do Século XX. As insatisfações com as condições do trabalho foram fundamentais para que, em 1920, surgissem leis que objetivavam a regulamentação das questões de segurança e saúde do trabalhador, assim como a criação do médico de Fábrica. (MATOS,1993)

Em 1919, é regulamentada a Lei 3.724, de 15/01/1919, que autorizava a intervenção do Estado nos assuntos referentes à condição de trabalho. Em 1923 é criado o Conselho Nacional do Trabalho que tem como função controlar e supervisionar as questões referentes à Previdência Social. (MATOS,1993)

No início da década de 30, é criado o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio pelo Decreto nº 19.433 de 26/11/1930, tendo como função primordial abordar as questões ligadas à higiene e à segurança do trabalhador brasileiro. (MATOS,1993)

Outra data de grande importância para a história da segurança do trabalho no Brasil foi 1934, ano em que foi criado um órgão fiscalizador e controlador das leis referentes ao cumprimento das leis da segurança e medicina do trabalho, a Inspetoria de Higiene e Segurança do Trabalho, que hoje conhecemos como a Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho.

Segundo Másculo (2011), em 1943, com a implantação do Código de Legislação Trabalhista, CLT, observa-se finalmente a consolidação dos direitos dos trabalhadores, a qual vem regulamentar todas as normas trabalhistas determinando os direitos e deveres dos empregados e empregadores, não apenas no que se refere à saúde e à segurança do trabalhador, mas também regulamentando as questões quanto à jornada de trabalho, salários e Previdência Social.

Segundo o Decreto-lei nº 7.036, de 10/11/1944 de 1944, é instituído o seguro obrigatório ao trabalhador acidentado e a comissão interna para representar os trabalhadores com assuntos referentes à higiene e segurança do trabalho. Mas é em 1953 que é baixada a portaria nº 155/53, que regulamenta a atuação das Comissões Internas de Prevenção de Acidentes – CIPA. (BRASIL, 1999);

Conforme o Ministério do Trabalho e Emprego, em 1976 é instituído o Programa de Alimentação do Trabalhador, PAT, cujo objetivo é zelar pela saúde alimentar do trabalhador. Dois anos mais tarde, em 1978, foi aprovada a Portaria nº 3.214, regulamentando as Normas Regulamentadoras do Segurança e Medicina do Trabalho. (BRASIL, 2015)

No ano de 1999, é aprovado o Regulamento de Benefícios da Previdência Social sob o Decreto nº 3.048, de 06/05/1999, o qual revogou o Decreto nº 2.172/97, mas mantém o conceito de acidente do trabalho da Lei nº 8.213/91, o qual dá nova redação ao Regulamento ao Plano de Benefícios da Previdência Social que

assegura ao empregado benefícios como auxílio-acidente, auxílio-doença e aposentadoria e aos seus dependentes o recebimento de pensão no caso de morte. (BRASIL, 2015)

Este breve relato histórico da saúde e segurança do trabalhador, a partir da Idade Contemporânea até os dias atuais, demonstra que os eventos são decorrentes das lutas sociais entre as classes. A morte e a mutilação de um número gigantesco de homens, mulheres e crianças produziram reações sociais, as quais modelaram as formas de interação entre o trabalhador e o ambiente de trabalho.

Quando nos deparamos com o modelo contemporâneo, com as leis que regem nosso país e que regulamentam os direitos trabalhistas, sempre devemos nos reportar ao passado e lembrar que a Revolução Industrial deixou não apenas um legado tecnológico, mas um conjunto de fatos históricos que servem para orientar as relações trabalhistas presentes e as que hão de vir.

1.3 O posto de trabalho

Segundo Iida (2005), o posto de trabalho é a configuração física do sistema humano-máquina-ambiente, ou seja, é a interação do trabalhador com as máquinas, equipamentos e procedimentos operacionais necessários para a transformação dos inputs em outputs. Independente da natureza da organização, se tem a finalidade de produzir um produto ou um serviço, o posto de trabalho é o ambiente laboral que interage com o trabalhador.

Para que a atividade laboral funcione de forma adequada, ou seja, a gerar produtividade e não lesionar o trabalhador, é necessário que o posto de trabalho também funcione bem. Neste caso, o olhar ergonômico para o posto de trabalho é fundamental, e que, segundo GRANDJEAN (2005), as recomendações ergonômicas para o dimensionamento do posto de trabalho são baseadas apenas em partes das medidas antropométricas, pois os modos de comportamento dos trabalhadores e as exigências específicas do trabalho também necessitam ser consideradas.

lida (2005) evidencia que há, basicamente, dois tipos de enfoque para analisar o posto de trabalho: o taylorista e o ergonômico. A abordagem taylorista fundamenta-se na economia dos movimentos, ou seja, faz uso do estudo dos movimentos corporais necessários para executar um trabalho e na medida do tempo gasto nesses movimentos. O enfoque taylorista fundamenta-se em estudos empíricos, acumulados desde a época de Taylor.

O método taylorista utiliza-se do princípio de economia dos movimentos, que, segundo GRANDJEAN (2005), abrange o uso do corpo, o arranjo físico do posto de trabalho e o projeto das ferramentas e do equipamento.

No uso do corpo, é fundamental os seguintes requisitos: as duas mãos devem iniciar e terminar os movimentos no mesmo instante, e não devem ficar inativas ao mesmo tempo. Os braços devem mover-se em direções opostas e simétricas. Devem ser usados movimentos manuais mais simples. A quantidade de movimentos deve favorecer o esforço muscular. Usar movimentos suaves, curvos e retilíneos das mãos evitando-se mudanças bruscas de direção. Os movimentos balísticos ou soltos terminados em anteparos são mais fáceis e precisos que os movimentos controlados, e o trabalhador deve seguir uma ordem compatível com o ritmo suave e natural do corpo e as necessidade de acompanhamento visual devem ser reduzidas.

Quando refere-se ao arranjo físico do posto de trabalho, o enfoque taylorista especifica que as ferramentas e materiais devem ficar em locais fixos e perto dos seus locais de uso. Os materiais devem ser alimentados por gravidade até o local de uso e as peças acabadas devem seguir o mesmo princípio. Os materiais e as ferramentas devem seguir a mesma sequência de uso e a iluminação deve permitir uma boa percepção. Quanto à altura do posto de trabalho, deve-se permitir o trabalho em pé e alternando com trabalho sentado.

Quando se refere ao projeto das ferramentas e do equipamento, o enfoque taylorista recomenda que o trabalho estático das mãos devem ser substituídos por dispositivos de fixação, gabaritos ou mecanismos acionados por pedais. Deve-se combinar ação

de duas ou mais ferramentas. As ferramentas e os materiais devem ser preposicionados. As cargas de trabalho com os dedos devem ser distribuídas de acordo com a capacidade de cada dedo e os controles. Alavancas e volantes devem ser manipulados com alteração mínima da postura do corpo e com maior vantagem mecânica.

O enfoque ergonômico do posto de trabalho baseia-se na análise biomecânica da postura e nas interações do homem, sistema e ambiente, com a finalidade de reduzir as exigências biomecânicas e cognitivas, procurando colocar o trabalhador em uma postura durante a atividade laboral. Na abordagem ergonômica, os objetos a serem manipulados ficam dentro de uma área de alcance dos movimentos corporais. As informações colocam-se em posição que facilite a sua observação pelo usuário, permitindo uma interação do posto de trabalho com o trabalhador.

lida (2005) evidencia que no enfoque ergonômico, as máquinas e equipamentos, ferramentas e materiais são adaptados às características e à capacidade do trabalhador, visando promover o equilíbrio biomecânico, reduzindo as contrações estáticas da musculatura e do estresse.

Devemos considerar que a atividade laboral pode ser executada nos diversos postos de trabalho, mas as condições ambientais nestes locais são regulamentadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, de forma a prevenir acidentes ou doenças ocupacionais, cabendo ao empregador proporcionar as condições adequadas ao exercício das atividades laborais dentro dos limites de tolerância (NR-17).

Todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados estão subordinados ao Ministério do Trabalho e Emprego, devendo obedecer às Normas Regulamentadoras. Essas normas servem para assegurar uma condição salubre e/ou segura ao trabalhador no exercício da sua função laboral.

Para fins de mensuração e controle das condições do ambiente do trabalho, o Ministério do Trabalho e emprego, por meio da Norma Regulamentadora nº9 – NR9, estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os

empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA.

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, PPRA, visa à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais (NR9)

O Ministério do Trabalho e Emprego, por meio do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, PPRA, estabelece para o empregador ou instituições que admitam trabalhadores como empregados, a obrigatoriedade na adoção de um conjunto mais amplo de iniciativas que objetiva a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, devendo estar articulado com o disposto nas demais Normas Regulamentadoras, em especial com o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO previsto na Norma Regulamentadora nº7, NR7.

1.4 Biomecânica Ocupacional

Segundo VIDAL (2002), as atividades de trabalho são fruto do encontro dos componentes pessoais (trabalhador), da estrutura física do posto de trabalho e dos processos tecnológico, de uma atividade produtiva. Sendo assim, devemos pensar nos limites, capacidade, habilidades do ser humano, nas normas e diretrizes organizacionais (procedimentos padronizados, exigências de tempo), e na tecnologia dos equipamentos e ferramentas, para definir as atividades de trabalho. Ou seja, este conjunto de fatores é que determinará os atos articulados do operador na situação do trabalho.

Segundo Másculo (2011), a biomecânica se ocupa com o corpo humano de uma forma especial, e faz uso dos princípios da mecânica para conceber, projetar, desenvolver, analisar equipamentos e sistemas na biologia e na medicina. O

advento da biomecânica tem produzido bons resultados nas áreas da medicina, biomedicina e fisioterapia.

A biomecânica ocupacional é a parte da ergonomia que trata da análise postural e suas consequências. Existem dois tipos de trabalho: o estático e o dinâmico. O trabalho dinâmico permite contrações e relaxamentos alternados dos músculos. No trabalho estático o músculo se contrai e permanece contraído. No caso das atividades do presente estudo, o trabalho estático predomina na maior parte do tempo, pois o operador permanece com a cabeça inclinada para a frente durante as atividades no computador, o que exige contração contínua dos músculos dos ombros e do pescoço, gerando alto grau de fadiga muscular.

Tipo de Trabalho	Queixas e consequências possíveis
De pé no lugar Pés e pernas, eventualmente varizes.	De pé no lugar Pés e pernas, eventualmente varizes.
Postura sentada, mas sem apoio para as costas.	Postura sentada, mas sem apoio para as costas.
Musculatura distensora das costas	Musculatura distensora das costas
Assento demasiado alto Joelhos, pernas e pés.	Assento demasiado alto Joelhos, pernas e pés.
Assento demasiado baixo Ombros e nuca	Assento demasiado baixo Ombros e nuca
Postura de tronco inclinado, sentado ou de pé	Postura de tronco inclinado, sentado ou de pé

Tabela 1.1: Queixas e consequências possíveis

A Tabela 1.1 relaciona alguns tipos de trabalho estático e possíveis queixas e consequências para determinadas partes do corpo humano. No presente estudo, os operadores são submetidos a maior parte do tempo a trabalhos estáticos. Quando não há possibilidade de evitar o trabalho estático, devem-se adotar medidas como mudanças de posturas, melhorias no posicionamento de ferramentas de trabalho ou uso de apoios para partes do corpo. Além dessas providências, devem ser concedidas pausas de curta duração com elevada frequência. De acordo com Couto

(1995), o músculo humano se nutre principalmente no período de relaxamento, porque com o esforço muscular, a pressão interna do músculo excede o valor da pressão arterial do sangue, provocando um fechamento dos vasos que nutrem os músculos.

1.5 Posturas corporais

Segundo Deliberato (2002), a complexa relação funcional entre as estruturas que fazem parte do mecanismo de controle postural, considerando o trabalho dinâmico e o trabalho estático, representam um grande desafio no processo de avaliação da postura corporal no posto de trabalho, quando objetivemos uma análise dos problemas e o desenvolvimento de uma postura do trabalho, quando se deseja uma atividade sem consequências danosas a saúde e a integridade física do trabalhador.

De acordo com Dul (2012), a postura é, na maioria da vezes, definida pela natureza da atividade laboral ou pelo posto de trabalho. Quando estes dois fatores impõem posturas prolongadas, essa condição pode prejudicar os músculos e as articulações.

A definição de postura, segundo Deliberato (2002), não é algo simples, principalmente quando consideramos as atividades laborais, mas a postura consiste no arranjo relativo de partes do corpo no espaço, tendo como critério a boa postura e a presença de equilíbrio entre as suas estruturas de sustentação. Consequentemente, a má postura é a ausência do equilíbrio entre essas estruturas.

De acordo com Deliberato (2002), em relação às posturas do trabalho, deve-se considerar que trata-se de um processo contínuo e dinâmico de modificações, e, diante de tal fato, o posicionamento dinâmico ou estático do corpo no trabalho deve ser realizado em relação à sua duração parcial, duração plena e frequência.

A atividade motora relacionada ao trabalho consiste no conjunto de todos os movimentos, sejam pequenos ou amplos, leves ou intensos, produzindo a maneira

característica pela qual uma pessoa distribui seu corpo no espaço, seguindo as exigências impostas pela necessidade de cumprimento da tarefa. (Deliberato, 2002).

Segundo Másculo (2011), a postura corporal pode ser definida como a organização dos diversos segmentos corporais no espaço, e que, no processo de construção de um posto de trabalho ergonômico, ou de adequação do posto de trabalho aos padrões ergonômicos, da avaliação da postura é de fundamental importância. O posto de trabalho pode ser inadequado, quando fatores como a organização do trabalho, o layout, e as dimensões antropométricas levam o trabalhador a adotar posturas que forcem e prejudicam a postura corporal, formando o que se denomina posturas forçadas. A permanência do trabalhador em posturas forçadas, desequilibradas ou inadequadas, com alguns autores definem, em geral decorrem do desenho, dos equipamentos e do mobiliário, do conteúdo cognitivo da tarefa e da intensificação do ritmo do trabalho, fatores que não estão sob o domínio dos trabalhadores. Másculo (2011).

1.5.1 Posição em Pé

Segundo Dul (2012), o trabalho na posição em pé é recomendado para os casos onde há frequentes deslocamentos do local de trabalho ou quando a atividade laboral exige a aplicação de uma grande quantidade de força. Para Grandjean (2005), este tipo de posição de trabalho a definição da altura de trabalho é de fundamental importância para o projeto dos locais de trabalho. Se a área de trabalho é muito alta, frequentemente os ombros são erguidos para compensar, nessa condição, pode ocasionar contrações musculares dolorosas na altura da nuca e das costas. Quando o posto de trabalho possui características opostas, ou seja, é muito baixa, as costas são prejudicadas pelo excesso de curvatura do tronco. Para que estes tipos de desequilíbrio ou inadequação do posto de trabalho às dimensões do trabalhador, faz-se necessária a utilização das medidas antropométricas.

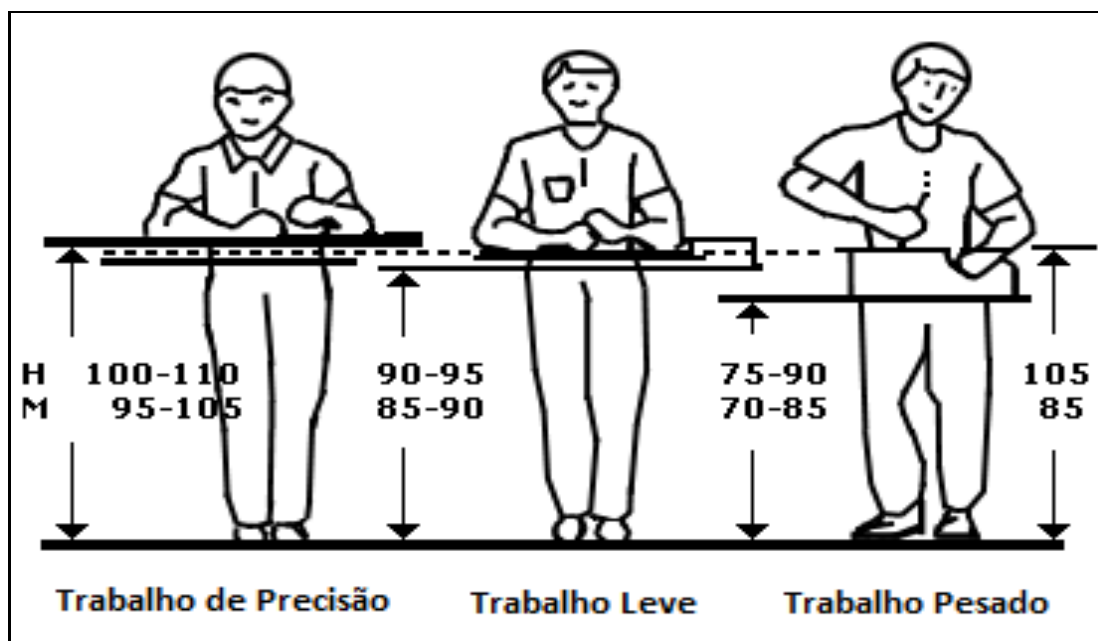


Figura 1.1: Trabalho em pé, (Grandejand 2005)

A figura 1.1 evidencia a necessidade de um ajuste na bancada para cada condição de trabalho em pé. Uma banca mais elevada possibilitando uma melhor aproximação do campo de visão do trabalhador é recomendada para um trabalho com maior precisão. Quando a atividade é mais leve e exige uma pouca precisão a bancada de trabalho não necessariamente precisa ficar mais elevada, mas, quando o trabalho for pesado, a bancada de ser rebaixada para possibilitar uma melhor articulação do braço e antebraço.

Segundo Dul (2012), não é recomendado passar o dia todo na posição em pé, pois esta posição pode causar fadiga nas pernas e nas costas. Entretanto, a posição da postura em pé muitas vezes é recomendada por considerar que, nessa posição, as curvaturas da coluna vertebral estejam em alinhamento correto e que, nessa posição de trabalho, as pressões sobre o disco intervertebral seriam menores do que na posição sentada.

Segundo Másculo (2011), a posição de trabalho em pé é uma postura desequilibrada e o que nos mantém em pé é uma reação, em relação ao equilíbrio. Isso quer dizer que não ficamos em pé, mas sim nos esforçamos para manter o equilíbrio.

Segundo Másculo (2011), quando o trabalhador está na postura em pé, durante a atividade laboral e na mesma posição por muito tempo, para se manter confortavelmente nessa posição terá que fazer uma alternância na distribuição do peso entre um pé e outro, para diminuir a fadiga final. Esta postura obrigará o trabalhador a desenvolver um balanço elíptico ou circular, da cabeça com o tronco, que se intensificará com o prolongamento do tempo na postura em pé, ver Figura 1.2.

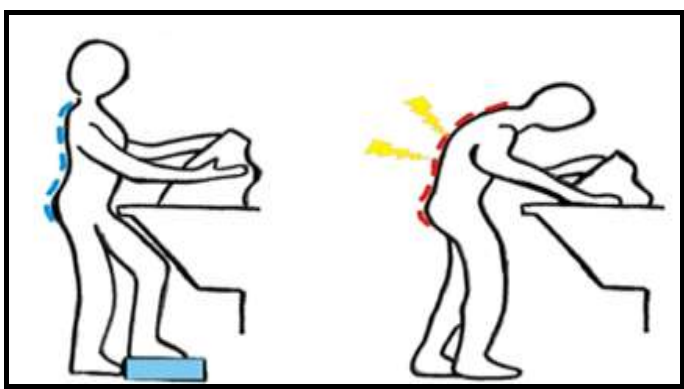


Figura 1.2: Trabalho em pé, posturas.

Másculo (2011) evidencia os seguintes fenômenos relacionados ao trabalho na postura em pé tais como diminuição do retorno nervosos, causado por pouca atuação do fator motobomba muscular, altas exigências das válvulas venosas, acúmulo de sangue nos membros inferiores e nas veias da pelves, com a possibilidade de edemas nesta região, nutrição inadequada da pele, favorecendo o surgimento de úlceras.

O Ministério do Trabalho em Emprego por meio da Norma Técnica 060/2001, especifica que a escolha da postura de trabalho em pé é justificada quando a tarefa exigir o deslocamento constante, a manipulação de cargas igual ou acima de 4,5kg, alcances amplos e frequentes, para acima, para a frente ou para baixo, operações frequentes em vários locais de trabalho e aplicação de força para baixo.

1.5.2 Posição sentada

No início deste século, o conceito de trabalho na posição sentada foi primeiramente relacionado ao bem-estar e ao rendimento e uma menor fadiga, por proporcionar

menor consumo de trabalho muscular estático nas articulações dos pés, joelhos e quadris (Grandjeand, 2005).

Consoante Másculo (2011), o trabalho sentado traz alívio para as pernas, maiores possibilidades de evitar posições forçadas do corpo, redução do consumo de energia e consequente alívio na circulação sanguínea. Como desvantagens podemos observar uma flacidez dos músculos da barriga e cifose, causada pela solicitação visual de papéis sobre a mesa, monitores, etc.

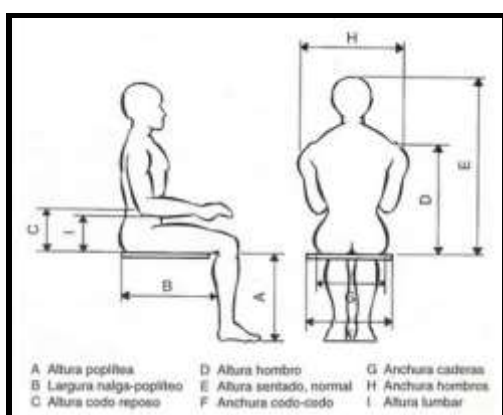


Figura 1.3: Trabalhos sentado

A postura sentada (Figura 1.3), por um longo período de tempo, ocorre em diversos lugares, tais como nos escritórios, nas fábricas, em salas de monitoramento de sistema de segurança, em salas de controle. A posição sentada apresenta vantagens sobre o trabalho na posição em pé. O corpo fica melhor apoiado em diversas superfícies; piso, assento, encostos, braços da cadeira, mesa.

De uma maneira mais sistêmica, a postura sentada pode causar consequências desfavoráveis para articulações do braço, para a coluna vertebral, para os membros do esqueleto e para coluna lombar.

Segundo Dul (2012), a posição sentada é melhor que a posição de trabalho em pé, entretanto deve-se evitar longos períodos de trabalho sentado e deve-se alternar com outras que permita ficar em pé ou andando.

1.6 Antropometria

Segundo Grandjean (2005), a antropometria é definida como a técnica para expressar quantitativamente o corpo humano; a atividade ou prática científica relativa à observação, qualificação e análise do crescimento somático do homem. Esta técnica visa evidenciar, por meio das medidas humanas, que variam de pessoa para pessoa, se o homem está em harmonia com o meio ambiente ou se o ambiente laboral está ajustado ao trabalhador. A antropometria, conforme Grandjean (2005), tem como finalidade projetar dimensões adequadas ao trabalhador num determinado posto de trabalho.

Um fator determinante na antropometria é o levantamento antropométrico da população em análise, para que o estudo ergonômico possa fornecer subsídios válidos, para o dimensionamento das máquinas, ferramentas, equipamentos, postos de trabalho e principalmente para verificação das características antropométricas dos trabalhadores, dentro de requisitos ergonômicos adequados. Isto deve ser executado durante a atividade laboral, a fim de que o trabalhador não venha a sofrer danos à saúde e à segurança na realização da tarefa.

Segundo Couto (1996), os estudos antropométricos permitem o dimensionamento de forma a considerar as alturas e as distâncias corretas, ainda na fase de concepção do projeto, o qual é o melhor momento para aplicação das técnicas antropométricas.

As medidas antropométricas dos usuários servem para adequar os meios de produção, de forma que a interface humano-máquina tenha um perfil mais harmonioso. Para que este tipo de harmonia tenha a interação desejada, o ideal seria que cada posto de trabalho, equipamento, máquinas ou ferramentas fosse projetado para cada trabalhador individualmente, mas, para realizar um ajustamento desta natureza, tornar-se-ia economicamente inviável. Neste caso, os levantamentos antropométricos são realizados, na maioria dos casos, para atender às faixas da população, podendo ser para o tipo médio, indivíduo extremos e um indivíduo especificamente.

De modo mais amplo, a antropometria está preocupada em oferecer o tamanho adequado das coisas. Por esta razão, um estudo antropométrico abrange os métodos e técnicas que possibilitam obter um conjunto satisfatório de medidas e conformações do corpo ou partes do corpo.

De modo geral, a antropometria pode ser dividida em dois tipos:

A antropometria estática, segundo Veronesi (2008), está relacionada com as medidas das dimensões físicas do corpo parado, tendo em sua aplicação para o projeto de assentos, mesas, passagens, postos de trabalho, equipamentos pessoais, tais como capacete, botas, luvas, máscaras, etc.

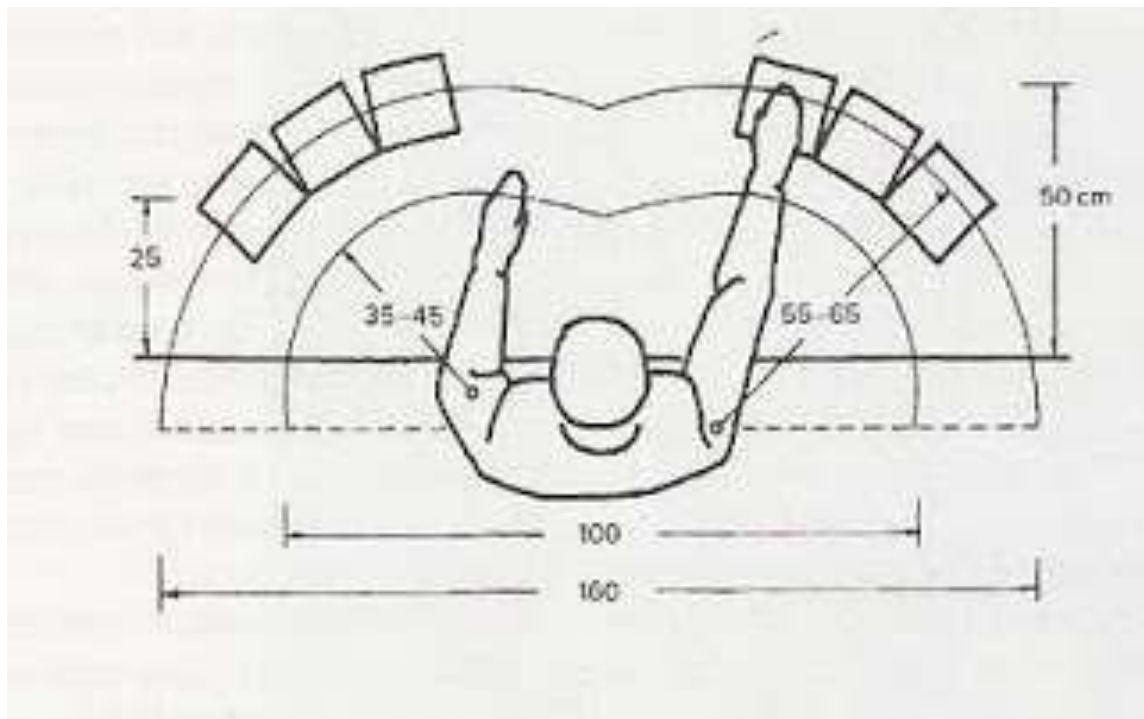


Figura 1.4: Antropometria estática, (Grandjean, 2005)

A figura 1.4 deixa evidente que existem ângulos e dimensões ideais para o alcance do trabalhador. O posicionamento dos itens necessários para a tarefa é importante para se evitarem trações no tronco e na musculatura dos braços e antebraços.

A antropometria dinâmica é evidenciada pela avaliação dos espaços necessários para executar alguma tarefa, compreendendo, de modo geral, os espaços envolvidos pelos membros do corpo humano, quando está em movimentação. Por outro lado, a antropometria dinâmica está centrada no estudo das medidas funcionais, nas quais estão inclusos os ângulos, as faixas de velocidade e aceleração, padrões de ritmos e movimentos, além da força e dos espaços envolvidos. (Dull, 2004).

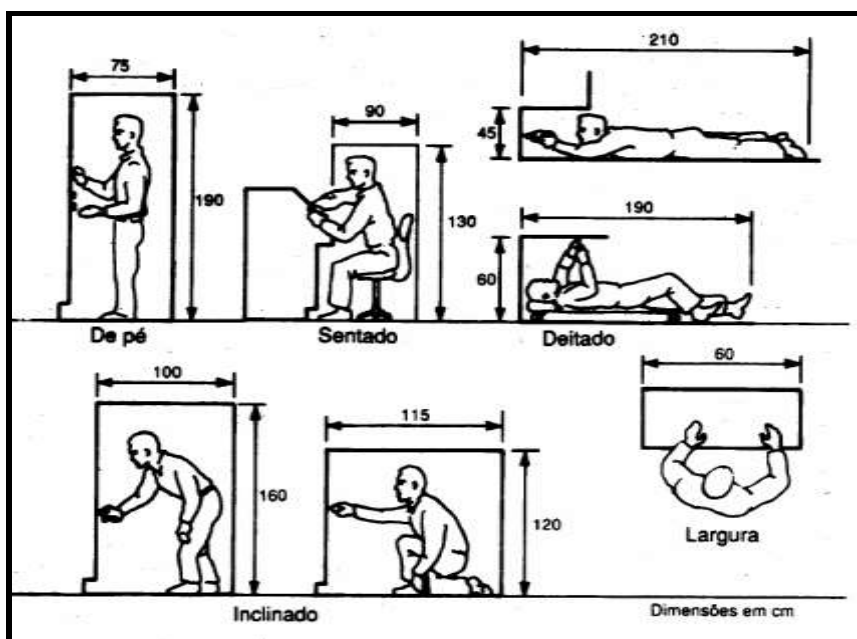


Figura 1.5: Antropometria Dinâmica

1.7 Fatores ambientais

O ambiente laboral é bastante complexo, pois vários fatores ambientais exercem influência sobre o posto de trabalho. Para se ter uma ideia mais ampla sobre o assunto, alguns conceitos são essenciais para a caracterização do posto.

1.7.1 Iluminação e cores

A dependência da iluminação é um fato indiscutível para o exercício das atividades laborais. No entanto, é necessário saber como a iluminação pode interferir nas

atividades dos trabalhadores, tendo em vista que, na vida moderna, a iluminação e as cores do ambiente tomaram grande importância.

Com o surgimento da lâmpada, surgiu também o trabalho noturno e/ou em ambientes fechados e desprovidos de iluminação natural. Essa nova condição contribuiu para o aumento da produção e também dos postos de trabalho.

Segundo Iida (2005), o correto planejamento da iluminação e das cores são favoráveis para a elevação da produtividade e da satisfação do trabalhador, servindo como agente redutor da fadiga e dos acidentes. Esta afirmação deixa evidente que o nível de iluminamento interfere diretamente no mecanismo fisiológico da visão e da musculatura que comanda os movimentos dos olhos. (IIDA, 2005).

Grandjean (2005) afirma que, para o conforto visual e bom desempenho óptico, devem ser considerados o nível de luminosidade adequada, o equilíbrio espacial das iluminâncias das superfícies, a uniformidade temporal da iluminação e a eliminação de ofuscamento com luzes apropriadas. Independentemente do tipo de iluminação, artificial ou natural, estes requisitos fisiológicos são sempre considerados para o ambiente.

Iluminância é o termo utilizado para indicar a quantidade de luz sobre uma superfície cuja unidade de medida é o lux. De acordo com Grandjean (2005), um lux equivale a um lumen (lm) por metro quadrado, sendo o lumen a unidade do fluxo luminoso.

Uma baixa qualidade na iluminação do ambiente de trabalho resulta na fadiga visual, caracterizada pela irritação dos olhos e consequente lacrimejamento. A frequência de piscar aumenta e a visão fica embaçada e duplicada. Esta condição implica na redução da eficiência visual. Persistindo às baixas condições de iluminamento do posto de trabalho, essa condição evolui para o aparecimento de dores de cabeça, náuseas, depressão e irritabilidade emocional, (Iida, 2005).

O surgimento da fadiga visual ocorre principalmente nos trabalhos que exigem grande concentração visual e, para evitar este tipo de problema, deve haver um

cuidadoso planejamento da iluminação, assegurando a focalização do objeto a partir de uma postura confortável.

1.8 Saúde e Segurança Ambiental

As condições ambientais nos postos de trabalhos são regulamentadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, de forma a prevenir acidentes ou doenças ocupacionais e cabe ao empregador proporcionar as condições adequadas ao exercício das atividades laborais dentro dos limites de tolerância.

Todos os empregadores e instituições que admitem trabalhadores como empregados estão subordinados ao Ministério do Trabalho e Emprego, devendo obedecer as Normas Regulamentadoras. Essas normas servem para assegurar uma condição salubre e/ou segura ao trabalhador no exercício da sua função laboral.

Para fins de mensuração e controle das condições do ambiente do trabalho, o Ministério do Trabalho e emprego, por meio da Norma Regulamentadora nº9, NR9, estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA.

Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, o PPRA, visa à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. (NR9, 2014)

O Ministério do Trabalho e Emprego, por meio do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, PPRA, estabelece para o empregador ou instituições que admitam trabalhadores como empregados, a obrigatoriedade na adoção de um conjunto mais amplo de iniciativas que objetiva a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, devendo estar articulado com o disposto nas demais Normas Regulamentadoras, em especial com o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, PCMSO, previsto na Norma Regulamentadora nº7 (NR7, 2014).

1.9 Riscos Ambientais

Conforme Cardella (2012), numa organização e nas relações que ela mantém com o meio ambiente ocorrem fenômenos físicos, biológicos, psicológico, culturais e sociais. O movimento das máquinas, a corrente elétrica, os movimentos das pessoas, enfermidade, desconfiança, agressão, greves, feriados são fenômenos interacionados e interdependentes e que podem interferir no meio ambiente e impactar a segurança e a saúde das pessoas.

A Norma Regulamentadora nº9, NR-9, preocupa-se em evidenciar quais agentes estão presentes no ambiente de trabalho e corroboram para deixar o ambiente laboral perigoso ou insalubre. Quando a NR-9 especifica os agentes presentes no ambiente laboral, ela os classifica segundo a sua natureza, que pode ser de natureza física, química ou biológica. Este tipo de classificação é de acordo com a sua origem, ou seja, a fonte potencial capaz de provocar danos à saúde do trabalhador. (CÂMARA E COSTA, 2002).

Já a Norma Regulamentadora nº17, NR17, aborda outro tipo de risco ambiental: o risco ergonômico. Este tipo de risco ambiental é definido como os riscos gerados pela desarmonia entre o trabalhador e o seu ambiente de trabalho. Este aspecto do ambiente laboral se refere à falta de conforto, segurança e eficiência em uma atividade. (CÂMARA E COSTA, 2002).

Numa abordagem mais abrangente, a preocupação das exigências normativas quanto aos riscos ambientais está constantemente relacionada à mensuração das concentrações e/ou intensidades e/ou tempo de exposição, aos agentes nocivos e ao seu potencial de causar danos à saúde do trabalhador.

1.9.1. Riscos físicos

Numa abordagem preventiva, os riscos físicos são os gerados por agentes que atuam por transferência de energia sobre o organismo. Câmara e Costa (2002)

consideram que, quanto maior for a quantidade e a velocidade desta transmissão, maiores serão os danos à integridade física e psíquica do trabalhador.

Podemos definir agentes físicos como as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom, (NR-9, 2014).

São considerados riscos físicos:

- Ruídos;
- Temperaturas excessivas;
- Vibrações;
- Pressões anormais;
- Radiações;
- Umidade.

1.9.1.1 *Ruído*

Ruído é um risco físico causado pela emissão de ondas sonoras, agindo diretamente sobre o sistema nervoso, ocasionando:

- ✓ Fadiga nervosa;
- ✓ Alterações mentais: perda de memória, irritabilidade, dificuldade em coordenar ideias;
- ✓ Hipertensão;
- ✓ Modificação do ritmo cardíaco;
- ✓ Modificação do calibre dos vasos sanguíneos;
- ✓ Modificação do ritmo respiratório;
- ✓ Perturbações gastrointestinais;
- ✓ Diminuição da visão noturna;
- ✓ Dificuldade na percepção de cores.

Entretanto, as consequências mais conhecidas da exposição ao ruído, o ruído atinge também o aparelho auditivo causando a perda temporária ou definitiva da audição.

A maneira mais apropriada de fazer uma prevenção para evitar ou diminuir os danos provocados pelo ruído no local de trabalho, é adotada as seguintes medidas:

- ✓ Medida de proteção individual: fornecimento de equipamento de proteção individual (EPI) (no caso, protetor auricular). O EPI deve ser fornecido na impossibilidade de eliminar o ruído ou como medida complementar.
- ✓ Medidas de proteção coletiva (EPC): isolamento de ruído, por meio da clausura da máquina produtora de ruído;
- ✓ Medidas médicas: exames audiométricos periódicos, afastamento do local de trabalho, revezamento.
- ✓ Medidas educacionais: orientação para o uso correto do EPI, campanha de conscientização para utilização dos EPI's.
- ✓ Medidas administrativas: tornar obrigatório o uso do EPI, controlar seu uso.

1.9.1.2 Vibrações

A presença de vibrações no ambiente industrial é muito comum pela existência de máquinas e equipamentos que são fontes geradoras de vibrações. As vibrações podem afetar o corpo inteiro ou apenas uma parte, podendo trazer danos ao trabalhador, (Dul, 2012).

As vibrações podem ser provocadas por:

- ✓ Ferramentas manuais;
- ✓ Ferramentas elétricas
- ✓ Ferramentas pneumáticas.

As vibrações podem provocar os seguintes problemas:

- ✓ Alterações neurovasculares nas mãos;
- ✓ Problemas nas articulações das mãos e braços;
- ✓ Osteoporose;
- ✓ Lesões que ocorrem com os operadores de grandes máquinas, como os motoristas de caminhões, ônibus e tratores.

✓ Lesões na coluna vertebral; dores lombares.

✓

Para prevenir ou eliminar as consequências da vibração adota-se revezamento dos trabalhadores expostos aos riscos, condicionando um menor tempo de exposição na atividade insalubre.

1.9.1.3 Radiações

As radiações são formas de energia que se transmite por ondas eletromagnéticas. A interação do organismo humano com as radiações, caracterizado como a absorção das radiações, é o fator responsável pelo aparecimento de diversas lesões.

As radiações podem ser:

Radiações ionizantes – radiações capazes de causar lesões intracelulares, geralmente são encontradas em aparelhos de raios-X e radioterapia.

Radiações não ionizantes - São radiações não ionizantes a radiação infravermelha, proveniente de equipamentos que emitem a radiação não ionizante (fornos, solda oxiacetilênica), radiação ultravioleta, como a gerada por operações em solda elétrica, ou ainda raios laser, micro-ondas, etc.

As radiações não ionizantes produzem lesões na pele, queimaduras e perturbações visuais como conjuntivites e até cataratas.

Formas de prevenir distúrbios quando é necessário se expor a radiações não ionizantes:

Proteções Coletivas:

✓ Isolamento da fonte de radiação;

✓ Clausura da fonte de radiação

Proteções Individuais

✓ Fornecimentos dos EPI's

- ✓ Medida administrativa: (ex: dosímetro de bolso para técnicos de raio-x).
- ✓ Medida médica: exames periódicos.

1.9.1.4 Temperaturas extremas

As temperaturas extremas também são consideradas condições insalubres para o trabalhador. Muitas condições de trabalho requerem o trabalhador interagindo com ambientes muito quentes ou muito frios. Segundo Dul (2012), o frio e o calor intensos são desconfortáveis e provocam sobrecarga energética no corpo, principalmente no coração e nos pulmões.

1.9.1.5 Calor

Altas temperaturas podem provocar vários problemas para os trabalhadores, tais como desidratação, erupção da pele, câimbras, fadiga física, distúrbios psiconeuróticos, problemas cardiocirculatórios e insolação, (CARDELLA, 2012).

Proteções Coletivas:

- ✓ Isolamento da fonte de calor;
- ✓ Ventilação do ambiente laboral;
- ✓ Climatização do ambiente laboral

Proteções Individuais

- ✓ Fornecimentos dos EPI's
- ✓ Medida administrativa:
- ✓ Medida médica: exames periódicos.

1.9.1.6 Frio

Baixas temperaturas também podem provocar danos à saúde e à segurança do trabalhador, causando distúrbios como feridas, rachaduras e necrose na pele,

enregelamento, congelamento, agravamento de doenças reumáticas, predisposição para acidentes, predisposição para doenças das vias respiratórias, (CARDELLA, 2012).

Proteções Individuais

- ✓ Fornecimentos dos EPI's
- ✓ Medida administrativa:
- ✓ Medida médica: exames periódicos.

1.9.1.7 Pressões anormais

Existem atividades laborais que expõe trabalhadores em atividades em ambientes sujeitos a pressões ambientais acima ou abaixo das pressões normais, isto é, da pressão atmosférica a que normalmente estamos expostos.

1.9.7.7.1 Baixas pressões

Baixas pressões são as que se situam abaixo da pressão atmosférica normal e ocorrem com trabalhadores que realizam tarefas em grandes altitudes. No Brasil, são raros os trabalhadores expostos a este risco, mas estas condições ficam bem evidentes quando atletas necessitam exercer suas atividades em locais de altitudes elevadas.

1.9.7.7.2 Altas pressões:

Situações de alta pressão são encontradas em locais de trabalho que expõem os trabalhadores a situações acima da pressão atmosférica normal. As condições de trabalho em altas pressões são muito comuns e podem ser observadas em trabalhos executados por mergulhadores, em tubulações de ar comprimido, máquinas de perfurações e etc.

1.9.7.8 Umidade

Ambiente laborais podem expor os trabalhadores a ambientes úmidos. O excesso de umidade pode acarretar doenças do aparelho respiratório, quedas, doenças de pele, doenças circulatórias, entre outras.

Proteção coletiva

- ✓ Modificações no processo do trabalho
- ✓ Instalação de estrados de madeira
- ✓ Ralos para escoamento

Proteção individual

- ✓ Fornecimento do EPI

1.9.2 Riscos químicos

São os riscos decorrentes da exposição a substâncias químicas, as quais podem provocar graves problemas de saúde, incluindo a morte, quando excedem os limites de tolerância de um organismo.

A Norma Regulamentadora nº9, NR9, Considera como agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou serem absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

1.9.3 Riscos Biológicos

A contaminação por agentes biológicos são os riscos originados pela presença de micro-organismos, que podem provocar graves doenças aos seres humanos. Os

agentes biológicos são as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

Fazer o reconhecimento dos riscos ambientais é uma das finalidades do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, que tem entre seus objetivos identificar os riscos existentes, especificar a terminação e localização das possíveis fontes geradoras, a identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho, a identificação das funções e determinação do número de trabalhadores expostos, a caracterização das atividades e do tipo da exposição, a obtenção de dados existentes na empresa, indicativos de possível comprometimento da saúde decorrente do trabalho, os possíveis danos à saúde relacionados aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica e a descrição das medidas de controle já existentes.

1.9.4 Riscos Ergonômicos

Slack, Chanbens e Johnston (2009) preocupam-se em associar a ergonomia com o projeto do trabalho, e de tal forma evidencia os aspectos fisiológicos do projeto do trabalho. Este tipo de abordagem considera o corpo humano e como ele se ajusta ao ambiente. A abordagem da questão envolve dois aspectos. Primeiro, como uma pessoa relaciona-se com as condições ambientais de sua área de trabalho imediata, isto é, sua interação com a temperatura, umidade, iluminação, etc. Segundo, como a pessoa interage com os aspectos físicos do seu local de trabalho, mesas, bancadas, cadeiras, postos de trabalho.

A ergonomia contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações industriais. Isso pode ser feito basicamente por três vias: aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente, organização do trabalho e melhoria das condições de trabalho. (IIDA, 2005, p.19).

A ergonomia é uma ciência multidisciplinar, baseando suas teorias na antropometria, fisiologia, psicologia e engenharia, tendo como principal alvo a adaptação das

condições de trabalho às características físicas e psicológicas do trabalhador. (CÂMARA; COSTA, 2002).

Atualmente, o estudo do posto de trabalho assume grande importância da avaliação ergonômica. A análise dos postos de trabalho é o estudo de uma parte do sistema onde atua o trabalhador. A abordagem ergonômica ao nível do posto de trabalho faz a análise da tarefa, da postura e dos movimentos do trabalhador e das suas exigências físicas e cognitivas. (IIDA, 2005).

A base legal para os cuidados ergonômicos no ambiente do trabalho está na Norma Regulamentadora nº 17, a qual busca estabelecer os parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

Esta norma estabelece as condições de trabalho caracterizadas como risco ergonômicos. Esta conceituação inclui os aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho.

A norma também atribui aos empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados a responsabilidade em avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, e análise ergonômica do trabalho, devendo a mesma abordar, no mínimo, as condições de trabalho, conforme a norma estabelece.

1.9.4 Medidas de Controle para os Riscos Ambientais

A situação desejável em um ambiente de trabalho é que não existam riscos à saúde e à vida do trabalhador, mas essa condição é praticamente incabível em um ambiente industrial.

A finalidade das operações de produção é obter resultados associados com as estratégias operacionais. Estas organizações criam padrões coerentes com a direção estratégica que se pretende para a organização. Estratégias operacionais, que conceituam investimentos em segurança do trabalhador como gastos, geralmente tendem a reduzir os recursos na prevenção de acidentes por meio do melhoramento do ambiente do trabalho (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

As medidas de controle são ações tomadas por parte do empregador ou de instituições que admitam trabalhadores como empregados, e elas são necessárias e devem ser suficientes para a eliminação, a minimização ou o controle dos riscos ambientais sempre que forem verificadas antecipadamente (ARAÚJO, 2015).

De modo mais abrangente, as medidas de controle podem ser de caráter coletivo ou individual. Quando são de caráter coletivo, elas procuram evidenciar o melhoramento do ambiente de trabalho por ações que visam mitigar os riscos ambientais de forma a não expor os trabalhadores a tais riscos.

As medidas de controle de caráter coletivo são ações que podem vir por meio da clausura de um equipamento emissor de ruídos ou de vibrações excessivas, pela climatização de uma sala que está na área de produção ou pela implementação de um sistema exaustão associado aos lavadores de gases ácidos, por exemplo.

Contudo, há situações em que são adotadas tais medidas mitigadoras dos riscos e, mesmo assim, o ambiente de trabalho ainda permanece acima dos limites de tolerância especificados pela Norma Regulamentadora nº15, considerando as condições insalubres e Norma Regulamentadora nº16. Nestas condições recomenda-se a adoção do uso do equipamento de proteção individual, o EPI. (ARAÚJO, 2015)

1.10 ESPAÇOS CONFINADOS

Para efeito normativo, o Ministério do Trabalho e Emprego faz uso da NR 33 como instrumento regulador das atividades laborais executadas em ambientes confinados. Esta norma tem por objetivo estabelecer os requisitos mínimos e as medidas de proteção à segurança, à saúde e ao meio ambiente de trabalho nas atividades em locais caracterizados como espaços confinados.

A Norma Regulamentadora, além de estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados, visa a condição para fazer o reconhecimento, a avaliação, o monitoramento e o controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nestes espaços. (NR33, 2014)



Imagem 2.1: Trabalho em espaço confinado, (NORDESCLOR, 2000)

A imagem 2.1 mostra as limitações arquiteturas e a precariedade do ar respirável, exigindo a utilização de equipamentos especiais, pois segundo a NR-33 (2014), deve-se manter as condições atmosféricas aceitáveis na entrada e durante a realização do trabalho, monitorando, ventilando, purgando, lavando ou inertizando o espaço confinado.

1.10.1 Definição de espaço confinado

Denominamos espaços confinados os locais fechados, com riscos desconhecidos, com entradas e saídas restritas, ou seja, é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio, (NBR 14787, 2001).

Estes espaços são locais não projetados para o exercício das atividades laborais e, conseqüentemente, não oferecem as condições ambientais favoráveis ao trabalhador.

1.10.2 Locais onde são encontrados os espaços confinados

Os espaços confinados são encontrados em diversas atividades produtivas, tais como a indústria de papel e celulose, indústria gráfica, indústria alimentícia, indústria da borracha, do couro, naval, têxtil, indústria química e petroquímica.

SETOR ECONÔMICO	ESPAÇO CONFINADO TÍPICO
Agricultura	Biodigestores/ Silos/ Moegas/ Transportadores enclausurados/ Poços/ Cisternas/ Esgotos/ Valas/ Trincheiras
Construção Civil	Poços/ Valas/ Escavações/ Forros/ Dutos
Alimentos	Fornos/ Panelões/ Depósitos/ Silos/ Misturadores/ Secadores/ Tonéis/ Dutos/ Lavadores de ar
Têxtil	Caixas/ Recipientes de tingimento/ Caldeiras/ Tanques/ Prensas
Metalurgia	Depósitos/ Dutos/ Tubulações/ Silos/ Poços/ Tanques/ Coletores/ Cabines
Serviços de saneamento/Gás/Eletricidade/Telefonia	Galerias/ Poços/ Tanques/ Esgotos/ Digestores/ Incineradores/ Dutos
Indústria do Petróleo e Química	Reatores/ Colunas de destilação/ Precipitadores/ Lavadores de ar/ Dutos
Transportes	Tanques nas asas de aviações/ Caminhões-tanques/ Vagões-tanques-ferrovias/ Navios-tanques

Tabela 1.1: Locais onde são encontrados os espaços confinados.

As indústrias possuem, nas suas atividades de manufatura, áreas que servem para atender as necessidades específicas de cada processo, esses locais podem ser tanques, galerias, equipamentos, cisternas, etc.

Estas áreas, que têm uma função importante para os processos, nem sempre foram projetadas para a ocupação humana. Entretanto o seu uso contínuo nas instalações industriais gera um esgotamento ou uma redução das suas funções. Este esgotamento se dá pela deterioração dos sistemas ou pelo acúmulo de resíduos.

1.10.3 A necessidade de acesso aos espaços confinados

A interrupção ou redução das funções destas áreas, as quais chamamos espaços confinados, necessita de uma eventual intervenção, podendo ser ou não de caráter rotineiro.

Estas intervenções nos espaços confinados podem servir para inúmeras atividades, como limpezas, que se dão pela remoção de lama ou de outros dejetos; para inspeções da integridade física de processos de equipamentos; nas manutenções, tais como jateamento abrasivo e aplicação de recobrimentos de superfícies em subterrâneos.

As atividades nestes ambientes hostis podem ser para montagem ou reparo em tubulações, inspeções, reparos e substituições de válvulas, tubos, bombas, motores em covas ou escavações, ajustes ou alinhamentos de equipamentos mecânicos e seus componentes.

Nestes espaços, podem existir, ainda, instrumentos necessitados de verificações e leituras em manômetros, painéis, gráficos ou outros indicadores.

Instalações providas de equipamentos elétricos ou de comunicações, instalações de fibras ópticas, resgate de trabalhadores feridos ou desmaiados em tais espaços confinados são outras situações que podem existir em espaços dessa natureza.

O ideal é a inexistência de espaços confinados, mas estes ambientes, não projetados para a ocupação humana, existem e, principal e frequentemente, nas indústrias, nas quais podem esconder riscos à saúde e a vida do trabalhador.



Figura 1.6: Identificação de espaço confinado, (NR-33, 2012).

A NR-33 (2014) estabelece um padrão de identificação dos espaços confinados. A Figura 1.6 é a identificação normatizada para identificação de um espaço confinado e o Ministério do Trabalho e Emprego, com vistas a assegurar as condições mínimas de segurança, atribui ao empregador algumas responsabilidades, as quais servem como medidas mitigadoras dos riscos ambientais existentes nos espaços confinados.

As identificações dos espaços confinados advertem os trabalhadores sobre os riscos ambientais pertinentes ao ambiente laboral, tais como deficiência ou enriquecimento de oxigênio, risco de engolfamento ou a existência de algum contaminante químico.

1.9.4. Responsabilidade do empregador

O empregador tem responsabilidades especificadas pela Norma Regulamentadora nº33, de fundamental importância para garantir a saúde e a segurança do trabalhador, durante a execução do serviço.

A preocupação com os trabalhadores que executam serviços em ambientes perigosos deu origem, primeiramente em 1993, a uma permissão para ingresso em espaços confinados criada pela OSHA (**Occupational Safety and Health**

Administration). Trata-se de um conjunto de normas que começa pelos testes e monitoramentos ambientais, (OSHA, 1993).

A Norma Regulamentadora NR-33 atribui ao empregador, a obrigação de fazer a identificação dos espaços confinados existentes no estabelecimento, geralmente por meio de placas padronizadas. Estas medidas administrativas consideram importante manter uma sinalização permanente, junto à entrada do espaço confinado.

A sinalização é importante, pois informa as pessoas alheias ao local confinado quanto aos riscos existentes nestes lugares, alertando-os quanto à necessidade de seguir um procedimento específico de entrada nos referidos espaços.

Alguns equipamentos, dispostos nos processos de produção, necessitam receber este tipo de sinalização, pois, quando se necessita de intervenções para manutenção corretiva, a entrada é extremamente necessária, e todas as recomendações devem ser seguidas afim de que a entrada garanta a segurança do empregado.

O isolamento da área no qual está localizado o espaço confinado serve para evitar a aproximação de pessoal não autorizado, durante a realização da tarefa em espaços confinados. Esta medida de segurança está entre as atribuições do empregador, pois mesmo com a identificação do espaço confinado, o isolamento da área eleva a eficácia das medidas restritivas à zona de risco.

1.9.5 Riscos existentes em espaços confinados

As condições ambientais nos espaços confinados podem expor os trabalhadores a diversos riscos. Estas condições extremas vão desde a falta ou excesso de oxigênio, até a exposição a agentes inflamáveis capazes de gerar incêndios ou explosões, ou pela presença de substâncias químicas tóxicas, agentes biológicos que podem gerar intoxicações, afogamento, soterramento, quedas, choques elétricos que potencialmente podem produzir doenças ou levar o trabalhador à morte.

A Norma Regulamentadora NR-33 (2014) determina que as empresas tenham uma gestão de segurança e saúde planejada, programada, implementada e avaliada, incluindo medidas técnicas de prevenção, medidas administrativas e medidas pessoais, além da capacitação para trabalho em espaços confinados.

Os espaços confinados apresentam riscos, muitas vezes invisíveis aos olhos de uma pessoa imperita, mas, para um perito em trabalhos dessa natureza, ou seja, o responsável técnico, que é um profissional habilitado, qualificado para fazer as devidas inspeções e posterior liberação do espaço para o serviço, estes riscos são perceptíveis mediante o uso de equipamentos de inspeção e monitoramento dos riscos existentes.

Os riscos envolvidos em serviços em espaços confinados podem ser de natureza física, química, biológica e/ou ergonômica. Para cada situação, a avaliação prévia do meio que será visitado pelo trabalhador deverá ser feita.

É de grande importância prever os possíveis cenários ao longo da execução da atividade, por meio de equipamentos de monitoração dos riscos e que possam emitir alarmes sonoros e luminosos em caso de risco iminente à saúde ou à vida do trabalhador.

A entrada em espaços confinados exige uma autorização ou liberação especial, que normalmente classificamos como permissão para trabalho em espaço confinado. A permissão para trabalhos em espaços confinados só pode ser emitida para pessoas treinadas e autorizadas.

Cabe ao empregador a responsabilidade de dar o treinamento, devendo ser repetido quando houver qualquer alteração nas condições ou procedimentos não cobertos na sessão de treinamento anterior.

Os cuidados na liberação de atividades em espaços confinados se dão, por se tratar de locais com acessos limitados, ventilação inadequada ou deficiente e não sendo previsto para presença humana contínua.

1.9.6 Classificação dos espaços confinados

A classificação dos espaços confinados pode ser feita de acordo com as situações que são imediatamente perigosos à vida ou à saúde (IPVS). Eles são classificados em espaços confinados de classe A, B e C. (NBR 14787, 2001).

1.9.6.1 Espaços classe A

Espaços classe A são aqueles espaços que apresentam situações iminentemente perigosas à vida e à saúde (IPVS). Estes espaços apresentam condições onde se observa situação com baixa concentração de oxigênio e/ou que contenham atmosferas tóxicas ou explosivas. (NIOSH, 1997).

Os ambientes classificados como espaços de classe A são Imediatamente perigosos para a vida - requerindo procedimentos de resgate com mais de um indivíduo completamente equipado com equipamento de ar mandado - manutenção de comunicação necessária e um vigia/piloto adicional fora do espaço confinado, cuja concentração de oxigênio está menor que 16% (122 mmHg) ou maior que 25% (190mmHg), a inflamabilidade de 20% ou mais do L.I.E. , e a toxicidade - IDHL (IPVS). (NIOSH, 1997).

1.9.6.2 Espaços classe B

Espaços classe B, são aqueles que não representam riscos imediatos à vida ou à saúde, no entanto, têm potencial para causar lesão ou doenças se medidas de proteção não forem tomadas.

Os ambientes classificados como espaços de classe B são os perigosos, mas não imediatamente ameaçadores e requerem procedimentos de resgate com um indivíduo completamente equipado com equipamento de ar mandado, visualização indireta ou comunicação frequente com os trabalhadores. A concentração de oxigênio está entre 16.1% a 19,4% e pressão atmosférica acima de 122 mmHg e abaixo de 149 mmHg, ou concentração de oxigênio está entre 21.5% a 25% pressão atmosférica acima de 163 mmHg - 190 mmHg.

A inflamabilidade, nesta classe de espaço está entre 10% a 19% do L.I.E., e a toxicidade está maior que o limite de contaminação menor que o valor IDHL (IPVS). (NIOSH, 1997).

1.9.6.3 Espaços Classe C

Espaços classe C são aqueles nos quais qualquer risco é tão insignificante que nenhuma prática ou procedimento de trabalho seja necessário, ou seja, os riscos potenciais não requerem modificações nos procedimentos de trabalho, procedimentos de resgate padrões ou comunicação direta com os trabalhadores, de quem está fora do espaço confinado. Nesses casos, a concentração de oxigênio varia entre 19.5% a 21.44% a (148 mmHg - 163 mmHg), com inflamabilidade de 10% do L.I.E. ou menos, e toxicidade menor que o limite de contaminação estabelecido pelo CFR 29. (NIOSH, 1997).

Foi projetado e construído para ocupação humana contínua ?	Pode ocorrer uma atmosfera perigosa?	É um espaço confinado?
Sim	Sim	Não
Sim	Não	Não
Não	Sim	Sim
Não	Não	Não

Tabela 1.2: caracterizar um espaço como espaço confinado - Fonte: Ministry of Labour Ontario Occupational Health and Safety, (OSHA, 1993)

A identificação de um espaço confinado nem sempre é uma tarefa fácil. Surgem situações nas quais esta caracterização assume uma condição duvidosa. Para facilitar a caracterização adequada de um ambiente como sendo um espaço confinado, o *Ministry of Labour Ontario Occupational Health and Safety (1993)* construiu um meio de avaliação, evidenciada na Tabela 1.2, que correlaciona a natureza do projeto, sendo ele construído para ocupação humana ou não, com a atmosfera perigosa.

1.9.7 Condições ambientais nos espaços confinados

As condições ambientais nos espaços confinados podem apresentar três classes de problemas: a primeira classe pode ser por apresentar concentrações inadequadas de oxigênio; a segunda, pela presença de gases e/ou vapores tóxicos enquanto a terceira classe de problemas é pela presença de gases e/ou vapores inflamáveis no ambiente confiando.

A forma de avaliar cada uma das classes de problemas é pela utilização de analisadores portáteis de gases para identificação desses riscos. Figura1.7.

A maioria dos analisadores portáteis tem condição de detectar mais de um gás e o mais típico deles mede oxigênio, gás combustível, CO (monóxido de carbono) e H₂S (gás sulfídrico). Outros gases também podem ser detectados, dependendo do caso particular de cada situação.



Figura 1.7: Medidor de oxigênio, (NORDESCLOR, 2010)

Concentrações inadequadas de oxigênio

O problema mais comum com o ar em espaços confinados é a maior causa de mortes, porque o ar possui pouco ou nenhum oxigênio. Os níveis de oxigênio na atmosfera normalmente se situam entre 20 e 21% em volume. Muitas pessoas já tiveram a experiência de viajar para localidades de grande altitude e sentirem fadiga ao desempenhar atividades normalmente simples como subir escadas.

O percentual de oxigênio no ar é normal nesses locais, mas há menos oxigênio porque há menos ar. Por isso, as pessoas sofrem o problema com suprimento inadequado de oxigênio. Sente-se dificuldade em respirar a níveis próximos dos

14% e confusões mentais aparecem aos 12%. Aos 10% há perda de consciência e aos 8% ocorre a morte. As normas da OSHA determinam um mínimo de 19,5% de oxigênio no ar, nas condições normais de temperatura e pressão, sendo o limite máximo de 23,5% para as mesmas condições de temperatura e pressão. Os mesmo valores são considerados pela *National Occupational Health and Safety Commission's Adopted National Exposure Standards*, que trata de assuntos relacionado às atividades laborais em para atmosferas contaminadas, (AUSTRALIAN, 1995).

Presença de gases e/ou vapores tóxicos

Gases e/ou vapores tóxicos podem se apresentar em diferentes concentrações sem serem percebido pela pessoa que irá realizar a atividade no espaço confinado. Conhecer suas concentrações ambientais antes de penetrar num espaço confinado ajuda a selecionar o método de testar esses ambientes, mas as preocupações não devem ser limitadas a esses produtos químicos.

O monóxido de carbono (CO) e o gás sulfídrico (H₂S) são gases tóxicos encontrados com frequência em espaços confinados, onde o gás sulfídrico é formado pela decomposição de material orgânico, muito comum em esgotos, reservatórios de água abandonados, (AUSTRALIAN, 1995). Muitas substâncias têm fracas propriedades de alerta, sendo de baixa percepção olfativa, fazendo necessário o uso de instrumentos de medição das concentrações desses gases e/ou vapores tóxicos.

Gases e Vapores inflamáveis

Os gases, vapores ou poeiras inflamáveis constituem a segunda classe de risco. Tanques ou tonéis, que armazenaram substâncias inflamáveis e estão sendo limpos ou sofrendo manutenção, podem conter traços ou concentrações elevadas dos produtos que lá estavam armazenados. O limite Inferior de Inflamabilidade (L.I.I.) pode ser atingido até antes que se procedam as medições ambientais.

Antes do ingresso, tais ambientes podem ser inundados com gás inerte, o qual não suporta combustão, a exemplo do nitrogênio, num processo denominado inertização. Uma necessidade, após a inertização, é medir o teor de oxigênio para garantir se existe ou não o risco de explosão ou fogo. Depois dessa certificação, que deve ser com o uso de um analisador portátil de gases, o ambiente estará em condição de ingresso para a execução da atividade.

É comum associar combustão a líquidos, esquecendo-se das poeiras combustíveis, quando estas podem se tornar uma séria ameaça. Silos contendo produtos de agricultura também podem explodir violentamente em presença de uma fonte de ignição. Como regra, níveis de poeiras suficientes para obscurecer a visão em 1,5m devem ser considerados perigosos.

1.9.8 Proteção Respiratória em Espaços Confinados

Um espaço confinado, pelas características que vimos acima, não permite que nele se penetre com respiradores purificadores de ar. Nesta classe se incluem as máscaras descartáveis, as peças semifaciais filtrantes e as faciais inteiras que utilizem filtros químicos ou mecânicos. Ora, os carvões ativados dos cartuchos poderão reter certa quantidade de gases e vapores, mas, se as concentrações forem muito grandes, logo se saturarão, representando sério risco aos trabalhadores. Além disso, a falta de oxigênio não seria resolvida pelo uso desses cartuchos. O mesmo pode ser dito com relação a poeiras no ambiente.

O equipamento de proteção respiratória nessas áreas imediatamente perigosas à vida e à saúde (IPVS) pode ser o equipamento com linha de ar, dotado de peça facial e cilindro auxiliar de ar comprimido para abandono da área. O ar respirado pelo trabalhador é o da linha de ar. No abandono desse ambiente, desconectando-se à mangueira de ar comprimido, abre-se a válvula do cilindro de abandono. Nessa situação, o usuário tem de 10 a 20 minutos de autonomia, dependendo do aparelho, para atingir área segura.

Um respirador autônomo de ar comprimido de pressão positiva, com cilindro de ar de diversos tamanhos, também é um equipamento seguro para penetração e permanência em espaços confinados. É preciso atentar para a autonomia que o aparelho pode oferecer e observar os dispositivos de alarme que ele contém.

Atividades agravantes em espaços confinados

Além dos riscos existentes nos espaços confinados, existem algumas atividades que podem elevar potencialmente os riscos nos ambientes confinados. Os trabalhos de solda, cortes a quente, tratamento térmico, decapagem química, funcionamento de motores a combustão no interior de espaços confinados, podem criar atmosferas de alto risco ou perigosas.

Nessas condições, podem existir outros meios de consumo do oxigênio e esse consumo só se dá como consequência das reações de combustão ou nos processos de oxidação, ou ainda deslocada pelos produtos de combustão.

Os gases podem ser produzidos pelo material aquecido; cádmio, por exemplo, vapores de mercúrio, chumbo e outros metais pesados.

1.9.9 Procedimentos de Entrada em espaços confinados

O procedimento de entrada em espaços confinados é uma das ferramentas necessárias para prevenir acidentes, e visa definir os requisitos mínimos e responsabilidades para entrada em espaços confinados e garantir que os passos adequados são adotados para eliminar e/ou controlar os riscos associados a estes espaços.

Um bom procedimento de entrada em espaço confinado atribui as devidas responsabilidades aos gerentes de forma a garantir que todo o pessoal envolvido com trabalhos dentro de espaços confinados siga os requisitos especificados nos procedimentos, (ARAÚJO, 2015).

Atribuir ao responsável técnico a revisão do processo de entrada em espaços confinados para garantir que práticas aceitáveis e procedimentos adequados estejam sendo seguidos e para assegurar que as permissões de entrada sejam preenchidas e arquivadas.

Certifica se os empregados envolvidos nas operações de entrada estejam protegidos dos riscos dos espaços confinados. Como parte desta revisão, qualquer anormalidade durante a execução do serviço deve ser registrada na permissão de entrada.

O procedimento de entrada em espaço confinado garante que o equipamento ou espaço confinado foi adequadamente descontaminado, drenado e isolado antes de iniciar a permissão de entrada.

De acordo com o procedimento, caberá ao responsável informar a todo o pessoal da área que o espaço confinado está sendo liberado para entrada e das condições de risco associadas com a operação.

O responsável pela liberação de entrada do espaço deve garantir que nenhuma outra atividade, que coloque em risco a integridade do espaço confinado que está sendo liberado, seja executada.

1.9.10 Requisitos para entrada em espaços confinados

A avaliação das condições de saúde do trabalhador é um dos fatores importantes no processo de liberação para entrada nos espaços confinados. Desta forma, o médico do trabalho deve atestar suas condições clínicas para trabalhar em espaços confinados.

Os critérios para esta avaliação incluem a habilidade para usar proteção respiratória e outros equipamentos de proteção individual necessários para a entrada em

espaços confinados. Esta avaliação precisa incluir uma avaliação da função cardiopulmonar do empregado.

Pessoas que pesam mais de 90 kg ou cujas características do corpo, na opinião do médico, poderiam causar dificuldades desnecessárias ao resgate não devem ser qualificadas para entrar em espaços confinados. Outra consideração especificada na avaliação médica são as condições de agilidade, força e coordenação do empregado.

A Norma Regulamentadora NR-33 (2014) especifica que todos os empregados que possam estar envolvidos em atividades de entrada em espaços confinados precisam se submeter a um treinamento anual.

Além do conteúdo previsto na legislação brasileira, o treinamento deve contemplar uma revisão deste procedimento, o reconhecimento de um espaço confinado, as práticas de trabalho seguro envolvendo atividades em espaços confinados, o uso de equipamento de monitoramento ambiental e as responsabilidades de todos os indivíduos afetados.

1.9.11 Revezamento na intervenção em um espaço confinado

As intervenções em espaços confinados podem durar um tempo muito longo, elevado o nível de fadiga dos músculos, para realizara as atividades de manutenção em ambientes confinados, onde os funcionários, segundo Dul (2012), não devem ultrapassar 200 N (cerca de 20 kg força), embora a força exigida seja frequentemente maior, este limite é estabelecido para evitar maiores tensões mecânica, principalmente na região das costas. Para movimentos com duração superiores a um minuto, a força permitida para puxar ou empurrar cai para 100N.

Na prática, segundo Dul (2012), dispositiva móveis com peso total não devem ultrapassar a 700 kg, nem ser movidos manualmente. Evidentemente, esse valor pode variar de acordo com as condições ambientais arquiteturas de engenharia.

Sendo que a postura corre para puxar, o corpo deve pender para trás e, para empurrar, inclinar para frente, e deve existir espaço para as pernas realizarem estes movimentos.

1.9.12 Teste atmosférico para entrada em espaço confinado

A entrada em um espaço confinado deve ser precedida de um teste atmosférico, para avaliar o espaço confinado e verificar se existem condições apropriadas de entrada.

Os testes atmosféricos precisam ser conduzidos de maneira a certificar o teor de oxigênio, pois gases combustíveis são sempre dependentes do oxigênio e não oferecem uma resposta confiável em uma atmosfera deficiente de oxigênio. Outra consideração necessária, antes da entrada, consiste na avaliação dos gases combustíveis com relação à ameaça de fogo ou explosão, NR-33 (2014).

Finalmente, se faz necessário a realização de testes que identifiquem a existência de gases e vapores tóxicos.

Avaliações atmosféricas devem retratar exatamente a condição da atmosfera no interior do espaço confinado. Esta avaliação não pode ser baseada em uma simples amostragem realizada na entrada do espaço confinado que está sendo liberado, mas deve acompanhar todo o período de execução do serviço.

1.9.13 Avaliação inicial da atmosfera do espaço confinado

Avaliar a atmosfera nos espaços confinados antes da entrada dos trabalhadores tem a finalidade de verificar se as condições de entrada são seguras.

A primeira etapa para a avaliação do espaço confinado exige a entrada da pessoa que está realizando a avaliação atmosférica inicial, nesse caso, as condições ambientais não podem, em algumas situações, serem previstas, e recomenda-se que a atmosfera deve ser tratada como IPVS, Imediatamente Perigosa à Vida e à

Saúde. A pessoa que irá realizar o teste deve usar equipamento de proteção respiratória do tipo ar mandado ou máscara autônoma, roupa apropriada para proteção do corpo e cinto de segurança conectado a uma corda ou cabo de segurança, (KULCSAR, 2009).

Outra forma de coletar uma amostra do ar e/ou gases existentes no ambiente confinado se dá pelo uso de uma extensão ou sonda usada para coletar amostras a uma distância de, no mínimo, um metro na direção do deslocamento e em ambos os lados da pessoa que está avaliando o ambiente confinado.

Substância	Entrada	Trabalho
Oxigênio	20,9 %	> 20,5 %
Inflamáveis	0% do L.I.E.	< 5% do L.I.E.
Monóxido de Carbono	0 ppm	< 25 ppm
Dióxido de Nitrogênio	0 ppm	< 1 ppm
Sulfeto de Hidrogênio	0 ppm	< 10 ppm

Tabela 1.3 Condições ambientais desejáveis em um espaço confinado Fonte: BRASIL, Normas Regulamentadora, (NR-33, 2014)

O objetivo da avaliação da atmosfera do espaço confinado é, conforme especificado na tabela 1.3, identificar se as condições ambientais estão favoráveis à manutenção da vida e saúde do trabalhador quanto à presença de agentes tóxicos tais como: Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrogênio e Sulfeto de Hidrogênio e Gases Inflamáveis assim como a concentração adequada de oxigênio.

1.9.14 Medidas técnicas mitigadoras dos riscos nos espaços confinados

Para manter as condições atmosféricas aceitáveis durante todo o tempo em que o trabalhador está realizando a tarefa, faz-se necessário o monitoramento, a ventilação, a purga, a lavagem ou a inertização do espaço.

a) *Uso de ventilação em espaços confinados*

A ventilação é um recurso amplamente usado na adequação dos espaços confinados e sempre é usada se materiais tóxicos ou inflamáveis são usados dentro do espaço confinado. Entretanto, o monitoramento atmosférico contínuo precisa ser realizado para garantir que ventilação adequada esteja sendo empregada de modo a manter as condições atmosféricas abaixo do limite de tolerância de qualquer tóxico e menor ou igual a zero por cento (0%) do limite inferior de explosividade - LIE, (AUSTRALIAN, 1995).

Quando não é possível o fornecimento de ventilação adequada, a atmosfera será considerada IPVS e as precauções adequadas devem ser adotadas.

Quando é necessária a execução de trabalhos a quente, a ventilação contínua precisa ser provida. Caso a ventilação adequada não possa ser garantida, faz-se necessário o uso da proteção respiratória com suprimento de ar.

b) *Uso de cilindros de gás e máquinas de solda*

Quando for necessário o uso de maçarico dentro do espaço confinado, as válvulas de combustível e oxigênio precisam ser mantidas fechadas durante todo tempo, exceto no momento de utilização do maçarico. Todavia, os cilindros de gás ou máquinas de solda jamais devem ser colocados dentro do espaço confinado, pois estes tipos de equipamentos emitem gases que podem empobrecer a mistura do ar respirável, tornando rica a atmosfera com gases combustíveis, (NR-33, 2014) ou podem promover um risco iminente de choque elétrico, (NR-10, 2014).

c) *Necessidade o uso de proteção respiratória*

Espaço confinado com atmosferas dentro da faixa mínima aceitável pode ser adentrado sem proteção respiratória. A faixa mínima aceitável para atmosferas de espaços confinados para a concentração de Oxigênio é entre 19,5% e 23,5%.

Nenhum contaminante com concentração maior que o limite de tolerância ou valor teto conforme definido pelo Ministério do Trabalho, especificado na Norma Regulamentadora, (NR-15, 2014).

Limite Inferior de Explosividade (LIE) deve ser de 0% LIE e, se uma atmosfera IPVS precisar ser adentrada, o equipamento de proteção respiratória adequado deve ser usado dentro do espaço confinado, (NBR14787, 2002).

Equipamento de proteção respiratória com suprimento de ar (máscara autônoma ou ar mandado) será requerido para entrada em espaços confinados nos quais a concentração de substâncias tóxicas no ar esteja acima dos limites de tolerância.

Quando o nível de flamabilidade for maior que zero por cento (0%), não será permitida a entrada em espaços confinados, assim como também não será permitida a entrada em atmosferas com a concentração de oxigênio superior a 23,5%. Quando o nível de oxigênio dentro do espaço confinado for inferior a 19,5% será necessário o suprimento de ar respirável.

1.10.15 A permissão de trabalhos em espaços confinados

A permissão para entrada em um determinado espaço confinado é precedida de uma autorização, que é emitida por profissional habilitado segundo as exigências da Norma Regulamentada NR-33. Esta autorização é feita mediante o preenchimento da ficha de permissão de entrada em espaços confinados, a qual será emitida em 3 vias de cores distintas.

A entrada não será permitida caso não ocorra o completo preenchimento da ficha de permissão de entrada em espaços confinados, (ANEXO 01). O acesso em espaços confinados é definido como qualquer parte do corpo, exceto mãos e braços, durante a amostragem, que ultrapasse a porta de visita ou abertura do espaço confinado.

a) Condições para emissão da permissão em espaços confinados

Para preparar um espaço confinado para entrada, o equipamento ou espaço precisa ser esvaziado, lavado ou purgado por meios apropriados (ar, nitrogênio ou vapor). Em caso de entrada em vasos de processo, o equipamento precisa ser colocado fora de serviço, esvaziado e estar preparado para abertura.

O equipamento ou espaço precisa ser isolado por flanges cegos ou desconexão de todas as linhas conectadas a ele. A prevenção de movimento de todos os equipamentos mecânicos e o desligamento e travamento de todas as fontes de energia são de igual importância para liberação da permissão de trabalho.

O isolamento da área serve para evitar entrada de pessoas não autorizadas no local onde estão sendo executados os serviços e deve ser um dos itens que precedem a liberação da permissão de trabalho.

A definição do supervisor de entrada é um dos requisitos indispensáveis antes da entrada num espaço confinado, sendo ele responsável por determinar se o espaço confinado oferece condições aceitáveis de entrada, supervisionar as operações de entrada e interromper a entrada quando necessário.

O supervisor de entrada deve conhecer os riscos que podem surgir durante o ingresso, inclusive reconhecendo sinais, sintomas e consequências da exposição. Verificar, pelos registros apropriados feitos na permissão, que todos os testes especificados pela permissão foram conduzidos.

Cabe também se certificar do cumprimento de todos os procedimentos e equipamentos especificados na permissão foram adotados antes de assinar a licença e permitir o início da entrada, interromper a entrada e cancelar a permissão quando justificado, assegurar que as operações de entrada permaneçam consistentes com os termos da permissão de entrada e que condições aceitáveis de entrada sejam mantidas durante as operações de entrada, verificar se os serviços de

resgate estão disponíveis e que os meios de acionamento dos mesmos estão funcionando.

O supervisor de entrada deve designar um vigia, ou piloto, que deve receber treinamento apropriado para entrada em espaços confinados, conhecer os riscos que podem ser encontrados durante a entrada, incluindo o reconhecimento de sinais, sintomas e as consequências da exposição aos riscos.

A permissão de trabalho em espaço confinado deve manter um registro preciso das pessoas autorizadas que entraram no espaço confinado e garantir que seus nomes estejam registrados na permissão.

A Monitoração das atividades, tanto dentro quanto fora dos espaços confinados, é de fundamental importância, pois vários serviços de manutenção podem estar em execução em locais próximos.

1.9.15 Situações de emergências em espaços confinados

Equipamentos de resgates devem ser requeridos e estarem sempre disponíveis para a entrada, assim como meios para acionar o resgate ou outros serviços de emergência, tão logo se perceba que os executantes podem necessitar de ajuda para evacuar o espaço confinado.

Para comunicação entre o vigia, os executantes e a equipe de resgate deve-se adotar um método de comunicação estabelecido e testado antes da entrada no espaço confinado. As interferências na comunicação entre o vigia e o executante, causadas por outras atividades que estejam sendo executadas próximo ao espaço confinado, devem ser previstas e corrigidas.

Antes de entrar em um local fechado, um plano de resgate escrito precisa ser estabelecido e anexado à permissão de entrada. O plano precisa identificar o acionamento e os métodos de resgate.

No mínimo, uma corda de resgate e uma máscara autônoma ou respirador de ar em linha com cilindro de escape precisam ser posicionados fora do espaço confinado durante todo o tempo em que atividades estejam sendo executadas dentro do espaço confinado.

A situação ideal é que a entrada seja planejada e equipamentos de resgate devam ser providos para que o resgate possa ser executado de fora do espaço confinado. Em espaços confinados, onde seria necessária a elevação de pessoas através de aberturas sobre a cabeça, maiores que 1,5 metros, um tripé com um guincho ou outro sistema de elevação precisa ser instalado acima da abertura antes da entrada do pessoal no espaço confinado.

Quando for necessário o uso de qualquer equipamento elétrico em espaços confinados, deve-se mantê-lo protegido por um circuito de interrupção, em caso de falha no aterramento (GFCI), ou alimentado por 12 volts ou menos.

Quando for necessário o uso de escadas portáteis para entrada e saída, essas escadas devem ser seguras, posicionadas e adequadamente fixadas no espaço confinado de forma que este não possa sofrer colapso.

1.10 Trabalhos em turnos

Quando abordamos um assunto relacionados ao trabalho em turnos, falamos de um tema universal. Logo concluímos que trabalho em turnos é um assunto existentes em todas as formas de organização da sociedade moderna. Mas o tema não é atual, pois conclui sempre que uma atividade deve ser executada ininterruptamente, ou seja, em períodos do dia e da noite.

Com o tema, surge também o conceito de escalas de trabalho, para que a jornada esteja devidamente preenchida, e pode ser organizada de diferentes formas, para atender as necessidades de cada tipo de organização, que fabril, hospitalar, vigilância, busca, acompanhamento e etc.

Segundo Fischer (1989), o turno deve ser compreendido como uma organização da jornada de trabalho que se distingue consideravelmente da jornada de trabalho normal, ou seja, da escala regular de trabalho. Apesar das constantes mudanças das escalas de trabalho, fruto de inúmeros acordos coletivos existentes entre os sindicatos, governos e empregadores, que possibilitam a flexibilização dos horários de trabalho, ainda pode-se fazer esta distinção entre os horário normal de trabalho e os horários de turno.

Não de outra forma os trabalhos em turnos são formas de organização da jornada diária de trabalho em que são realizadas atividades em diferentes horários ou em horário constante, porém incomum à rotina natural do homem, pois o homem é um ser de atividades diurnas e o trabalho em turno é resultante das mesmas atividades realizadas em diferentes períodos do dia e da noite, (FISCHER, 1989).

Não somente nas grandes indústrias, mas em vários segmentos do setor econômico, trabalha-se geralmente em turnos seguidos, assim, os acúmulos de trabalhos nos diferentes horários e nas empresas apresenta-se na forma de turnos irregulares.

As formas de configurar os trabalhos de turno podem variar, mas os trabalhos em turno poder ser em horários permanentes no qual um trabalhador é mantido em um determinado horário de trabalho por muitos anos ou até mesmo por toda a sua vida profissional. Estes turnos de trabalho podem ser nos horários matutinos, vespertinos ou noturnos.

Outra forma de se configurar a escala de trabalho de turno são escalas alternadas ou de revezamento, caracterizadas quando os trabalhadores fazem rodízio de horários, trabalhando alternadamente nos horários matutinos, vespertinos ou noturnos. A configuração dessas escalas pode ser diversa tendo uma variação da turnos de trabalho durante a semana, ou rodízio maior que uma semana, geralmente em torno de 21 dias trabalhando no mesmo turno. Outra forma deste rodízio é a rotação semanal, onde, a cada cinco ou sete dias, o trabalhador troca de turno, indo para a manhã, a tarde ou à noite.

De acordo com Fischer (1989), existem mais configurações para escalas de trabalho em turnos, mas os mais utilizados e mais comuns são estes dois citados. Quando a empresa que possui 3 turnos de trabalho, de acordo com a constituição brasileira, deve-se ter 5 turmas de funcionários para suprir o trabalho contínuo ou ininterrupto de revezamento, para que a produção da fábrica não seja cessada durante as 24hs do dia. Já o trabalho descontínuo, caracteriza-se pela atividade do trabalho ser inferior a 24hs diárias dentro da empresa, (FISCHER, 1989).

Ainda segundo Fischer (1989), a presença dos turnos de trabalho se justifica para uma melhor forma de organização por causas tecnológicas, onde certos tipos de produtos só podem ser elaborados com alta qualidade se o processo produtivo não for interrompido a cada 8 ou 16 horas. Neste grupo de argumentação, observa-se o funcionamento das indústrias químicas, os altos fornos das siderurgias.

Uma segunda justificativa se dá por imposições econômicas, na qual é considerado o valor das instalações das máquinas, que é extremamente caro e só pode ser pago através de prazos, levando, assim, ao seu funcionamento contínuo para gerar lucro e, conseqüentemente, ser paga, associado a disponibilidades do equipamento à justificativa da sua instalação. Outra argumentação usada por Knauth (1989) refere-se ao atendimento à população, assim tende a atender os seus desejos e necessidades de consumo.

1.10.1 Consequências do trabalho em turnos nos trabalhadores

De uma forma ampla, o homem tem sua vida social e ritmo orgânico as atividades diurnas, ou seja, a luz do dia regula as atividades e o sono noturno é regulado pela ausência da luz natural. A tentativa de reproduzir a iluminação diurnas nos locais de trabalho não reduz os efeitos danosos das atividades noturnas.

Uma das tentativas de diminuir os efeitos do trabalho noturno é pela compensação financeira, mas isso não substitui as necessidades orgânicas nas quais o homem se

costuma a acordar no período da manhã, com a luz do dia, e dormir durante a noite ou quando o sol se põe.

Segundo Fischer (1989), a organização temporal do trabalho em turnos e noturno produz prejuízos para a saúde do trabalhador, tanto no aspecto físico, como psíquico, emocional e social; em virtude das organizações do trabalho, ocorrem marcas indeléveis no trabalhador.

Não de outra forma, os trabalhos em turnos e noturnos podem ser a causa de uma série de distúrbios fisiológicos e psicossociais, ocorridos devido às mudanças dos ritmos biológicos, conflitos na relação familiar e social da vida do trabalhador, levando, a um quadro designado como Síndrome de Mal adaptação do trabalho em turnos. (FISCHER,1989).

Comprovadamente, os trabalhos em turnos causam o que Fischer (1989) especifica como distúrbios dos ritmos biológicos que são as causas de grande parte do desgaste individual dos trabalhadores, reduzindo o seu rendimento, saúde e bem estar, assim como sua vida familiar e social.

1.10.2 A origem da carga dos trabalhos em turnos.

a) *Ritmos circadianos*

Cerca de 70% dos trabalhadores aceitam os trabalhos em turno como parte da sua vida profissional, mas, independente disso, todo o trabalho em horários alternantes altera nossa vida social e, em parte, também nossas funções biológicas. Isto não implica, definitivamente, que todo indivíduo, ao trabalhar em horários alternados, ficará doente. No entanto, vale ressaltar a existência de um risco à sua saúde.

A abordagem do conceito de carga-desgastes nos casos específicos dos turnos está diretamente relacionada à periodicidade das funções orgânicas das pessoas. É muito comum observar estes distúrbios no primeiro mês de trabalhos em turnos e noturnos. Neste caso, o trabalhador já pode apresentar algumas manifestações agudas como a insônia, excessiva sonolência durante o trabalho, distúrbios do

humor, aumento de acidentes e problemas familiares, sociais e emocionais. Após alguns anos nesta forma de trabalho, o indivíduo passa a apresentar algumas manifestações crônicas como distúrbios do sono, doenças cardiovasculares e gastrointestinais, absenteísmo.

O processo de adaptação do trabalhador aos turnos e noturnos, pode também levá-lo ao uso abusivo de substâncias para dormir e uso de álcool, sem contar com a presença de uma fadiga crônica e manifestações contínuas de estresse. Este quadro, de uma forma geral, pode levar em conta também a segurança e vigília do trabalhador, causando posteriormente, acidentes de trabalho que podem levá-lo a sérios riscos de vida, (FISCHER, 1989).

1.10.3 Desgastes causados por trabalhos em turnos

a) *Efeitos de tipo biológicos*

Existe, consoante Fischer (1989), uma incompatibilidade existente entre os hábitos forçados pelas jornadas de trabalho e a periodicidade dos ritmos biológicos. Os fenômenos impostos pela vida, dados de modo normal somente dentro da mais perfeita harmonia entre a periodicidade diária de determinadas funções biológicas e com os hábitos das pessoas, são por isso especialmente sensíveis aos distúrbios entre os trabalhos noturnos e a periodicidade dos ritmos biológicos, (FISCHER, 1989).

b) *Ritmos de desempenho*

Os trabalhos que precisam manter o mesmo ritmo de rendimento em todas as horas do dia são mais cansativos se realizados à noite do que durante o dia. Isso pode levar aos esforços psíquicos maiores, ou também a que, nas diferentes horas do dia, onde são observados uma elevada taxa de erros ou de componentes indesejáveis nos processos de fabricação.

c) *Ritmos do sono*

A necessidade da qualidade do sono e de fases de atenção especial segue a periodicidade diária. Desta forma, não podemos fazer uma separação entre a qualidade do sono e o desempenho nas atividades laborais, pois os padrões do sono, nos seres humanos, são variáveis em função da idade, sendo que a quantidade do sono diminui com a meia idade, e a qualidade da vigília se traduz em dificuldades ao cumprir atividades ou trabalho.

O desequilíbrio psicológico tem origem, em alguns casos, nos horários do sono, os quais seguem alguns fatores decorrentes das mudanças no ritmo do sono.

Temperatura corporal está associada ao desempenho e carga cognitiva:

Segundo REGIS FILHO (2000), a temperatura corporal do homem sofre variações durante o dia inteiro, quando ocorre aumento durante o tempo de maior atividade, principalmente no período vespertino e depois tem um declínio considerável no período noturno, principalmente no decorrer da madrugada, por volta das 2hs da manhã. Estas variações consideráveis da temperatura durante todo o dia indicam que não há uma adaptação e desempenho do homem ao trabalho noturno assim como existe no trabalhador diurno.

REGIS FILHO (2000) considera que a carga cognitiva não acompanha o mesmo ritmo que a temperatura corporal, portanto, pode-se observar que as atividades que necessitam de memória complexa podem ser realizadas durante o dia ou à noite com bons desempenhos. Os trabalhadores que utilizam a memória imediata se mostram muito bem durante o dia, enquanto aqueles que precisam da memória funcional demonstram maior desempenho ao meio dia. Os trabalhadores que necessitam de uma carga cognitiva elevada são melhor realizados e com demonstração de melhor desempenho e é com base nas afirmações da Doutora Fisher que observamos que o organismo do ser humano funciona de acordo com um relógio biológico, possuindo ritmos distintos e funcionando de acordo com os fatores ambientais externos e internos. (FISCHER, 1989).

1.11 Monotonia

Segundo Másculo (2011), entendemos como monotonia uma reação do organismo a uma situação pobre de estímulos ou caracterizadas por repetições uniformes dos estímulos com poucas exigências das pessoas. Assim, a monotonia caracteriza-se pelo esgotamento do fluxo de entrada sensorial e os processos de adaptação e habituação são motivos fisiológicos fundamentais da monotonia.

A presença da monotonia numa atividade laboral é caracterizada pela presença dos seguintes sintomas: fadiga, sonolência, falta de disposição e uma diminuição da atenção. As condições propensas à monotonia são muito comuns nos ambientes de trabalho onde há a existência de atividades repetitivas.

Mas não apenas o ambiente laboral contribui para a monotonia, fatores pessoais também colaboram para essa condição. De acordo com Másculo (2011), atividades repetitivas e de longa duração, com o mínimo grau de dificuldade, mas sem possibilidade de desligar-se mentalmente do trabalho, ou da tarefa observação de longa duração, pobres em quantidades e diversidades de estímulos, com a obrigação de atenção permanente, são condições que mais permitem o estado de monotonia.

As atividades monótonas normalmente são consideradas como a subcarregam do homem, ou seja, uma subutilização da capacidade física e cognitiva. Estas condições são evidentes em locais onde o trabalho é composto por atividades repetitivas e monótonas. Para evitar a subutilização do homem na atividade do trabalho, de maneira que as capacidades das pessoas sejam exploradas, deve-se almejar o enriquecimento das tarefas. Segundo Másculo (2011), trata-se da ampliação e da diversificação do espaço individual de manobras e da solicitação de maiores aplicações o raciocínio e da tomada de decisão.

Com uma maior utilização da capacidade cognitiva do indivíduo, pode-se chegar a uma equação onde há uma diminuição da monotonia, com a redução das suas consequências, ou seja, da fadiga, de uma melhoria na qualidade de vida do

trabalhador, por meio de uma configuração do trabalho ajustada às capacidades humanas.

Segundo Másculo (2011), com a utilização de novas formas de trabalho pode-se chegar a redução do absenteísmo, a rotatividade da mão de obra e consequentemente a elevação da produtividade.

1.12 Fadiga

Segundo Grandjean (2005) a fadiga é caracterizada pela diminuição da eficiência, seguida do aumento do desinteresse por qualquer atividade. A fadiga muscular e a fadiga geral compõem a classificação mais coerente para seu estudo, tendo em vista que resultam de processos fisiológicos diferentes. Enquanto, a fadiga muscular é responsável por uma dor localizada, a fadiga geral traz uma sensação de dor difusa, acompanhada de apatia e desinteresse. O cansaço, considerado um sinal da fadiga, é um mecanismo de defesa do organismo. Ele desestimula a sobrecarga de trabalho, possibilitando um tempo de recuperação para o organismo.

A qualidade do trabalho é afetada pela fadiga, podendo afetar a segurança das atividades laborais, a execução de atividades simples, ou de precisão podendo chegar a alteração na memória de curta duração e maior índice de erros.

A fadiga pode trazer consequências danosas, pois segundo Másculo (2011), uma pessoa fadigada pode aceitar menores padrões de segurança, elevação dos índices de erro, desorganização das estratégias para alcançar os seus objetivos, omissão de tarefas de baixa complexidade e alterações na memória de curta duração.

Segundo Ilda (1995), a fadiga é o efeito de um trabalho continuado. A aplicação contínua da força sobre a musculatura provoca uma redução reversível da capacidade do organismo e, consequentemente, gera uma degradação qualitativa desse trabalho.

A fadiga é causada por um conjunto complexo de fatores, cujos efeitos são cumulativos. Lida (2002) cita que a fadiga pode ser também analisada através de dois aspectos: o psicológico e o fisiológico. Para esta monografia, o primeiro é mais relevante, pois se destacam como sintomas da fadiga psicológica, além da sensação de cansaço geral, desinteresse e maior sensibilidade a estímulos como má postura. Esse último objeto da presente dissertação.

Grandjean (2005) especifica que a origem da fadiga pode ter causas diversas e o grau de exaustão é um agregado de diferentes estresses da rotina ocupacional. As atividades laborais, tanto física como cognitivas não podem ser acumulativas, mas deve existir um processo de recuperação capaz de cancelar o processo de estresse.

A recuperação, segundo Grandjean (2005), ocorre principalmente durante o sono noturno, mas os períodos livres durante o dia e todos os tipos de pausas durante o trabalho também contribuem para cessar o processo de estresse.

A ergonomia tem grande interesse em medir quantitativa do nível de fadiga dos indivíduos e estabelecer uma relação entre a fadiga e o nível de estresse, e como esta relação pode ser perigosa para o ambiente laboral.

A qualidade e quantidade do trabalho são, às vezes, segundo Grandjean (2005), uma forma de medir quantitativamente o nível de fadiga industrial. A quantidade de itens processados, o tempo necessário para processar um item, ou a quantidade de itens processados por unidade de tempo podem ser uma forma de medir quantitativamente a fadiga métrica. No entanto, não podemos relacionar a medição qualitativamente a fadiga pela produção. Outros fatores devem ser levados em consideração, como, por exemplo, metas de produção, fatores sociais e atitudes psicológicas relacionadas ao trabalho. (GRANDJEAN, 2005).

1.13 METODOLOGIA

1.13.1 Métodos para avaliação do trabalho incluindo SHTM

Intervenção ergonômica nos procedimentos na atividade de manutenção em espaço confinado, especificamente no secador rotativo de leito fluidizado, segue abordagem proposta por Moraes e Mont'Alvão (2012), onde, inicialmente, foram registradas as etapas das atividades dos operários nos postos de trabalho, que é o objeto de estudo. Para categorizar, observamos a sequência das atribuições na execução da tarefa como forma de observar os constrangimentos ergonômicos.

A metodologia utilizada para esta intervenção ergonomizadora, na proposição de melhorias das condições de trabalho, centra-se nos conceitos do sistema humano-tarefa-máquina (SHTM) que, conforme Moraes e Mont'Alvão (2012), considera o sistema humano-máquina como um dos conceitos básicos para a ergonomia. Nessa abordagem, os utensílios, as máquinas, os equipamentos e o sistema são utilizados pelo ser humano na execução da tarefa, interagindo entre si e caracterizando a dinâmica do trabalho proposto.

A metodologia proposta por Moraes e Mont'Alvão (2012) que compõe o sistema humano-tarefa-máquina, fomenta modelos capazes de enfatizar não somente as questões físicas mas também as questões cognitivas da atividade laboral.

Segundo Grandjean (2005), um sistema humano-máquina significa que o ser humano e a máquina mantêm uma relação recíproca, compondo um ciclo fechado, no qual o homem tem uma posição prioritária, sendo capaz de tomar as decisões coerentes ao sistema.

Moraes e Mont'Alvão (2012) apresentam a metodologia de intervenção ergonômica, sistema humano-tarefa-máquina (SHTM), nas seguintes etapas da intervenção ergonomizadora:

- Apreciação ergonômica;

- Diagnose Ergonômica;
- Projeção ergonômica;
- Avaliação, validação e/ ou testes ergonômicos;
- Detalhamento ergonômico e otimização.

1.13.2 Apreciação ergonômica

A apreciação ergonômica das condições do posto de trabalho tem como finalidade explorar a interação humano-tarefa-máquina por meio do mapeamento dos problemas ergonômicos existentes e relacionados na investigação. São abordados de forma sistemática os problemas ergonômicos de ordem posturais, informacionais, cognitivos, comunicacionais, interacionais, físicos-ambientais, deslocacionais, movimentacionais, operacionais e espaciais, (Moraes e Mont'Alvão, 2012).

PARTE 2 – ESTUDO DE CAMPO

2.1 Estratégia e design do estudo de campo

Nesta fase, serão apresentados os estudos realizados para identificação da empresa e sua unidade produtiva, para a aplicação dos métodos e pesquisa ergonômica, bem como para a avaliação dos dados e os resultados adquiridos, conforme as etapas propostas.

Para o desenvolvimento da pesquisa desta dissertação, foi escolhida a aplicação do método descritivo, cujo foco está centrado nas atividade de manutenção em espaços confinados para a identificação da melhor metodologia de intervenção na indústria química.

A estratégia para a pesquisa é baseada no processo investigativo, com vista a evidenciar as condições do trabalhador, antes, durante e depois da execução da tarefa, e como este tipo pesquisa poderá contribuir para mitigar os riscos ergonômicos decorrente de tal atividade.

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética conforme o protocolo nº 404901147.7.0000.5208.

2.1 Universo da Amostra

O universo escolhido para o desenvolvimento da pesquisa de campo é um equipamento designado como secador rotativo de leite fluidizado, cuja finalidade é reduzir a umidade do produto manufaturado.

O secador é alimentado como ar quente e seco a uma temperatura média de 140°C. O fato é que, com o processamento dos insumos, as paredes internas do equipamento sofrem um processo gradual de entupimento, causado pela agregação do produto. Consequentemente a necessidade de limpeza é iminente, pois esta ocorrência implica na redução da produtividade.

Para que a produtividade volte aos padrões desejados é necessário fazer uma manutenção corretiva nos dutos de entrada de ar do secador rotativo.

O universo da amostra que irá fomentar este trabalho de pesquisa está limitado aos trabalhadores diretamente envolvidos na execução desta atividade, a saber, operários habilitados a executar tarefas em espaços confinados, que são, na sua maioria, os operadores do departamento de embalagem.

2.3 Coleta de dados

Para o levantamento das informações iniciais serão utilizadas as ferramentas de pesquisa ergonômica da observação direta, verbalização, questionários com todos os funcionários do posto de trabalho alvo, bem como, todos os colaboradores envolvidos direta e indiretamente nas atividade de manutenção em espaço confinados.

2.2.1 Sequência de Coleta de Dados

A sequência de coleta de dados para a realização deste trabalho foi realizada da seguinte forma:

- Visita prévia às instalações da empresa, sistema alvo da pesquisa e autorização;
- Conversa inicial com a direção e com os gestores da mesma para liberação da pesquisa;
- Apresentação do passo a passo da pesquisa para o público alvo;
- Identificação dos usuários, considerando a estatura, peso, idade, tempo na função e na empresa, percentis de 5% e 95% e outros.
- Identificação dos EPI's necessários para proporcionar melhor condição de trabalho;
- Revisão dos procedimentos de entrada em espaço confinado;
- Análise dos dados e construção e discussão dos resultados;

- Apresentação e recomendações ergonômicas;
- Retorno das recomendações para a coordenação do departamento de Atuação Responsável da empresa;
- Conclusão do estudo.

2.2.2 Instrumentos Utilizados na Coleta de Dados

Neste trabalho de pesquisa será feito uma abordagem enfatizando uma análise ergonômica das fases de apreciação e diagnose da intervenção ergonomizadora como parte da metodologia do SHTM-Sistema-Humano-Tarefa-Máquina de Moraes e Mont'Alvão (2003). Na etapa das apreciações ergonômicas, serão evidenciados os principais problemas interfaciais na atividade de trabalho em espaço confinado, para posteriormente serem feitas as recomendações ergonômicas. Nas etapas da diagnose, serão estudados os problemas identificados na fase anterior, analisando as informações preliminares levantadas nos questionários e entrevistas, completando, com isso, a fase da opinião dos colaboradores envolvidos na atividade de manutenção em espaços confinados.

Para uma melhor recomendação de melhorias do posto de trabalho, faz-se necessário consultar a legislação e a literatura em vigor, existentes no país, possibilitando, assim, uma melhor adequação dos procedimentos de entrada em espaços confinados.

2.3 Tratamento de dados

Os dados obtidos no processo de definição do ambiente, dentro da ótica ergonômica, preventiva e operacional foram tratados usando as ferramentas ergonômicas de avaliação das tarefas, por meio da observação, medições antropométricas, medidas arquiteturais, concentração de contaminantes, tempo de exposição tendo como referências as Normas Regulamentadoras, as queixas dos trabalhadores e os dados de departamento médico fornecidos pela empresa.

2.4 Ambiente de Estudos

Avaliação ergonômica que teve como alvo o Sistema Humano-Tarefa-Máquina do posto de trabalho em espaços confinados, especificamente a atividades de manutenção em um secador rotativo de leito fluidizado, pertencente a uma empresa do setor químico responsável pela fabricação de agentes sanitizante.

2.4.1 Apresentação da Empresa (Unidade Produtiva)

2.4.1.1 identificação da Unidade Produtiva

Nome da Empresa: Indústria Química de Agentes Oxidantes;

Ano de fundação: 1990;

Objetivo social da empresa: Produção de produtos clorados e cáusticos sanitizantes;

Linha de produto: Planejamento, recebimentos e estocagem de matéria prima, processamento e embalagem do produto final.

Relações Institucionais: Relações com associações e sindicatos empresariais; Relações com órgãos diversos (SESI/ SENAI e UFPE).

2.4.1.2 Organograma funcional

Organograma hierárquico dos diversos departamentos da Unidade Produtiva.

O organograma hierárquico apresentado na Figura 2.1 mostra como a administração da empresa alvo da pesquisa, que é centrada na diretoria administrativa, e que delega as atribuições das diversas áreas da mesma entre os vários gestores, que possuem a mesma hierarquia funcional e administrativa entre si.

A unidade produtiva está dividida em dois segmentos, o primeiro segmento produtivo é responsável pelas reações químicas, necessárias para a caracterização do produto final. O segundo seguimento é responsável pela secagem e concentração dos compostos ativos do produto final.

O secador de leito fluidizado é responsável pela secagem intermediária do produto, sendo capaz de secar aproximadamente 4.000kg de produto por hora.

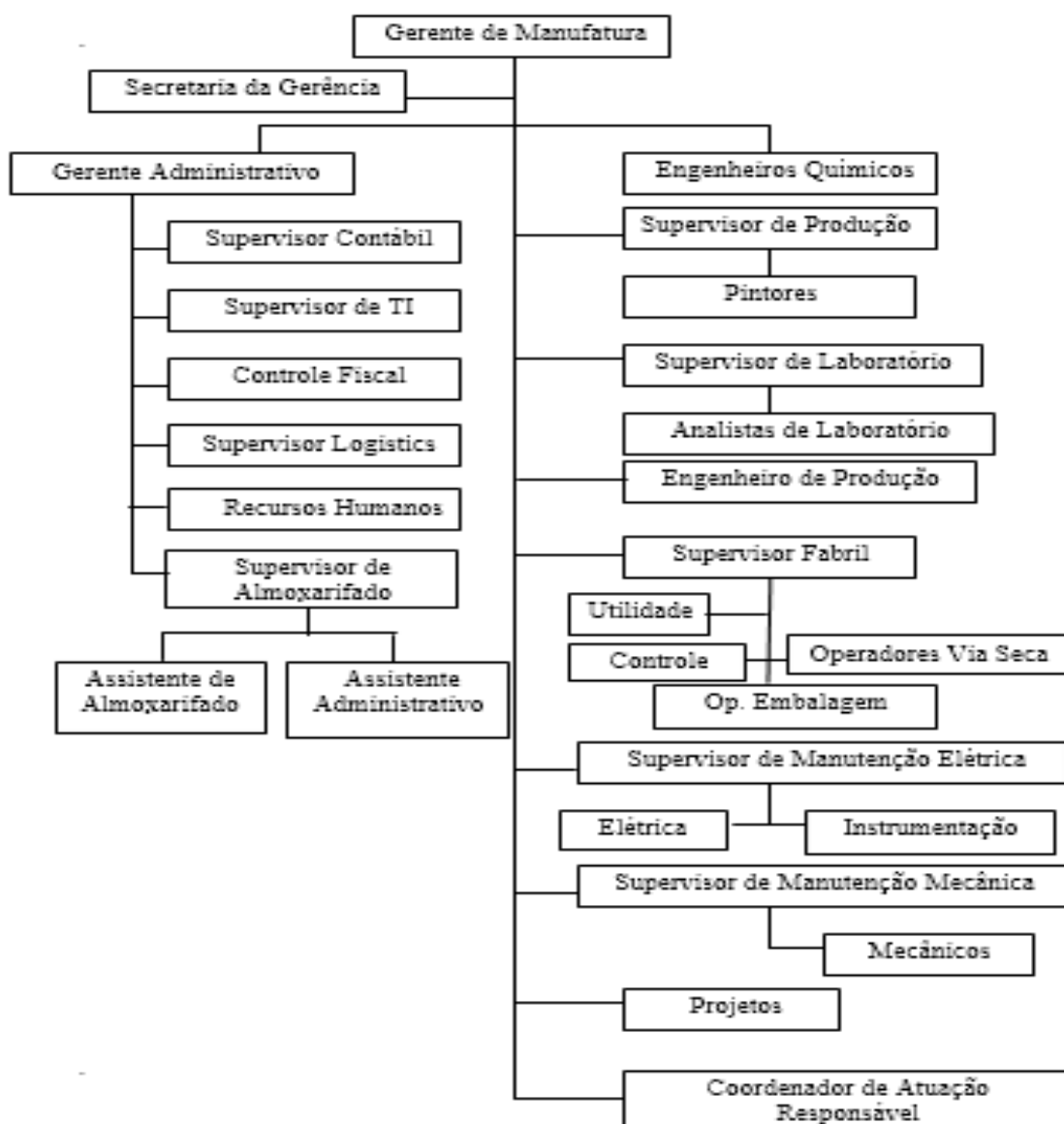


Figura 2.1: Organograma da unidade produtiva

2.4.1.3. Localização da Unidade Produtiva

A empresa pesquisada está localizada no grande Recife, conforme descrição abaixo e representado na figura 3.2 a seguir;

Posição geográfica: Região Metropolitana do Recife;

Cidade: Igarassu;

Distrito Industrial de Araripe;

Via de acesso: Rodovia PE 41 km 6,5 S/N

Meios de transporte disponíveis: ônibus próprio e de linha



Imagem 2.1 : Vista aérea da unidade produtiva.

2.4.1.4. Avaliação do ambiente físico-químico da Unidade Produtiva

Descrição dos aspectos físico-químicos nos diversos setores da Unidade Produtiva: os documentos PPRA e PCMSO foram disponibilizados e deles retiradas as avaliações de ruído, luminância e temperatura, exigíveis na Normas

Regulamentadoras NR 9 e 15 da portaria TEM nº 3.214/78, cujos resultados foram constados em medições realizadas “*in loco*” durante a pesquisa de campo, equipamentos especiais devidamente calibrados.

2.4.2 Descrição do Local de Trabalho Pesquisado.

a) Características da mão-de-obra

A empresa tem sua mão-de-obra composta por 120 trabalhadores dos quais 97% do seu total são do sexo masculino. Deste percentual, 22 estão lotados no setor de embalagem (posto de trabalho alvo da pesquisa). Do setor de operação apenas 3 funcionários possuem formação superior e os demais possuem ensino médio.

A contratação acontece pela seleção interna de funcionários das prestadoras de serviço que tenham ensino médio e, no mínimo, 18 meses de prestação de serviços. Os procedimentos admissionais se dão pela avaliação médica e, posteriormente, pela assinatura de contrato de trabalho.

O funcionário contratado tem direito a participar do programa de participação de lucros e resultados, plano de saúde, transporte, refeitório (desjejum, almoço, lanche, jantar e ceia), cesta básica, vale presente, cesta de natal e cesta de São João.

Ao ser contratado, o trabalhador poderá trabalhar no horário administrativo (07:30 às 17:00) com uma hora de intervalo para almoço e 15 minutos para o lanche, ou no turno de revezamento (06:00 às 14:00; 14:00 às 22:00; 22:00 às 06:00), com direito a quatro dias de folga e uma hora de intervalos para as refeições.

Todos os trabalhadores do turno de revezamento são componentes das brigadas de combate ao incêndio e vazamento de cloro, e recebem adicional noturnos por trabalhos em horário noturno.

b) Higiene e Segurança do Trabalho

A empresa possui no seu SESMT: médico do trabalho, engenheiro de segurança do trabalho, técnicos de segurança do trabalho e enfermeira do trabalho, há um coordenador de EHS (Programa de atuação responsável) responsável pelo gerenciamento das ações relacionadas a segurança do trabalhador e meio ambiente.

Periodicamente, os procedimentos de segurança são atualizados pelos gestores e operadores com a finalidade de identificar possíveis falhas operacionais ou de gestão.

2.5 Apreciação do posto de trabalho de Inspeção e lavagem do secador rotativo.

2.5.1 Apreciação ergonômica do Sistema Humano-Tarefa-Máquina

A apreciação ergonômica do “Sistema Humano-Tarefa-Máquina” seguirá conforme proposto por Moraes e Mont’Alvão (2003), já descrito anteriormente.

2.5.1.1 Identificação do sistema alvo

A intervenção ergonômica foi realizada no posto de trabalho designado como secadores rotativos de leite fluidizado de uma indústria pernambucana de produtos químicos, cujo setor é responsável pelo processo de secagem do produto. O processo de secagem do produto é dividido em dois sistemas: o primeiro sistema é denominado de pré-secagem e segundo sistema de secagem final. No caso do sistema alvo, outros equipamentos fazem parte do processo, compondo 8 equipamentos que estão associados para garantir a pré-secagem.

A atividade de lavagem do secador rotativo de leite fluidizado é normalmente executada a cada 30 dias, podendo ser realizada em um período inferior a 30 dias, por questões inerentes ao processo produtivo (Obstrução precoce). O procedimento de lavagem do secador rotativo é precedido de uma preparação para entrada no espaço confinado, conforme é especificado no procedimento de entrada em espaço confinado;

2.5.1.2 Característica e posição serial do Sistema

O esquema a seguir apresenta a modelagem do sistema para possibilitar um entendimento do sistema alvo e dos elementos envolvidos diretamente em sua operacionalização, definindo sua meta e sua caracterização conforme as seguintes definições:

- ✓ Objetivo do sistema: para que o sistema serve, sua meta e missão;
- ✓ Requisitos: os atributos que o limitam e aos quais é associado, favorecendo o alcance da meta;
- ✓ Restrições: as coações fixas do próprio ambiente do sistema, dificultando as ações dos requisitos;
- ✓ Entradas: determinam as ações do sistema a serem processadas, transformando-se em saídas;
- ✓ Saídas: resultados gerados das operações do sistema alvo que permitem avaliar o seu desempenho;
- ✓ Resultados despropositados: traduzem falhas e desvios do sistema tais como: incidentes, acidentes, não-conformidades, refugos, produtos defeituosos, contaminação ambiental, etc.

2.5.2 Análise Ergonômica do Trabalho do sistema do secador rotativo de leito fluidizado

O sistema alvo do estudo de caso é o sistema de pré-secagem, no qual existe a necessidade de intervenções periódicas para realização de manutenções corretivas.

A secagem é uma das operações industriais mais usadas na prática, tanto para o acabamento final ou equilíbrio da umidade própria dos diversos materiais processados com o ar ambiente.

O secador rotativo de leito fluidizado é o equipamento utilizado para realizar a pré-secagem do hipoclorito de cálcio, favorecendo a redução gradual da umidade e elevando a concentração do produto ativo desejado ao final do processo.

Com o uso contínuo do secador rotativo, que é o equipamento responsável pela pré-secagem do produto, os dutos internos ficam entupidos de produto. O entupimento desses dutos reduz a eficiência na secagem e, conseqüentemente, causa uma redução da produção. Para manter o volume de produção nos valores necessários ao atendimento da demanda, faz-se necessária a intervenção no processo produtivo por meio de uma manutenção corretiva.

Estas intervenções corretivas consistem na retirada mecanicamente do produto que fica incrustado nos dutos de passagem do ar do secador rotativo.

Tal atividade exige a parada da planta, pois o secador de leito fluidizado é de fundamental importância para manter as operações produtivas.

2.6 Apreciação Ergonômica do Sistema Humano-Tarefa-Máquina

O trabalho em espaços confinados, muitas vezes, em virtude das atividades da tarefa e das restrições espaciais, resultam em constrangimentos posturais para os funcionários. As atividades nestes ambientes são justificadas pelas necessidades emergenciais, pelas intervenções nos processos produtivos. Neste universo, a NR

15 especifica os limites de exposição de trabalhadores a agentes nocivos à saúde e a segurança, enquanto a NR 16 determina os limites de explosividade existentes nos ambientes em estudo. Já a NR 36 aborda os riscos de atividades em espaços confinados e, finalmente, a NR 17 evidencia os riscos ergonômicos nos postos de trabalho.

É muito importante considerar as abordagens das normas regulamentadoras para verificar a pertinência ou não de oferecer os equipamentos de proteção individual ou coletivas, quais as medidas emergenciais ou mitigadoras.

O objeto do trabalho compreende vários postos de trabalho no sistema produtivo, mas a abordagem específica foi no secador rotativo de leite fluidizado que compreende os seguintes procedimentos:

- a) Esvaziamento do secador;
- b) Decomposição do secador;
- c) Lavagem para remoção do material decomposto;
- d) Ventilação do espaço confinado;
- e) Verificação da presença de agentes nocivos;
- f) Travamento dos equipamentos do sistema;
- g) Preparação do operário para entrada;
- h) Monitoramento dos agentes nocivos;
- i) Preenchimento das permissões de trabalho;
- j) Vigilância da atividade em espaço confinado

2.6.1 Sistematização do Sistema Humano-Tarefa-Máquina

MODELO DE CARACTERIZAÇÃO E POSIÇÃO SERIAL DO SISTEMA:

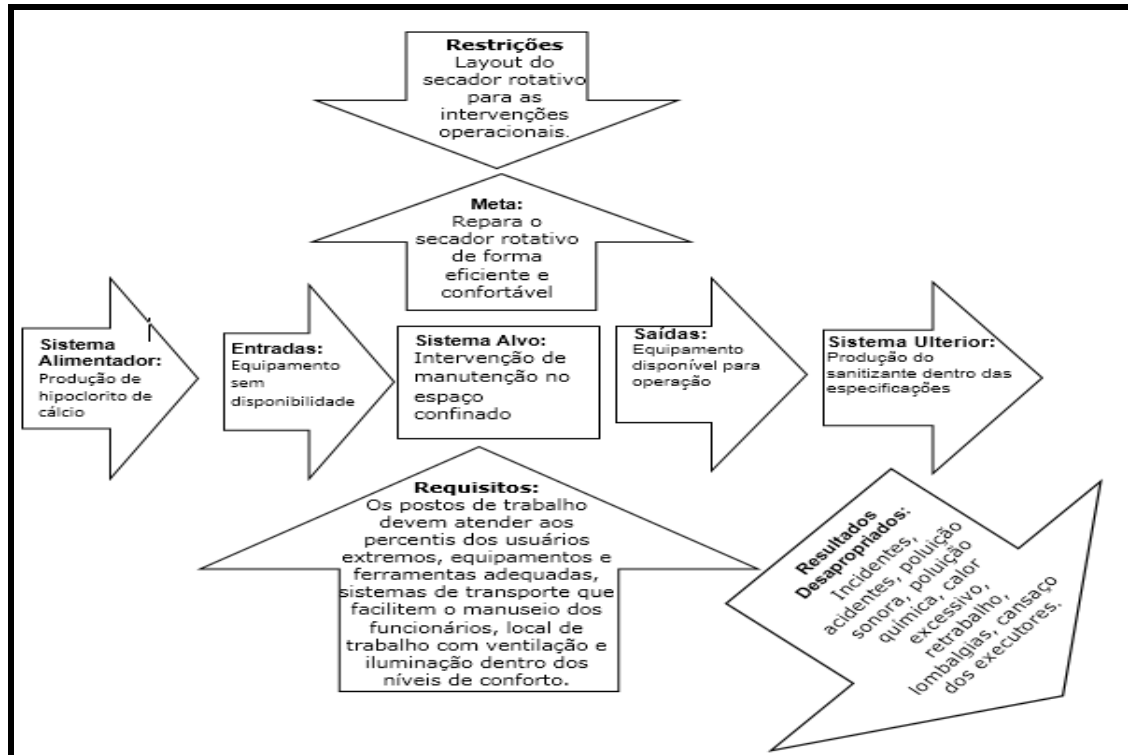


Figura 2.2: Esquema apresenta um modelo simplificado do sistema operando

O sistema alvo, discriminado por secador de leito fluidizado, representado na Figura 2.2, sendo o sistema alimentador o segmento dos processos responsáveis pelas reações químicas e filtração, quando o produto está com umidade de 40% alimenta o secador rotativo de leito fluidizado. A interação do produto com o secador causa entupimentos nos canais de ar que implica em paradas no processo produtivo. Os entupimentos reduzem a produtividade do processo. Para reestabelecer os parâmetros operacionais é necessária a intervenção no secador de leito fluidizado. Os requisitos para intervenção no sistema alvo seguem os procedimentos de parada para intervenção no secador de leito fluidizado, isso implica em preparação para entrada em espaços confinados, que segue os seguintes requisitos:

- Esvaziamento do sistema de secagem;
- Esfriamento do sistema de secagem;
- Lavagem do secador rotativo de leito fluidizado;
- Preparação das entradas em espaços confinados;

- e) Autorização das pessoas que estão habilitadas a entrar em espaços confinados;
- f) Monitoramento do espaço confinado.

Ordenação hierárquica do sistema

A Ordenação hierárquica do sistema se dá pela delimitação do Ecosystema; Indústria química, Supra-sistema: Indústria de Agentes Microbiológico; Supra-sistema: Manutenção Mecânica em Indústria Química, Sistema Alvo: Secador Rotativo de Leito Fluidizado.

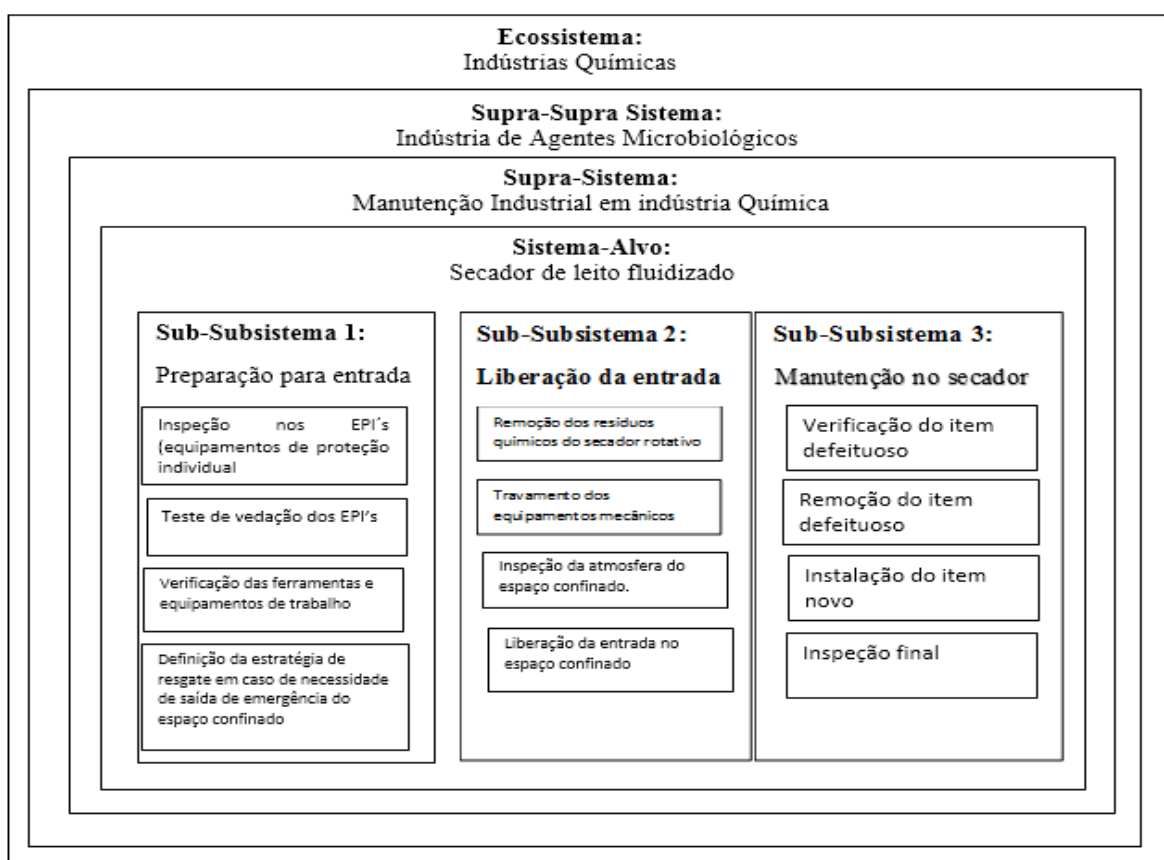


Figura 2.3: Ordenação hierárquica do sistema.

A Figura 2.3, apresenta o esquema da ordenação hierárquica do sistema, cujo foco é o sistema-alvo, e suas subdivisões:

Sub-sistema 1- Preparação para entrada no secador de leito fluidizado;

Sub-sistema 2 – Liberação para entrada - secador de leito fluidizado;

Sub-sistema 3: Manutenção Mecânica no secador de leito fluidizado;

2.6.2 Expansões dos Sistemas:

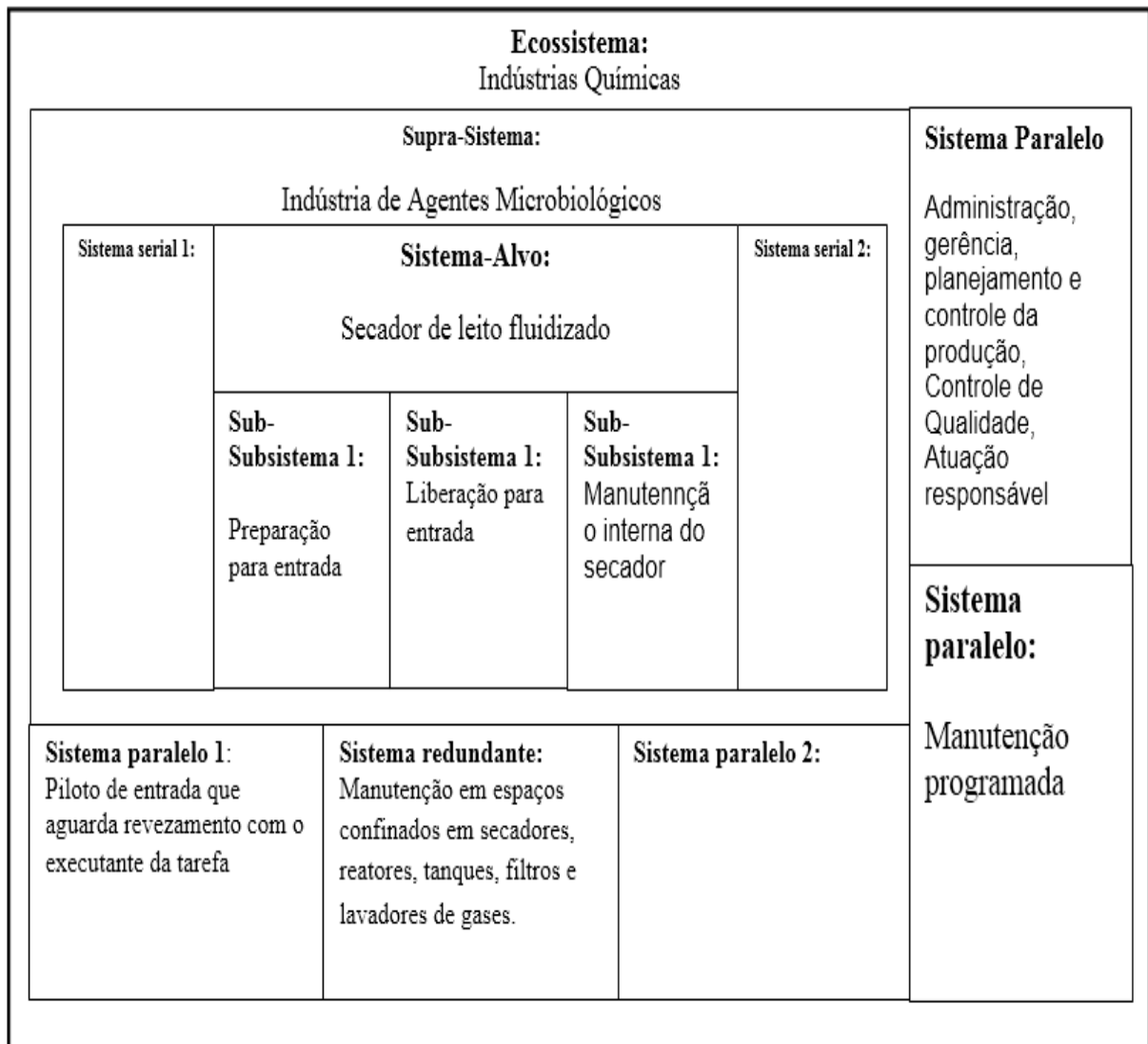


Figura 2.4: Expansão dos sistemas

Modelagem comunicacional do sistema

A figura 2.4 apresenta o expansionismo do sistema, no qual notadamente se percebe o sistema alvo, disponibilizando também outros sistemas paralelos e ele próprio, recebendo como entrada produtos provenientes dos sistemas seriais, que, processando em saída para os que o sucedem. Existe também o sistema redundante que o replica

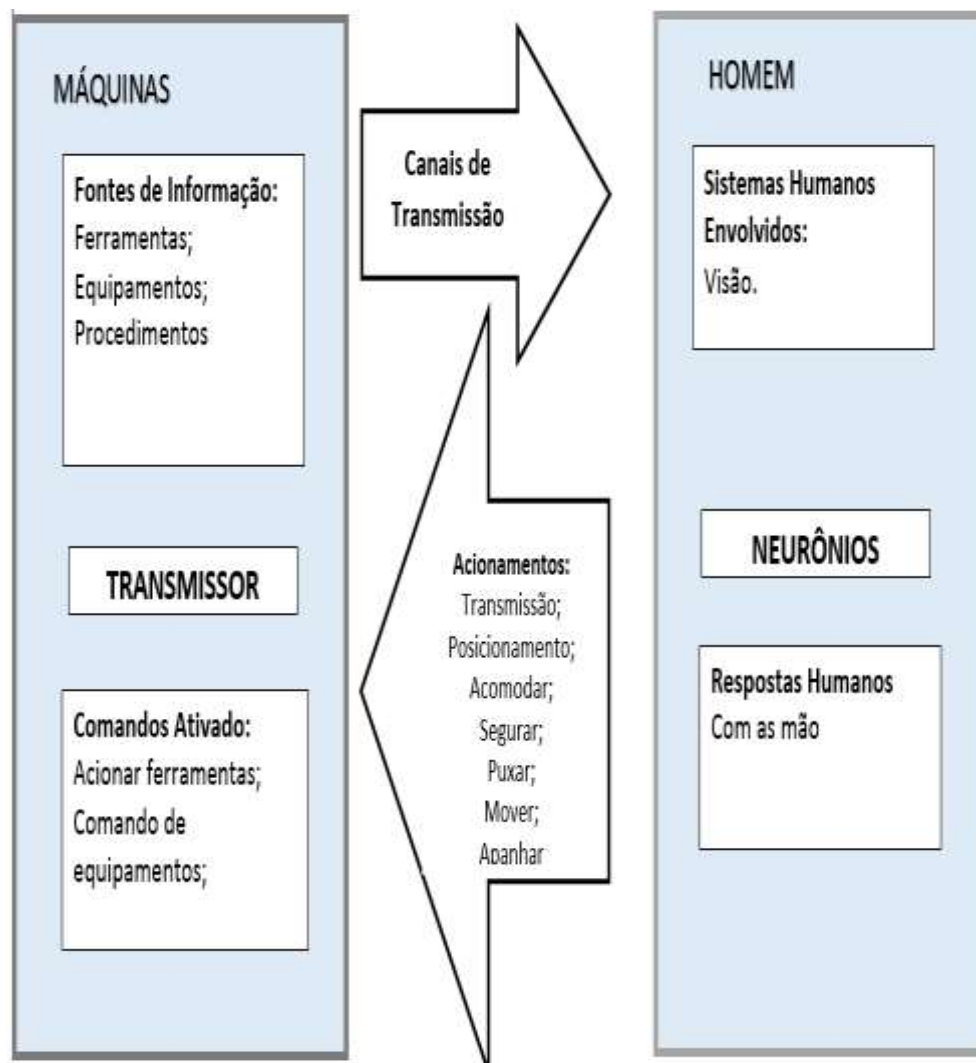


Figura 2.5.: Modelagem comunicacional do sistema

A Figura 2.5 a seguir representa a transmissão de informação, compreendendo os subsistemas humanos de tomada de informação/percepção, considerando os sentidos humanos envolvidos; os subsistemas humanos de respostas/regulação, ou seja, ações realizadas pelos indivíduos, palavras, gestos, posturas, deslocamentos, e os subsistemas dos ambientes dos equipamentos são caracterizados como espaços confinados e que fornecem informações para serem processadas pelos funcionários que trabalham em espaços confinados, os subsistemas as máquinas recebem as ações dos colaboradores.

2.6.3 Fluxograma Ação-Decisão:

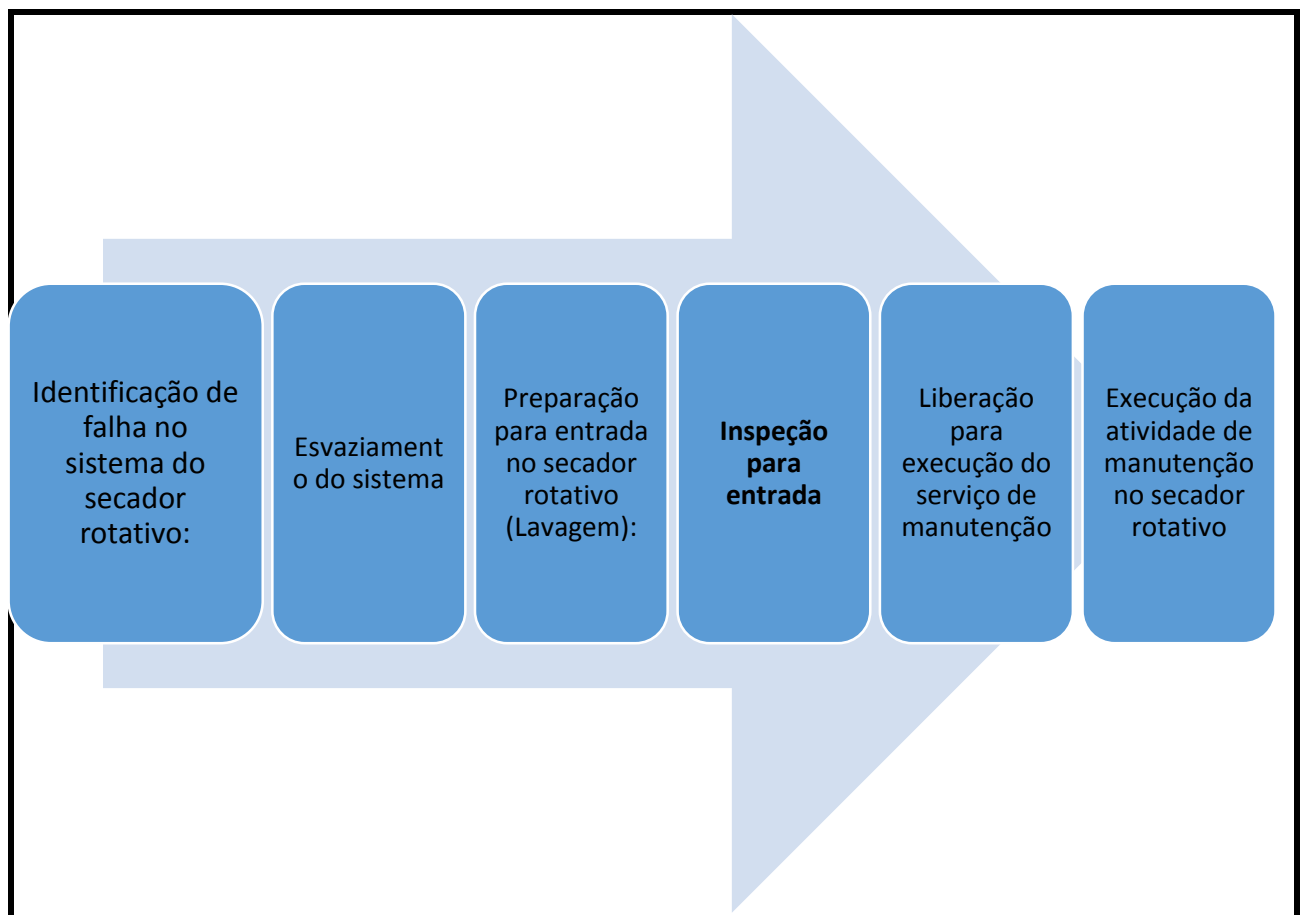


Figura 2.6: Fluxograma Ação-Decisão

2.7 Problematização do Sistema Humano-Tarefa-Máquina

Da definição do problema surge toda a sequência de passos que deverão ser seguidos. A maneira pela qual se concebe o problema é que possibilita decidir o que se deve considerar ou desprezar, quais os elementos a selecionar ou rejeitar, portanto, serão apresentadas as informações levantadas no posto de trabalho alvo desta pesquisa.

2.7.1 Identificação, reconhecimento e delimitação do problema

Na primeira observação da atividade laboral do trabalho de manutenção em espaços confinados, alvo desta pesquisa, foi possível a identificação das situações mais graves e problemáticas às quais os trabalhadores estavam expostos.

O estudo de campo proporcionou a observação de algumas situações de trabalho, que imprime ao trabalhador constrangimento postural, problemas interfaciais, segurança e saúde entre outras. Na observação da atividade foi feita, principalmente por meio de fotografias e filmagens, podendo ser avaliadas e classificadas, conforme apresentação a seguir:

A entrada para manutenção do secador rotativo de leito fluidizado se dá, na maioria das vezes, por uma parada para manutenção programada, mas, em algumas situações, este tipo de intervenção pode ser de natureza corretiva, mas o procedimento de preparação e entrada é o mesmo.

2.7.1.1 Disfunções ergonômicas (interfaciais)

Problemas interfaciais/posturais



Imagem 2.1: Ferramentas para atividade na remoção de carepas do secador rotativo.

- *Os colaboradores tendem a adaptar-se aos equipamentos de proteção respiratória, sofrendo desconforto principalmente pela tração sofrida pelo peso da máscara facial total.*

Problemas interfaciais/posturais



Imagem 2.2: EPI's para atividade na remoção de carepas do secador rotativo.

- *O uso da máscara de proteção contra gases ácidos são de ordem informacionais visuais e causa limitação do campo de visão causado pelo vapores que são formados pela ação da água com o contaminante químico presente no interior do secador rotativo - problemas observados, os de maior frequência durante a intervenção, foram os interfaciais/posturais e físico-ambientais que se tornam mais agravantes, interferindo na saúde e bem-estar dos trabalhadores.*

Problemas interfaciais/posturais



Imagem 2.3: Remoção de carepas do secador rotativo.

- *O tensionamento na região do pescoço, dos braços, do quadril e da panturrilha, como consequência da necessidade de manuseio da mangueira de serviço que trabalha a uma pressão de 8kgf/cm².*

Problemas espaciais/arquiteturais



Imagem 2.4: Remoção de carepas do secador rotativo.

- *Não há espaço suficiente para a operação elevar os braços durante o corpo ereto no momento da lavagem, ocasionando esforço nos membros superiores. A mangueira usada para remoção das carepas internas trabalha a uma pressão de aproximadamente 8,0 kgf/cm³ e imprime uma pressão nos membros superiores e inferiores durante a execução da tarefa.*

Problemas espaciais/arquiteturais



Imagem 2.5: Iluminação na área de entrada do secador rotativo.

- *Em trabalhos noturnos, há necessidades de instalação de iluminação auxiliar, que causa ofuscamento no trabalhador, ampliando a dificuldade na área de trabalho do colaborado. A própria iluminação fica nas costas do trabalhador e não uma mobilidade da iluminação a medida que a atividade evolui dentro do espaço confinado.*

Problemas espaciais/arquiteturais



Imagem 2.6: Porta de entrada do secador rotativo.

- *A porta de entrada dificulta a entrada e saída do operador e a situação é considerada com maior risco de acidentes quando há necessidade de uma saída de emergência ou operação de resgate, mesmo atendendo o que especifica a NBR, o meio de acesso associado aos EPI's (Macacão de PVC, bota de borraca, Luvas de Latex e Máscara facial), eleva o constrangimento no momento do acesso ao espaço confinado.*
- *Há um espaço entre a porta de entrada e a área de trabalho que obriga ao operário utilizar um rampa de acesso.*

Problemas acionais



Imagem 2.7: Ferramentas para limpeza do secador rotativo

- *Para a remoção do sólido depositado nos dutos de ar do secador rotativo de leito fluidizado, os operadores necessitam de utilização de ferramentas improvisadas, ou seja, que não foram preparadas para a tarefa.*
- *Outro aspecto associado às ferramentas são movimentos vigorosos e repetitivos em um espaço pequeno, cuja pega não está apropriada, causando desconforto ao usuário.*

Problemas operacionais.



Imagem 2.8 : Inspeção para identificar a presença de contaminantes secador rotativo.

- *A liberação do espaço confinado é feita com a preparação do ambiente, de forma que a concentração do contaminante químico e de outros agentes tóxicos que possam ser encontrado no ambiente confinado*
- *Mesmo com todas as avaliações prévias, o ambiente não fica completamente livre de agentes tóxicos e exige que, em todo momento durante a atividade no espaço confinado, o ar seja monitorado.*

2.8 Parecer ergonômico sobre o sistema homem-tarefa-máquina

2.8.1 Priorização dos problemas

Depois da verificação da tarefa, duas condições de trabalho merecem uma atenção especial: as condições ambientais, sendo iminente a presença do contaminante químico acima dos limites de tolerância especificado na NR15, e os constrangimentos posturais, nos quais o operário fica em uma postura curvada durante a execução da tarefa.

Posturas	Áreas de risco de dores e doenças
De pé, com pouco movimento	Curvatura na coluna e tensões na região cervical.
De pé, com tensões nos membros superiores	Músculos tensos nas costas, braços e pernas
Braços estendidos	Tensão na musculatura do braço e antebraço,
Pernas tensionadas	Tensão na panturrilha
Tronco inclinado para frente	Desconforto na região lombar e cervical
Pegas das ferramentas não têm pega adequada	Tensões na musculatura das mãos

Tabela 2.1: Posturas de áreas de risco de dores e doenças

2.8.1 Predições

Durante a apreciação ergonômica, problematização homem-tarefa-máquina, podemos fazer conjecturas que podem direcionar a área que implica em maior constrangimento ergonômico, e que será o foco da diagnose, tendo como hipótese a limitação do funcionário no espaço confinado, acarretando na redução das queixas durante a execução da tarefa.

- Verificar possibilidade de uma melhor condição de execução da tarefa no ambiente laboral de forma que seja suficiente para a operação elevar os braços

durante o corpo ereto no momento da lavagem, ocasionando esforço nos membros superiores.

- Ver a possibilidade de um suporte para a mangueira usada para remoção das carepas internas, trabalhar a uma pressão de aproximadamente 8,0 kgf/cm³ e imprimir uma pressão nos membros superiores e inferiores durante a execução da tarefa.
- Diminuir ou eliminar os trabalhos noturnos e a necessidade de instalação de iluminação auxiliar, causadoras do ofuscamento no trabalhador.
- Verificar a possibilidade da redução das concentrações do contaminantes antes da entrada, por meio da ventilação industrial ou decomposição acelerada do agente.

2.8.2 Sugestões preliminares de melhoria

- Para minimizar o problema espacial relacionado aos funcionários terem que trabalhar com a coluna cervical curvada, promovendo uma pressão nas vertebrae, verificamos a possibilidade do trabalhador exercer sua função na posição sentado quando estiver no espaço confinado, minimizando as pressões sobre os discos vertebrais e a musculatura da região cervical.
- Quanto aos trabalhos noturnos, rever a programação e evitar que tais atividades sejam executadas sem a iluminação natural, evitando o ofuscamento no trabalhador durante a execução da tarefa, acrescentado na inspeção inicial de liberação do espaço a informação sobre trabalhos noturnos.
- Para facilitar o acesso ao espaço confinado, oferecer rampas móveis de acesso entre a porta de entrada dificulta a entrada e saída do operador e a situação é considerada, para o acesso, normais ou em situações de emergência ou operações de resgate.
- Para a remoção do sólido depositado nos dutos de ar, argumentar a necessidade de ferramentas com empunhaduras e dimensões mais adequadas que possam possibilitar maior eficiência na execução dos serviços de limpeza.
- Mesmo depois das lavagens para redução da concentração do contaminante químico, manter a ventilação artificial a fim de evitar concentração do contaminante

no ambiente laboral e o monitoramento das concentrações dos contaminantes com dosímetro portátil. Esta precaução se dá pela presença de espaços, não acessíveis aos trabalhadores, onde ficam depositados os contaminantes que não são removidos durante a lavagem de preparação para entrada.

- Melhoria nas ferramentas de uso para remoção do sólido depositado nos dutos de ar, onde os operadores necessitam de utilização de ferramentas improvisadas.
- Verificar a possibilidade de redução dos movimentos repetitivos e vigorosos.

A seguir, apresenta-se o Quadro de Formulação de Problemas e Sugestões Preliminares de Melhorias (Tabela 2.2).

QUADRO DE FORMULAÇÃO DE PROBLEMA E SUGESTÕES PRELIMINARES DE MELHORIAS

Classes de Problemas	Problemas	Requisitos	Constrangimentos da Tarefa	Custos Humanos da Tarefa	Disfunções do Sistema	Sugestões Preliminares de melhorias	Restrição do sistema
Acionais e Acidentários	Pressão da região da palma das mãos para segurar as ferramentas	Ferramentas com pegos apropriados ao uso na execução do serviço	Pressão na remoção das camadas encrostadas nas paredes do secador	Fadiga muscular	Tempo elevado na intervenção	Novas ferramentas de trabalho	Não existem ferramentas específicas para a execução da tarefa
	Tração da região cervical	Mudar o posicionamento dentro do espaço confinado	Arquitetura do ambiente limita a posição ereta do corpo	Contração na região cervical	Tempo elevado na intervenção	Diminuir o tempo de exposição ambiente confinado	Desconhecimento de outra forma de fazer a intervenção
	Alongamento da panturrilha	Mudar o posicionamento dentro do espaço confinado	Arquitetura do ambiente limita a posição ereta do corpo	Fadiga muscular	Tempo elevado na intervenção	Diminuir o tempo de exposição ambiente confinado	Desconhecimento de outra forma de fazer a intervenção

	Risco de acidente	Uso de EPI's	Risco de quedas ou queimaduras	Ferimentos	Tempo elevado na intervenção	Não há	Condição de risco inerente ao espaço confinado
Operacionais	Atividade rotineira	Realizar rodízios entre os trabalhadores	Limitação médicas e legais	Fadiga muscular, Desmotivação	Tempo elevado na intervenção	Instalar dispositivo que diminui o tempo de exposição ao ambiente confinado	Dificuldade em nacionalizar projeto já existente na unidade do USA.
Organizacionais	Trabalhos noturnos	Programar trabalhos em horários diurnos	Paradas do processo não programadas	Estresse, fadiga, mal estar.	Tempo elevado na intervenção	Revisão das programações de parada	Ações externas ao processo produtivo
Físico Ambientais	Ruído	Uso de EPI	Desconforto para executar a tarefa	Estresse, fadiga, mal estar.	Equipamentos em operação simultânea, sendo fonte de geração de ruído.	Não há	Equipamentos com tracionamentos pesados, ventiladores e compressores de grande porte
	Calor	Uso de EPI	Desconforto para executar a tarefa	Estresse, fadiga, mal estar.	Baixa circulação de ar.	Uso de roupa inflada com ar comprimido.	Equipamento projetado para manufatura
	Contaminante Químico	Uso de EPI	Desconforto para executar a tarefa, limitação do campo de visão e na mobilidade.	Irritação dos olhos e trato respiratório, queimaduras.	Arquitetura não contempla a necessidade de intervenção humana, presença de traços do contaminante químico	Diminuição do tempo de exposição	Equipamento projetado para manufatura e não para ocupação humana.
	Iluminamento	Uso de luminárias	Baixa visualização da área de trabalho para atividade de maior precisão.	Acidentes	Arquitetura não contempla a necessidade de intervenção humana	Não há	Equipamento projetado para manufatura e não para ocupação humana.

Tabela 2.2: formulação de problema e sugestões preliminares de melhorias

2.9 Diagnoses ergonômica

Nesta etapa analisamos os principais problemas relacionados a tarefas executadas em um ambiente confinado, assim como, dos custos humanos que identificados na fase da apreciação, aplicando as ferramentas adequadas para sua avaliação. O posto de trabalho foi alvo de uma avaliação, levando em consideração as considerações descritas na NR15.

2.9.1 Considerações sobre a organização do trabalho em espaços confinados.

- **Número total de trabalhadores:** 25 diretos, distribuídos entre as diversas áreas da empresa, contando no setor de manutenção e produção no setor alvo;
- **Jornada de trabalho:** as fabricam funcionam 24 horas por dia, em três turnos de 8 horas e intervalos de 1 horas para as refeições. A programação de manutenção está relacionada à necessidade de intervenção no secador rotativo.
- **Controle de pessoal nas atividades em espaços confinados:** a autorização para entrada em espaços confinados só é permitida mediante a autorização do departamento de segurança do trabalho, sendo necessária a presença do piloto de entrada. Antes da entrada, é necessário o preenchimento da permissão de entrada, inspeção da existência de concentração de oxigênio e a presença da algum agente tóxico, travamento de equipamento e equipe de resgate em caso de saída de emergência;
- **Exigências impostas pela tarefa:** a tarefa exige esforço físico, utilização de ferramentas improvisadas, sendo executada por pessoas treinadas e autorizadas para a tarefa. O ambiente físico apresenta calor, ruído e baixa luminosidade e presença de contaminante químico. A utilização de EPI's eleva o estresse.

2.9.2 Observações feitas no processo inicial da diagnose

- Falta na padronização das ferramentas manuais usadas na limpeza dos dutos de ar, criar um dispositivo que possibilite a limpeza, proporcionando um maior afastamento do funcionário do duto de ar;
- Falta de pertinência e adequação da oferta de um assento móvel que possa se deslocar dentro do espaço de trabalho, tanto horizontalmente como verticalmente, possibilitando a facilidade de uma saída repentina ou até uma melhor condição de resgate em caso de emergência.
- Rever os sistema de ventilação mecânica durante a execução da tarefa com vista a diminuir a concentração de contaminantes;
- Rever a real necessidade de trabalhos noturnos em espaços confinados. Quando for extremamente necessário, criar uma comissão multidisciplinar para avaliar os riscos e as condições da execução da tarefa.
- Verificar sistematicamente as modificações sugeridas, durante a implementação, treinamento de pessoal e revisão dos procedimentos operacionais.
- Avaliar a acessibilidade aos espaços, assim como os meios de resgate em caso de emergências

2.9.3 Organização do trabalho

- O número de funcionários: 56 departamento de produção e 30 no departamento de manutenção.

- Os funcionários dos turnos de revezamento ininterruptos têm folgas de 4 dias. Os funcionários lotados no departamento de manutenção trabalham de 07:30 às 17:00h com uma hora de intervalo para refeições.

Tabela de trabalho em turno e no horário administrativo

Turma	1º turno	2º turno	3º turno	Folgas
A	06:00 às 15:15	14:15às 22:15	22:15 as 06:15	Alternada de 4 dias
B	06:00 às 15:15	14:15às 22:15	22:15 as 06:15	Alternada de 4 dias
C	06:00 às 15:15	14:15às 22:15	22:15 as 06:15	Alternada de 4 dias
D	06:00 às 15:15	14:15às 22:15	22:15 as 06:15	Alternada de 4 dias
E	06:00 às 15:15	14:15às 22:15	22:15 as 06:15	Alternada de 4 dias
ADM	07:30 às 17:15			Sábados e Domingos

Tabela 2.3: Escada de trabalho em turno e no horário administrativo, (NORDESCLOR, 2000)

- Os funcionários de turno têm uma hora de intervalo para refeição

2.9.3 Análise da tarefa em atividades em espaços confinados

Na análise do fluxograma das atividades da tarefa, é possível o registro comportamental das posturas assumidas, permitindo avaliar os constrangimentos da tarefa e do posto de trabalho. Na observação da tarefa, tornou-se possível determinar a amplitude das atividades laborais, dentro e fora do posto de trabalho. A avaliação por meio do fluxograma da tarefa permite verificar a fadiga operacional, como meio de entender a as posturas em relação às dificuldades supostas.

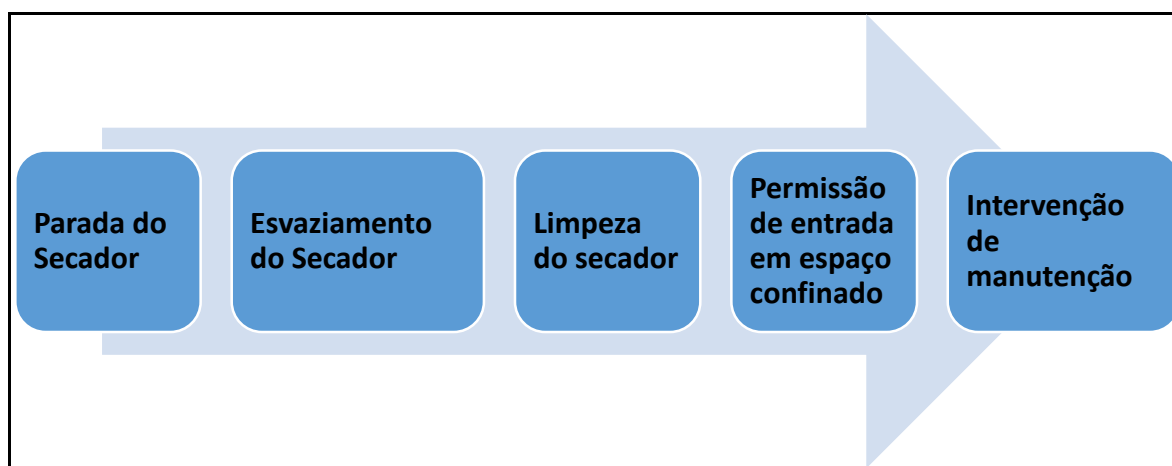


Figura 2.8: Fluxograma da atividade em espaço confinado do secador rotativo.

A Figura 2.8 representa o fluxograma das atividades no espaço confinado, ou sistema alvo, secador rotativo de leito fluidizado, que caracteriza as etapas até a intervenção para manutenção.

- a) Parada do secador: procedimento operacional consistente em fechar a alimentação de vapor para os trocadores de calor, desligamentos dos ventiladores de ar e desligamento do filtro rotativo à vácuo, responsáveis pela alimentação com produto;
- b) Esvaziamento do Secador: remoção do leito para o sistema de classificação;
- c) Lavagem do secador: com água de processo, iniciar a lavagem do secador logo após a remoção do leito.
- d) Permissão de entrada em espaço confinado: assim que o interior do secador estiver totalmente limpo e seco, inicia-se a inspeção do ambiente para identificar a presença de contaminante químico, a concentração de oxigênio e a presença de gases explosivos; travamento dos equipamentos que alimentam o secador, as roscar transportadoras do sistema de secagem e do próprio secador;
- e) Intervenção de manutenção: logo que o espaço tenha sido liberado para entrada, inicia-se a intervenção de manutenção.

Nas observações assistemáticas e análises comportamentais, foi possível fazer os registros da tarefa e dos problemas, por meio de fotografias e vídeos. No processo de avaliação da atividade laboral foi considerado o tempo na estação de trabalho e o tempo fora a atividades exercidas fora do posto de trabalho, ou seja, a frequência dentro e fora do posto de trabalho. Na sequência, foram registradas as frequência responsáveis pela fadiga. Finalmente foram estudadas as posturas que implicam nas atividades que implicam na realização da tarefa, flexão e rotação lateral, tração dos braços e pernas, inclinação do troco.

Registros de comportamentos:

- a) Permanência no posto de trabalho;
- b) Posturas assumidas;
- c) Ferramentas;
- d) Riscos ambientais;
- e) Apoios

2.10 Avaliação ambiental

O Ministério do Trabalho e Emprego estabelece, através das considerações da NR-15, as condições que caracterizam os ambientes salubres para os trabalhadores, assim, com o objetivo de avaliar se as condições ambientais do posto de trabalho estão adequadas às recomendações das normas brasileiras foram realizadas avaliações de Ruído, calor, nível de oxigênio e a presença de algum agente nocivo possível no espaço confinado.

2.10.1 Avaliação de Ruído

A exposição de trabalhadores à níveis elevados de pressão sonora pode causar danos ao sistema auditivo caso esses níveis estejam acima dos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR15. As avaliações foram realizadas com o instrumento de avaliação do nível de pressão sonora da marca Instrutherm, do modelo THDL-400 que foi programado para operar no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW), obedecendo às recomendações da NR15 – as atividades e operações insalubres, em seu anexo nº1 – Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente, para este tipo de análise.

A medição no ambiente laboral resultou nos seguintes valores conforme a tabela a seguir:

LOCAL	NÍVEL MÉDIO	LIMITE DE TOLERÂNCIA (NR15, ANEXO Nº1)	AVALIAÇÃO AMBIENTAL RUÍDO
Secador Rotativo	86,54 dB(A)	85 dB (A)/8horas	Acima do limite de tolerância para 8 horas de exposição

Tabela 2.4: Avaliação de Ruído,

As medições de ruídos realizadas no ambiente laboral do trabalhador que executa atividades de espaço confinado no secador rotativo indicaram que a intensidade

sonora está acima do limite de tolerância para 8 horas de exposição, que implica que uma grande possibilidade de gerar problemas à saúde e à segurança dos trabalhadores.

2.10.2 Avaliação de Luminosidade

O nível de Luminosidade no ambiente laboral foi avaliado com a utilização da NBR5412 – Iluminação de interiores. Esta norma estabelece os valores de Iluminância médias mínimas em serviços de iluminação, incluindo atividades em ambientes industriais.

Segundo a NBR 5412, os níveis de Iluminância devem ser avaliados no campo de trabalho e, quando esse não pode ser especificado, deve ser feito em plano horizontal a 0,75 metros do piso. Para tal avaliação foi utilizado um Luxímetro da marca MINIPA – 1010, onde foram obtidas os seguintes resultados.

LOCAL	MEDIÇÕES EM LUX	NÍVEL RECOMENDADO (NBR-1543)	AVALIAÇÃO DA ILUMINÂNCIA
Secador Rotativo	234 lux	300 lux	Iluminância inferior ao estabelecido na NBR-1543

Tabela 2.5. Avaliação dos níveis de Iluminância

2.10.3 Avaliação do conforto térmico

As avaliações de conforto térmico ocupacional foram realizadas por meio do “Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo”, IBUTG, buscando, com isso, caracterizar ou não a exposição desses colaboradores a um ambiente considerado insalubre, ou seja, que esteja com os índices de IBUTG acima do Limite de Tolerância (LT) permitidos para este tipo de atividade. As avaliações foram realizadas no espaço confinado, delimitado a um secador rotativo de uma unidade industrial do setor Químico, seguindo as recomendações estabelecidas pela NR-15 – Atividades e Operações Insalubres em seu anexo 3 – Limites de Tolerância para Exposição ao Calor.

A avaliação foi realizada considerando a atividade de remoção de material incrustado nas paredes internas do secador rotativo, sendo, após a avaliação exercidas pelos funcionários que trabalham em espaço confinado, o IBUTG de 28,5, conforme demonstra o quadro abaixo:

LOCAL	VALOR IBUTG	LIMITE DE TOLERÂNCIA (LT)	AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO
Secador Rotativo	27,2	28,5	Limite de tolerância para atividades de manutenção

Tabela 2.6: Avaliação de Conforto Térmico

Após a avaliação, foi observado que os níveis de IBUTG encontrado não expõe os trabalhadores a um ambiente insalubre, pois o limite de tolerância estabelecido pela NR-15 não foi atingido.

2.10.4 Análise de Agentes Químicos

Nas atividades ou operações nas quais os trabalhadores ficam expostos a agentes químicos, a caracterização de insalubridade ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância constantes, conforme está descrito na NR-15 anexo 11, tabela 2.7.

AGENTES QUÍMICOS	ATÉ 48 HORAS/SEMANA		GRAU DE INSALUBRIDADE A SER CONSIDERADO NO CASO DE SUA CARACTERIZAÇÃO
	Limite de tolerância em ppm	Concentração em ppm	
Cloro	0,8	2,4	Máximo
* ppm - partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado.			

Tabela 2.7: Análise de presença de gás cloro em ppm.

2.11 Análise antropométrica do posto de trabalho em espaço confinado: Secador Rotativo de Leito Fluidizado.

Resultados dos registros corporais observou-se que constrangimentos nas movimentação dentro do ambiente confinado.

Na primeira avaliação foi considerado o menor homem, percentil 2,5%, conforme Figura 2.13, considerado as dimensões antropométricas fazendo uso dos manequins antropométricos e das dimensões do posto de trabalho, (SOARES, 2002).

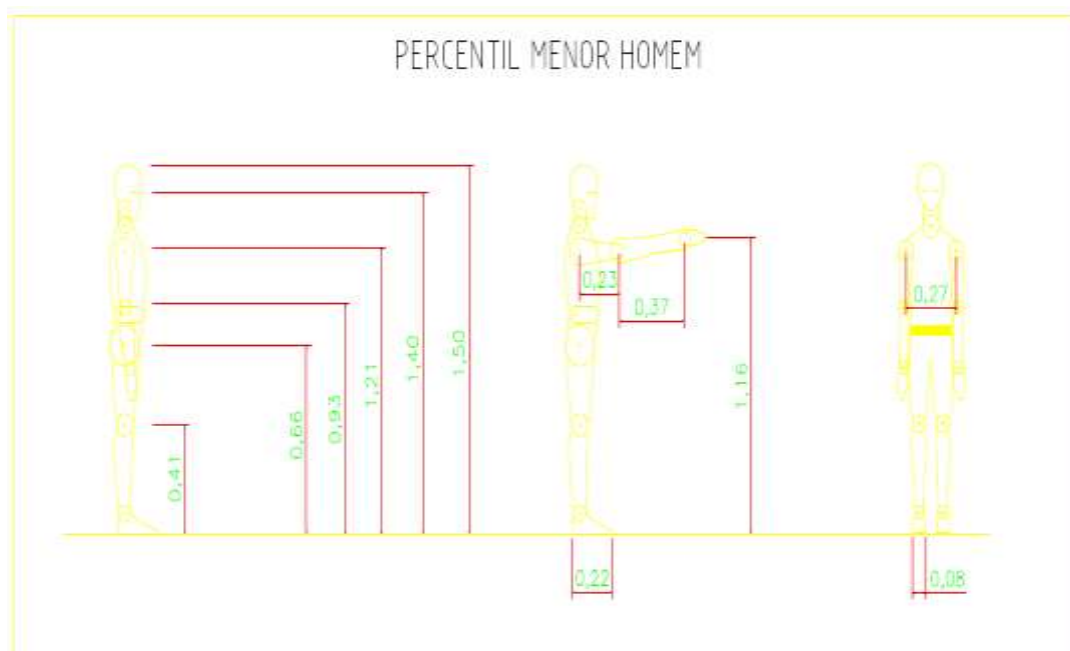


Figura 2.13: Medidas antropométricas percentil menor homem.

Na segunda avaliação foi considerado o menor homem, percentil 97,5%, conforme Figura 2.14, considerado as dimensões antropométricas fazendo uso dos manequins antropométricos e das dimensões do posto de trabalho, (SOARES, 2002).

evidenciar as relações dimensionais homem-tarefa-máquinas, analisando as situações extremas, definindo propostas, avaliando soluções de compromisso ou procedendo as revisões necessárias.

Na definição dos requisitos de viabilidade como solução para as condições que impõem restrições ao ambiente laboral, assim, os manequins antropométricos são ferramentas imprescindível para se obter uma visão bidimensional do posto de trabalho, proporcionado ângulos biomecânicos de conforto, além de compatibilizar estes parâmetros com a posição no espaço dos olhos, braços e pernas dos usuários extremos.

2.12 Dimensões extrema do posto de trabalho no espaço confinado: Secador Rotativo de Leito Fluidizado

O posicionamento dos manequins antropométricos permite definir o campo de ação do maior e do menor usuário, estabelecidos em função das atividades das tarefas. O campo de visão é definido como uma seção de um cone, com base elíptica, cujo ângulo se define pelo ângulo de visão e a altura do raio de localização.

O estabelecimento do ângulo de visão se dá pelo delineamento do campo de visão, tendo como referência as características de visão central, pois a esta é responsável pela percepção dos detalhes. Segundo GRANDEJEAN (2008), a visão de até 30° é considerada como a linha de visão normal, 5° acima e 30° abaixo de uma linha horizontal imaginária.

A movimentação dos seguimentos corporais em torno dos centros de articulação – ombro, cotovelo, pulso, quadril, joelhos e tornozelos – define limites de conforto em torno dos centros de articulação nos planos lateral/sagital, superior/cranial e frontal/coronal. Os valores situados próximos ao ponto médio dos limites de movimentação são considerados recomendáveis, enquanto os mais distantes podem acarretar em custos humanos.

Com relação à movimentação da cabeça, adotou-se um giro de 20° em torno do seu eixo – ângulo considerado dentro dos limites de conforto –, de forma a poder permitir uma maior amplitude do campo de visão.

Para identificar os possíveis constrangimentos posturais assumidos pelos funcionários quanto à utilização do posto de trabalho, foram utilizados manequins antropométricos elaborados em pranchas de Auto CAD, considerando as medidas antropométricas do “menor homem e maior homem” (homem percentil 2,5% e homem percentil 97,5%), sendo manuseada as pranchas de Auto CAD por um design industrial, fazendo a montagem dos manequins sobre o secador rotativo, considerando as medidas de altura, largura e profundidade, nas vistas lateral, frontal e superior com os manequins em dimensões sobrepostas (maior e menor no posto de trabalho).

A projeção gráfica dos manequins sobre o posto de trabalho possibilita verificar o ângulo de visão em relação ao posto de trabalho, assim como os alcances, as posturas assumidas e o ângulo dos braços.

Pode-se, então, comparar com os resultados dos registros fotográficos e das filmagens, e das respostas dos questionários e do protocolo de Corlett. Ao relacionar todas as informações obtidas, podemos considerar se a postura está forçada ou não. Como consequência do estudo do posto de trabalho, aqui denominado com “secador rotativo de leito fluidizado”, verificam-se os constrangimentos do posto de trabalho em relação aos usuários alvo.

Os ângulos de conforto adotados nesta pesquisa foram baseados de DIFFRIENT et al. (1983) e estão apresentados na tabela 2.8

Centro de articulação	Planos		
	Lateral/Sagital	Superior/Cranial	Frontal/Coronal
Cabeça	30/+30	45/+45	20/+20
Ombro	15/+35	0/25	0/20

Cotovelo	80/165	60/+45	20/98
Tronco	0/30	-	-
Quadril	95/120	5/+20	-
Joelho	95/135	-	

Tabela 2.8: Ângulo de conforto para manequins antropométricos:

Para esta análise foi considerado apenas um posto de trabalho, secador rotativo de leito fluidizado, encontrado no setor de produção da empresa alvo.

Segue as imagens com as vistas analisadas. Cada desenho corresponde à vista do posto de trabalho, ou seja, do trabalhador associado ao ambiente confinado:

- I. Dimensões do menor homem “percentil 2,5%” do manequim antropométrico
- II. Dimensões do maior homem “percentil 97,5%” do manequim antropométrico.
- III. Vista frontal do posto de trabalho / Secador rotativo
- IV. Vista lateral do posto de trabalho / Secador rotativo
- V. Vista superior do posto de trabalho / Secador rotativo

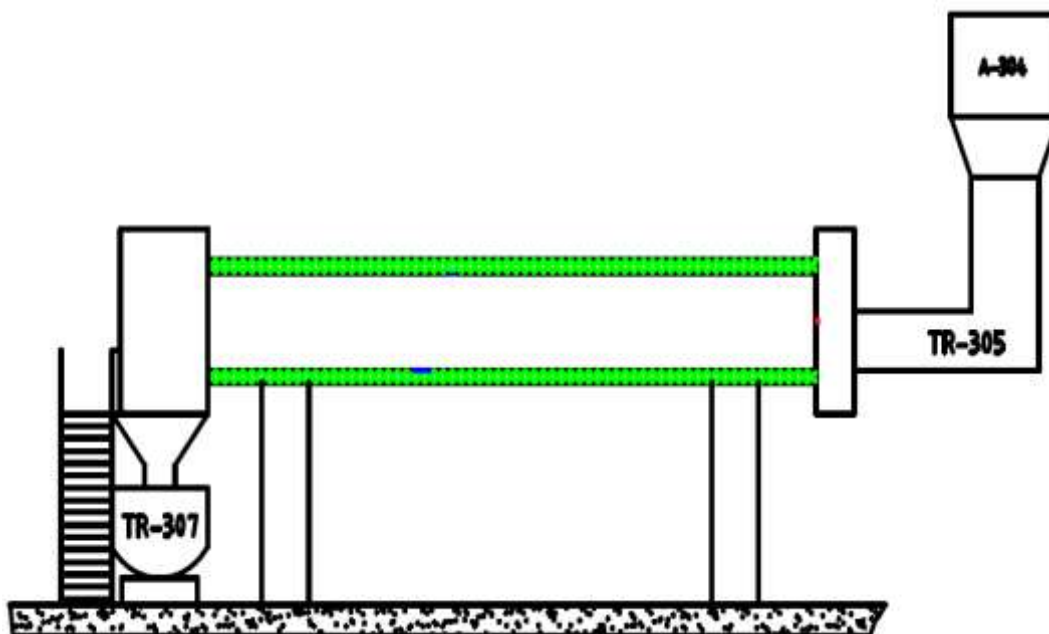


Figura 2.15: Vista lateral do Secador Rotativo de Leito Fluidizado

A Figura 2.15 apresenta uma vista lateral do Secador Rotativo de Leito Fluidizado, com os equipamentos da anterior e da posterior ao processo, ficando evidente o

acesso ao interior do secador (posto de trabalho sistema alvo da avaliação ergonômica).

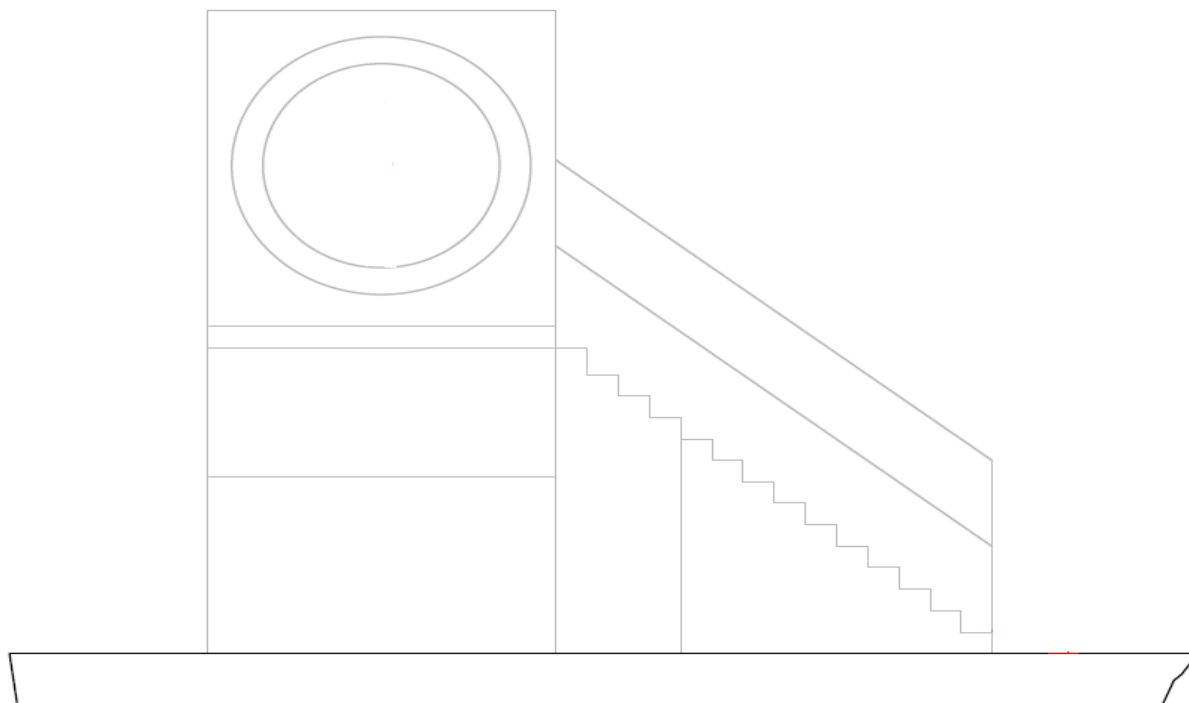


Figura 2.16: Vista Lateral do Secador Rotativo de Leito Fluidizado

A Vista Lateral do Secador Rotativo de Leito Fluidizado mostra o acesso para o local onde é realizada a intervenção em espaço confinado.

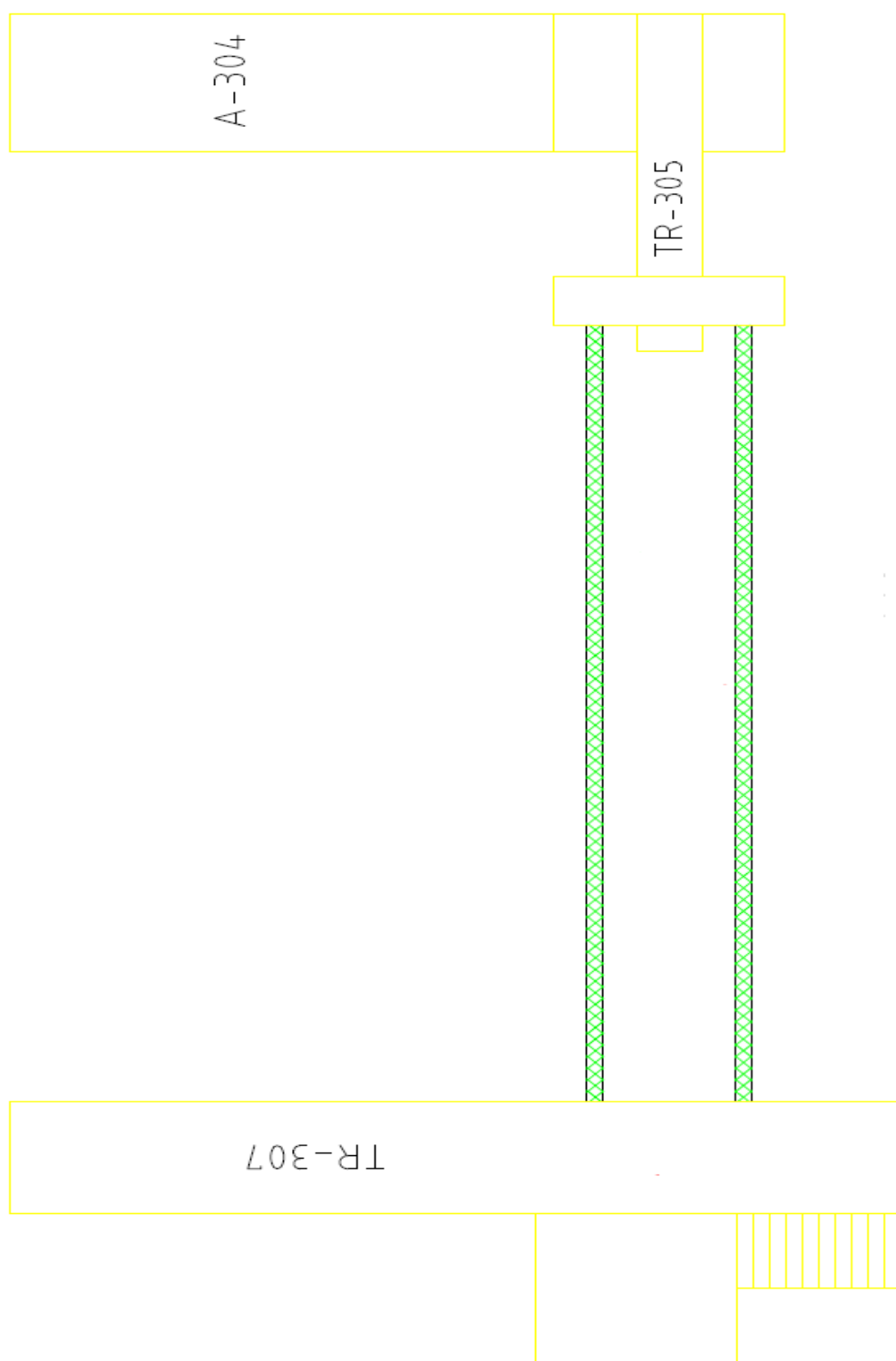


Figura 2.17: Vista de topo do Secador Rotativo de Leito Fluidizado

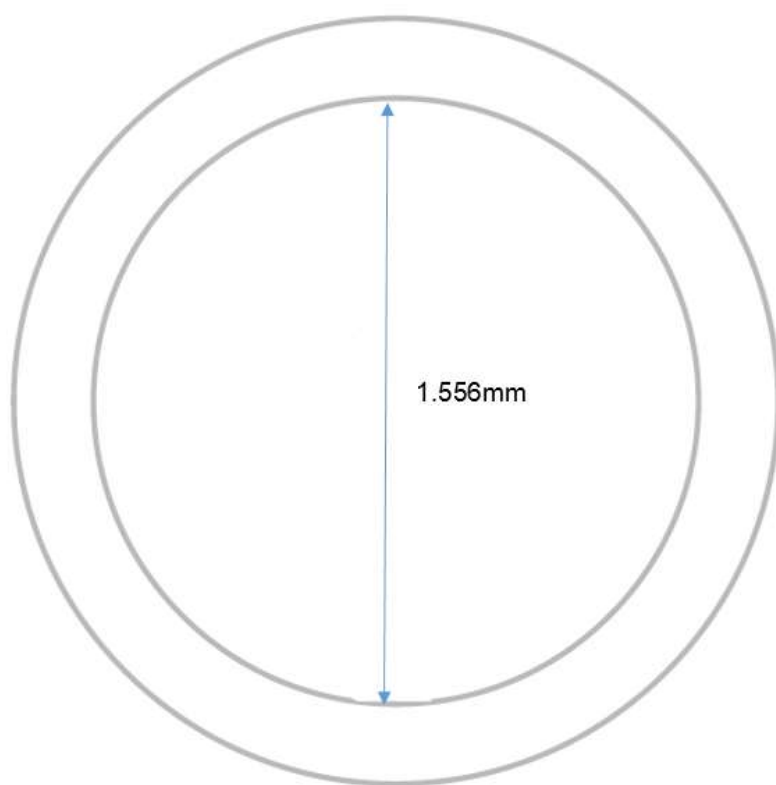


Figura 2.18 – Corte da Vista frontal do posto de trabalho / Secador rotativo

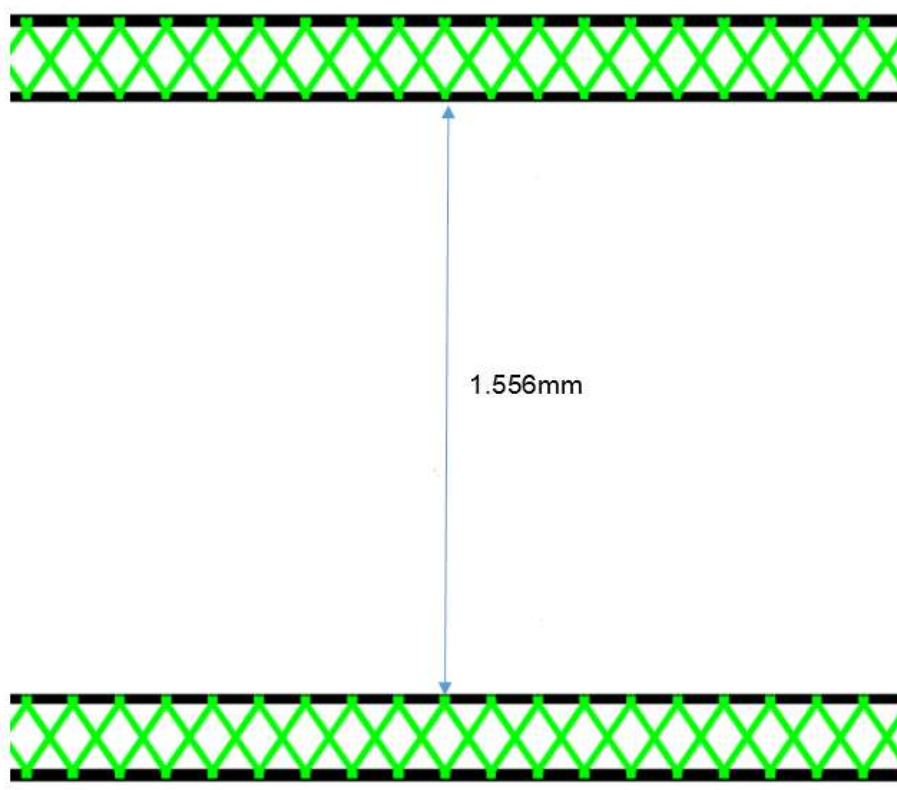


Figura 2.20: Corte da Vista lateral do posto de trabalho / Secador rotativo

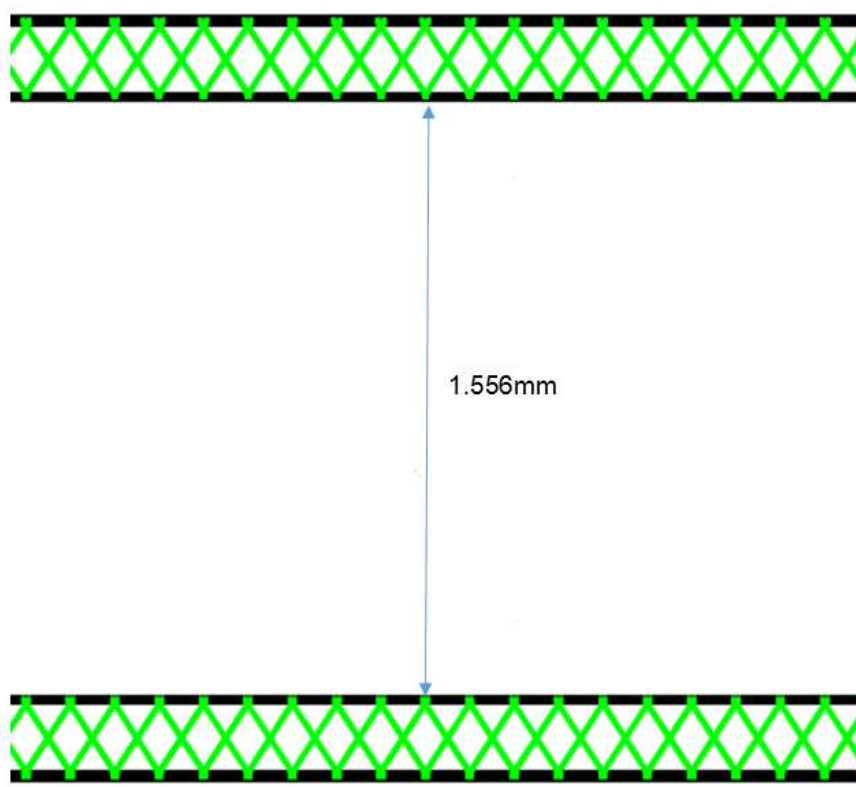


Figura 2.21: Corte da Vista de topo do posto de trabalho / Secador rotativo

2.13 Medidas Antropométricas

	Maior Homem	Menor Homem	Maior Mulher	Menor Mulher
Altura do topo da cabeça	1880	1615	1740	1491
Altura do nível dos olhos	1760	1514	1628	1389
Altura do ombro, no acrômio.	1554	1339	1426	1211
Altura do cotovelo em flexão, no olecrânio.	1551	0980	1062	0894
Altura do quadril inferior, no trocanter maior (ponto H)	1024	0854	0910	0743
Altura do joelho na rótula	0544	0457	0498	0419
Envergadura entre as extremidades dos dedos médios.	1951	1661	1803	1951
Alcance frontal, mão em pega-pinça, até a extremidade do polegar.	0881	0725	0817	0665

Tabela 2.9: Medidas antropométricas para avaliação do posto de trabalho, (SOARES, 2001)

2.13.1 Crítica à zona interfacial

Considerando-se os usuários extremos (homem do menor percentil, 2,5% e do maior percentil, 97,5%) em função do mesmo posto de trabalho.

Seguem-se as críticas às zonas interfaciais dos desenho feitos no Auto Cad:

2.13.2 Recomendações para a zona interfacial

Com base nos manequins antropométricos bidimensionais (menor homem percentil 2,5% e maior homem percentil 97,5%) e considerando os ângulos biomecânicos de conforto, podem ser definidos parâmetros interfaciais para a compatibilização dos funcionário que executam intervenções em espaço confinado, especificamente no secador rotativo de leito fluidizado, como usuários extremos do sistema alvo desta pesquisa. Tais informações foram levadas a partir de diversos ajustes, intersenção ou compromisso para o campo de acionamento do trabalhador.

Deve-se considerar que as exigências visuais e os requisitos de visibilidade, bem como as acionais e os requisitos biomecânicos de movimentação dos braços e das pernas, só podem ser definidos a partir da análise da tarefa, conforme estudos de Soares et al. (2001)

Para serem obtidas as recomendações ideais, faz-se necessário fornecer ajustes aos seguintes elementos:

a) Ferramentas de trabalho:

- ✓ Ajuste das ferramentas de trabalho, de forma a permitir a acomodação dos usuários extremos (percentis 2,5% e 97,5%, respectivamente);
- ✓ Melhoria da aderência das ferramentas durante a execução da tarefa de forma a permitir um melhor apoio dos usuários extremos (percentis 2,5% e 97,5%, respectivamente);

b) Equipamento (Secador Rotativo de Leito Fluidizado):

- ✓ Limitação da entrada dos usuários extremos, especificamente dos percentis 2,5%;
- ✓ Utilização de roupa impermeável ventilada para os usuários nas entrada no espaço confinado.

2.13.3 Análise da situação desejada ou ideal:

Análise dos resultados

A utilização de manequins antropométricos bidimensionais possibilitam o entedimento acerca da análise da interseção envolvendo as zonas visuais e acionaos, bem como chegar-se à constatação de que o posto de trabalho dimensionado incorretamente concorre para custos humanos desnecessários no processo produtivo. Algo em uma boa análise ergonômica poderá recomendar os equipamentos, procedimentos e ferramentas mais adequados possíveis para a tarefa e o ambiente estudado.

Dentro de uma compreensão mais abrangente, podemos observar que as ferramentas mal dimensionada, em relação a dinâmica da tarefa, no que se refere às exigências visuais dos usuários extremos (como o caso dos funcionários que executam atividades de manutenção no secador rotativo de leito fluidizado), cujo ângulo de visão mostra claramente que a postura cifótica na região da coluna cervical é muito solicitada.

Na fase da problematização do sistema humano-tarefa-máquina, a postura cifótica envolvendo a região cervical da coluna já indicava um constringimento significativo.

Recomenda-se que estes estudos sejam complementados por uma avaliação tridimensional ao posto de trabalho no secador rotativo de leito fluidizado, para enfim, concluir-se, indicando um projeto adequado.

No próximo capítulo, serão apresentadas as análises da pesquisa de campo, suas discursões e seus resultados, favorecendo as recomendações.

I. Vista lateral do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

- a) A superfície de apoio dos pés não apresenta regularidade, principalmente por se tratar de uma atividade dinâmica;
- b) As dimensões do ambiente confinado estão nos limites para o trabalho, há um bom espaço para movimentação do trabalhador, mas sem espaço suficiente para a movimentação de equipamentos ou ferramentas de trabalho.
- c) A área de trabalho encontra-se dentro do campo de visão permitindo uma boa visualização da área de trabalho e um bom envelope de alcance.

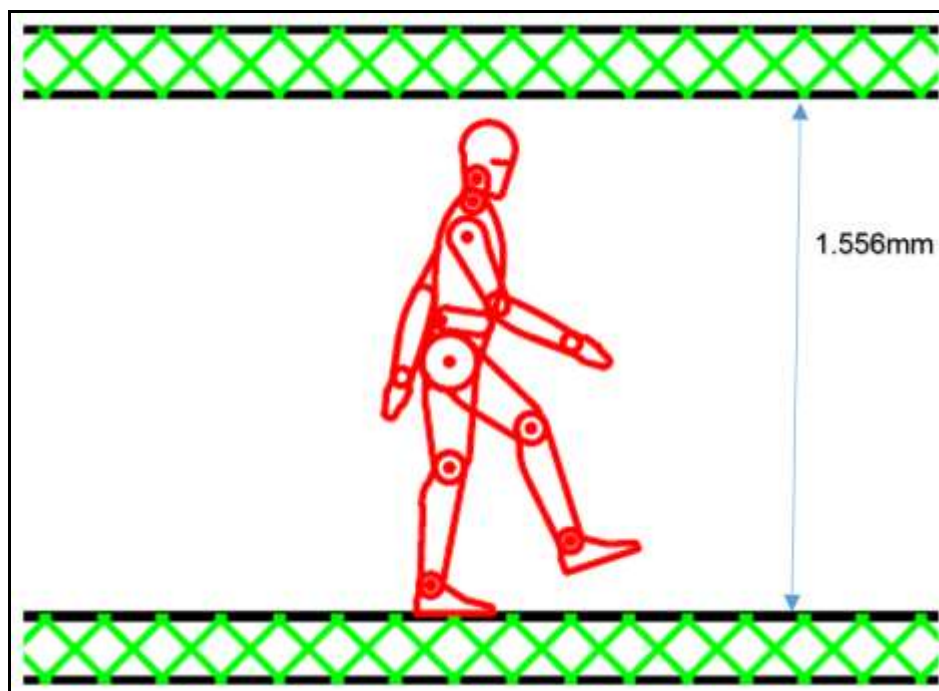


Figura 2.22: Vista lateral do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

II. Vista superior cranial do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

- a) A área de movimentação de trabalho encontra-se dentro da área de conforto, no que se refere à rotação do tronco.
- b) As dimensões do ambiente confinado estão acima dos limites para o trabalho. Há uma restrição no espaço para movimentação do trabalhador, mas sem espaço suficiente para a movimentação de equipamentos ou ferramentas de trabalho.

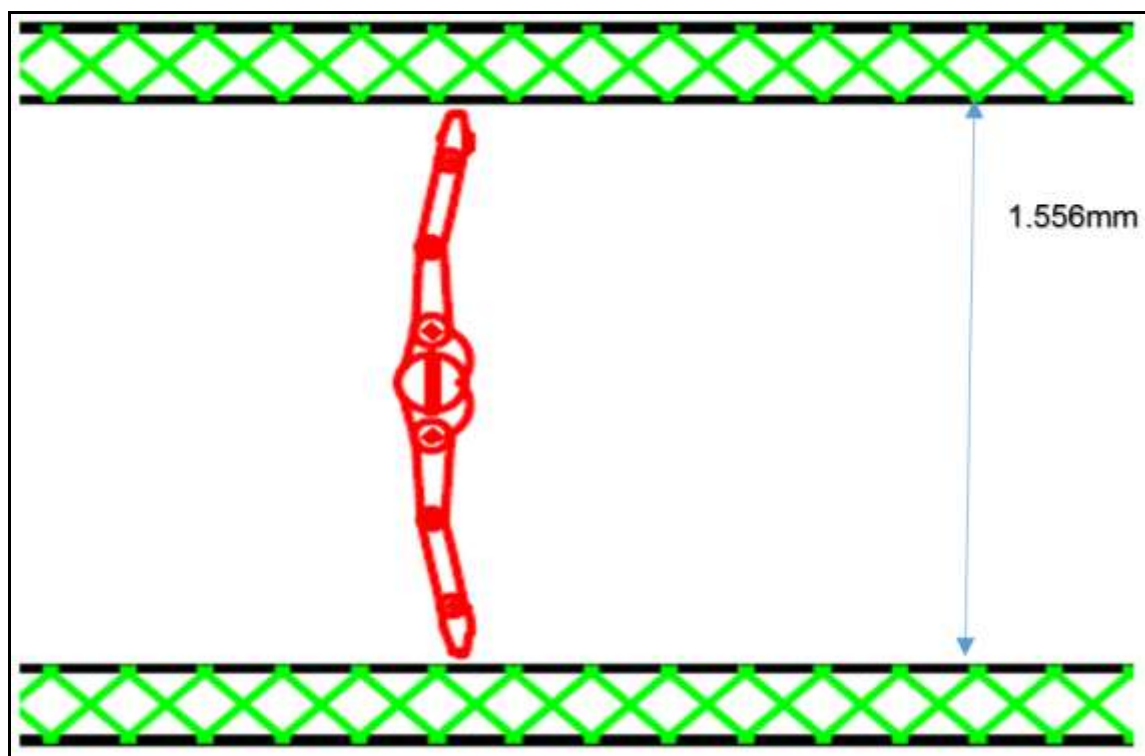


Figura 2.23: Vista superior cranial do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

III. Vista frontal do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

- a) A superfície de alcance para manipulação de ferramentas manuais e equipamentos encontra-se dentro da área de conforto.

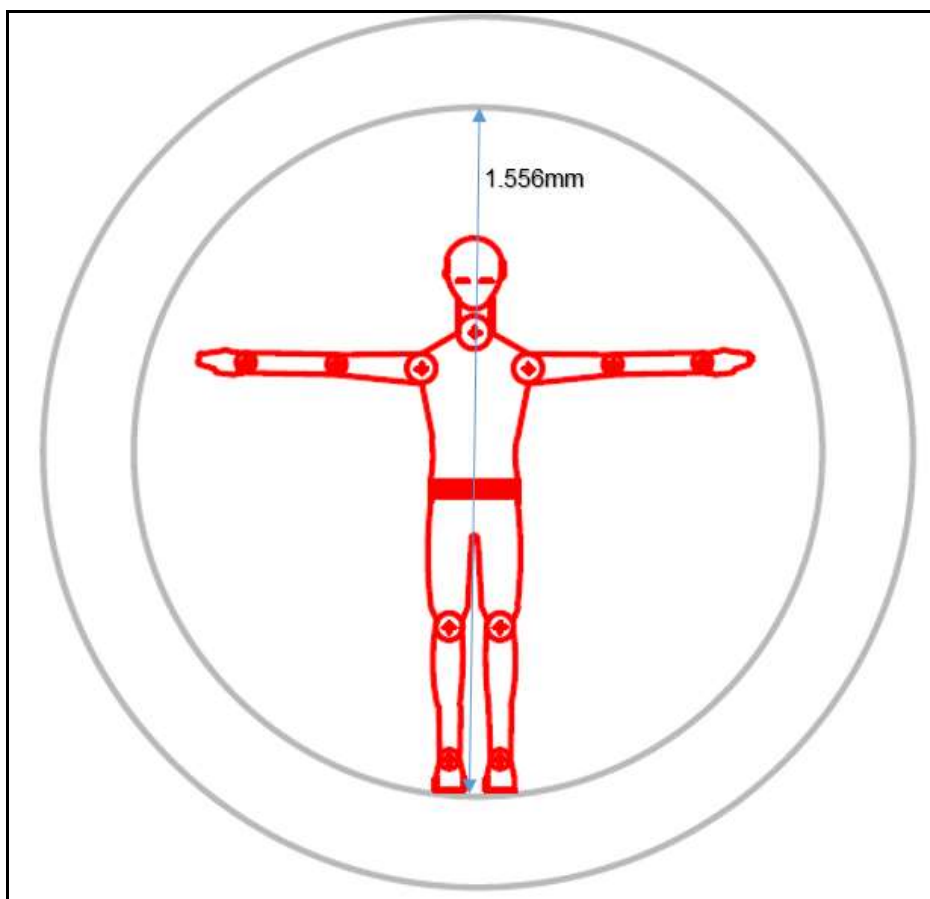


Figura 2.24: Vista frontal do menor homem “percentil 2,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

IV. Vista lateral sagital do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

- a) A superfície de apoio dos pés não apresenta regularidade, principalmente por se tratar de uma atividade dinâmica;
- b) As dimensões do ambiente confinado estão acima dos limites para o trabalho. Há uma restrição no espaço para movimentação do trabalhador, mas sem espaço suficiente para a movimentação de equipamentos ou ferramentas de trabalho.
- c) O campo de visão não permite uma boa visualização da área de trabalho, podendo acarretar uma sobrecarga na coluna vertebral, principalmente na região cervical.
- d) A locomoção e a permanência dentro de espaço confinado condiciona uma postura com as pernas flexionadas, acarretando um esforço excessivo na região da panturrilha.

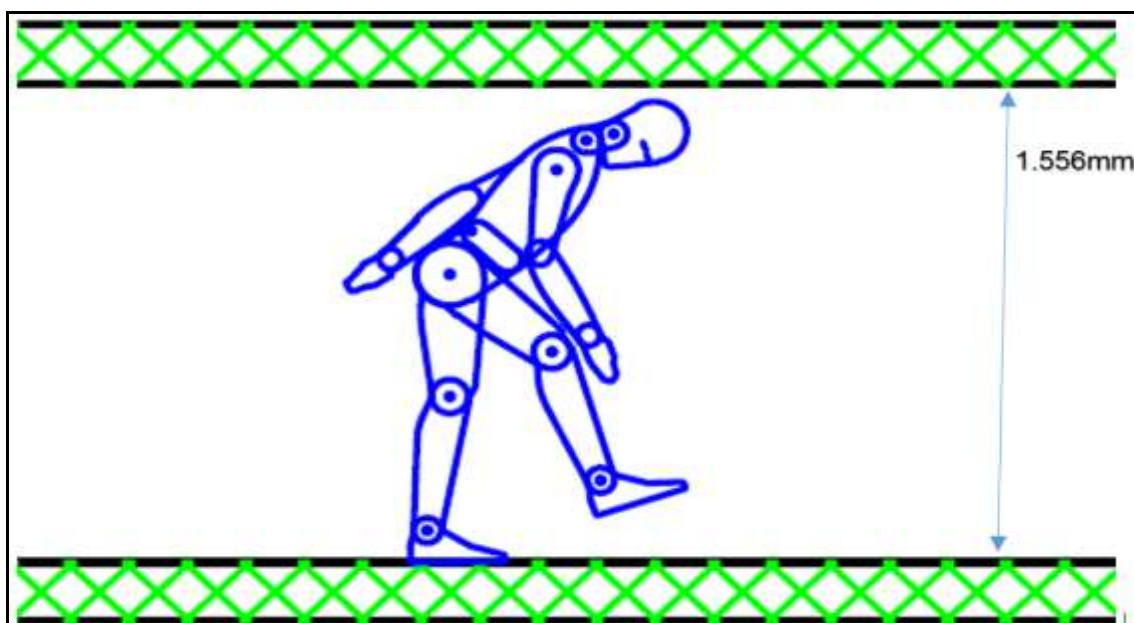


Figura 2.25: Vista lateral sagital do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

V. Vista superior cranial do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo

a) O campo de visão não permite uma boa visualização da área de trabalho, podendo acarretar uma sobrecarga na coluna vertebral, principalmente na região cervical.

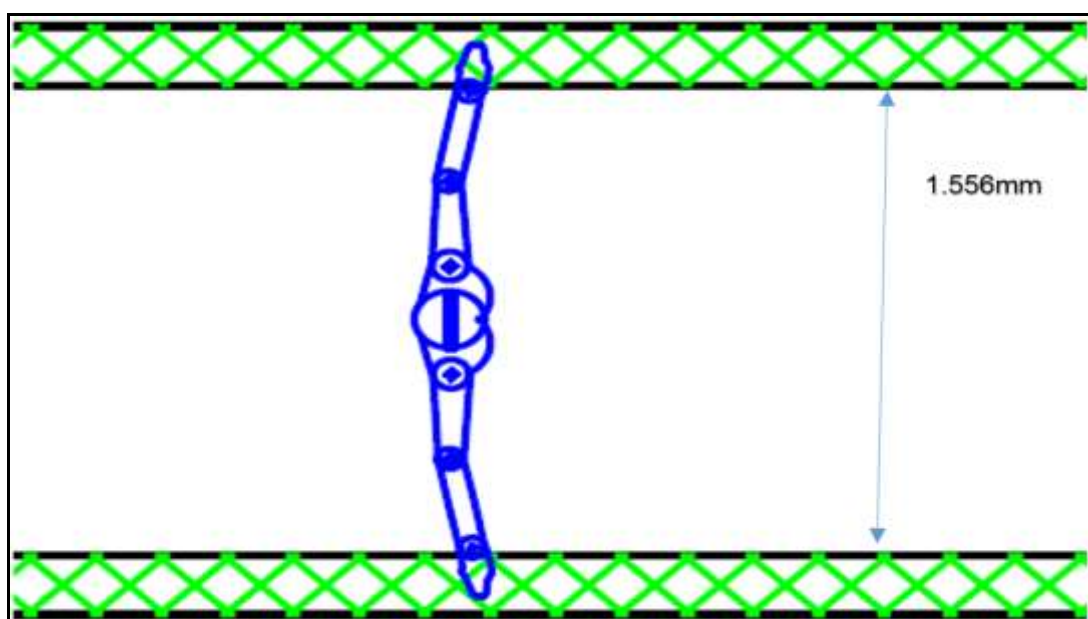


Figura 2.26: Vista superior cranial do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo.

VI. Vista frontal do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

- a) Observamos constrangimentos que impossibilitam o posicionamento ereto do trabalhador, causando uma tração na região cervical. O campo de visão não permite uma boa visualização da área de trabalho.
- b) Os joelhos também ficam dobrados, causando uma tração na região da panturrilha, proporcionando fadiga muscular;

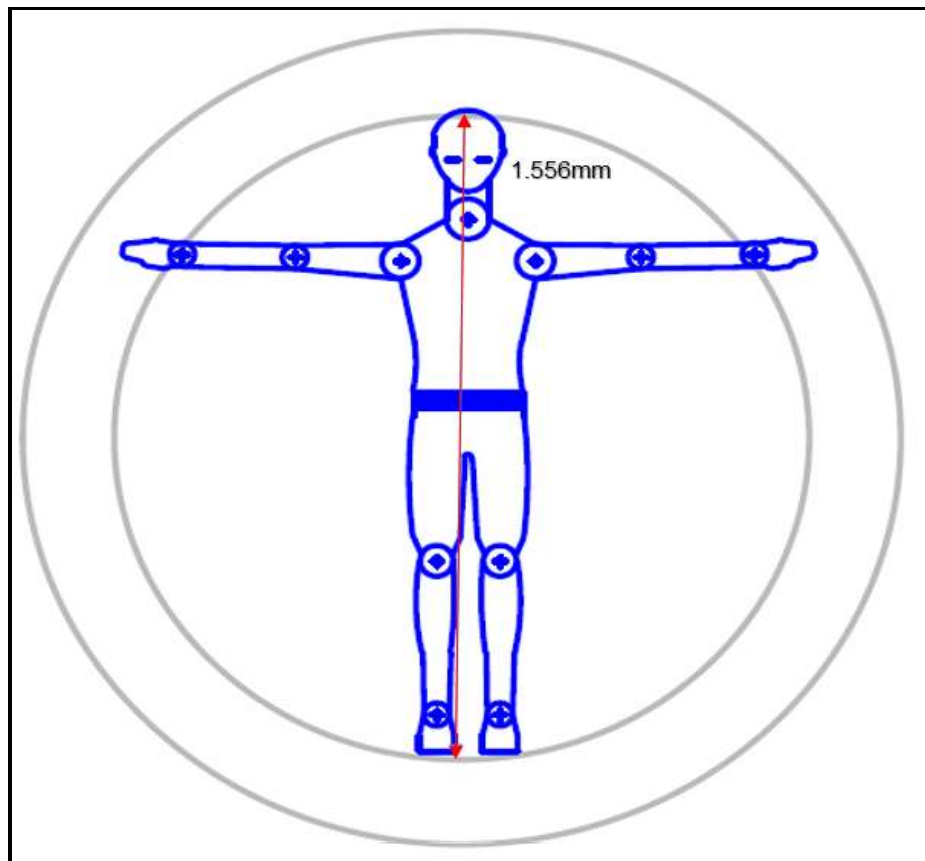


Figura 2.27: Vista frontal do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

VII. Vista lateral sagital da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

a) A superfície de apoio dos pés não apresenta regularidade, principalmente por se tratar de uma atividade dinâmica;

b) As dimensões do ambiente confinado estão acima dos limites para o trabalho. Há uma restrição no espaço para movimentação do trabalhador, mas sem espaço suficiente para a movimentação de equipamentos ou ferramentas de trabalho.

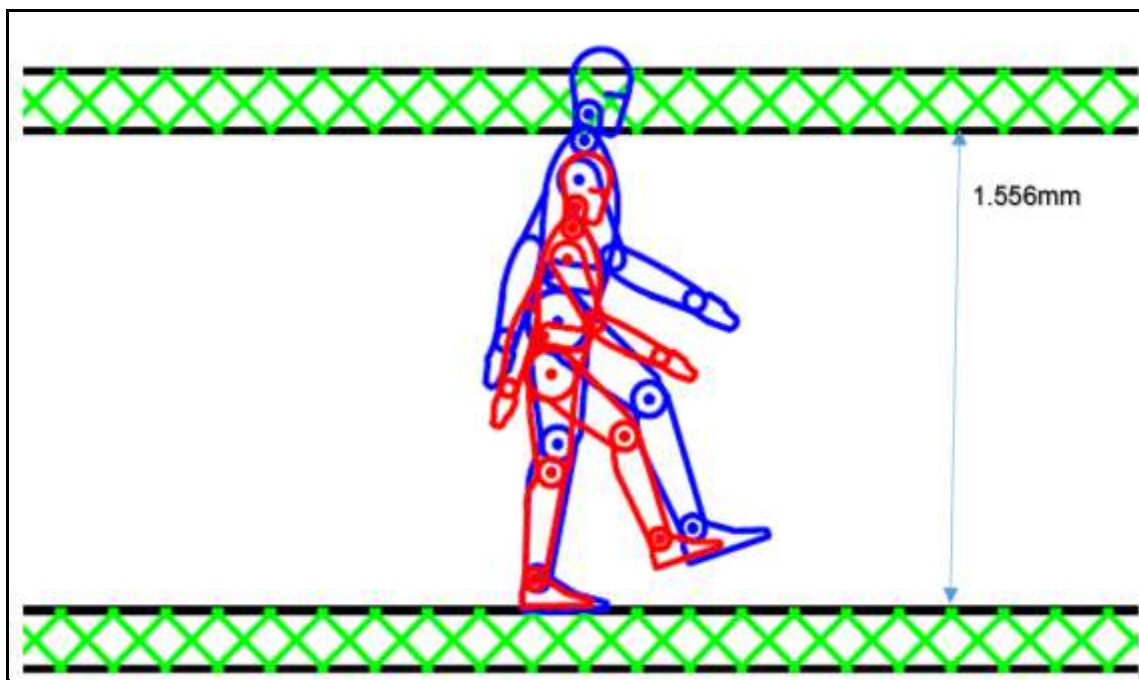


Figura 2.28: Vista lateral sagital da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

VIII. Vista superior cranial da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

a) Os braços para o maior homem apresentam sério constrangimento, impossibilitando a abertura dos braços na sua maior extensão.

b) Notam-se as dimensões do ambiente confinado acima dos limites para o trabalho para o maior homem, enquanto que, para o menor homem, não há uma restrição no espaço para movimentação do trabalhador. Entretanto não observamos espaço suficiente para a movimentação de equipamentos ou ferramentas de trabalho.

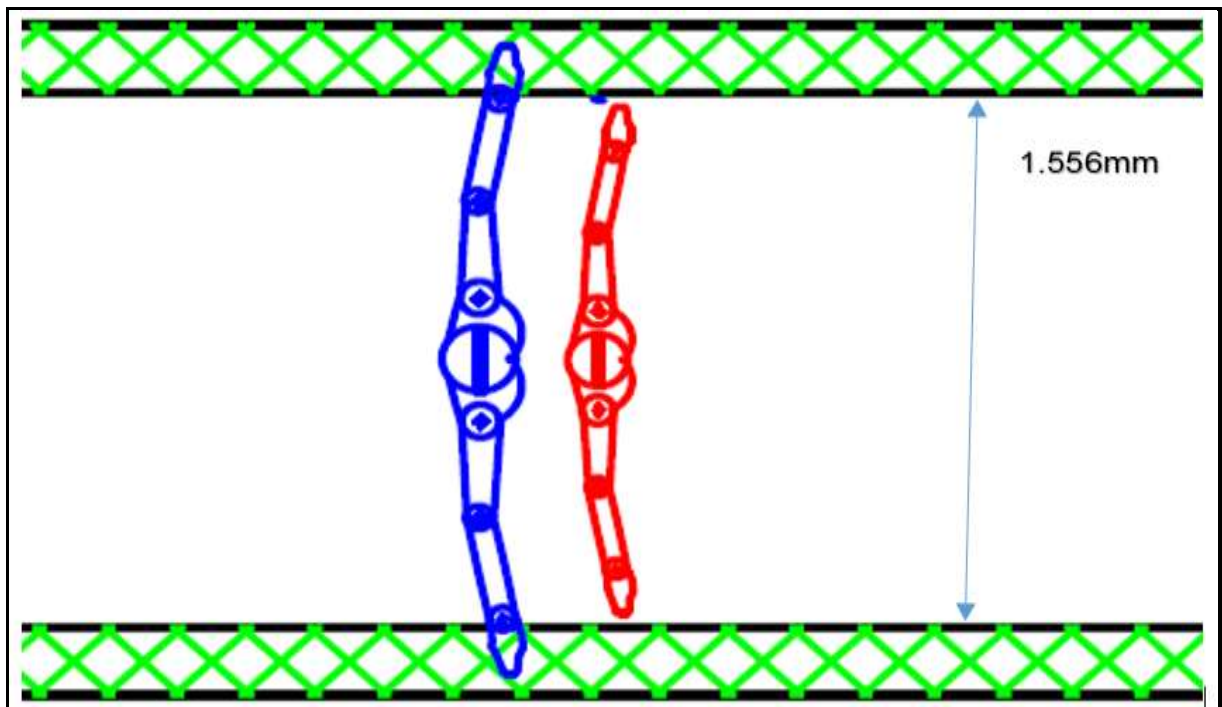


Figura 2.29: Vista superior cranial da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

IX. Vista frontal da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

- a) A cabeça para o maior homem apresenta sério constrangimento, causando tracionamento da região do pescoço. Para correção do campo de visão é necessário abaixar o quadril pela flexão das pernas. Nesta posição, o processo de fadiga muscular é acelerado pelo tensionamento da panturrilha e do tendão de Aquiles.
- b) Nota-se que as dimensões do ambiente confinado estão acima dos limites para o trabalho para o maior homem, enquanto que, para o menor homem não há uma restrição no espaço para movimentação do trabalhador. Entretanto não observamos espaço suficiente para a movimentação de equipamentos ou ferramentas de trabalho.

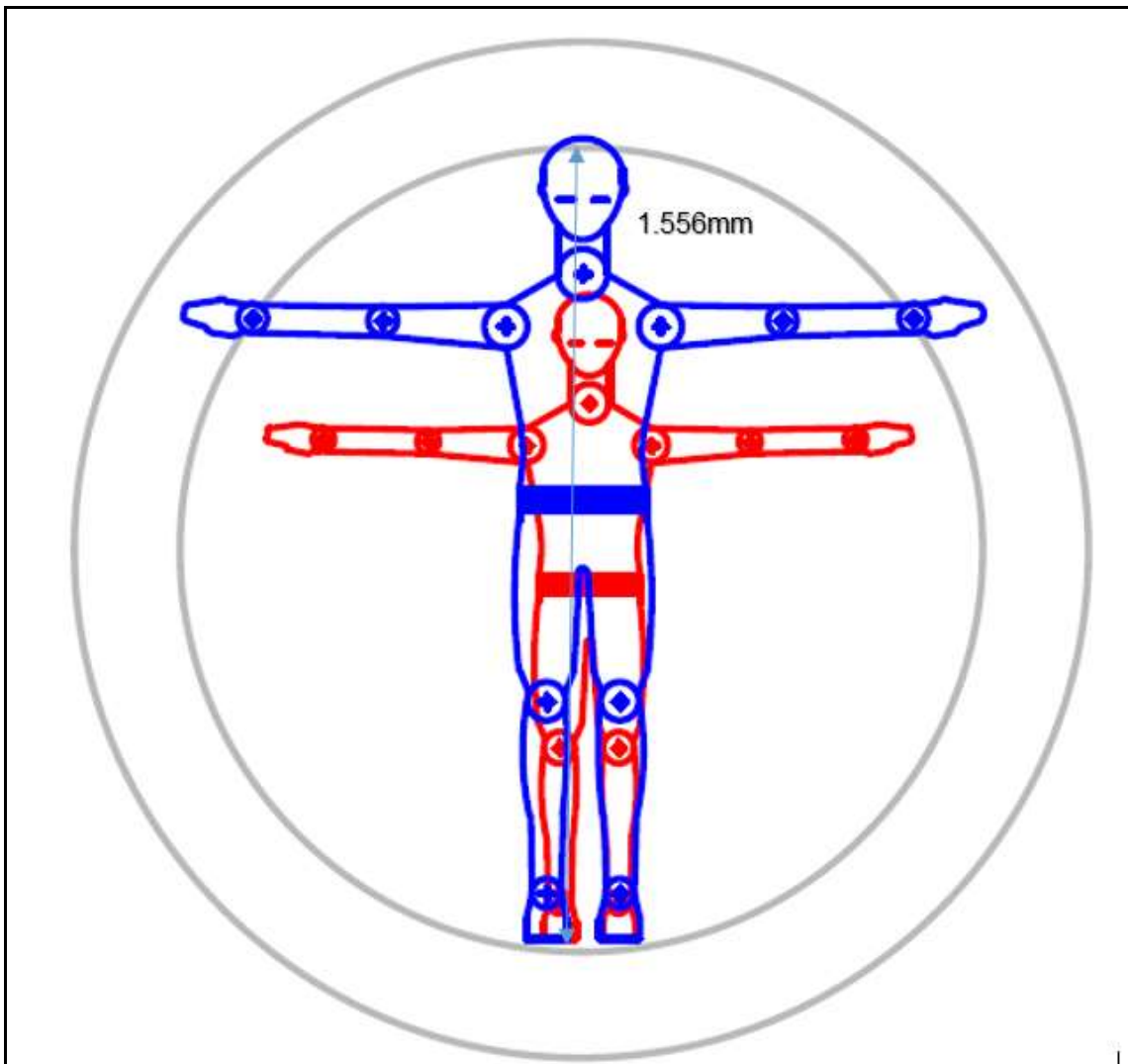


Figura 2.30: Vista frontal da interseção do menor homem “percentil 2,5%” e do maior homem “percentil 97,5%” no posto de trabalho/secador rotativo:

X. Campo de visão e área acional:

- a) Vista superior cranial da interseção dos usuários extremos (percentis 2,5 a 97,5, respectivamente);
- b) Raio de localização dentro da área de ação do operador, pois o avanço é possível durante a evolução da tarefa;
- c) A cabeça deverá estar com inclinação de 20° e em ângulo de 15°;
- d) Os braços têm liberdade para executar movimentação de 180°.

2.14 Análise da aplicação dos questionários

Nesta etapa, iremos apresentar alguns resultados extraídos dos questionários aplicados aos trabalhadores os quais executam a tarefa no espaço confinado, no qual participaram 25 trabalhadores, totalizando 100% da população que executam este tipo de tarefa na empresa.

A percepção do usuário é de grande importância para um possível melhoramento da atividade e, segundo Flogiatto e Guimarães (1999), o usuário é muito mais que um colaborador, ele é o ator do processo de avaliação das condições do posto de trabalho, sendo seu conhecimento essencial em todas as etapas da pesquisa.

Assim, durante a aplicação dos questionários, todas as dúvidas foram esclarecidas, ficando bem claro qual seria a finalidade das perguntas em cada questionário. Os dados foram apresentados em um formulário, conforme anexos.

Os resultados foram extraídos dos questionários aplicados a todos os funcionários executantes de trabalhos em espaços confinados da empresa pesquisada. Nestes testes questionários tivemos a participação de 25 trabalhadores escolhidos conforme a sua descrição de atribuições.

Considerando que o colaborador é um ator de maior importância no processo de análise, sendo necessário a compreensão clara dos objetivos dos questionários, a explicação dos objetivos dos questionários foi de fundamental importância para obter uma maior participação voluntária.

Os formulários propostos iniciaram com uma entrevista, mas sem revelar os nomes dos colaboradores, ou alguma informação que identifique o funcionário.

Foram aplicados 25 questionários. A faixa etária dos trabalhadores entre 26 e 50 anos, trabalhadores do sexo masculino, que trabalham em turno de revezamento (06:00 às 14:00h/ 14:00 às 22:00/ 22:00 às 06:00) e em horários administrativos (07:30 às 17:00h)

2.14.1 Questionário de entrevista

No questionário de entrevista, consideramos as seguintes informações dos funcionários: função, faixa de idade, tempo de serviço na empresa, tempo de serviço na indústria química, procedência do trabalhador, razões para ingressar na indústria química, grau de instrução, estado civil, prole, meio de transporte utilizado para o deslocamento residência/serviço/residência.

2.14.2 Questionário Bipolar:

Na construção do questionário bipolar, foram considerados a frequência de dor, o lado no qual a dor se manifesta, a evolução da dor e a intensidade da dor.

2.14.3 Questionário de Sensação e Subjetividade:

No questionário de sensação e subjetividade, foi feita uma abordagem dos riscos ambientais observados pelo especialista em segurança do trabalho, tais como: temperatura, iluminação, ruído, contaminante Químico

2.15 Identificação do perfil do usuário

Aplicou-se questionário para identificação dos funcionários que executam trabalhos em espaços confinados como alvo deste estudo. Os formulários contendo os questionários foram entregues de forma que os funcionários pudessem responder sem algum constrangimento, podendo deixar de responder qualquer pergunta de tivesse dúvidas ou receios, deixando clara a importância da pesquisa e do absoluto anonimato.

2.15.1 Função dos funcionários que executam atividades em espaços confinados

Os questionários foram aplicados exclusivamente aos funcionários que executam atividades em espaços confinados com maior intensidade: Operado de Produção I; Operador de Produção II; Mecânico de manutenção mecânica; Caldeireiro mecânico

A aplicação do questionário social revela que o maior percentual de funcionários que executa atividade em espaços confinados estão lotado no departamento de produção.

Faixa etária dos funcionários

Faixa etária dos funcionários que executam atividades em espaços confinados	Nº de funcionários que executam atividades em espaços confinados
até 25 anos de idade	0
26 – 30 anos de idade	10
31 – 35 anos de idade	6
36 – 40 anos de idade	5
41 – 45 anos de idade	2
46 – 50 anos de idade	2
Mais de 51 anos de idade	0
Total	25

Tabela 2.10: Quadro da Faixa etária dos de funcionários que executam atividades em espaços confinados

Tempo de serviço na empresa

Tempo de serviço na empresa dos funcionários que executam	Nº de pessoas
Até 3 meses	0
2 a 5 anos	7
6 a 10 anos	8
11 a 20 anos	10
Acima de 21 anos	0
Total	25

Tabela 2.11 : Tempo de serviço na empresa dos funcionários

Representação Gráfica do Perfil do Usuário

Serão apresentados, em forma de gráficos, os resultados da opinião dos usuários sobre o posto de trabalho e seu ambiente, bem como os dados de atividades em

espaços confinados, construídos a partir da percepção e preferência, sem a interferência do pesquisador ou de outra pessoal qualquer.

As opções de escolha foram separadas em seis escalas, associadas às questões.

O gráfico expressa a distribuição dos funcionários pesquisados sobre o posto de trabalho onde os mesmos realizam suas atividades. Observa-se uma grande quantidade dos trabalhadores lotada no setor de produção e manutenção industrial, sendo esses trabalhadores ouvidos na avaliação do desconforto postural, (CORLLET, 1989).

As informações obtidas nos questionários indicam que a maioria dos funcionários pesquisados são operadores de produção I, sendo, conseqüentemente, associados à atividade em espaço confinado no secador rotativo.

As faixas etárias dos trabalhadores que executam atividade em ambientes confinados estão concentradas em um período de crescimento no tocante a experiência profissional, com maior intensidade entre dos 11 a 20 anos de experiência na empresa.

No quesito de tempo de serviço na empresa, fica evidente que os trabalhadores executantes de tarefas em espaços confinados já possuem experiência na área e compreendem bem os riscos existente, inerentes ao serviço.

O tempo de serviço na indústria química é um bom indicador, pois refere-se a um alto nível de experiência na utilização de EPI, treinamentos e nas atividades industriais.

2.16 Percepção da sensação e subjetividade do questionário de conforto ambiental

2.16.1 Temperatura

Procuramos escalonar a sensação de temperatura de muito frio a muito quente, para o trabalhador poder executar o labor com um nível de percepção mais próximo da

sua sensação de frio/quente. Os resultados mostraram que o desconforto térmico é algo presente na atividade.

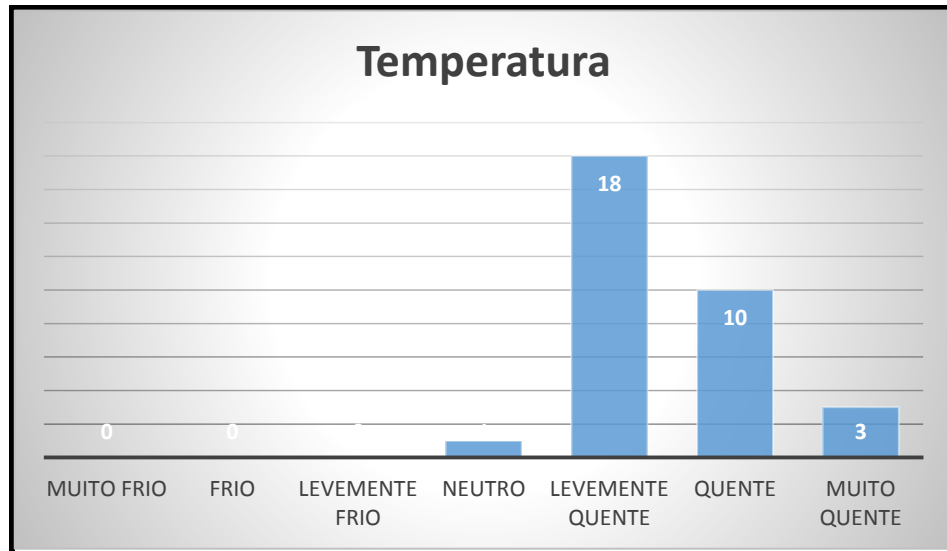


Gráfico 2.1: Sensação Subjetiva de Conforto térmico

O gráfico 2.1 indica que 99% dos trabalhadores entrevistados percebem o posto de trabalho de levemente quente a quente.

2.16.1 Iluminamento:

A ausência de iluminação natural e artificial indica a necessidade de uma melhor visibilidade na área de trabalho, fato confirmado pela análise da taxa de iluminação do posto de trabalho. O Gráfico 2.2 indica que 56% dos trabalhadores acham que a iluminação do ambiente laboral é levemente fraca, o que para o tipo de atividade não implica em prejuízo para a tarefa.

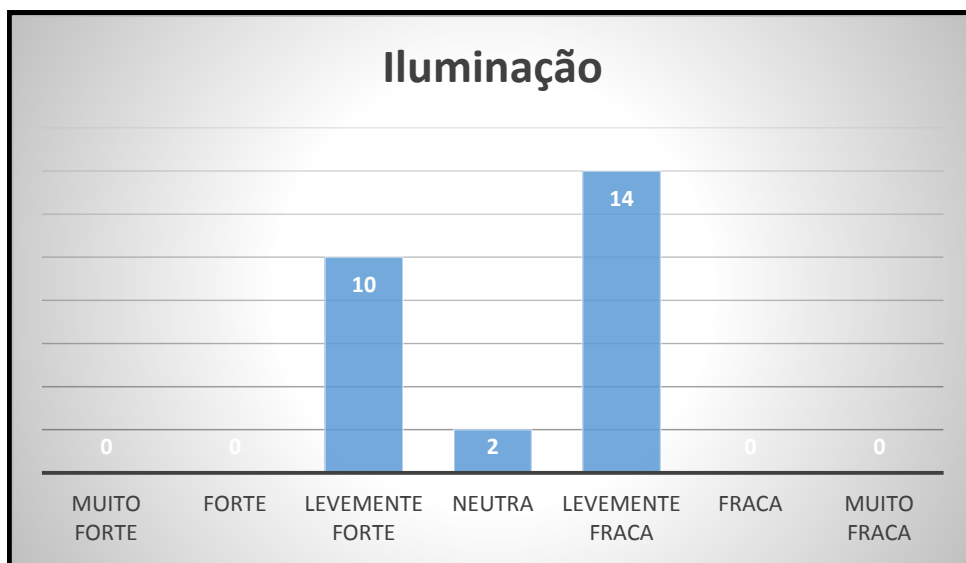


Gráfico 2.2: Sensação Subjetiva de iluminação.

2.16.2 Ruído

Queixa pela presença de ruído torna-se evidente também na percepção de 88% dos entrevistados participantes na sensação subjetiva de ruído que considerando como muito forte ou forte. O desconforto auditivo é atenuado com a utilização da EPI (protetor auditivo). Contudo, o protetor auditivo, por si só, já representa um desconforto para o trabalhador. O gráfico 2.3, mostra claramente a importância do conforto auditivo para os trabalhadores em ambientes confinados.

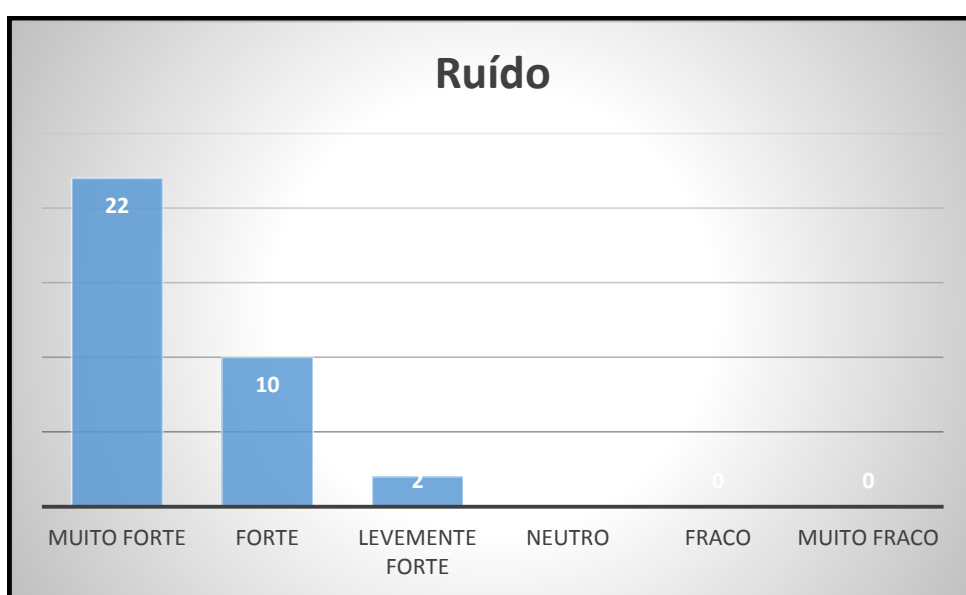


Gráfico 2.3 : Sensação Subjetiva de ruído.

2.16.3 Contaminante Químico (Cloro):

Dos riscos ambientais analisados no questionário de sensação subjetiva, o contaminante químico cloro assume um lugar de grande importância, pois sua natureza irritante para as vias aéreas e a sua ação oxidante para a pele são causas de queixas dos trabalhadores que necessitam atuar em espaços confinados, especificamente nas intervenções no interior do secador rotativo de leito fluidizado.

O Gráfico 2.4 mostra a percepção dos trabalhadores relacionada à presença do contaminante químico no posto de trabalho, ou seja, 88% dos funcionários que realizam atividade de manutenção no sistema alvo considera o contaminante químico forte ou muito forte, mesmo com a utilização dos EPI's adequados de proteção respiratória.

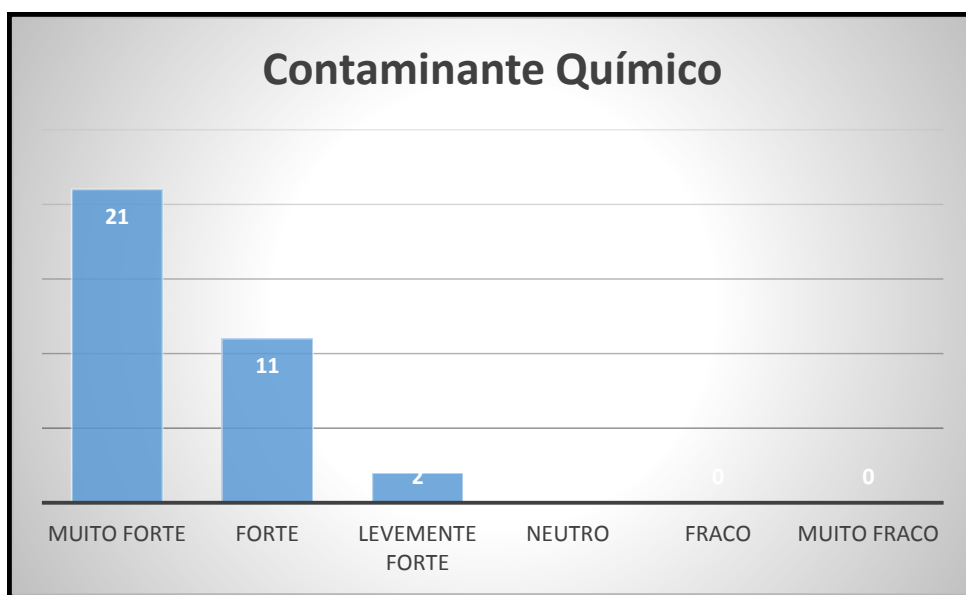


Gráfico 2.4: Sensação Subjetiva de Químico (cloro)

2.17 Questionário de desconforto postural

A escala de avaliação do desconforto postural de Corlett (CORLETT, 1989), com 26 indicações das partes do corpo, foi aplicada a 25 trabalhadores da indústria química, durante o expediente de trabalho. As respostas foram tratadas estatisticamente e expostas sob a forma de gráficos para uma melhor visualização da sensação de desconforto postural evidenciada pelo trabalhador.

2.17.1 Frequência da dor

Nesta avaliação foram consideradas quantas vezes por semana ou por dia o funcionário sente a dor, isso considerando a jornada de trabalho de seis dias, para os trabalhadores que trabalham em turno e cinco dias para os que trabalham no expediente administrativo.

O questionário de desconforto postural revelou que 72% dos trabalhadores avaliados sentem dor durante a jornada de trabalho, em contraste aos 18% que não apresenta este tipo de desconforto.

O Gráfico 2.5 mostra como a frequência da dor é percebida pelo trabalhador, servindo de ferramenta para uma avaliação mais detalhada das condições de trabalho.

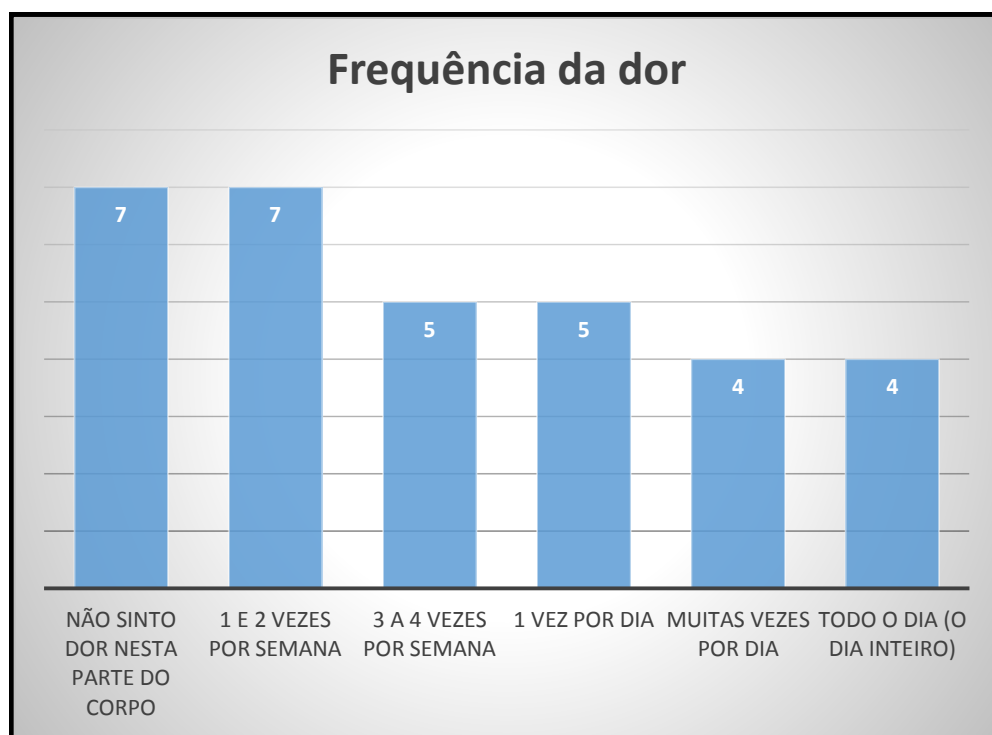


Gráfico 2.5: avaliação do desconforto postural: Frequência da dor

2.17.2 Lado em que sente dor

Outro aspecto importante na avaliação do desconforto postural é o lado em que o trabalhador sente a dor, pois indica em que lado do corpo está concentrado a sobrecarga

laboral. O Gráfico 2.6 demonstra claramente a existência de uma sobrecarga no lado direito, onde 80% dos trabalhadores apresentam queixa de dor.

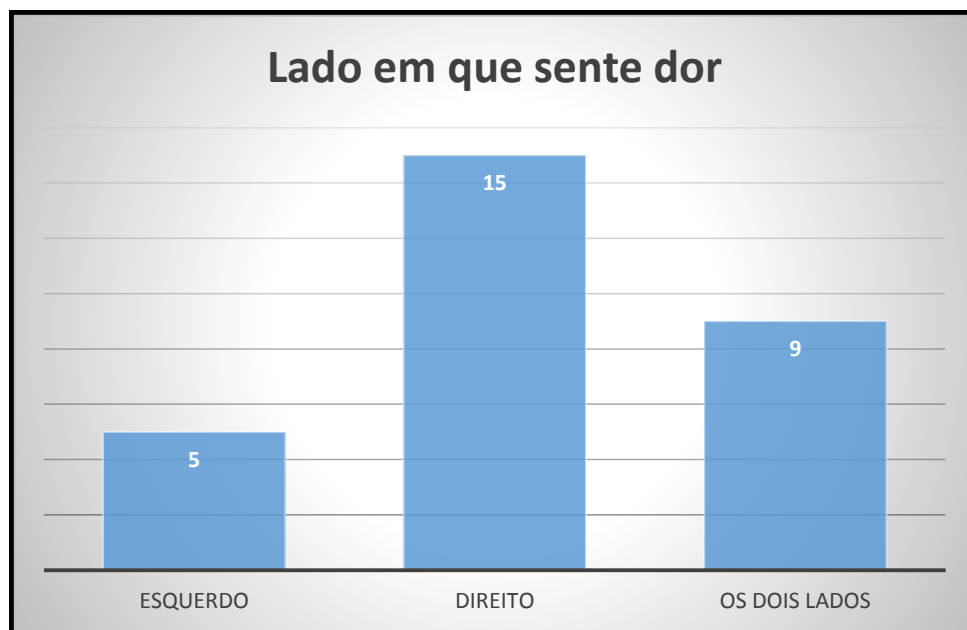


Gráfico 2.6: avaliação do desconforto postural: Lado em que sente a dor

2.17.3 Evolução da dor

No quesito evolução da dor, a avaliação do desconforto postural indica a medida em que tempo de exposição ao ambiente laboral: ao longo do dia vai intensificando ocorre uma evolução da dor. Ou seja, com 4 horas de trabalho, 44% dos trabalhadores apresentam dor e, ao final da jornada diária de trabalho, 76% dos trabalhadores apresentam queixas.

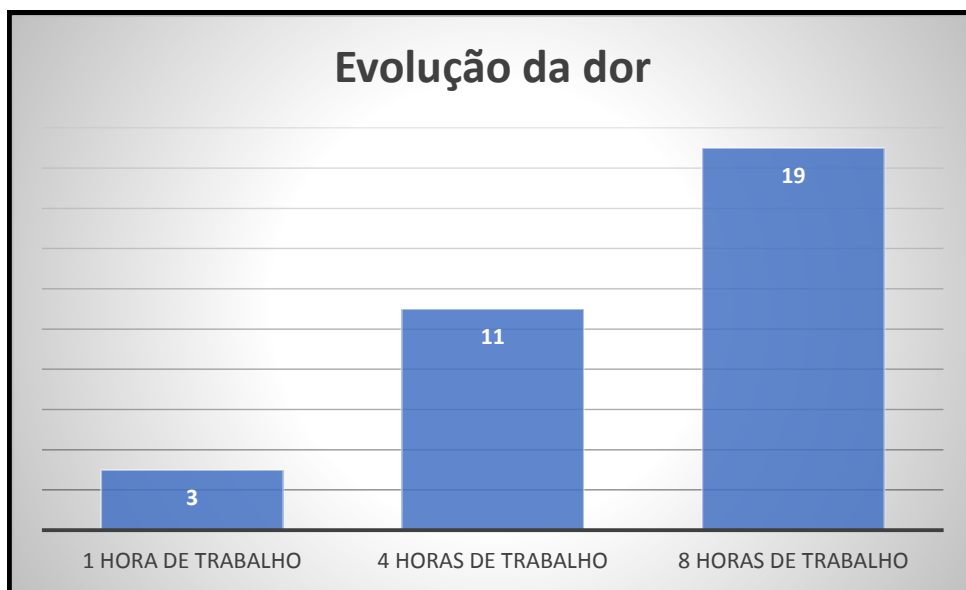


Gráfico 2.7: avaliação do desconforto postural: Evolução da dor.

2.17.4 Intensidade da dor

A intensidade da dor, segundo 67% dos entrevistados, apresenta-se de forma leve ou moderada, enquanto 12% considera a intensidade forte ou severa. Este tipo de informação fica evidente no Gráfico 2.8.

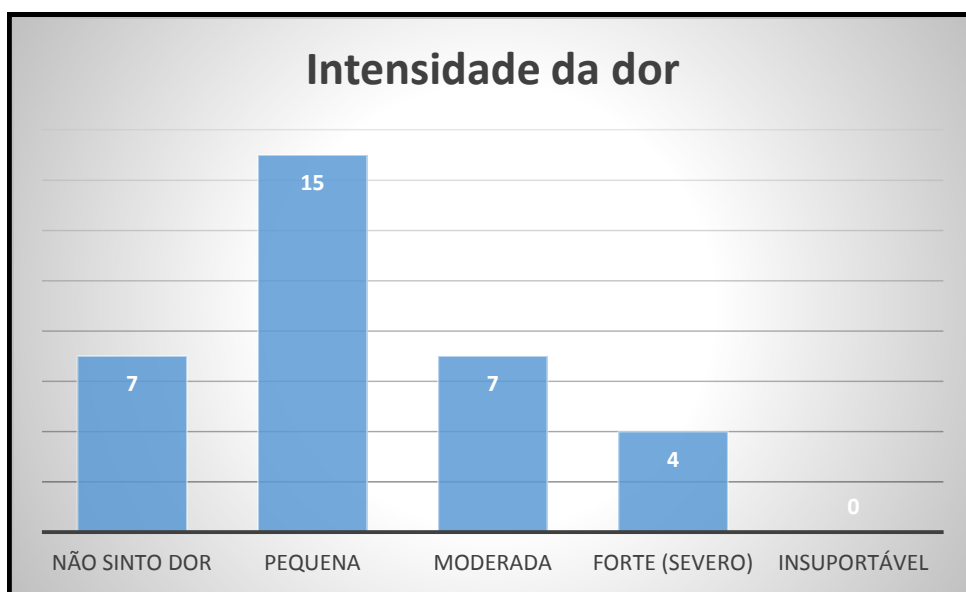


Gráfico 2.8: avaliação do desconforto postural: Intensidade da dor

O Gráfico 2.9 traz um resumo da área de desconforto postural do trabalhador. Isto implica em uma visão mais abrangente de que forma o posto de trabalho e a tarefa estão interagindo com o trabalhador.

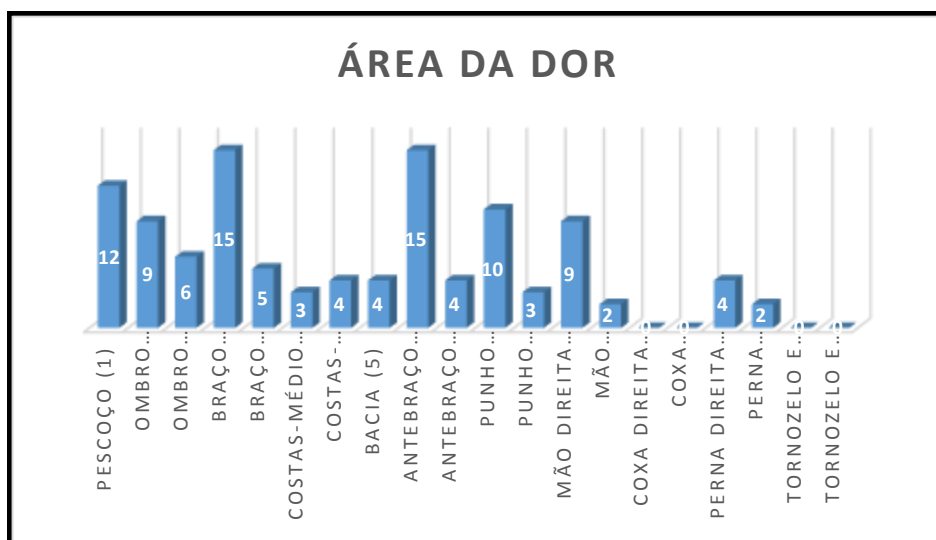


Gráfico 2.9: avaliação do desconforto postural: Intensidade da dor

2.18 Resultado da escala de desconforto postural

Como forma de obter uma melhor visualização das informações decorrentes das análises de desconforto postural, apresentamos, sob a forma de gráfico evidenciando as partes do corpo dos observados na pesquisa, as variações das barras dos gráficos apresentam.

O Gráfico 2.5 da avaliação do desconforto postural de frequência da dor indica haver uma evolução da dor com a intensificação da atividade laboral. Nota-se que 80% dos trabalhadores entrevistados apresentam desconforto associados às atividades laborais durante a semana, tendo um declínio quando é questionado quando o desconforto é diário.

No Gráfico 2.6, que trata da avaliação do desconforto postural, observa-se qual o lado mais afetado pelas atividades laborais, sendo todo o lado direito mais afetado com 70% das queixas concentradas neste lado do corpo. Este tipo de informação

indica um trabalho de melhoramento nas atividades dos trabalhadores avaliados, principalmente na avaliação das outras atividades exercidas pelos cooperadores.

Outra conclusão que chegamos ao avaliar os resultados do questionário de desconforto postural é observado no Gráfico 2.7, o qual indica como a evolução da dor se dá ao longo da jornada diária de oito horas de trabalho, podendo indicar que há uma evidencia de fadiga muscular no lado direito da maioria dos trabalhadores.

50% dos trabalhadores sentem dor com pequena intensidade. A princípio podemos considerar como um fato bom, mas, observado a taxa de queixas, podemos esperar que estes valores passam aumentar.

3. RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados e conclusão deste estudo, podem ser indicadas algumas melhorias para a atividade de manutenção em ambiente confinado, especificamente nas intervenções do secador rotativo de leito fluidizado, e nas ferramentas utilizadas no processo de decapagem mecânica das venezianas do secador, assim como ações que melhorem o conforto físico e ambiental da empresa e outras ações a serem apresentadas a seguir.

As melhorias para atividade em espaços confinados devem ser solidárias com cada ambiente laboral. No caso do secador rotativo, o equipamento implicará em elementos de apoio à tarefa e de redução do tempo de exposição do trabalhador nos espaços confinados.

- Substituir ferramentas de decapagem mecânica utilizadas pelos trabalhadores que possam possibilitar melhor pega, menor peso e amplitude. A adequação das ferramentas e equipamentos possibilitam a execução da tarefa em menor espaço de tempo e, conseqüentemente, uma redução no tempo de exposição dos trabalhadores ao ambiente laboral nocivo à saúde e segurança do trabalhador, (ARAÚJO, 2015);
- Sistema de iluminação de 12 volts que possa iluminar a área de trabalho sem ofuscamento ou produção de sombras. Neste aspecto, consideramos o risco de choque elétrico em ambientes confinados, podendo facilitar a propagação de corrente elétrica, pois extensões elétricas, mesmo com as proteções especificadas, oferecem risco de acidentes aos trabalhadores, quer pela movimentação de equipamentos, quer pelas fragilidades dos materiais isolantes das extensões elétricas (ARAÚJO, 2015);
- Melhorar o sistema de exaustão de ar durante a execução da tarefa, sistemas portáteis de exaustão com ventiladores insufladores de ar, possibilitando uma constante renovação de ar para o ambiente confinado, o qual deve estar considerando o ponto de captação de ar para que este apresente condições respiráveis, com a observação das concentrações de oxigênios, gases tóxicos ou inflamáveis (ARAÚJO, 2015);

- Considerar as atividades em um perímetro de 10 metros do ponto de captação de ar para a insuflação de ar no ambiente confinado, a fim de garantir que, durante a execução da atividade em espaços confinados, a atmosfera do ambiente laboral tenha suas condições alteradas severamente por contaminações externas (ARAÚJO, 2015);
- Rever o procedimento de entrada em espaços confinados, pois as condições dos ambientes industriais, muitas vezes, passam por mudanças, quer pela expansão da produção, quer pela introdução de um novo procedimento operacional ou mudanças características da matéria-prima utilizada no processo (ARAÚJO, 2015);
- Melhorar os meios de acesso ao ambiente confinado, utilizando escadas e rampas de locomoção. Como os ambientes confinados não são projetados à ocupação humana, os meios de acesso são deficientes. A adequação de rampas de acesso e, principalmente, de resgates em situações de emergência devem favorecer a remoção, ou a saída rápida quando necessário, (ARAÚJO, 2015);
- Rever mecanismos de resgate em situações de emergências;
- Rever procedimentos de limpeza para liberação do espaço confinado;
- Rever os treinamento de espaço confinado dos pilotos, executantes e supervisores de entrada em espaços confinados;
- Selecionar trabalhadores com dimensões antropométricas favoráveis ao acesso e execução da tarefa (Considerar as dimensões do menor homem, percentil 2,5);
- Adotar rotinas de revezamento durante a execução da tarefa, para fugir de um tempo prolongado, evitando exposição excessiva aos contaminante químico;
- Implantar programa de 5S e outros programas para melhorar o ambiente de trabalho e a relação entre as pessoas, envolvendo todos os operadores com as atividades da empresa, elevando a participação dos colaboradores nos programas de manutenção preventiva/corretiva, de forma a melhorar a qualidade de vida no trabalho;
- Dar continuidade a esta pesquisa com associação de outros métodos e técnicas ergonômicas a fim de melhorar as condições de trabalho dos funcionários que realizam trabalhos em espaços confinados;
- Sinalizar, conforme as recomendações da NR-33 (2014), todos os espaços confinados;

- Inserir, no programa de treinamento, um específico sobre espaços confinados, todos os funcionários da empresa;
- Identificar todos os funcionários habilitados a executar atividades em espaços confinados;
- Aplicar as técnicas e sugestões para todos os espaços confinados existentes na fábrica visitando a mitigar os risco existente nestas tarefas.

3.1 Critérios para fundamentação das recomendações:

- ✓ Atender às restrições do espaço confinado durante a execução da tarefa;
- ✓ Não poderá entrar em conflito com a NR 33 do Ministério de Trabalho em Emprego;
- ✓ Atender as recomendações da Norma Regulamentadora NR-17;
- ✓ Possibilitar os acessos aos espaços confinados de pessoas devidamente treinadas e autorizadas;
- ✓ Especificar as ferramentas de trabalho, com apoios necessários para evitar trauma a estrutura muscular dos operários;
- ✓ Acomodar, com conforto, os menores e os maiores usuários;
- ✓ Garantir a integridade dos equipamentos de proteção individual;
- ✓ Não comprometer a integridade dos equipamentos ou o seu desempenho após a intervenção;
- ✓ Atender as normas internas de saúde e segurança no trabalho;

4.0 CONCLUSÃO

O trabalho de pesquisa com ênfase em um estudo de campo foi executado com o propósito de identificar as incoerências existentes na execução de serviços de manutenção em espaços confinados, especificamente em um secador rotativo de leite fluidizado. Assim, com as informações obtidas na fase da apreciação ergonômica e do estudo de suas tarefas e de suas atividades, associadas às respostas dos questionários de sensação subjetiva, foi possível considerar as incompatibilidades entre o posto de trabalho, a tarefa e o trabalhador.

As atividades em espaços confinados são muito comuns no setor industrial, onde existem Normas que Regulamentam. Este tipo de atividade, entretanto, na complexidade destes ambientes, exige uma atenção aos riscos inerentes à atividade a ser executada. Não é fácil padronizar as atividades em ambientes que não foram projetados à ocupação humana, mas é extremamente importante fazer um mapeamento de riscos existentes em cada posto de trabalho.

As áreas consideradas "espaços confinados" não são necessariamente concebidas para as pessoas, e, muitas vezes, não são grandes o suficiente para os trabalhadores entrarem e executarem determinadas tarefas. Um espaço confinado também tem acesso limitado ou restrito significantes para a entrada ou saída e não foi projetado para ocupação contínua.

Nas diversas indústrias, podemos encontrar espaços confinados, incluindo tanques, navios, silos, caixas de armazenamento, funis, abóbadas, poços, bueiros, túneis, caixas de equipamentos, dutos, tubulações, etc. Todos os ambientes não projetados à ocupação humana e que têm as vias de acesso restritas devem ser considerados como espaços confinados e devem ser sinalizados e tratados como tais.

A indústria que foi o alvo da pesquisa de campo é uma empresa de capital aberto e atua no cenário mundial, sendo líder no setor químico. A unidade Pernambuco iniciou suas operações em 1990 e conta com 119 trabalhadores distribuídos nos diversos setores. A política interna de saúde e segurança do trabalho está concentrada no setor produtivo, sendo os gestores habilitados para atuarem com interventores em qualquer situação que coloque o trabalhador em risco.

O SESMT está dentro das recomendações do Ministério do Trabalho e Emprego, assim com a CIPA. A empresa possui contratos com empresas que realizam anualmente inspeções no ambiente de trabalho para renovação do PPRA e PCMSO. Existe, também, à disposição dos funcionários os equipamentos devidamente calibrados para as inspeções necessárias às permissões de trabalho, como, por exemplo, permissões de trabalho à quente, permissões em trabalhos em altura, permissões para escavações, permissões de trabalho em tubulações, permissões para trabalhos em espaços confinados. Todas as áreas são providas de equipamentos de combate a incêndio, extintores, rede de hidrantes, brigadista, socorristas com funcionários treinados anualmente para atuar em situações de emergência.

O posto de trabalho alvo é um secador rotativo de leito fluidizado, responsável pela pré-secagem do produto, da unidade produtora. Estão interligados ao setor de produção os setores de qualidade, manutenção, almoxarifado, expedição, administrativo.

O posto de trabalho permite a execução de trabalhos sentados ou em pé, dependendo do tipo de intervenção, mas, na maioria das oportunidades, as atividades são executadas em pé, com flexões esporádicas das pernas. O processo requer a utilização de alavancas para decapagem das zonas internas do secador, sendo indispensável a utilização de EPI's: máscaras faciais, luvas de látex, roupa impermeável.

Para obtenção de dados, foram aplicados questionários a todos os funcionários que executam atividades em espaços confinados. Setor alvo, para identificar o perfil dos

trabalhadores e suas limitações (percentil 2,5 e 97,5), suas opiniões sobre a atividade, posto de trabalho, ambiente físico e outras informações que possam favorecer o diagnóstico e, conseqüentemente, as recomendações ergonômicas adequadas, de forma que, sendo adotadas, possam proporcionar melhorias no conforto, na segurança e na eficiência dos funcionários da empresa alvo da pesquisa.

Com a abordagem ergonômica mediante a utilização da metodologia SHTM (Sistema Humano Tarefa Máquina), foi possível identificar os constrangimentos impostos ao trabalhador pelo posto de trabalho e pelas perdas de produtividade, pelas falhas no planejamento da tarefa, e as conseqüências destas falhas para o sistema produtivo em estudo.

Como resultado deste estudo foi possível implementar as seguintes melhorias:

- a) Melhor planejamento da tarefa, levando em conta a mão de obra, as ferramentas, os equipamentos e o horário da intervenção;
- b) Revisão de programa de treinamento de espaços confinados;
- c) Revisão no processo de seleção de pessoas para as funções que impõem a necessidade de entrada em espaços confinados;
- d) Calibração dos instrumentos de medição das condições ambientais do espaço confinado;
- e) Revisão dos procedimentos de entrada em espaços confinados;
- f) Avaliação dos outros ambientes que se caracterizam como espaços confinados;
- g) Revisão dos equipamentos utilizados nas atividades de manutenção em espaços confinados;
- h) Adequação dos equipamentos que compõem um posto de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

- i) Verificação das condições física e psicológica (*hipertensão, arritmia cardíaca, claustrofobia, transtornos mentais, etc.*), assim como a capacidade intelectual de entender os riscos;
- j) Estabelecer os limites de peso e/ou altura para atuação no Espaço Confinado;
- k) Avaliar a presença de micro-organismos antes da entrada no espaço confinado;
- l) Pré-determinar as pessoas habilitadas às atividades em espaços confinados.

Com a implementação das sugestões de melhoria concluímos que houve as seguintes melhorias:

- Maior adequação dos procedimentos às necessidades dos operadores;
- Sensível redução das queixas;
- Menor tempo médio de reparo para os serviços de manutenção;
- Maior tempo de disponibilidade do equipamento, em virtude da redução de tempo médio de reparo, que é um forte indicador de disponibilidade,
- Redução na taxa de falha por reparo, ou seja, redução do retrabalho;

5. REFERÊNCIAS

- ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. **Classificação do entendimento em Ergonomia**. Disponível em: www.abergo.org.br.
- ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. **Introdução à Ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009
- ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- ALVE, José Luiz Loureiro. **Instrumentos, controle e Automação de Processos**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006.
- ARAÚJO, Gilmar Agostinho. **Riscos Ergonômicos em Espaços Confinados**. Dissertação de mestrado; UFPE, Recife 2015
- ARAUJO, Luis César G. de; GARCIA, Adriana Amadeu. **Gestão de pessoas: estratégias e integração organizacional**. 2. ed. - São Paulo: Atlas, 2009.
- AUSTRALIAN, STANDARD WORKSAFE AUSTRALIA NATIONAL STANDARD **SAFE WORKING IN A CONFINED SPACE**, AS 2865 – 1995.
- BRASIL, Presidência da República da Casa Civil, **DECRETO No 3.048**, DE 6 DE MAIO DE 1999
- BRASIL, Norma Regulamentadora – NR 17: Ergonomia, Brasília, Ministério do Trabalho e emprego, 2001
- BRASIL, NBR 14787. **Espaço confinado – Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, <http://portal.mte.gov.br/pat/programa-de-alimentacao-do-trabalhador-pat.htm> Acesso em: 09 maio de 2015.
- BRASIL, Norma Regulamentadora – NR 33: Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados
- BRASIL, Norma regulamentadora **NR6: Equipamentos de Proteção Individual – EPI**. Brasília, Ministério do Trabalho e emprego, 2001.
- BRASIL, Norma Regulamentadora. **NR18 nº18.20 – Locais Confinados**. In: **BRASIL. NR nº18 – Norma Regulamentadora das Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção** – Brasília: Ministério do Trabalho. 1978.
- BRASIL, NR 15 – **Atividade e Operações Insalubres**. Publicação. D.O.U.. Portaria

MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. 06/07/78. Alterações/Atualizações
BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora no 32 Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2008.

CÂMARA, José Luiz; COSTA, Sandra Dalla. **Curso de Formação de Cipeiros**. São Paulo. LTR, 2002.

CARDELLA, Benedito. Segurança no trabalho e prevenção de acidentes. Editora Atlas, São Paulo, 2012.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 3. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CORRÊA, Henrique L. CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo. Atlas, 2009.

COUTO, Hudson de Araújo. **70 lições para o supervisor de primeira Linha**. Belo Horizonte. Ergo, 2009.

DELIBERATO, P.C.P. **Fisioterapia Preventiva**. São Paulo: Manole, 2002.

DUL, J. WEERDMEESE, B. **Ergonomia prática**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 2001.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o ambiente ao homem**. 4ª ed. Porto Alegre. Artes Médicas, 1998.

IEC (International Electrotechnical Commission) Série 79 (79-0 a e 79-18)

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. ed. São Paulo. Blucher, 2005.

KNAUTH, P. und SCHMIDT, K.-H. **Beschleunigung der Schichtrotation und Ausweitung der regulären**. Betriebszeit auf das Wochenende. Eine Feldstudie bei.

KROEMER, K. H. E; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre. Bookman, 2005.

KULCSAR NETO, F.; AMARAL, N. C.; GARCIA, Sérgio Augusto Letizia. **Guia de Orientações para Espaços Confinados**. FUNDACENTRO. São Paulo: FUNDACENTRO.2011.Disponível em:
http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/Publicacao/GUIA_DE_ORIENTA%c3%87%c3%95ES_PARA_ESPA%c3%87OS_CONFINADOS_-VERS%c3%83O_PARA_EDI%c3%87%c3%83O.pdf.

KULCSAR NETO, F.; POSSEBON, J.; AMARAL, N. C. **Espaços Confinados - Livreto do Trabalhador**. São Paulo: FUNDACENTRO. 2009. Disponível em:

http://www.fundacentro.gov.br/CTN/pub_eletronicas.asp?D=CTN,

KULCSAR NETO, F.; POSSEBON, J.; AMARAL, N. C. **O Que São Espaços Confinados**; Como Evitar Acidentes em Espaços Confinados; Alguns Exemplos de Espaços Confinados Típicos; Exemplos de Espaços Confinados Típicos por Atividade Econômica. FUNDACENTRO. São Paulo: FUNDACENTRO. 2009. Disponível em:

Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17. 2 eds. – Brasília: MTE, SIT, 2002.

MÁSCULO, Francisco Soares e Vidal, Mario Cesar. **Ergonomia: Trabalho Adequado e Eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier/ABREPO, 2011.

MIRANDA, C.R.; DIAS, C.R.; OLIVEIRA, L.C.C.; PENA, P.G.L. - **Benzenismo no complexo Petroquímico de Camaçari, Bahia. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, 1998.**

MORAES, AL MONT'ALVÃO, C.R. **Ergonomia: Conceito e Aplicações**. Rio de Janeiro: 2000.

NIOSH. **Elements of ergonomics programs**: a primer based on workplace, evaluations of musculoskeletal disorders, U.S. Department of Health. and Human Services : March, 1997, p. 104.

NORDESCLOR S/A. **Manual de procedimentos de segurança**. Igarassu, 2000. Occupational Safety & Health Administration - OSHA - **Confined space**: U.S. Department of Labor ,2013

SALIBA, Tuffi Messias; CÔRREA, Sandra Angelim Chaves. **Manual prático de avaliação e controle de gases e vapores**. São Paulo. LTR, 2000.

Salvendy, Gavriel. **Human Factors and Ergonomics**, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA

SHUVAL, K.; DONCHIN, M. **Prevalence of upper extremity musculoskeletal symptoms and ergonomic risk factors at a Hi-Tech company in Israel.**

International Journal of Industrial Ergonomics, v. 35, p. 569-581, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOARES, Marcelo Márcio, **Princípios da Biomecânica Ocupacional**. Apostilha do Curso de especialização em ergonomia Departamento de Design, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2001.

STEVENSON, Willam J, Administração das Operações de Produção. 6. ed.

U.S. Department of Labor Occupational Safety & Health Administration. **Confined Spaces Regulations (Standards – 29 CFR) Permit-required confined spaces** – 1910. 146. Washington: OSHA. 2005.

VERONESI, Junior, José Ronaldo Fisioterapia do Trabalho - **Cuidando da Saúde Funcional do Trabalhador**. Editora Andreoli, São Paulo; 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário de Entrevista

Atividade desenvolvida: _____

1) Função:

- ☐ Operador de embalagem I
- ☐ Operador de embalagem II
- ☐ Operador de via seca
- ☐ Operador de utilidades I
- ☐ Operador de sala de controle
- ☐ Supervisor de turno fabril
- ☐ Engenheiro de processo
- ☐ outro: _____

2) Faixa de idade

- ☐ até 25 anos ☐ de 26 à 30 anos ☐ de 31 à 35 anos ☐ de 36 à 40 anos
- ☐ de 41 à 45 anos ☐ de 46 à 50 anos ☐ mais de 51 anos

3) Tempo de serviço na empresa

- ☐ Até 3 meses ☐ mais de 3 meses até 6 meses ☐ mais de 6 meses até 12 meses
- ☐ mais de 1 ano até 2 anos ☐ mais de 2 anos até 5 anos ☐ mais de 5 anos até 10 anos
- ☐ mais de 10 anos

4) Tempo de serviço na indústria química

- ☐ Até 2 anos ☐ de 2 à 5 anos ☐ de 5 à 10 anos
- ☐ de 10 à 20 anos ☐ acima de 20 anos

5) Procedência do trabalhador

- ☐ local ☐ de outras cidades dos arredores ☐ do campo ☐ de outro estado

6) Razões da migração

- ☐ Procurar emprego ☐ melhorar as condições de vida ☐ venda da terra
- ☐ acompanhar a família ☐ procurar escola para si ou para a família ☐ outros

7) Razões para o ingresso na agroindústria

- ☐ Simpatia pelo processo ☐ acompanhara parentes ☐ melhoria salarial
- ☐ instrução insuficiente para outra atividade ☐ facilidade de obtenção de trabalho
- ☐ possibilidade de carreira ou aprendizado de uma profissão

8) Grau de instrução

- ☐ analfabeto ☐ até a segunda série do primeiro grau
- ☐ até a quarta série do primeiro grau ☐ Primeiro grau incompleto
- ☐ primeiro grau completo ☐ segundo grau incompleto ☐ segundo grau completo
- ☐ terceiro grau incompleto ☐ terceiro grau completo
- ☐ pós graduação incompleto ☐ pós graduação completo

9) Estado Civil

- ☐ solteiro ☐ casado ☐ separado/desquitado ☐ amasiado ☐ viúvo

10) Prole

Filhos e dependentes: _____ Número total de filhos: _____

11) Moradia

- ☐ própria ☐ alugada ☐ emprestada ☐ mora com parentes ☐ outra

12) Meio de transporte utilizado para deslocamento residência/serviço e retorno

- ☐ veículo próprio ☐ transporte coletivo ☐ transporte oferecido pela empresa
- ☐ carona com colega de trabalho ☐ outro: _____

APÊNDICE B - Questionário Bipolar - Corlett (1995)

Questionário Bipolar

Assinale na figura e preencha a tabela na região que sente dor. (Conforme exemplo)

Preencha na tabela qual a parte do corpo nesta região assinalada. (Conforme exemplo)

1) Você sente dor com que frequência:

a) Regiões do corpo

0 - não sinto dor nesta parte do corpo;

1 - de 1 a 2 vezes por semana;

2 - de 3 a 4 vezes por semana;

3 - cerca de 1 vez por dia;

4 - muitas vezes por dia;

5 - todo o dia (o dia inteiro);

b) Lado que sente dor:

1 - esquerdo;

2 - direito;

3 - os dois lados.

c) Evolução da dor:

() 1 hora de trabalho

() 4 horas de trabalho

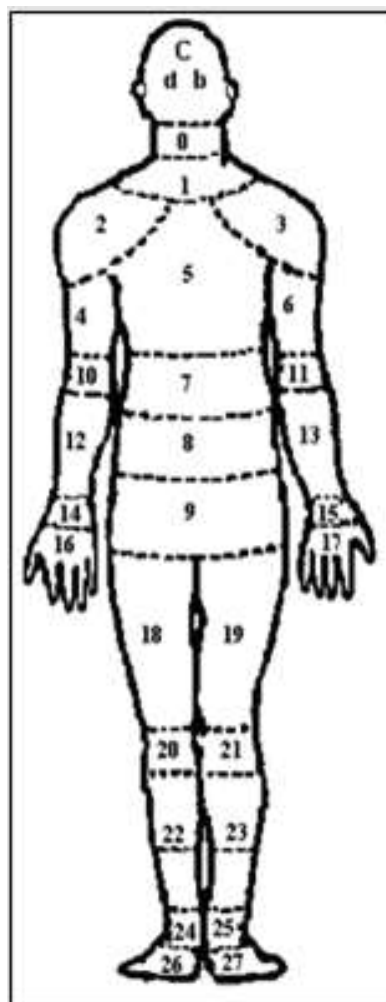
() 8 horas de trabalho

1 - não sinto dor;

2 - pequena;

3 - moderada;

4 - forte (severo);

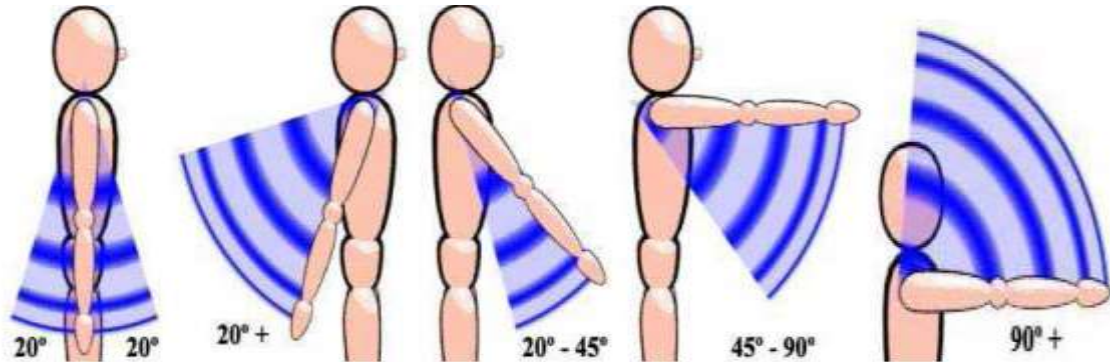


Região	Parte do corpo	Frequência	Lado	Evolução da dor		
				1 hora de trabalho	4 horas de trabalho	8 horas trabalh

Obs.: para cada hora do dia avaliado, utilizar uma nova tabela em branco.

APÊNDICE C - Avaliação RULA

Postura de trabalho: Avaliação RULA – Grupo A Análise dos membros superiores – Posição dos Braços



Ponto(?)

Pontos

Pontos

Pontos

Pontos

Ombro elevado:

Braço abduzido:

Braço apoiado:

Análise dos membros superiores – Posição dos Antebraços



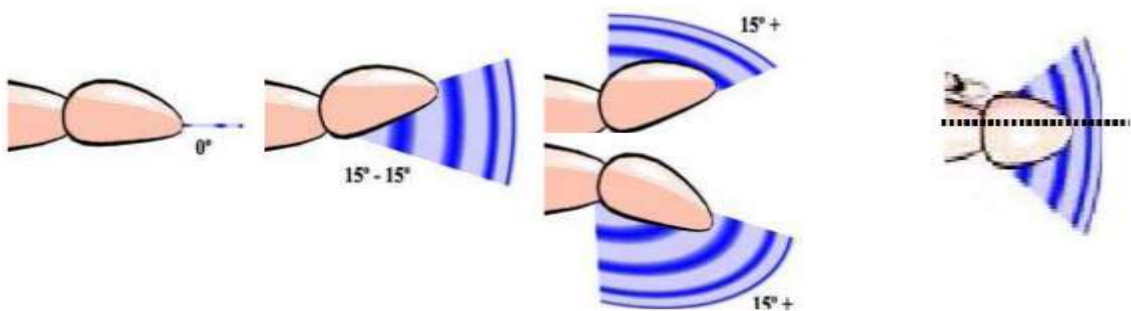
Pontos

Pontos

Pontos

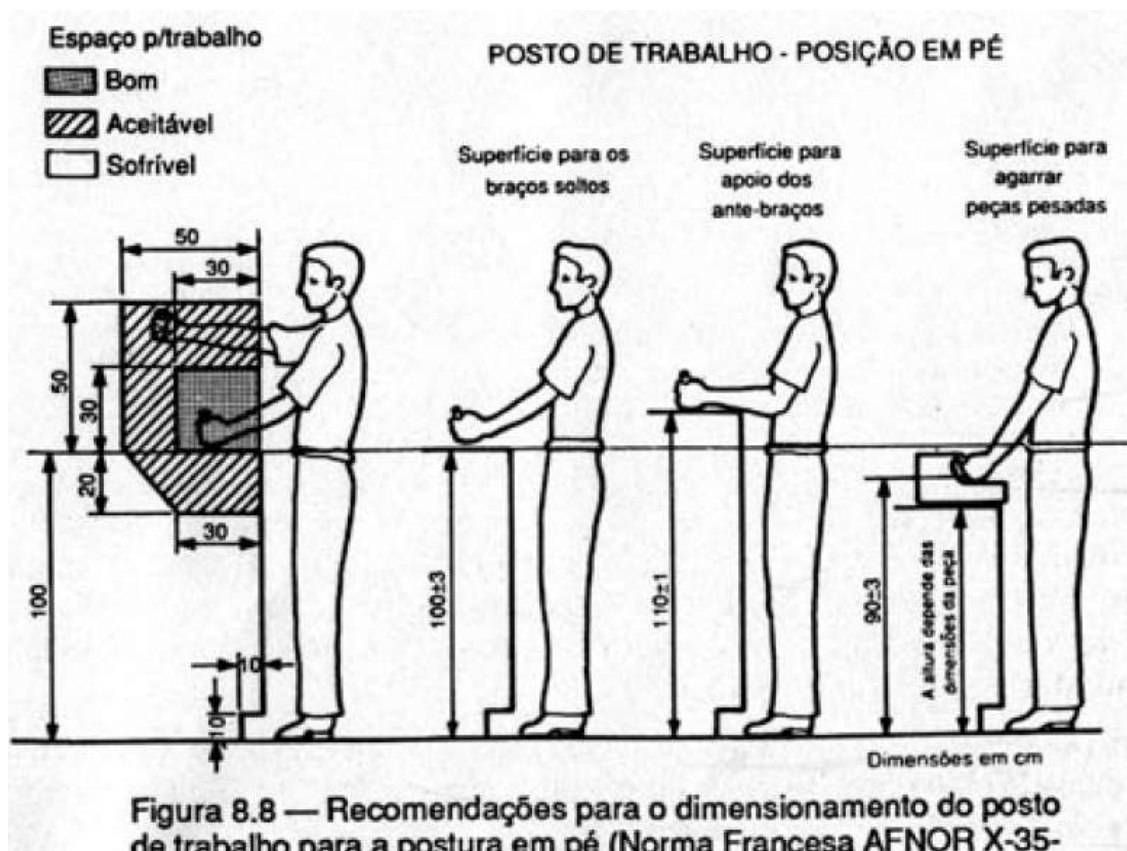
Escore final do antebraço:

Análise dos membros superiores – Posição dos Punhos



Escore final do punho:

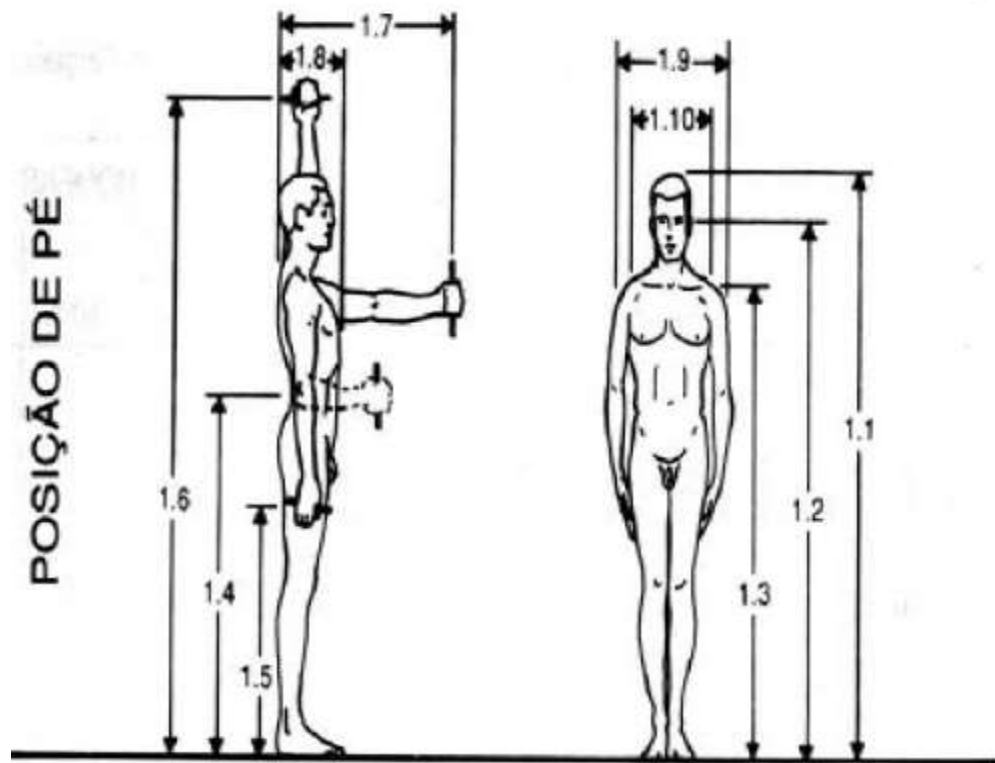
APÊNDICE D - Dados do Posto de Trabalho
Análise do posto de trabalho:



Locais a medir Valores (m)	Locais a medir Valores (m)
Altura da bancada	
Altura de passagem disponível	
Altura dos equipamentos de uso contínuo	
Altura dos EPC's	
Altura máxima produto/corte	
Altura mínima produto/corte	
Comp. horizontal funcionário/bancada	

APÊNDICE E - Dados Antropométricos

Antropometria



Código	Medidas pesquisadas (sujeito em pé)	cm
1.6	Altura da pega	
1.1	Estatura	
1.3	Altura do ombro	
1.4	Altura do cotovelo	
1.5	Altura da mão	
1.7	Comprimento da mão	

Peso:

APÊNDICE F - Questionário das Vestimentas

Assinale nos itens de roupas que você está utilizando no local de trabalho

Roupas de baixo e acessórios	☐		Blusa leve fina, manga curta	☐
Sapato com sola fina	☐		Camiseta	☐
Sapato com sola grossa	☐		Calças	☐
Botinas	☐		Calça curta (bermuda)	☐
Meia soquete fina	☐		Calça tecido fino	☐
Meia soquete grossa	☐		Calça jeans	☐
Meia até o joelho	☐		Calça grossa, de lã ou flanela	☐
Meia de nylon longa fina	☐		Vestidos e Saias	☐
Meia calça com pernas longas	☐		Saia leve, de verão	☐
Meia calça com pernas curtas	☐		Saia pesada, de inverno	☐
Cueca	☐		Vestido de verão, mangas	☐
Calcinha	☐		Vestido de inverno, manga	☐
Soutien	☐		Vestido completo, fechado	☐
Camisa de baixo	☐		Casacos e Suéteres	☐
Camisa de baixo, manga longa	☐		Colete sem mangas fino	☐
Gravata	☐		Colete sem mangas grosso	☐
Camisas e Blusas	☐		Suéter manga longa fino	☐
Camisa de manga curta	☐		Suéter manga longa grosso	☐
Camisa manga longa tecido	☐		Jaqueta leve	☐
Camisa manga longa normal	☐		Jaqueta/japona normal	☐
Camisa de flanela ou moleton	☐		Paletó	☐
Blusa leve fina, manga longa	☐		Paletó de verão, blazer	☐

APÊNDICE G - Questionário de Sensação e Subjetividade

Assinale as alternativas conforme sua condição no momento.

A) Temperatura

Como você se sente a temperatura neste momento?

- ☐ muito frio
- ☐ frio
- ☐ levemente frio
- ☐ neutro
- ☐ levemente quente
- ☐ quente
- ☐ muito quente

Como você gostaria de estar se sentindo neste momento?

- ☐ bem mais aquecido
- ☐ mais aquecido
- ☐ um pouquinho mais aquecido
- ☐ assim mesmo
- ☐ um pouquinho mais refrescado
- ☐ mais refrescado
- ☐ bem mais refrescado

B) Iluminação

Como você sente a iluminação no ambiente (posto de trabalho)?

- ☐ muito forte (excesso de luminosidade)
- ☐ forte
- ☐ levemente forte
- ☐ neutra
- ☐ levemente fraca
- ☐ fraca
- ☐ muito fraca (insuficiência de luminosidade)

C) Ruído

Como você sente o ruído no ambiente (posto de trabalho)?

- ☐ muito forte
- ☐ forte
- ☐ levemente forte
- ☐ neutro
- ☐ levemente fraco
- ☐ fraco
- ☐ muito fraco

APÊNDICE J - Resultados das Avaliações Ambientais

Legenda

Tg: temperatura de globo, em graus centígrados;

Tbn: temperatura de bulbo úmido natural, em graus centígrados;

Tbs: temperatura de bulbo seco, em graus centígrados;

UR (%): umidade relativa do ar, em porcentagem;

Var: velocidade do ar, em metros por segundo.

Posto de trabalho: Envase principal (T-336 A)

[illegible]

ANEXO A - Equipamentos de Medição Ambiental

TERMO-HIGRO-ANEMÔMETRO-LUXÍMETRO



Termo-higro-anemômetro-luxímetro digital portátil, modelo THAL-300, marca Instrutherm.

Equipamento utilizado para medição de velocidade do ar, umidade relativa e temperatura do ar.

ANEXOS

ANEXO A - Equipamentos de Medição Ambiental

TERMO-HIGRO-ANEMÔMETRO-LUXÍMETRO



Termo-higro-anemômetro-luxímetro digital portátil, modelo THAL-300, marca Instrutherm.

Equipamento utilizado para medição de velocidade do ar, umidade relativa e temperatura do ar.

TERMÔMETRO SEM CONTATO (LASER)



Termômetro sem contato (laser), modelo ST Pro – Raytek.
Equipamento utilizado para medição de temperatura das mãos.

LUXÍMETRO



DECIBELÍMETRO



DECIBELÍMETRO TIPO 2 MOD.DL-4100 MARCA ICAL

- Display de cristal líquido (LCD 1999) com iluminação e barra gráfica
- Escalas: 30 a 80dB, 50 a 100dB, 80 a 130dB e automática.
- Resolução: 0,1dB.
- Ponderação: A e C.
- Resposta: Rápida (FAST) / Lenta (SLOW).
- Precisão: $\pm 1,4$ dB (94dB/1KHz).
- Intervalo Programável: 1 a 59 segundos.
- Memória: 32.000 registros.
- Indicação de sobre-escala (OVER) e sub-escala (UNDER).
- Segue o padrão das normas IEC-61672 tipo 2 e ANSI S1.4 tipo 2.
- Microfone do tipo capacitivo com 10mm de diâmetro.
- Temp. de operação: 0° a 40°C.
- Umid. de operação: < 90% sem condensação.
- Alimentação: Bateria de 9V com Indicação de bateria fraca.
- Resp. em frequência: 31,5Hz até 8kHz.
- Saída analógica.
- Registro de Máximo, Mínimo e Média.
- Dimensões e peso: 278 X 76 X 50mm / 350gr.
- Acompanha: Manual de Instruções em Português, Fonte de Alimentação Bivolt 110/220 volts, Tripé, protetor de vento (espuma), Cabo USB de comunicação, CD com o software para Windows, bateria de 9 volts, chave de fenda e Maleta para Transporte.

TERMÔMETRO DE GLOBO DIGITAL



Termômetro de Globo Digital modelo TGD-200, marca Instrutherm.
Equipamento utilizado para medição de temperatura de globo, temperatura de bulbo úmido e temperatura de bulbo seco.