

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ESTUDO DE MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO E *LAYOUT* NA
INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE VIDROS

Adriana de Mello Tucci

Porto Alegre

2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO DE MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO E *LAYOUT* NA
INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE VIDROS**

Adriana de Mello Tucci

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado
Profissionalizante em Engenharia como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre em Engenharia –
modalidade Profissionalizante – Ênfase Sistemas de
Produção

Orientador: Professor Dr. Fernando Gonçalves Amaral

Porto Alegre

2006

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Fernando Gonçalves Amaral, Dr.
Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

Prof. Luis Antonio Lindau, PhD
Coordenador MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Giovanna Sanritri Posa
PPGEP/UFRGS

Prof. Dr. Julio Carlos van der Linden

UNIRITTER

Prof. Dr. Mário dos Santos Ferreira
PUCRS

DEDICATÓRIA

CARLOS EDUARDO MORELLI TUCCI, meu pai e
minha fonte eterna de inspiração e motivação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos funcionários da empresa onde foi realizado o estudo, pela paciência e compreensão na coleta de dados;

A Diretoria da Empresa, pela confiança na disponibilidade de acesso, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho;

A colega e amiga Juliana Tabbal da Costa pela amizade, apoio e companheirismo em todas etapas deste trabalho;

Ao Professor Dr. Fernando Gonçalves Amaral, pela flexibilidade, paciência e brilhantismo na sua orientação;

A meu irmão Rafael Mello Tucci, pelo suporte emocional;

A meu pai e minha mãe Jane Mello Tucci, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos importantes da minha vida;

A Deus, pela força de sua luz nos momentos de insegurança e falta de clareza diante do meu caminho.

RESUMO

Atualmente, a competitividade está cada vez mais acirrada entre as organizações. As empresas estão preocupadas em conquistar o mercado de maneira diferente do passado, buscando maior qualidade no trabalho e na produtividade. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo a melhoria nas condições de trabalho e *layout* de processo em uma empresa distribuidora de vidros planos e produtora de vidros curvos e temperados. Para tanto, este trabalho utilizou dois instrumentos metodológicos para avaliação de questões referentes ao processo e aos postos de trabalho. Com a análise do *layout* de processo, feita através do primeiro método, foi possível identificar fatores críticos no que diz respeito ao fluxo e transporte de materiais. Além disso, o segundo instrumento de análise proporcionou a avaliação nos postos de trabalho, na qual pode verificar condições desfavoráveis em relação à luminosidade e ao ambiente térmico. Em seguida, foi estabelecida uma proposta de melhorias para otimizar e organizar o *layout* de processo atual e contribuir com os fatores físicos ambientais das condições de trabalho. Portanto, através dos métodos apresentados conseguiu-se atingir o objetivo inicial do estudo e propor modificações importantes para o bem estar do trabalhador.

PALAVRAS-CHAVE: Condições de Trabalho, *Layout* de Processo, Vidro.

ABSTRACT

Currently, competitiveness is stronger among organizations. The companies are improving the efficiency and productivity as compare from past practices. In this context, this research had as objective the improvement of the work conditions and layout process in a deliver plain glass company and arched and tempered glass producer. Two methods were used in the evaluation of the process and workers activities. The first method was used to evaluate the layout of the process where was possible to identify critical factors about the flow and transport of materials. The second method allowed the evaluation of the workers conditions where bad conditions such as limited luminosity and the thermal environment were found. Based on the assessment made was established a proposal to optimize and to organize the layout of current process in order to improve the physical factors of the workers environment in the plant. Therefore, through the developed procedures the objective of the study was obtained as the modifications proposed improved the safety of the worker environment and it is likely to increase the productivity.

KEYWORDS: Work Conditions, Layout of Process, Glass.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	10
LISTA DE TABELAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 JUSTIFICATIVA.....	16
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	18
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 A INDÚSTRIA DO VIDRO.....	20
2.1.1 O Vidro e sua História.....	22
2.1.2 Fabricação do Vidro Plano	23
2.1.3 Distribuição, Processamento e Comercialização do Vidro Plano	26
2.1.4 Outros Segmentos do Vidro.....	27
2.2 TIPO DE PROCESSOS	28
2.2.1 Processo de Projeto	28
2.2.2 Processo por Tarefa	29
2.2.3 Processo em Lotes	29
2.2.4 Processo em Linha	30
2.2.5 Processo Contínuo	30
2.3 ANÁLISE DO PROCESSO.....	31
2.3.1 Fluxograma.....	31
2.3.2 Mapa de Processo	33
2.3.3 Diagrama de Blocos.....	35
2.4 TIPOS DE <i>LAYOUT</i>	36
2.4.1 <i>Layout</i> Posicional	37
2.4.2 <i>Layout</i> por Processo.....	37
2.4.3 <i>Layout</i> Celular	38
2.4.4 <i>Layout</i> por Produto	38
2.5 PRODUÇÃO DE VIDROS E CONDIÇÕES DE TRABALHO.....	40
2.6 TRABALHO <i>VERSUS</i> ERGONOMIA.....	45
2.7 A INFLUÊNCIA AOS FATORES FÍSICOS-AMBIENTAIS NO AMBIENTE DE TRABALHO.....	48
2.7.1 Temperatura.....	48
2.7.2 Iluminação	49
2.7.3 Ruído	50
2.8 EXIGÊNCIAS FÍSICAS NO TRABALHO.....	50
2.8.1 O Trabalho Muscular	51
2.8.2 Manuseio de Cargas	52

2.9 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	53
3 METODOLOGIA.....	54
3.1 MÉTODO DE ANÁLISE DE PROCESSO.....	55
3.1.1 Identificação do Tipo de Processo	55
3.1.2 Coleta de Informações do Processo	56
3.1.3 Construção do Mapa de Processo	56
3.1.4 Construção do Diagrama de Blocos	57
3.1.5 Identificação dos Fatores do Processo	57
3.2.6 Análise dos Fatores Críticos do Processo.....	58
3.2 MÉTODO DE ANÁLISE DE POSTOS DE TRABALHO	58
3.2.1 Identificação dos Postos de Trabalho	58
3.2.2 Coleta de Informações dos Postos de Trabalho	59
3.2.3 Construção dos Perfis Analíticos dos Postos de Trabalho.....	60
3.2.4 Construção do Perfil Global de um Conjunto de Postos de Trabalho	61
3.2.5 Identificação dos Fatores por Posto de Trabalho	62
3.2.6 Análise dos Fatores Críticos dos Postos de Trabalho.....	63
4 RESULTADOS	64
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	64
4.1.1 Características do Processo	65
4.1.2 Descrição dos Postos de Trabalho	66
4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DO PROCESSO	69
4.2.1 Identificação do Tipo de Processo.....	69
4.2.2 Coleta de Informações do Processo.....	70
4.2.3 Construção do Mapa de Processo.....	71
4.2.4 Construção do Diagrama de Blocos.....	74
4.2.5 Identificação dos Fatores do Processo.....	75
4.2.6 Análise dos Fatores Críticos do Processo.....	76
4.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DE POSTOS DE TRABALHO.....	76
4.3.1 Identificação dos Postos de Trabalho.....	76
4.3.2 Coleta de Informações dos Postos de Trabalho.....	77
4.3.3 Construção dos Perfis Analíticos dos Postos de Trabalho.....	78
4.3.4 Construção do Perfil Global de um Conjunto de Postos de Trabalho.....	87
4.3.5 Identificação dos Fatores por Posto de Trabalho.....	87
4.3.6 Análise dos Fatores Críticos dos Postos de Trabalho.....	88
4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	89
4.5 PROPOSTA	90
4.6 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA PROPOSTA.....	101
5 CONCLUSÃO	102
REFERÊNCIAS	104
APÊNDICE.....	107
APÊNDICE A - Resultados dos Mapas de Processo.....	107
APÊNDICE B - Gráficos dos Fatores.....	113

ANEXO	121
ANEXO A - O Perfil dos Postos de Trabalho.....	121
ANEXO B - Perfil Analítico.....	127
ANEXO C - Questionário Subjetivo.....	173

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Componentes do vidro.....	20
Figura 2: Tipos de processos em operações de manufatura.....	31
Figura 3: Fluxograma para um concerto de automóvel.....	32
Figura 4: Exemplo de um diagrama de blocos.....	35
Figura 5: Relações entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico.....	36
Figura 6: Posição do processo no contínuo volume-variedade	39
Figura 7: Cinta de aço em ponte e empilhamento.....	42
Figura 8: Polonier para seis pilhas e colares com escoras.....	42
Figura 9: Cavalete para transporte do vidro.....	43
Figura 10: Equipamentos de proteção individual para contato com vidros.....	44
Figura 11: Etapas de desenvolvimento metodológico.....	54
Figura 12: Critérios e fatores de análise de postos de trabalho.....	59
Figura 13: Níveis de penosidade dos fatores avaliados.....	60
Figura 14: Exemplo do perfil analítico para um posto de trabalho.....	61
Figura 15: Exemplo do perfil global dos postos de trabalho.....	62
Figura 16: Exemplo do gráfico para priorização de fatores.....	62
Figura 17: Exemplo de um gráfico de pareto.....	63
Figura 18: Vinte e oito produtos fabricados.....	65
Figura 19: Planta baixa da fábrica.....	70
Figura 20: Fluxograma da fábrica produtora e distribuidora de vidros.....	72
Figura 21: Diagrama de blocos do arranjo físico atual.....	74
Figura 22: Diagrama de blocos do arranjo físico atual apresentando o fluxo.....	75
Figura 23: Perfil do posto 01.....	80
Figura 24: Perfil do posto 13.....	80
Figura 25: Perfil do posto 08.....	81
Figura 26: Perfil do posto 09.....	81
Figura 27: Perfil do posto 12.....	82
Figura 28: Perfil do posto 11.....	82
Figura 29: Perfil do posto 15.....	82
Figura 30: Perfil do posto 03.....	83
Figura 31: Perfil do posto 04.....	84
Figura 32: Perfil do posto 06.....	84
Figura 33: Perfil do posto 10.....	84
Figura 34: Perfil do posto 07.....	85
Figura 35: Perfil do posto 14.....	85
Figura 36: Perfil do posto 02.....	86
Figura 37: Perfil do posto 05.....	86
Figura 38: Perfil global dos postos de trabalho.....	87
Figura 39: Pareto dos fatores avaliados pelo analista e pelos funcionários.....	89
Figura 40: Diagrama de blocos proposto.....	91
Figura 41: Diagrama de blocos proposto demonstrando o fluxo dos produtos.....	92
Figura 42: Arranjo físico proposto.....	92
Figura 43: Exaustor eólico.....	94
Figura 44: Planta baixa atual demonstrando através das flechas sistema de ventilação..	95
Figura 45: Exaustor eólico na fábrica em estudo.....	96
Figura 46: Equipamento para ventilação proposta.....	96
Figura 47: Ventilação proposta.....	97

Figura 48: Somente operador da esquerda está usando protetor ouricular.....	98
Figura 49: Ventosa para manuseio do vidro.....	99
Figura 50: Iluminação natural e artificial da fábrica de vidros.....	99
Figura 51: Luminária proposta para a iluminação localizada na fábrica de vidros.....	100
Figura 52: Exemplo de posto de trabalho com iluminação proposta.....	100
Figura 53: Gráfico com as diferenças dos mapas de processo.....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Desempenho global do setor vidreiro em 2004.....	15
Tabela 2: Mapa de processo para admissão na sala de emergência.....	34
Tabela 3: Tabela para organização de dados.....	68
Tabela 4: Mapa de processo do arranjo físico atual.....	73
Tabela 5: Resultado dos questionários.....	78
Tabela 6: Resultado das medianas por critério.....	79
Tabela 7: Tabela dos fatores avaliados pelo analista e pelos funcionários.....	88
Tabela 8: Tabela dos fatores críticos verificados.....	90
Tabela 9: Mapa de processo do arranjo físico proposto.....	93
Tabela 10: Diferença entre a distância percorrida no mapa de processo atual e o prop..	101

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

No mundo moderno, diversas mudanças sociais, econômicas, políticas e tecnológicas vêm ocorrendo, motivando as empresas a buscarem a excelência na qualidade e a redução nos custos de seus produtos. Aliado a isso, com este cenário econômico mundial, faz-se cada vez mais necessárias modificações nos setores produtivos e transformações no trabalho.

Os ambientes de trabalho formal, no âmbito dos sistemas de produção, são típicos de empresas que fabricam, confeccionam, elaboram e montam produtos e sistemas de produtos de tipo, classe, categoria e natureza diversificada. São ambientes industriais: fábricas, usinas, laboratórios, oficinas e assemelhados. Seus edifícios e instalações industriais, bem como suas máquinas, ferramentas, equipamentos, insumos, etc., são igualmente diversificados. Eles abrangem desde as micro, pequenas, médias e grandes empresas até os grandes conglomerados transnacionais, congregando também vários recursos humanos em todo um complexo de relações humanas composto de trabalhadores braçais, especializados, técnicos, cientistas, tecnológicos e pessoal administrativo, entre outros (GOMES, 2003).

De acordo com Slack et al. (2002), o gerenciamento da produção é frequentemente apresentado como um assunto cujo foco principal está em tecnologia, sistemas, procedimentos e instalações. Ao contrário disso, a forma como os recursos humanos são gerenciados tem impacto profundo sobre a eficiência de suas funções operacionais.

As atividades de trabalho e as condições nas quais são realizadas têm conseqüências múltiplas para os operadores, assim como para a produção e os meios de trabalho. Desta forma, as conseqüências para os operadores podem envolver sua saúde e seu estado funcional, limitar as possibilidades de evolução de suas competências e restringir a possível ampliação de sua experiência profissional. Essas conseqüências têm então decorrências sobre sua vida social e econômica, sobre sua formação e seu emprego. Já os reflexos para os meios de produção estão relacionados às modalidades de uso das ferramentas e das instalações. São capazes de levá-los a um desgaste rápido, a quebras acidentais, com possíveis efeitos para os trabalhadores, para a produção, mas também para o ambiente do posto de trabalho, até mesmo da empresa (GUÉRIN et al., 2004).

Verificar se o local de trabalho apresenta exigências excessivamente altas ou se a carga de trabalho está nos moldes de uma exigência fisiológica normal tornou-se um aspecto a ser considerado. Logo, definir a forma pela qual as pessoas agem e se deslocam em relação a seu trabalho, auxilia a desenvolver a cultura da empresa, seus valores e filosofia. Além disso, para que as organizações possam agir de forma consciente dentro desse contexto, é necessário preocupar-se com o ser humano e como ele se ajusta ao ambiente da fábrica.

Para essa finalidade, é fundamental aperfeiçoar o arranjo físico dos equipamentos, a fim de otimizar todo o processo de fabricação, tornando-o mais ágil e mais versátil. A este arranjo físico dos diversos postos de trabalho dentro de um ambiente dá-se o nome de *layout*. Assim, o desenvolvimento de um *layout* voltado para as aptidões humanas favorecerá uma melhor adaptação das pessoas ao ambiente, proporcionando condições de trabalho mais funcionais, agilizando os fluxos de fabricação ou tramitação de processos, otimizando o aproveitamento dos espaços disponíveis e minimizando a movimentação de pessoas, produtos, materiais e documentos (SIMPEP, 2003).

De acordo com Muther (1986), o arranjo das áreas de trabalho nasceu com o comércio, o artesanato e a execução de trabalhos produtivos. A partir do desenvolvimento dos sistemas produtivos, mais atenção passou a ser dada à utilização do espaço. Uma série de desenvolvimentos no planejamento de arranjos físicos foi atribuída aos engenheiros químicos e de mineração alemães; a produtores de vagões canadenses; produtores de automóveis de Detroit e a construtores de navios britânicos. Os profissionais da área industrial aprenderam então a relacionar suas estruturas às necessidades funcionais, adaptando-as ao espaço necessário disponível. Sendo assim, entende-se que o *layout* tem importância significativa em relação à produção, de forma que um projeto inadequado pode gerar perdas como deslocamentos desnecessários, excesso de operações e ineficiência produtiva.

Aliada a isso, e na busca de melhorias para as condições de trabalho que a abordagem ergonômica se insere. Conforme Grandjean (2004), a ergonomia pode ser definida como a ciência da configuração de trabalho adaptada ao homem. Logo, esta ciência tem por objeto o estudo do trabalho, mas é preciso reconhecer que a palavra trabalho abrange várias realidades, como mostra seu uso corrente. É utilizada, conforme o caso, para designar condições de trabalho (trabalho penoso, trabalho pesado,...), o resultado do trabalho (um trabalho malfeito, um trabalho de primeira,...) ou a própria atividade de trabalho (fazer seu trabalho, um trabalho meticuloso, estar sobrecarregado de trabalho,...) (GUÉRIN et al., 2004).

Segundo Queiróz e Maciel (2001) a ergonomia tem mostrado que movimentos repetitivos, emprego de força, posturas incorretas no trabalho, fatores ligados à organização

da atividade e ao ambiente ocorrem com frequência em toda atividade industrial e podem causar problemas de saúde no trabalhador, aumentar o absenteísmo e afetar até suas atividades da vida diária.

Dessa forma, a utilização de diferentes recursos tecnológicos com diversificadas formas de controle e organização tem como consequência a exposição dos trabalhadores a diferentes modalidades e intensidades de riscos, intermediados pelas particularidades dos diversos processos industriais. Esse é o caso da produção dos vidros, que apresenta características muito peculiares quanto ao processo de transformação da matéria-prima em produtos finais, com a coexistência de indústrias em diferentes fases de incorporação de tecnologia e com distintas formas de organização e controle do trabalho (QUEIRÓZ; MACIEL, 2001).

Para Pilkington (1979), o vidro é uma indústria em crescimento. A demanda global por vidros supera o crescimento econômico mundial (Tabela 1). Hoje em dia, arquitetos e projetistas de automóveis utilizam mais vidro nos projetos aumentando a funcionalidade e praticidade dos mesmos.

Tabela 1: Desempenho global do setor vidreiro em 2004

DESEMPENHO GLOBAL DO SETOR VIDREIRO 2004						
SEGMENTO	FATURAMENTO (milhões R\$)	PARTICIPAÇÃO	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO (mil toneladas)	INVESTIMENTO (milhões US\$) 2004	INVESTIMENTO (milhões US\$) 2005/ Prev.	EMPREGOS (mil)
EMBALAGEM	1.109	29,90%	1.227	57,0	87,8	5,4
DOMÉSTICO	480	12,90%	283	9,0	26,0	2,6
VIDROS TÉCNICOS	1.119	30,30%	297	29,0	19,1	3,5
VIDROS PLANOS	998	26,90%	1.240	63,0	14,0	1,4
TOTAL	3.706	100,00%	3.097	158,0	146,9	12,9

Fonte: Adaptado de ABIVIDRO, 2005

Assim considerando, com o cenário explicitado anteriormente, este trabalho visa, por meio de uma abordagem ergonômica, a melhoria das condições de trabalho e de *layout* de processo em uma empresa transformadora e distribuidora do setor de vidros.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo geral contribuir para melhorias nas condições de trabalho e *layout* de processo vinculados à distribuição de vidros planos e produção de vidros curvos e temperados.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, alguns objetivos específicos foram propostos:

- analisar as condições de trabalho e do *layout* em uma empresa da indústria do vidro manufaturado;
- avaliar o impacto que essas condições de trabalho e de *layout* têm sobre a saúde e segurança dos trabalhadores;
- propor melhorias através do redimensionamento do cenário encontrado.

1.3 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, o trabalho tem ocupado um espaço muito importante na vida das pessoas e da sociedade em geral. A relação ideal entre o homem e seu ambiente de trabalho baseia-se no bem-estar, saúde, segurança e satisfação do indivíduo. No entanto, decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção envolve uma série de variáveis ligadas às condições de trabalho e *layout* do processo.

A abordagem ergonômica contribui, para as condições de trabalho, e melhorias ligadas ao *layout* de processo. O redimensionamento do cenário existente permite reduzir a movimentação da matéria-prima dentro do processo produtivo, de maneira que o fluxo da produção transcorra sem grandes e desnecessários deslocamentos.

Optou-se pela análise ergonômica no setor vidreiro, mais especificamente em uma fábrica distribuidora e transformadora de vidros. A indústria do vidro demonstra grande

importância a questões referentes a acidentes de trabalho e perda na produção. Por se tratar de um produto suscetível à quebra, facilmente cortante e com um peso relevante, o vidro deve ser cuidadosamente produzido, transformado e distribuído. Além disso, este setor caracteriza-se por apresentar em seu ambiente produtivo fornos com temperaturas elevadas para produção e/ou transformação de chapas de vidro. Para tanto, a correta avaliação e modificação das condições de projeto ligadas aos fatores físicos ambientais pode garantir a segurança para o trabalhador e conseqüente otimização na produtividade deste segmento.

Dentro desse contexto, a justificativa desta pesquisa é fornecer uma fundamentação teórica com metodologias que auxiliem a avaliação do processo e dos postos de trabalho no setor vidreiro. Ainda assim, destaca-se a falta de estudos neste segmento e a contribuição que este trabalho pode representar aos diversos produtores, transformadores e distribuidores da indústria do vidro.

Portanto, é importante salientar a relevância deste estudo em seu aspecto social e científico, por estar buscando, através da ergonomia, melhorias das condições de trabalho e de *layout* do processo, bem como, uma melhor qualidade de vida para os funcionários da fábrica em questão.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No que diz respeito ao tipo de pesquisa, o desenvolvimento do trabalho caracterizou-se como uma pesquisa aplicada, baseada em uma metodologia de Intervenção Ergonômica, tendo características básicas de um estudo de caso. Para Bressan (2000), o método do estudo de caso obtém evidências a partir de seis fontes de dados: documentos, registros de arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos e cada uma delas requer habilidades específicas e procedimentos metodológicos específicos.

Do ponto de vista de método de trabalho, procurou-se alcançar os objetivos estabelecidos através de seis etapas. São elas:

a) Análise da demanda

A análise da demanda consiste em fazer um levantamento de indicadores que serão os norteadores deste estudo que se segue.

b) Observação inicial

Nesta etapa, antes de qualquer ação, é necessária a observação direta para entendimento do contexto geral do processo. Em seguida, para a coleta de dados faz-se um

levantamento inicial através de observação direta, medições e listagem das operações. Logo, com essas informações é possível construir uma tabela e um diagrama esquemático da produção para organização e entendimento dos dados coletados.

Além da observação referente ao processo produtivo, faz-se necessária a observação inicial dos postos de trabalho. Esta consiste em primeiramente fazer uma observação direta do contexto dos postos. Após isso, para coleta de informações é aplicado um questionário aos operadores e analista para identificação de suas percepções. Sendo assim, obtêm-se valores através do questionário que são organizados em forma de perfis analíticos e global dos postos de trabalho.

c) Diagnóstico primário

Nesta etapa, através da construção da tabela, diagrama e desenho da planta baixa será possível entender cada operação dentro do processo e como o espaço está organizado. Aliado a isso, através da construção dos perfis, será possível verificar a percepção dos trabalhadores em relação aos postos de trabalho.

d) Análise aprofundada

Nesta fase, a partir da identificação dos fatores do processo pode-se verificar quais operações e postos de trabalho indicam maior problema e quais devem ser analisadas detalhadamente através de métodos específicos.

e) Discussão dos resultados

Discussão das informações obtidas nos perfis analítico e global, no fluxo de processo e nas análises aprofundadas.

f) Proposta

Propor um plano de ação para melhorar as condições de trabalho e *layout* de processo com base nos resultados discutidos.

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O trabalho limitou-se aos segmentos de transformação e distribuição de vidros planos, especificamente em “chão-de-fábrica” que produz de vidros curvos e temperados e distribui chapas de vidros planos. Portanto, as conclusões alcançadas versam sobre a referida empresa, sendo parcialmente compatíveis com outras do mesmo segmento, embora existam diferenças nos processos produtivos. Além disso, o estudo se detém exclusivamente à indústria vidreira manual, a determinado fluxo de produção, conhecimento técnico próprio e produtos por ele

produzido, embora possa ser estendido a outras empresas do mesmo setor, com conclusões distintas daquelas aqui representadas. Aliado a isso optou-se pela restrição nas questões tecnológicas, visto que a proposição de melhorias através de equipamentos e máquinas novas e conseqüente automação não são mensuradas neste trabalho. Por fim, a análise da demanda de produtos para avaliação do fluxo de produção foi prejudicada pela falta de dados e histórico fornecidos pela empresa. Contudo, fez-se o estudo considerando a mesma demanda para todos os 28 (vinte e oito) produtos produzidos na fábrica.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é estruturado em quatro capítulos. O capítulo I (Introdução) fornece informações gerais para a compreensão inicial do contexto que se insere este trabalho. Essas estão organizadas de acordo com o tema escolhido, bem como os objetivos, a justificativa, limitações do estudo e o método utilizado. Desta forma, pode-se ter um melhor entendimento do estudo e conseqüente motivação para leitura que se segue.

O capítulo II (Referencial Teórico) abrange tópicos importantes para o desenvolvimento do trabalho, principalmente os relacionados à produção do vidro, processos, *layout* e ergonomia. Verificam-se informações relativas ao embasamento teórico, através de pesquisa em livros, anais de congresso, periódicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Já no capítulo III (Metodologia), são descritos dois instrumentos de avaliação evidenciando suas particularidades para atingir os objetivos deste estudo.

No capítulo IV (Resultados), a empresa do estudo de caso é apresentada, descrevendo o processo produtivo e os postos de trabalho. Além disso, os resultados da aplicação da metodologia proposta são demonstrados e discutidos. Por fim, a última sessão deste capítulo apresenta uma proposta de melhorias para o arranjo físico e para as condições de trabalho do ambiente.

No capítulo V (Conclusão) faz-se comentários sobre as atividades realizadas comparando os resultados obtidos na análise e a proposta de melhorias. Além disso, propõe-se possíveis trabalhos futuros, visando o aprofundamento do objetivo de estudo proposto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo contempla a revisão bibliográfica que tem por objetivo apresentar fundamentos básicos, conceitos e teorias para o desenvolvimento deste trabalho.

Aliados ao objetivo deste estudo, são abordadas características do setor vidreiro, questões ligadas a processo produtivo e ergonomia, bem como as principais pesquisas e estudos que com eles se relacionam.

2.1 A INDÚSTRIA DO VIDRO

O vidro resulta da fusão, a temperaturas de cerca de 1500 °C, de uma mistura constituída por areia (com função vitrificante) e outras matérias-primas, tais como carbonato e sulfato de sódio e carbonato de cálcio (cal), magnésio e alumina (Figura 1). Por cada tonelada de vidro produzido utilizam-se cerca de 1,240 toneladas de matérias-primas.

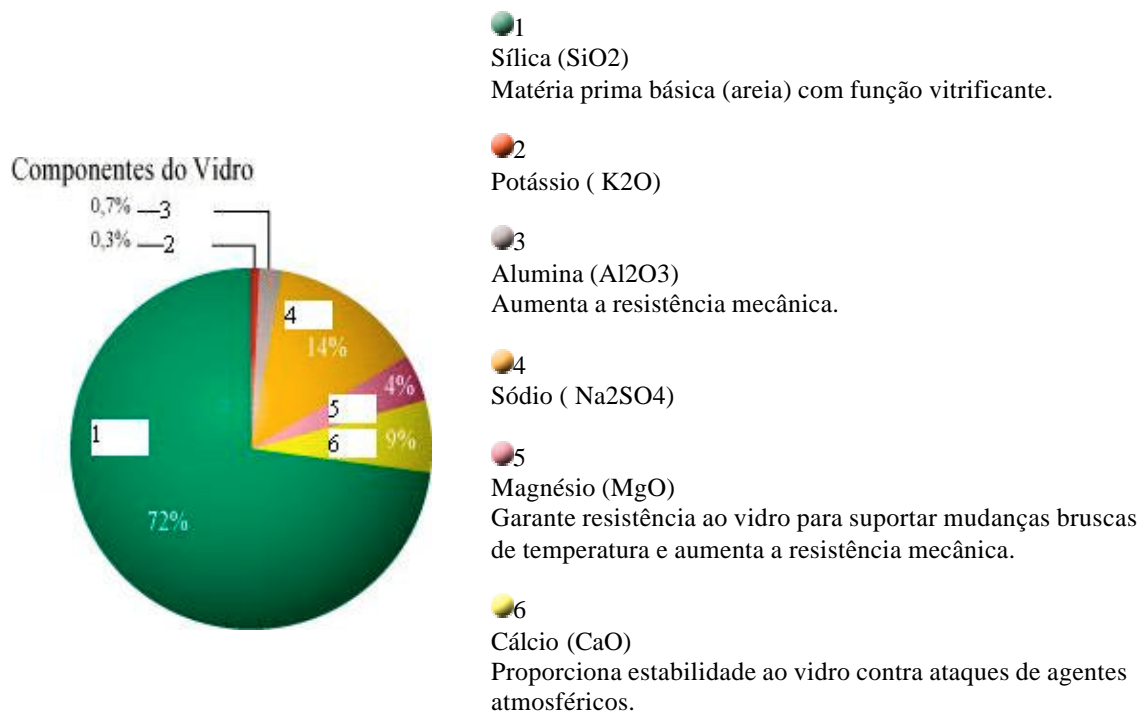


Figura 1: Componentes do vidro (adaptado de CEBRACE, 2005).

De acordo com ABIVIDRO (2005), pode-se listar diversos atributos ao vidro, são eles:

- * transparência e elegância: o consumidor visualiza o que pretende comprar; os produtos ganham uma imagem nobre, sofisticada e confiável;

- * inerte: o vidro não reage quimicamente e por ser neutro, o produto não sofre alteração de sabor, odor, cor ou qualidade;

- * praticidade: após o uso, o produto pode ser retampado, caso não seja consumido em sua totalidade;

- * microondas: pode ser utilizado diretamente no microondas e a vantagem adicional é poder ser levado diretamente à mesa sem necessidade de transferência para outros recipientes;

- * dinâmico: devido às suas propriedades, permite uma possibilidade enorme de combinações na transformação do vidro original, o que garante a possibilidade de renovação constante;

- * reutilizável: chapas de vidro moldadas para um determinado uso podem ser reutilizadas para outros fins;

- * higiene: o vidro é fabricado com elementos naturais, protegendo os produtos durante mais tempo e dispensando a utilização de conservantes adicionais, atendendo a todos requisitos exigidos para o acondicionamento de líquidos e alimentos para o consumo humano;

- * impermeabilidade: por não ser poroso, funciona como uma barreira contra qualquer agente exterior;

- * resistência: mudanças bruscas de temperatura, cargas verticais e umidade não são problema para o vidro;

- * versátil: formas, cores, tamanhos são detalhes que fazem diferença no ponto de venda;

- * retornável: o vidro pode ser reaproveitado diversas vezes, como é o caso, por exemplo, das garrafas de cerveja e refrigerantes;

- * reciclável: o vidro pode ser reciclado infinitamente, sem perda de qualidade ou pureza do produto, sendo que uma garrafa de vidro gera outra exatamente igual, independente do número de vezes que o caco de vidro vai ao forno para ser reciclado.

2.1.1 O Vidro e sua História

O vidro é uma das descobertas mais surpreendentes do homem e sua história é cheia de mistérios. Embora os historiadores não disponham de dados precisos sobre sua origem, foram descobertos objetos de vidro nas necrópoles egípcias, por isso, imagina-se que o vidro já era conhecido há pelo menos 4.000 anos antes da era cristã.

Os navegadores fenícios são apontados como os precursores da indústria do vidro. A origem teria sido casual, ao preparar uma fogueira numa praia nas costas da Síria para aquecer suas refeições, improvisaram fogões usando blocos de salitre e soda. Passado algum tempo, notaram que do fogo escorria uma substância brilhante que se solidificava imediatamente. Estaria então descoberto o vidro que, com sua beleza, funcionalidade e múltiplas aplicações, passaria definitivamente a fazer parte do cotidiano de todos nós (CEBRACE, 2005).

Durante o Império Romano, houve um grande desenvolvimento dessa atividade, com apogeu do século XIII, em Veneza. Após incêndios provocados pelos fornos de vidro da época, a indústria de vidros foi transferida para Murano, ilha próxima a Veneza. As vidrarias de Murano produziam vidros em diversas cores, um marco da história do vidro, e a fama de seus cristais e espelhos perduram até hoje. A França já fabricava o vidro desde a época dos romanos. Porém, só no final do século XVIII foi que a indústria prosperou e alcançou um grau de perfeição notável. Em meados desse século, o rei francês Luís XIV reuniu alguns mestres vidreiros e montou a Companhia de Saint-Gobain, uma das mais antigas empresas do mundo, hoje, uma companhia privada (CEBRACE, 2005).

A indústria moderna do vidro surgiu com a revolução industrial e a mecanização dos processos. Nos anos 50, na Inglaterra, a Pilkington inventou o processo para produção do vidro *Float*, conhecido também como cristal, que revolucionou a tecnologia dessa próspera indústria.

A primeira indústria vidreira a se instalar no Brasil foi a Vidraria São Paulo, na cidade do Rio de Janeiro, no século XIX. Em 1982, a indústria francesa Saint-Gobain e a inglesa Pilkington uniram suas forças para construir a primeira fábrica de vidro Float do Brasil, a

CEBRACE, na região do Vale do Paraíba, no estado de São Paulo. A primeira linha foi construída em Jacareí em 1982, a segunda em Caçapava, em 1989 e a terceira em Jacareí, em 1996. Juntas, as três unidades produzem até 1.800 toneladas de vidro por dia (CEBRACE, 2005).

Inicialmente, o vidro tinha como propósito filtrar a luz externa, mas com o passar dos anos e o avanço tecnológico, o vidro transformou-se em um suporte de comunicação entre o interior e o exterior. Para responder as novas exigências do mercado, o vidro ganhou novas funções como conforto e segurança e se tornou peça fundamental para projetos de arquitetura e decoração. É um dos raros materiais de construção cujo uso pode ser tão diversificado graças a sua propriedade multifuncional.

A última década conheceu um desenvolvimento espetacular das aplicações do vidro para segurança, controle solar, isolamento acústico, arquitetura e decoração, inclusive como elemento estrutural (pilares, vigas e pisos) e aplicações inovadoras como vidro curvo ou vidro duplo com persiana incorporada. Essas aplicações modificaram a imagem do vidro dando lugar a um produto com inúmeras funções e grande caráter decorativo (SAINT GOBAIN, 2006).

Com o aperfeiçoamento tecnológico, o vidro assumiu um papel definitivo na vida do homem moderno. Este material está presente em janelas, pára-brisas de automóveis, telas de computadores e televisões, copos, entre incontáveis outras aplicações.

A indústria do vidro transformou-se e diversificou-se, chegando então a uma fase de maturidade. Hoje são fabricados vidros lisos, impressos, temperados, aramados, curvados, coloridos, laminados, entre outros. Todos estes levam segurança, conforto, elegância, leveza e brilho aos setores automotivo e moveleiro, à construção civil e indústria de eletrodomésticos.

Desta forma, é importante salientar que cada segmento do mercado vidreiro é classificado pelo seu processo de produção, ou seja, existem empresas que fabricam somente vidro plano, outras são especializadas na transformação dessas mesmas chapas de vidro e assim por diante.

Para melhor entendimento da cadeia produtiva, a seguir, serão abordados aspectos relacionados a cada segmento e processo da indústria do vidro.

2.1.2 Fabricação do Vidro Plano

Determinadas fábricas são responsáveis pelo abastecimento do vidro plano no mercado vidreiro. Algumas dessas empresas produzem o vidro *float* (vidro plano liso) e outras o vidro impresso (vidro plano impresso).

Inicialmente, a primeira fase da fabricação do vidro é a preparação da composição, onde as matérias-primas, que são granuladas em sua maioria, são armazenadas em silos. Estes silos alimentam balanças, que têm a finalidade de dosar a quantidade adequada de cada uma delas. Após a pesagem, todas as matérias-primas são conduzidas a um misturador, que tem a finalidade de produzir uma mistura homogênea de todas elas, a qual passa a ser chamada de composição ou mistura vitrificável. Esta composição é conduzida ao forno de fusão, onde, sob o efeito do calor, se transformará em vidro.

O local onde a composição é fundida e transformada em vidro fundido é chamado de forno de fusão ou simplesmente forno. Os fornos utilizados são todos contínuos, constituídos de uma grande piscina de vidro fundido, sendo alimentados continuamente. A seguir, a massa fundida de vidro é transformada em um produto final. Existem inúmeras formas de realizá-la, dependendo do produto e quantidade que se pretende e dos recursos disponíveis. Porém, em todos os casos, à medida que o vidro fundido vai esfriando, vai ficando cada vez mais viscoso, sendo que existe um intervalo de tempo certo para se conseguir dar a forma ao produto. No início, a massa deve estar mole o suficiente para ser conformada, mas não mole em excesso e se demorar muito, o vidro fica rígido e não dá mais para mudar sua forma. Por outro lado, se a forma é dada muito rapidamente, o vidro ainda vai estar mole depois de pronto e vai fluir, como um sorvete que esquentou, perdendo a forma (ANDIV, 2005).

Sendo assim, para a fabricação do vidro *float* foi desenvolvido o processo de flutuação. Este processo, que originalmente produzia somente vidros com espessuras de 6mm, produz atualmente vidros que variam entre 0,4 e 25mm. Para tanto, o vidro fundido a aproximadamente 1000°C é continuamente derramado num tanque de estanho liquefeito, quimicamente controlado; desta forma, ele flutua no estanho, espalhando-se uniformemente. A espessura do vidro é determinada pelo balanço entre as tensões superficiais, a força da gravidade e a velocidade da extração. Aumentando-se a velocidade, a fita de vidro afina; diminuindo, ela engrossa. A velocidade de extração do vidro é proporcionada pela tração de rolos na fita de vidro saindo do processo de flutuação e entrando para o forno de recozimento, onde sofre um tratamento térmico padrão. Após o recozimento (resfriamento controlado), a superfície é inspecionada para controle de qualidade, e cortada em chapas (ABIVIDRO, 2005).

O processo *float* produz um vidro comum, liso, transparente e a matéria-prima que dá origem aos temperados, laminados, insulados, serigrafados e espelhos (outro segmento do vidro). É aplicado na arquitetura, indústria moveleira, automotiva e linha branca (eletrodomésticos). Além disso, existem dois outros tipos de vidros fabricados na linha de produção do *float*. São eles:

* vidro autolimpante: possui uma camada metalizada que tem como principal componente o óxido de titânio. Sendo aplicado em fachadas, os raios ultravioletas ativam as propriedades autolimpantes do vidro, não deixando a sujeira fixada na superfície da chapa. Por ser um produto hidrofílico, a água em contato com o vidro se dispersa maneira uniforme, levando a sujeira acumulada embora num efeito contínuo;

* vidro refletivo: chamado popularmente de espelhado. Há dois métodos de fabricação: pirolítico ou vácuo. No primeiro, a camada metalizada é pulverizada com óxidos metálicos durante a fabricação do vidro *float*, garantindo durabilidade e homogeneidade ao produto. O processo a vácuo é feito por empresas de outro segmento. Portanto, será explicado posteriormente (ANDIV, 2005).

Dentro deste mesmo segmento, o vidro impresso é caracterizado por fabricação em forno próprio e técnica diferenciada. Trata-se de um vidro translúcido e texturizado, ou seja, apresenta em sua superfície desenhos (padrões) impressos no vidro ainda quente. É um vidro aplicado em tampos de mesa, janelas, divisórias, onde se deseja a passagem de luz, sem permitir que se enxergue através dele, mantendo privacidade no ambiente. Também conhecido como vidro fantasia, o vidro impresso pode receber beneficiamentos como laminação, têmpera, espelhamento, jateamento e bisotê.

Sendo assim, o processo de fabricação consiste na passagem do vidro já elaborado entre dois rolos metálicos e refrigerado com água corrente em seu interior. O rolo superior é liso ou, em alguns casos, com uma estampa bem delicada, e o inferior é o que efetivamente imprime o padrão desejado ao vidro. A espessura do vidro é determinada pelo espaçamento entre os dois rolos laminadores. Após a saída dos rolos laminadores, a fita de vidro, que ainda não está completamente rígida, é conduzida por um conjunto de rolos até a entrada do forno de recozimento, onde se produz a diminuição da temperatura, de maneira lenta e gradual, até a temperatura ambiente. Na saída do forno de recozimento, a fita de vidro é cortada em chapas, nos tamanhos adequados (ABIVIDRO, 2005).

Aliado a isso, um produto diferenciado e fabricado nesta mesma linha de produção é o vidro aramado. Este é um vidro impresso que possui uma rede metálica de malha quadriculada incorporada à massa do vidro. É essa rede que retém os cacos no caso de quebra.

Considerado um vidro de segurança, o aramado pode ser aplicado em coberturas, varandas, divisórias, guarda-corpo, móveis, tampos, etc.

2.1.3 Distribuição, Processamento e Comercialização do Vidro Plano

Este segmento, também chamado de rede transformadora, é formado pelas empresas que beneficiam e preparam o vidro plano, que pode ser temperado, curvado, laminado, serigrafado, entre outros. Depois de beneficiado, o produto é fornecido às vidraçarias, indústrias de móveis e construtoras.

Para tanto, as fábricas deste segmento são especializadas em transformar o vidro plano em diversos outros produtos. São eles (ANDIV, 2005):

- * vidro bisotê: esse vidro recebe tratamento especial em suas bordas para evitar acidentes e trincas, sendo que o acabamento chanfrado é feito por meio de lapidação e polimento, sendo aplicado principalmente na indústria moveleira;

- * vidro blindado: resistente a balas, é o vidro desenvolvido para proteção contra disparos de armas de fogo ou objetos lançados contra eles. São as camadas plásticas existentes entre as várias lâminas de vidro que amortecem o impacto e oferecem a resistência para aumentar a segurança;

- * vidro curvo: para fabricar esse vidro, é preciso colocá-lo sobre um molde instalado dentro do forno de curvatura. Ele é aquecido em altíssima temperatura para que tome a forma do molde e em seguida é resfriado. É aplicado nas indústrias automotiva, de linha branca, moveleira e construção civil;

- * vidro laminado: são duas ou mais placas de vidro unidas por uma camada de polivinil butiral (PVB) ou resina. Em caso de quebra, é nessa camada intermediária que os cacos ficam presos, dando ao produto a característica de segurança;

- * vidro duplo: também conhecido como vidro insulado, esse vidro é um conjunto de duas ou mais chapas de vidro intercaladas por uma câmara de ar desidratado ou gás argônio. Oferece conforto acústico quando no mínimo uma das chapas de vidro é laminada ou há variações de espessuras. O conforto térmico provém da redução de troca de calor dos vidros com o interior do ambiente. Atualmente, existem persianas que são aplicadas entre as chapas

e podem ser acionadas de três modos diferentes: motor, cordão e haste. É ideal para fachadas, divisórias, coberturas, etc.;

* vidro jateado: produzido em câmara fechada, o jateado é feito com pós-abrasivos. É possível reproduzir desenhos, fotos e figuras estampadas na superfície do vidro. Além disso, ele permite certa privacidade ao ambiente, pois o vidro pode ser totalmente opaco;

* vidro refletivo: já abordado no segmento anterior, esse vidro possui dois tipos de processos de fabricação. Um desses processos é feito direto na linha de produção do vidro *float* e outro é feito a vácuo. Neste último, a chapa de vidro passa por uma câmara mantida a vácuo, onde recebe a deposição de átomos de metal sobre uma de suas faces;

* vidro temperado: obtido por meio de aquecimento gradativo e resfriamento abrupto num forno de têmpera (vertical ou horizontal). O temperado é um vidro de segurança; em caso de quebra, fragmenta-se em pedaços pouco cortantes e bem pequenos. Depois de temperado, o vidro não pode ser beneficiado, cortado, furado, etc. É utilizado na indústria automotiva, construção civil e decoração. Além disso, é o único vidro que pode ser aplicado como porta sem a utilização de caixilhos;

* vidro serigrafado: Existem dois tipos de processos para se produzir esse tipo de vidro. No processo quente, um esmalte cerâmico (tinta vitrificada) é aplicado na lâmina e em seguida o vidro passa para têmpera para que os pigmentos sejam incorporados a ele, tornando-se um vidro temperado. No processo frio, uma tinta é aplicada no vidro para que adquira cor e textura. É um processo rápido e fácil, porém, a textura não fica totalmente incorporada à lâmina, podendo ser retirada com objetos pontiagudos ou estiletos.

2.1.4 Outros Segmentos

Além do vidro plano, existem três segmentos do produto: vidros para embalagens, vidros domésticos e vidros especiais.

A utilização do vidro para embalagens é uma das mais antigas e frequentes aplicações para o vidro. São potes para alimentos, frascos e garrafas para bebidas, produtos farmacêuticos, higiene pessoal e outras diversas aplicações. Por ordem de consumo, a maior utilização é a do setor de bebidas, principalmente com cervejas, seguida pela indústria de alimentos e, logo após, produtos não alimentícios, sobretudo farmacêuticos e cosméticos. Já o segmento de vidros domésticos é representado por utensílios como louças de mesa, copos, xícaras, e objetos de decoração como vasos.

Por último, os vidros especiais têm características adequadas às necessidades muito específicas de aplicação, como os usados na produção de cinescópio para monitores de televisão e computadores, bulbos de lâmpadas, garrafas térmicas, fibras óticas, blocos oftálmicos, blocos isoladores e até tijolos de vidro (ANDIV, 2005).

2.2 TIPOS DE PROCESSOS

No setor vidreiro, têm-se vários tipos de processos produtivos, cada segmento da indústria tem uma determinada especificidade que determina a escolha do processo. Sendo assim, faz-se necessária à análise dos tipos de processos para melhor entendimento na utilização dos mesmos.

Uma das primeiras decisões tomadas por um gerente ao projetar um processo que funcione bem é a escolha do processo, que determina se os recursos são organizados em torno de produtos ou processos (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

Na manufatura, pode-se escolher entre cinco tipos de processos: processos de projeto, processos por tarefa ou *jobbing*, processos em lotes ou bateladas, processos em linha ou de produção em massa e processos contínuos.

2.2.1 Processo de Projeto

Segundo Ritzman e Krajewski (2004), os processos de projeto são avaliados com base em sua capacidade para realizar certos tipos de trabalho em vez de sua habilidade para produzir produtos ou serviços específicos. Os projetos tendem a serem complexos, a exigir um longo tempo de implementação e a ser grandes. Tarefas inter-relacionadas precisam ser completadas, exigindo intensa coordenação. Os recursos necessários para um projeto são agrupados e, então liberados para uso adicional após seu término. Normalmente, os projetos fazem uso extensivo de certas aptidões e recursos em etapas específicas e no restante do tempo pouco os utilizam. Com um processo de projeto, os fluxos de trabalho são redefinidos a cada novo projeto.

Neste caso, são exemplos de um processo de projeto a construção de um *shopping center*, o planejamento de um evento importante, as atividades de uma campanha política, ou desenvolvimento de uma nova tecnologia ou produto (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

2.2.2 Processo por Tarefa ou *Jobbing*

De acordo com Slack et al. (2002), processos de *jobbing* também lidam com variedade muito alta e baixos volumes. Enquanto em processos de projeto cada produto tem recursos dedicados mais ou menos exclusivamente a ele, em processos de *jobbing* cada produto deve compartilhar os recursos de operação com diversos outros.

Em geral, elas fazem produtos por encomenda e não os produzem antecipadamente. As necessidades específicas do próximo cliente são desconhecidas, e a ocasião de novos pedidos pelo mesmo cliente é imprevisível. Cada novo pedido é processado como uma unidade específica-como uma tarefa.

Exemplos de processos de *jobbing* compreendem muitos técnicos especializados, como mestres ferramenteiros de ferramentarias especializadas, restauradores de móveis, alfaiates que trabalham por encomenda e a gráfica que produz ingressos para evento social local (SLACK et al., 2002).

2.2.3 Processo em Lotes ou Bateladas

Um processo por lote difere de um processo por tarefa no que diz respeito a volume, variedade e qualidade. A diferença fundamental é que os volumes são maiores porque produtos ou serviços iguais ou similares são fornecidos repetidamente. Uma outra diferença está no oferecimento de uma variedade mais limitada de produtos e serviços. A variedade é obtida, principalmente, por uma estratégia de montagem por encomenda e não por estratégias de fabricar por encomenda ou serviços customizados. Uma terceira diferença é que os lotes de produção ou os grupos de clientes são processados em quantidades maiores (ou lotes) do que por intermédio de processos por tarefa (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

Segundo Slack et al. (2002), exemplos de processos em lotes compreendem manufatura de máquinas-ferramenta, a produção de alguns alimentos congelados especiais, a manufatura da maior parte das peças de conjuntos montados em massa, como automóveis e a produção da maior parte de roupas.

2.2.4 Processo em Linha ou de Produção em Massa

Processos de produção em massa são os que produzem bens em grande volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos fundamentais do projeto do produto (SLACK et al., 2002).

Para Ritzman e Krajewski (2004), as ordens de produção não têm relação direta com os pedidos dos clientes, como ocorre no caso de processos de projeto e por tarefa. Os prestadores de serviço com um processo em linha seguem uma estratégia de produzir para estoque, ou seja, mantêm produtos padronizados em estoque de modo a poder disponibilizá-los aos clientes a qualquer momento.

Como exemplos de processo de produção em massa tem-se a fábrica de automóveis, a maior parte de fabricantes de bens duráveis, como aparelhos de televisão, a maior parte de processos de alimentos, como fabricantes de *pizza* congelada, uma fábrica de engarrafamento de cerveja e uma produção de CDs (SLACK et al., 2002).

2.2.5 Processo Contínuo

Um processo contínuo é o extremo da produção em grande volume e padronizada com fluxos de linha rígidos. Sua designação relaciona-se ao modo como os materiais movem-se pelo processo. Em geral, uma material principal, como um líquido, um gás ou um pó, move-se sem interrupção pelas instalações. Os processos parecem setores separados do que uma série de operações vinculadas. Além disso, o processo geralmente é de capital intensivo e é operado 24 horas por dia, para maximizar a utilização e evitar interrupções e reinícios de produção onerosos (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

Segundo Slack et al. (2002), exemplo de processos contínuos são as refinarias petroquímicas, instalações de eletricidade, siderúrgicas e algumas fábricas de papéis. Contudo, cada tipo de manufatura implica uma forma diferente de organizar as atividades das operações com diferentes características de volume e variedade (Figura 2).

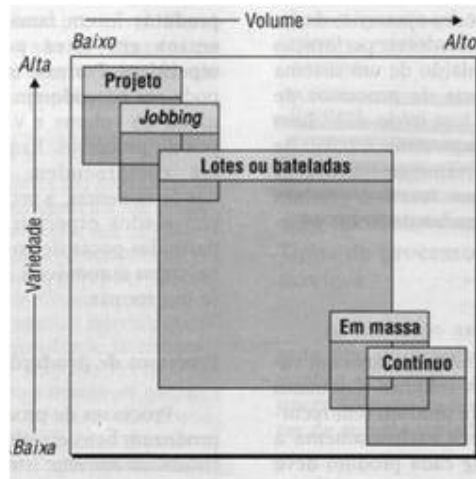


Figura 2: Tipos de processos em manufatura (adaptado de SLACK et al., 2002).

2.3 ANÁLISE DO PROCESSO

A análise do processo é feita de acordo com o tipo de processo existente na fábrica, sendo assim, após a identificação do tipo de processo pode-se iniciar a avaliação.

Três técnicas são eficazes para documentar e avaliar processos: fluxogramas, mapas de processos e diagrama de blocos. Essas técnicas envolvem a observação sistemática e o registro de detalhes do processo para permitir uma melhor compreensão.

2.3.1 Fluxograma

Conforme Ritzman e Krajewski (2004), um fluxograma traça o fluxo de informações, clientes, funcionários, equipamentos ou materiais em um processo. Não existe um formato único, e o fluxograma pode ser traçado simplesmente com retângulos, linhas e setas. A Figura 3 é um fluxograma de um processo de conserto de automóvel, começando com um telefonema em que o cliente agenda o conserto e terminando com o cliente saindo com o carro. A linha de visibilidade separa as atividades visíveis aos clientes daquelas que são invisíveis. Essas informações são particularmente valiosas para operações de serviço que envolvem contato direto com o cliente. As operações essenciais para o sucesso e os pontos onde ocorre uma

falha com mais freqüência encontram-se identificados. Outros formatos são igualmente aceitáveis, e muitas vezes é útil mostrar ao lado de cada retângulo: (i) o tempo total percorrido; (ii) as perdas por problemas de qualidade; (iii) a freqüência dos erros, (iv) a capacidade; (v) o custo.

Algumas vezes os fluxogramas são traçados sobre o arranjo físico de um local. Para fazer esse tipo especial de fluxograma, o analista traça primeiro um esboço da área na qual o processo é executado. Em uma malha, o analista plota o caminho seguido pela pessoa, material ou equipamento, usando setas para indicar a direção do movimento ou fluxo (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

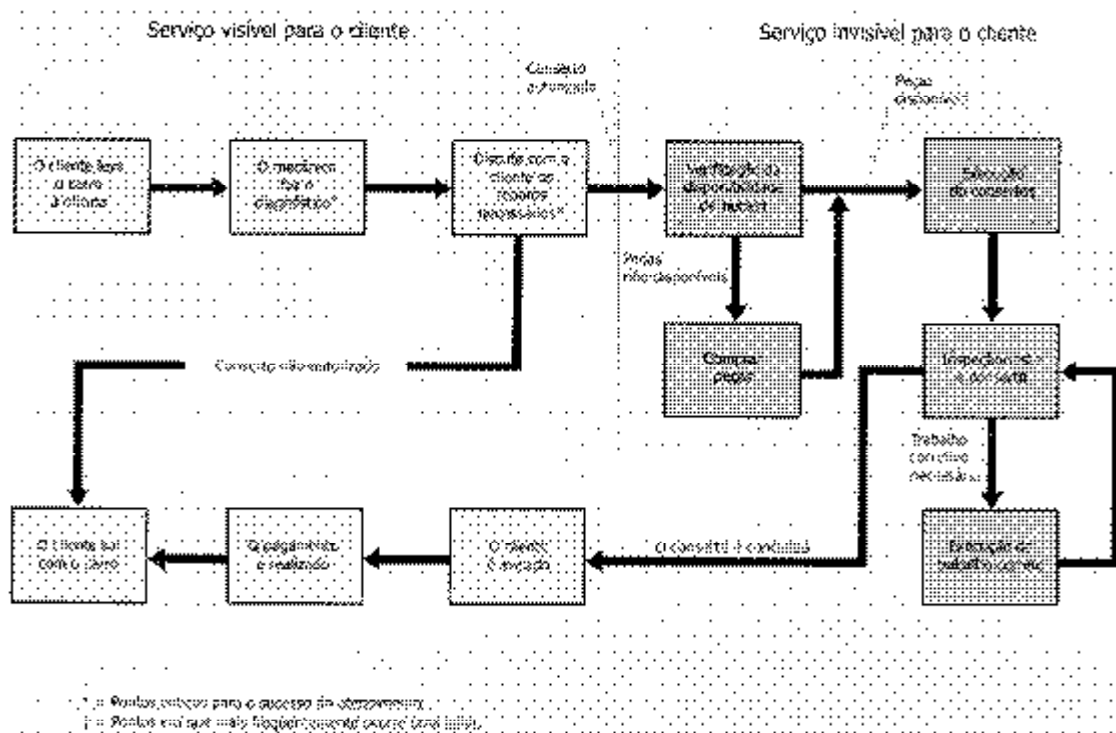


Figura 3: Fluxograma para um conserto de automóvel (adaptado de RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

2.3.2 Mapa de Processo

Segundo Ritzman e Krajewski (2004), um mapa de processo é uma maneira organizada de registrar todas as atividades executadas por uma pessoa e por uma máquina em uma estação de trabalho envolvendo um cliente ou materiais. Para essa finalidade, agrupa-se essas atividades em cinco categorias:

- * operação: modifica, cria ou agrega algo. Furar um orifício e atender um cliente são exemplos de operações;

- * transporte: movimenta o objeto do estudo de um lugar para outro (algumas vezes denominado *manuseio de materiais*). O objeto pode ser uma pessoa, um material, uma ferramenta ou um equipamento. Um cliente caminhando de uma ponta de um balcão para a outra, uma talha transportando uma barra de aço para um local e uma esteira rolante levando um produto parcialmente completo de uma estação de trabalho para a próxima são exemplos de transporte;

- * inspeção: controla ou verifica algo sem o alterar. Procurar defeitos em uma superfície, pesar um produto e ler a temperatura são exemplos de inspeção;

- * atraso: tempo gasto esperando materiais ou equipamentos, o tempo de limpeza e o tempo que trabalhadores. Máquinas ou estações de trabalho não operam porque não há nada para eles fazerem são exemplos de atraso;

- * armazenagem: ocorre quando algo é posto de lado, até uma ocasião futura. Suprimentos descarregados e colocados em um almoxarifado como estoque, equipamento que é guardado após utilização e papéis colocados em um arquivo são exemplos de armazenagem.

Ainda assim, para Ritzman e Krajewski (2004), outras categorias podem ser usadas, dependendo da situação. Por exemplo, terceirizar serviços externos pode ser uma categoria, e armazenagem temporária e armazenagem permanente podem ser duas categorias distintas. Escolher a categoria certa para cada atividade requer que seja levada em conta a perspectiva do objeto mapeado. Um atraso para o equipamento poderia ser inspeção ou transporte para o operador.

Para completar um mapa para um novo processo, o analista precisa identificar cada passo executado. Se o processo existe, o analista pode observar efetivamente os passos, atribuindo uma categoria a cada passo de acordo com o objeto que está sendo estudado. O analista registra então a distância percorrida e o tempo necessário para executar cada passo. Depois de registrar todas as atividades e passos, o analista resume o número de passos, o

tempo e as distâncias. A Tabela 2 mostra um mapa de processo para admissão na sala de emergência.

O resumo do mapa pode indicar quais atividades que demandam maior tempo. Para tornar um processo mais eficiente, o analista deve questionar cada atraso, e, então, analisar as atividades de operação, transporte, inspeção e armazenagem, para determinar se elas podem ser combinadas, rearranjadas ou eliminadas (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

Tabela 2: Mapa de processo para admissão na sala de emergência

Modelo - Gráfico de Processo				
Entre com os dados nas áreas em amarelo				
Processo:	Admissão na sala de emergência		Sumário	
Assunto:	Paciente com ferimento no tornozelo			
Início:	Entrada na sala de emergência		Atividade	Nº de Passos
Final:	Saída do hospital		Tempo médio	Distância (m)
Inserir Passo			Operação	5
Adicionar Passo			Transporte	9
Remover Passo			Inspeção	2
			Atraso	3
			Armazen.	--

Passo N°	Tempo (min)	Distância (m)	Operação	Transporte	Inspeção	Atraso	Armazen.	Descrição do Passo
1	0,60	4,57	X					Entrar na sala de emergência e chegar perto da recepção de atendimento de pacientes
2	10,00		X					Sentar-se e preencher o histórico do paciente
3	0,75	12,19	X					Enfermeira acompanha o paciente para a triagem da sala de emergência
4	3,00				X			Enfermeira examina o ferimento
5	0,76	12,19	X					Retornar à sala de espera
6	3,00					X		Esperar por leito disponível
7	3,00	18,29	X					Deixa-se ao lado da sala de emergência
8	4,00					X		Esperar pelo médico
9	5,00				X			Médico examina o ferimento e faz perguntas ao paciente
10	2,00	60,96	X					Enfermeira conduz o paciente à radiologia
11	3,00		X					Técnico faz uma radiografia do paciente
12	2,00	60,96	X					Volta do leito na sala de emergência
13	3,00					X		Esperar o retorno do médico
14	3,00		X					Médico faz o diagnóstico e receita para o paciente
15	3,00	18,29	X					Retornar à área de triagem da emergência
16	4,00		X					Sair da área de emergência
17	2,00	54,86	X					Analisar até a farmácia
18	4,00		X					pegar o medicamento
19	3,00	6,10	X					Sair do prédio

Fonte: Adaptado de RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004

2.3.3 Diagrama de Blocos

O diagrama de blocos é uma técnica que permite a organização das operações do processo analisando graficamente o problema do *layout*. Ele mostra como se determina a localização de departamentos operacionais em relação uns aos outros proporcionando a avaliação do percurso dos materiais quando o formato da fábrica é fator limitador.

Inicialmente, deve-se desenvolver um diagrama esquemático com círculos representando os departamentos e linhas representando a viagem do produto entre os departamentos. Para os transportes fora da seqüência geral de produção, ou seja, quando a fábrica produz mais de um produto que não necessariamente deve passar por todas operações, deve-se traçar uma linha pontilhada entre essas viagens alternativas. Além disso, é possível anotar nas linhas o número de produtos que viajam por mês entre os departamentos (Figura 4).

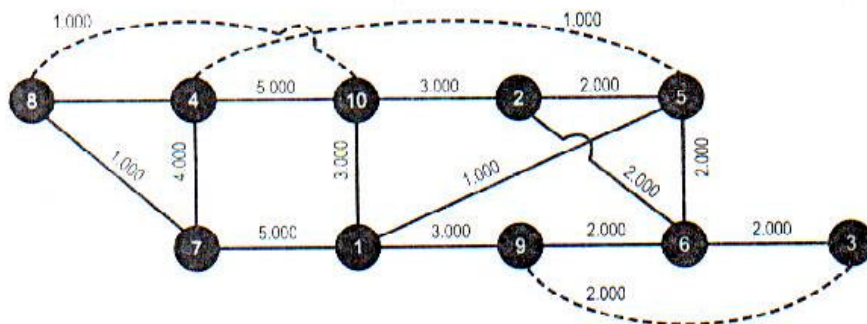


Figura 4: Exemplo de um diagrama de blocos (adaptado de GAITHER; FRAZIER, 2005)

Portanto, as três técnicas abordadas proporcionam um estudo das atividades e dos fluxos de cada processo, compreendendo o cenário atual e obtendo detalhes.

De acordo com Ritzman e Krajewski (2004), um indivíduo ou toda equipe examina o processo, usando fluxogramas, mapas de processo e diagramas de bloco como instrumentos principais.

A empresa deve buscar maneiras de simplificar tarefas, eliminar inteiramente processos completos, substituir materiais ou serviços onerosos, melhorar o meio ambiente ou tornar as funções mais seguras, bem como, encontrar maneiras para reduzir custos e atrasos e aumentar a satisfação do cliente.

2.4 TIPOS DE *LAYOUT*

O conceito do tipo de processo é, muitas vezes, confundido com o arranjo físico (*layout*). Os tipos de processos ilustrados na Figura 2 são abordagens gerais para a organização das atividades e processos de produção. Arranjo físico é um conceito mais restrito, mas é a manifestação física de um tipo de processo. É a característica de volume-variedade que dita o tipo de processo. A relação entre tipos de processos e tipos básicos de arranjo físico não é totalmente determinística. Um tipo de processo não necessariamente implica tipo básico de arranjo físico em particular (SLACK et al., 2002). Como a Figura 5 indica, cada tipo de processo pode adotar diferentes tipos básicos de arranjo físico.

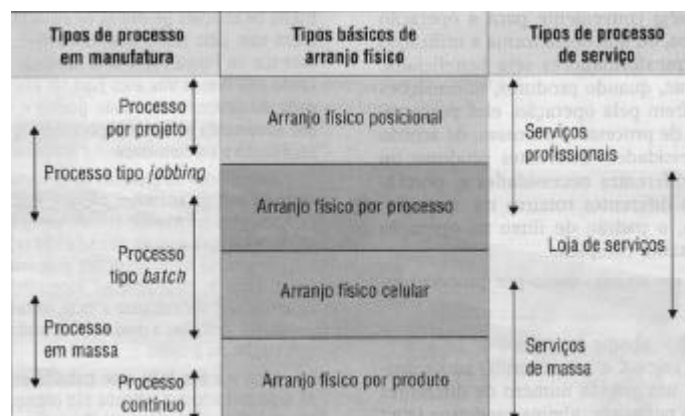


Figura 5: Relações entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico (adaptado de SLACK et al., 2002)

Conforme Slack et al. (2002), a maioria dos arranjos físicos, na prática, deriva de apenas quatro *tipos básicos de arranjo físico*: arranjo físico posicional, arranjo físico por processo, arranjo físico celular e arranjo físico por produto.

2.4.1 Layout Posicional ou Fixo

Arranjo físico posicional (também conhecido como arranjo físico de posição fixa) é, de certa forma, uma contradição em termos, já que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário. A razão para isso pode ser que ou o produto ou o sujeito do serviço seja muito grande para ser movido de forma conveniente, ou podem ser (ou estar em um estado) muito delicados para serem movidos (SLACK et al., 2002).

Para Ritzman e Krajewski (2004), muitos processos de projeto possuem esse arranjo, que faz sentido quando o produto é particularmente volumoso ou difícil de movimentar, como na construção de navios, montagem de locomotivas, fabricação de enormes vasos de pressão, construção de represas ou conserto de fornos de calefação residenciais. Um arranjo físico de posição fixa minimiza o número de vezes que o produto precisa ser movido e frequentemente é a única solução viável.

2.4.2 Layout por Processo ou Funcional

De acordo com Slack et al. (2002), o arranjo físico por processo é assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores, que constituem o processo na operação, dominam a decisão sobre o arranjo físico.

Para Black (1998), no *layout* por processo, máquinas-ferramenta são agrupadas funcionalmente de acordo com o tipo geral de processo de manufatura: tornos em um departamento, furadeiras em outro, injetoras de plásticos em outro, e assim por diante.

Em processos intermitentes, que é melhor para a produção de volume reduzido e grande variedade, o gerente de produção precisa organizar os recursos (funcionários e equipamentos) em torno do processo. Um arranjo físico por processo, que agrupa estações de

trabalho ou departamentos de acordo com a função, preenche essa finalidade (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

2.4.3 Layout Celular

De acordo com Slack et al. (2002), o arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentar se para uma parte específica da operação (ou célula), na qual todos os recursos transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento se encontram.

As principais características do sistema de manufatura celular são (BLACK, 1998):

- * o tempo de ciclo para o sistema dita a taxa de produção para a célula;
- * máquinas são arranjadas seguindo a seqüência do processo de produção de uma família de produtos;
- * a célula é usualmente projetada na forma de uma linha em “U”;
- * os operadores trabalham em pé e caminhando;
- * são usadas máquinas mais lentas e específicas, que são menores e usualmente mais baratas.

Segundo Slack et al. (2002), depois de serem processados na célula, os recursos transformadores podem prosseguir para outra célula. De fato, o arranjo físico celular é uma tentativa de trazer alguma ordem para a complexidade de fluxo que caracteriza o arranjo físico por processo.

2.4.4 Layout por Produto ou em Linha

O arranjo físico por produto envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente, segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a seqüência de atividades requerida coincide com a seqüência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Esse é o motivo pelo qual, às vezes, esse tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico em fluxo ou em linha. O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito

claro e previsível no arranjo físico por produto, o que faz dele um arranjo relativamente fácil de controlar (SLACK et al., 2002).

Conforme Ritzman e Krajewski (2004), arranjos físicos de produto são comuns em tipos de operações que envolvem volumes elevados. Embora os arranjos físicos de produto, geralmente sigam uma linha reta, esta nem sempre é a melhor opção e os arranjos físicos podem assumir um formato de L, O, S ou U. Um arranjo físico de produto, muitas vezes, é denominado uma *linha de produção* ou uma *linha de montagem*. A diferença entre as duas é que uma linha de montagem limita-se a processos de montagem, ao passo que uma linha de produção pode ser empregada para executar outros processos, como por exemplo, a usinagem.

Dentro desse mesmo contexto, para Slack et al. (2004), a decisão de qual tipo de arranjo físico adotar raramente, se tanto, envolve uma escolha entre os quatro tipos básicos. As características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha a uma ou duas opções (Figura 6).

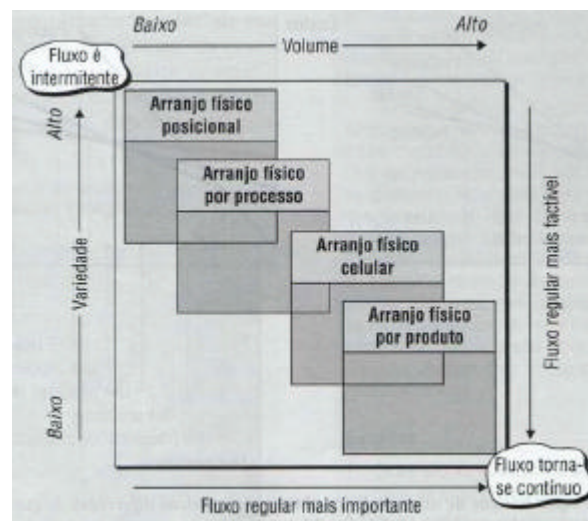


Figura 6: Posição do processo no contínuo volume-variedade influencia seu arranjo físico e, conseqüentemente, o fluxo dos recursos transformados (adaptado de SLACK et al., 2002)

2.5 PRODUÇÃO DE VIDROS E CONDIÇÕES DE TRABALHO

De acordo com Queiroz e Maciel (2001), a indústria do vidro apresenta fatores de risco que podem levar a danos à saúde dos trabalhadores, com características próprias de seu modo de produção. De uma maneira geral, os trabalhadores estão sujeitos a exposições provenientes de compostos metálicos e de outros agentes químicos utilizados na manufatura do vidro, agentes reconhecidos como fatores de risco, com Limites de Exposição Ocupacional Permissível estabelecido pela OMS (Organização Mundial da Saúde). Dentre esses compostos, destaca-se a exposição à poeira de sílica, que pode causar doença pulmonar irreversível, conhecida como silicose.

Nos sopradores de vidro, podem ocorrer lesões próprias como deformidades nas bochechas e danos à boca e aos dentes. As deformidades estão associadas ao contato direto do trabalhador com a ferramenta de trabalho e à força empreendida para soprar a peça de vidro.

Níveis de ruído prejudiciais com um componente de alta frequência são encontrados em algumas máquinas de prensa, tais como as que são usadas na produção de garrafas e são principalmente produzidos por jatos de ar comprimido resfriantes. Em geral, essas máquinas apresentam um nível de pressão sonora elevado que ultrapassa o limite de tolerância estabelecido pela Legislação Brasileira (QUEIROZ; MACIEL, 2001).

Na indústria do vidro, dependendo da fase de produção, o trabalho é realizado sob altas temperaturas, gerando quedas no rendimento do trabalhador e aumento na frequência de erros e acidentes. Além disso, pode levar a lesões oculares como catarata decorrente de exposição a raios infravermelhos, problemas de fadiga e distúrbios do sistema cardiocirculatório.

De acordo com Mairiaux e Malchaire (1985), além das altas temperaturas vindas dos fornos, o calor proveniente de levantamento de carga e das roupas especiais para proteção de acidentes é um fator agravante nas condições físicas ambientais. Para tanto, sugere-se um descanso intervalado para que a sensação de desconforto seja minimizada.

Aliado a isso, a repetição de movimentos no trabalho tem sido apontada como geradora de problemas musculoesqueléticos, reunidos sob a denominação geral de LER/DORT (lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho). A repetição é determinada pela média da extensão de um ciclo de trabalho repetido e medido do início ao fim. O ritmo de trabalho e a alta repetição são determinados pela forma como o trabalho está organizado (QUEIROZ; MACIEL, 2001).

Outros fatores como o conteúdo mental das tarefas, o grau de flexibilidade da ação do trabalhador, a pressão em relação à produção e a qualidade da comunicação entre empregados e chefia foram identificados como fatores de risco para problemas músculo-esqueléticos. Ainda assim, de acordo com Imrhan (1990), através de estudo, pode-se comprovar que problemas relacionados ao desgaste físico no setor vidreiro podem ser decorrentes dos postos de trabalho, assentos e ferramentas utilizadas pelos operadores.

Nas indústrias de pequena automatização, como é o caso da indústria vidreira manual, os trabalhadores realizam esforços físicos, trabalham em ritmo intenso, adotam posturas inadequadas e executam tarefas com repetição de movimentos e acentuada velocidade. Por outro lado, a automatização acarreta uma outra série de problemas, decorrentes principalmente da monotonia que engendram, dependendo de como o trabalho é organizado (QUEIROZ; MACIEL, 2001).

Além disso, o problema principal do manuseio de cargas, muito freqüente no setor vidreiro manual, não é tanto a exigência dos músculos, mas sim o desgaste dos discos intervertebrais. Os danos dos discos intervertebrais e as conseqüências na coluna e nas pernas são um problema pessoal e econômico. Estas doenças da coluna provocam dores e limitam fortemente a mobilidade e a vitalidade das pessoas. Elas conduzem a uma ausência prolongada do trabalho e figuram hoje como uma das principais causas de invalidez prematura (GRANDJEAN, 2004).

Neste contexto, faz-se necessária a correta movimentação e transporte dos vidros de forma que os trabalhadores estejam seguros de qualquer acidente.

Segundo Cebrace (2005), o manuseio, carga ou descarga da pilha de vidro pode ser feita em colar, através de caixas ou a granel. A primeira opção pode ser feita com palonier e cinta de aço. Adaptada em empilhadeira, ponte rolante ou pórtico, a cinta de aço é a forma mais segura para movimentar uma pilha de vidro (Figura 7). Protegida por borracha vulcanizada, a cinta de aço minimiza a ocorrência de quebras por manuseio e aumenta a segurança do operador. Pode-se revesti-la com feltro ou carpete, melhorando, assim, sua durabilidade e desempenho. Para armazéns que possuam ponte rolante ou pórtico, o manuseio deve ser feito utilizando-se palonier para 6 (seis) pilhas. A capacidade mínima da ponte ou pórtico, nesse caso, deve ser de 17 (dezesete) toneladas (Figura 8).



Figura 7: Cinta de aço em ponte e empilhamento (adaptado de CEBRACE, 2005)



Figura 8: Polonier para seis pilhas e colares com escoras (adaptado de CEBRACE, 2005)

A movimentação de caixas é feita usualmente com cabos de aço, cintas metálicas ou correntes. As caixas devem ser dimensionadas para uma capacidade superior à utilizada. Deve ser feita inspeção periódica das caixas, substituindo-as no aparecimento de desgaste.

Por outro lado, a movimentação de pilhas de vidro a granel deve ser feita através de cinta de aço, em procedimento análogo aos colares. As cintas de aço devem ser utilizadas em empilhadeira, ponte rolante ou pórtico. Para movimentação de chapas isoladas, use o dispositivo chamado pinça. Deve-se tomar cuidado especial ao manusear vidros empapelados, principalmente papel tipo jornal, já que tendem a deslizar durante a operação. O equipamento balancele é muito seguro para a operação de movimentação de vidro, porém é necessário certificar-se que as travas superiores estão acionadas antes de movimentar a pilha de vidro. É possível adaptar o equipamento para movimentação de apenas uma chapa de vidro (CEBRACE, 2005).

Aliado a isso, existem diferentes tipos e modelos de cavaletes e encostos de ferro para transporte de vidro, porém os cuidados com a operação devem ser os mesmos. Todas as partes do cavalete que estarão em contato com o vidro devem estar protegidas por borracha. Feltro ou carpete podem ser colocados sobre a borracha para aumentar sua eficiência. As borrachas da base devem ser do tipo duas lonas, enquanto que as dos encostos devem ser macias. Deve-se verificar com frequência as condições das borrachas e eliminar a exposição de pregos ou metais nas bases e encostos, já que estes quebram o vidro (Figura 9). Logo, os encostos de ferro são mais utilizados para o transporte de espelhos, vidros laminados e vidros recortados. A movimentação do encosto cheio ou vazio deve ser feita com dispositivo adaptado à empilhadeira, ponte rolante ou pórtico (CEBRACE, 2005).



Figura 9: Cavalete para transporte do vidro (adaptado de CEBRACE, 2005)

Segundo Cebrace (2005), por tratar-se de um produto passível de quebra, tornando-se cortante, o manuseio do vidro deve ser realizado respeitando-se os critérios de segurança necessários. O uso de equipamentos de proteção individual é essencial para a integridade do operador. É importante, também, o treinamento e a conscientização do indivíduo que manipula e transporta o vidro com relação aos princípios de segurança estabelecidos. Os equipamentos de proteção individual necessários para a indústria do vidro estão especificados na Figura 10.



Figura 10: Equipamentos de proteção individual para contato com vidros (adaptado de TECNOLOGIA E VIDROS, 2004)

Paralelamente, é importante ressaltar que as empresas do setor vidreiro com maiores características de automação conseguem minimizar problemas relacionados às condições de trabalho com maior rapidez e eficiência, devido às facilidades de recursos econômicos. É preciso ressaltar que as fábricas da indústria do vidro se caracterizam por empresas de grande e pequeno porte, sendo que a primeira com grande automação e a outra com predominância de manufatura.

Levando este contexto em consideração, as empresas com maior grau de automação podem investir no maquinário e utilizar então seus equipamentos para eliminar fatores críticos ligados às condições de trabalho. Verifica-se também que as grandes organizações estão mais ajustadas em relação à segurança da produção (TAMGLASS, 2006).

De acordo com Bacchini (1997), certas máquinas permitem que o vidro seja trabalhado em completa segurança e somente admitem que o operador manuseie o vidro ao final da operação. Neste caso, o carregamento e descarregamento são possíveis somente com a máquina parada, preservando a segurança do operador. Este fato porém é relativamente

recente, pode-se constatar que há alguns anos atrás, a indústria do vidro não dava a importância necessária para aquisição destas máquinas. Atualmente, tem-se mais de mil das mesmas trabalhando em todo o mundo.

No mesmo cenário, o forno de têmpera horizontal foi concebido para eliminar problemas de postura durante as operações no forno vertical. Com o novo desenho da máquina pôde-se verificar ganhos para toda produção. Nos dias de hoje, ainda com preços altos, o Brasil conta com mais de trinta fornos de têmpera horizontal, facilitando o trabalho do operador (RIBEIRO, 2001).

Além disso, segundo Salonen (2005), o vidro é um elemento fundamental na arquitetura moderna e novas aplicações têm sido trabalhadas. O crescimento da demanda de vidros com novos formatos está tornando maior a necessidade do corte diagonal no vidro, sendo que a máquina de cortes diagonais é benéfica para o operador, pois modifica todo o trabalho. Ao invés de ficar em posições prejudiciais, o funcionário deve somente controlar o painel da máquina, eliminando acidentes, problemas de saúde e demora na tarefa.

Para Leponen (2001), com os novos desenhos de fachadas para edifícios comerciais, as chapas de vidro estão sendo fabricadas com tamanhos cada vez maiores, devendo ser temperadas e aplicadas sem cortes. A nova tecnologia para temperar largas chapas de vidro está inserida em uma máquina, que em sua própria concepção, inclui contribuir para a melhoria das condições de trabalho do operador.

Outra inovação no setor vidreiro automotivo está na junção das operações de curvação e têmpera em uma única máquina. Esta proposta visa eliminar o transporte entre as duas atividades, suprimindo problemas relacionados com posturas desfavoráveis, bem como através de uma nova concepção e redesenho do posto, permitindo melhorar a acessibilidade (TAMGLASS, 2006).

2.6 TRABALHO *VERSUS* ERGONOMIA

A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. O trabalho aqui tem uma aceção bastante ampla, abrangendo não apenas aquelas máquinas e equipamentos utilizados para transformar os materiais, mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e seu trabalho. Isso envolve não somente o ambiente físico, mas também os aspectos organizacionais de como esse trabalho é programado e controlado para produzir os resultados desejados.

Para realizar o seu objetivo, a ergonomia estuda diversos aspectos do comportamento humano no trabalho e outros fatores importantes para o projeto de sistemas de trabalho, que são:

- * o homem – características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais do trabalhador; influência do sexo, idade, treinamento e motivação.

- * máquina – entende-se por máquina todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, englobando os equipamentos, ferramentas, mobiliário e instalações.

- * ambiente – estuda as características do ambiente físico que envolve o homem durante o trabalho, como a temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases, e outros.

- * informação – refere-se às comunicações existentes entre os elementos de um sistema, a transmissão de informações, o processamento e a tomada de decisões.

- * organização – é a conjugação dos elementos acima citados no sistema produtivo, estudando aspectos como horários, turnos de trabalho e formação de equipes,

- * conseqüências do trabalho – aqui entram mais as questões de controles como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e *stress*.

Os objetivos práticos da ergonomia são a segurança, satisfação e o bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com sistemas produtivos. A eficiência virá como resultado (IIDA, 2003).

Segundo Grandjean (2004), a ergonomia apresenta-se como um aspecto fundamental nas empresas, por abordar diretamente as questões relativas ao trabalho, como por exemplo:

- * Alto índice de acidentes de trabalho;
- * Problemas relacionados a doenças do trabalho;
- * Questões relacionadas à redução da produtividade no local de trabalho, alto índice de absentéismo, retrabalhos, diminuição de movimentação e etc.;
- * Qualidade de Vida no Trabalho (QVT), proporcionando mais do que um posto de trabalho melhor, mas também uma vida melhor no trabalho.

Dentro deste contexto, destacam-se outras definições para a ergonomia. São elas:

Ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica interessada com a compreensão das interações entre os humanos e outros elementos de um sistema, é a profissão que aplica a teoria, princípios, dados e métodos para projetar para aperfeiçoar o bem estar humano e o desempenho do sistema global (ERGO & AÇÃO, 2003).

O objetivo da ergonomia é contribuir para a transformação ou concepção das situações de trabalho, tanto em relação aos seus aspectos técnicos, como sócio-organizacionais, a fim de

que o trabalho possa ser realizado respeitando a saúde e segurança dos homens e com máximo de conforto e eficácia (FONSECA, 1995).

Para Parsons (2000), a ergonomia pode ser definida como a aplicação do conhecimento das características humanas nos projetos de ambientes e sistemas. Embora tenha muitos estudos sobre a interação do homem com seu ambiente (luminosidade, ruído, temperatura, etc.), somente com o desenvolvimento da ergonomia, como uma disciplina com características únicas, ambientes e sistemas ergonômicos começaram a surgir.

Wilson (2000) descreve em seu artigo que “a ergonomia é o conhecimento teórico e fundamental sobre o comportamento e desempenho humano em interação com sistemas e na aplicação do *design* em interação com o contexto do espaço real”.

Para verificar iniciativas ergonômicas, um número de elementos básicos devem ser observados (HAGG, 2003) :

- * o desenho do posto de trabalho e escolha de ferramentas;
- * o *layout* da organização;
- * o desenho do produto;
- * aspectos de qualidade;
- * aspectos participativos;
- * vigilância da saúde;
- * treinamento e informação;
- * concepção da tarefa.

A ergonomia tem um caráter multidisciplinar e faz uso de diversas áreas do conhecimento, como, por exemplo, da Organização do Trabalho, da Medicina, Fisiologia e Psicologia do Trabalho; da Psicologia Cognitiva; da Psicologia da Percepção Visual; da Sociologia, da Antropologia e Antropometria; da Teoria da Informação; das Engenharias (de Produção, Industrial, de Segurança, de Sistemas e outras); da Arquitetura e Urbanismo; do *Design* (do Produto, Gráfico, Moda, Ambiente e outros); da Comunicação Social; e de tecnologias diversas, como da Informática, Cibernética, Telemática, Robótica e outras, além de normas nacionais e internacionais (ABNT, ISO, SAE, DIN, etc.) (GOMES, 2003).

2.7 A INFLUÊNCIA AOS FATORES FÍSICOS-AMBIENTAIS NO AMBIENTE DE TRABALHO

Durante o trabalho, qualquer que seja a organização, todo o corpo do homem é submetido a condicionantes. Segundo as atividades que o homem desenvolve e as condições ambientais e organizacionais dentro das quais ele se encontra, seus diferentes sistemas, aparelhos e órgãos do corpo são solicitados e funcionam diferentemente. De fato, a abordagem ergonômica visa, de um lado, elaborar recomendações no sentido de modificar as condições de trabalho, de forma que elas sejam melhor adaptadas às características fisiológicas e psicológicas do homem. Por outro lado, evidenciar os fenômenos da inadaptação do homem em atividade de trabalho, face às exigências e às condicionantes da situação na qual se encontra (SANTOS; FIALHO, 1997).

Para Iida (2003), uma grande fonte de tensão no trabalho são as condições ambientais desfavoráveis, como excesso de calor, ruídos e vibrações. Esses fatores causam desconforto, aumentam o risco de acidentes e podem provocar danos consideráveis à saúde. Para cada uma das variáveis ambientais há certas características que são mais prejudiciais ao trabalho. Cabe ao projetista conhecer essas limitações e, na medida do possível, tomar as providências necessárias para manter os trabalhadores fora dessas faixas de risco. Entretanto, quando isso não for possível, devem ser analisados os possíveis danos ao desempenho e à saúde dos trabalhadores, para que seja adotada aquela alternativa menos prejudicial, tomando-se todas as medidas preventivas cabíveis em cada caso.

2.7.1 Temperatura

Geralmente não se percebe um clima confortável no ambiente, mas se percebe imediatamente um clima não confortável, quanto mais este se distância daquele. A sensação de desconforto pode ser um incômodo ou até um tormento, conforme a intensidade da perturbação (GRANDJEAN, 2004).

Em casos em que o homem é obrigado a suportar altas temperaturas, o seu rendimento cai. A velocidade do trabalho diminui, as pausas se tornam maiores e mais frequentes, o grau de concentração diminui, e a frequência de erros e acidentes tende a aumentar significativamente, principalmente a partir de 30°C. Por outro lado, as baixas temperaturas,

pelo menos nos níveis que ocorrem normalmente no país, não causam nenhum inconveniente ao trabalho pesado, pois, nesse caso, o organismo estará atuando a favor do balanço térmico, produzindo mais calor pelo metabolismo. Entretanto, se a temperatura for muito baixa (abaixo de 15°C), como no caso de frigoríficos, ou na presença de ventos fortes, o trabalhador deverá usar uma vestimenta pesada para proteger-se. O frio abaixo de 15°C diminui a concentração e reduz as capacidades para pensar e julgar. Afeta também o controle muscular, reduzindo algumas habilidades motoras como destreza e a força. Se o frio afetar todo o corpo, o desempenho geral pode ser prejudicado, devido a tremores (IIDA, 2003).

2.7.2 Iluminação

De acordo com Iida (2003), a iluminação dos locais de trabalho deve ser cuidadosamente planejada desde as etapas iniciais de projeto do edifício, fazendo-se aproveitamento adequado da luz natural e suplementado-a com a luz artificial, sempre que for necessário.

O sistema de iluminação, assim como a escolha do tipo de lâmpadas, luminárias e a distribuição das mesmas depende das características do trabalho a ser executado. Existem basicamente três tipos de sistemas de iluminação

Iluminação geral – A iluminação geral se obtém pela colocação regular de luminárias em toda a área, garantindo-se, assim, um nível uniforme de iluminação sobre o plano horizontal.

Iluminação localizada – A iluminação localizada se consegue pela colocação de luminárias próximas aos locais onde são executados os trabalhos.

Iluminação combinada – A iluminação geral é complementada com focos de luz localizados sobre a tarefa, com intensidade de 3 a 10 vezes superior ao do ambiente geral.

As luminárias devem ser posicionadas de modo a evitar a incidência da luz direta ou refletida sobre os olhos, para não provocar ofuscamentos. De preferência, devem se situar acima de 30° em relação à linha de visão (horizontal) e, se possível, devem ser colocadas lateralmente ou atrás do trabalhador, para evitar a luz direta ou refletida nos seus olhos.

2.7.3 Ruído

Para Iida (2003), o ruído é considerado um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa em execução. Logo, um *bip* intencional de uma máquina, ao final de um ciclo de operação, pode ser considerado útil ao operador, porque é um aviso para ele iniciar um novo ciclo, mas o mesmo pode ser considerado um ruído pelo vizinho, cuja atenção está concentrada em outra tarefa.

Os ruídos intensos, acima de 85 dB(A) podem causar perda auditiva, bem como, dificultar a comunicação verbal. As pessoas precisam falar mais alto e prestar mais atenção, para serem compreendidas. Isso tudo faz aumentar a tensão psicológica e o nível de atenção. Ainda assim, não é fácil caracterizar aquele ruído que mais perturba as pessoas, porque isso depende de uma série de fatores como frequência, intensidade, duração, timbre, o nível máximo alcançado e, inclusive o horário em que ocorre. Em geral, ruídos mais agudos são menos toleráveis (IIDA, 2003).

2.8 EXIGÊNCIAS FÍSICAS NO TRABALHO

Três aspectos devem ser considerados na avaliação dos custos energéticos de uma atividade física de trabalho (LAVILLE apud SANTOS, FIALHO, 1997):

- * a intensidade de um trabalho varia muitas vezes com o tempo, mesmo em se tratando de um trabalho repetitivo, onde as mesmas atividades musculares são reproduzidas periodicamente: pequenas modificações na tarefa a ser executada, incidentes, variações do estado dos meios materiais de trabalho (uso das ferramentas). Assim, todo valor médio utilizado daria apenas uma informação falsa sobre o custo real do trabalho;

- * o estado físico do trabalhador muda ao longo do tempo: aprendizagem, fadiga, estado de saúde. As variações interindividuais são consideráveis. Assim, o nível de gasto energético de um trabalhador só tem sentido se estiver relacionado com aquele que o executa. Um gasto energético de 300 watts pode corresponder a um trabalho pesado para um indivíduo e moderado para outro, segundo o estado físico, o condicionamento, o sexo, a idade e o estado de saúde de cada um;

- * o tempo durante o qual é realizado este gasto energético é igualmente um aspecto a ser considerado.

2.8.1 O Trabalho Muscular

Produtos e postos de trabalho inadequados podem provocar tensões musculares, dores e fadiga que, às vezes, podem ser resolvidas com providências simples, como o aumento ou a redução da altura da mesa ou da cadeira. Em outros casos, essa solução não é tão simples, por envolver um conflito fundamental entre as necessidades humanas e aquelas do trabalho. Muitas vezes, são possíveis soluções de compromisso, em que não se consegue uma situação ideal de trabalho, mas as exigências humanas podem ser sensivelmente reduzidas, ao nível tolerável (IIDA, 2003).

Conforme Santos e Fialho (1997), a musculatura esquelética é um sistema de transformação de energia química em energia mecânica, permitindo assim o desenvolvimento das atividades motoras de trabalho, isto é, o exercício de forças, de gestos, de movimentos e de manutenção de posturas. Assim sendo, numerosas constatações são possíveis de serem estabelecidas, em relação aos seguintes aspectos: importância dos grupos musculares envolvidos, intensidade das forças exercidas, duração dos esforços, precisão exigida, repetição das atividades, amplitude das angulações articulares, etc.

De acordo com Iida (2003), o trabalho estático é aquele que exige contração contínua de alguns músculos, para manter uma determinada posição. Isso ocorre, por exemplo, com os músculos dorsais e das pernas para manter a posição de pé, músculos dos ombros e do pescoço para manter a cabeça inclinada para frente, músculos da mão esquerda segurando a peça para se martelar com a outra mão, e assim por diante.

O trabalho dinâmico é aquele que permite contrações e relaxamentos alternados dos músculos, como na tarefa de martelar, serrar, girar um volante ou caminhar. Já o trabalho estático é altamente fatigante e, sempre que possível, deve ser evitado. Quando isso não for possível, pode ser aliviado. Permitindo mudanças de posturas, melhorando o posicionamento de peças e ferramentas ou providenciando apoios para partes do corpo com o objetivo de reduzir as contrações estáticas dos músculos. Também devem ser concedidas pausas de curta duração, mas com elevada frequência, para permitir relaxamento muscular e alívio da fadiga.

Entre o trabalho estático e dinâmico encontram-se diferenças fundamentais. No trabalho estático, os vasos sanguíneos são pressionados pela pressão interna, contra o tecido muscular; por isso não flui mais sangue para o músculo. No trabalho dinâmico, ao contrário, os músculos agem como uma motobomba sobre a circulação sanguínea: a contração expulsa o sangue dos músculos, enquanto que o relaxamento subsequente favorece o influxo de sangue

renovado. Por este mecanismo, a circulação de sangue é aumentada em várias vezes: os músculos recebem realmente de dez a vinte vezes mais sangue do que em repouso.

2.8.2 Manuseio de Cargas

Para Iida (2003), o manuseio de cargas pesadas tem sido uma das mais freqüentes causas de trauma dos trabalhadores. Isso tem ocorrido devido à grande variação individual das capacidades físicas e freqüentes substituições de trabalhadores homens por mulheres. Torna-se, então, necessário, conhecer a capacidade humana máxima para levantar e transportar cargas, para que as tarefas e as máquinas sejam corretamente dimensionadas dentro desses limites.

As situações de trabalho quanto ao levantamento de pesos podem ser classificadas em dois tipos. Uma delas se refere ao levantamento esporádico de cargas e a outra, ao trabalho repetitivo com levantamento de cargas. A primeira está relacionada com a capacidade muscular para levantar a carga e a segunda, onde entra o fator de duração do trabalho, está relacionada com a capacidade energética do trabalhador e a fadiga física.

a) *Resistência da coluna* – a musculatura das costas é a que mais sofre com o levantamento de pesos. Devido à estrutura da coluna vertebral, composta de discos superpostos, ela tem pouca resistência a forças que não tenham a direção de seu eixo. Portanto, na medida do possível, a carga sobre a coluna vertebral deve ser feita no sentido vertical, evitando-se as cargas com as costas curvadas.

b) *Capacidade de carga máxima* – para determinar a capacidade de carga repetitiva, deve-se determinar, primeiro, a capacidade de carga isométrica das costas, que é a máxima carga que uma pessoa consegue levantar, flexionando as pernas e mantendo o dorso reto, na vertical. A carga recomendada para movimentos repetitivos será, então, 50% dessa carga isométrica máxima.

Grandjean (2004) afirma que, com base na experiência geral e considerando os conhecimentos científicos, podem ser estabelecidas as seguintes regras para o levantamento de pesos:

- * a carga deve ser segura e levantada com as costas retas e joelhos dobrados;
- * a carga deve ser levantada o mais próximo possível do corpo, segurando, sempre que possível, a carga entre os joelhos, com os pés em posição apropriada;

* o início do levantamento deve ser, sempre que possível, na altura dos joelhos, já que a força máxima de levantamento ocorre na altura entre 50 e 75cm do chão. Quando o levantamento começa na altura dos joelhos, a carga pode ser facilmente levantada até a altura de 90 a 110cm. Se o levantamento começa na altura do cotovelo, a carga pode ser facilmente levantada até os ombros;

* quando faltarem alças, então os prolongamentos artificiais do braço devem ser usados, na forma de cordas, cintas ou ganchos;

* rampas devem possibilitar que a carga seja manuseada na altura de 50cm, sendo que a altura de depósito fique em 80 a 110cm;

* enquanto o levantamento ocorre, deve-se evitar a rotação simultânea do tronco;

* para o manuseio de cargas, usar, sempre que possível, carrinhos, rodízios ou dispositivos de levantamento mecânico.

De acordo com Iida (2003), da mesma forma que no caso de levantamento de cargas, durante o transporte manual de cargas, a coluna vertebral deve ser mantida, o máximo possível, na vertical. Além disso, deve-se evitar pesos muito distantes do corpo ou cargas assimétricas, que tendem a provocar momento, exigindo um esforço adicional da musculatura dorsal para manter o equilíbrio.

2.9 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo tem por finalidade proporcionar a compreensão do contexto que se insere o tema, bem como, a revisão da literatura mais atual e relevante, para estabelecer parâmetros e diretrizes que fundamentem a metodologia, pesquisa de campo, discussão e conclusão deste trabalho.

Sendo assim, pode-se identificar pelos estudos abordados na literatura, que o setor vidreiro manufaturado se caracteriza pela realização de movimentos desfavoráveis, manuseio de cargas pesadas, trabalhadores expostos a fatores físicos-ambientais como: altas temperaturas, ruídos, etc. Diante disso, a ergonomia, bem como o adequado projeto do arranjo físico, podem contribuir para modificação deste cenário, através de uma metodologia de intervenção.

Portanto, com estas informações teóricas, pode-se desenvolver uma proposta de metodologia, onde os aspectos até aqui discutidos, servirão de base para melhorias das condições de trabalho e *layout* de processo na indústria do vidro.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo, apresentam-se os procedimentos metodológicos tomados para a realização do estudo. Para tanto, optou-se por estabelecer uma seqüência de quatro etapas, a qual conduz os passos para o desenvolvimento da metodologia proposta (Figura 11).

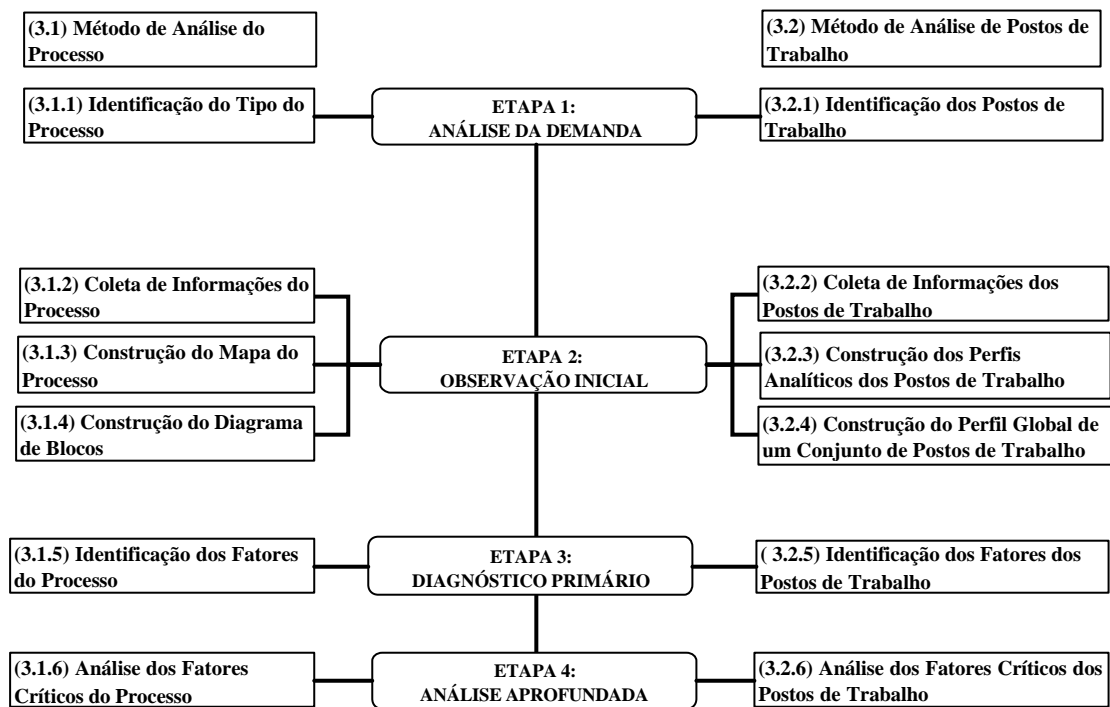


Figura 11: Etapas de desenvolvimento metodológico referentes a processo e condições de trabalho

A primeira etapa consiste na análise da demanda, ou seja, compreender o cenário existente e suas disfunções em relação ao processo como um todo. Ligado a isso, pode-se propor a conjunção de dois instrumentos de análise. O primeiro a ser abordado avalia aspectos relacionados ao processo e o segundo aos postos de trabalho. Ambos os métodos se complementam com o objetivo de contribuir para melhoria das condições de trabalho (ergonomia) e *layout* do processo. Neste caso, esses instrumentos de análise denominam-se: método de análise do processo e método de análise dos postos de trabalho.

Em seguida, cada subitem referente a esses métodos serão descritos e relacionados de acordo com sua etapa e instrumento de análise.

3.1 MÉTODO DE ANÁLISE DO PROCESSO

Tendo em vista maior qualidade de vida dos funcionários e conseqüente produtividade no setor vidreiro, a empresa do segmento manufaturado referente a esse trabalho entende que a análise do processo e arranjo físico contribui de maneira objetiva nestes aspectos.

A aplicação do método de análise do processo visa a otimização do fluxo e transporte de materiais durante o processo produtivo, através de melhorias e redimensionamento do *layout* atual. Essas modificações serão contribuições importantes para as condições de trabalho dos operadores no que diz respeito à redução da carga de trabalho física e melhorias na segurança e conforto do ambiente físico.

3.1.1 Identificação do Tipo de Processo

Inicialmente, para análise da demana, deve-se compreender o cenário atual para a identificação do tipo de processo existente. É importante ressaltar que cada tipo de processo tem uma forma diferente de organizar as operações dentro do contexto da fábrica.

Em operações de manufatura, o fator mais significativo é a diferença entre características de volume e variedade. Como verificado no segundo capítulo deste trabalho, pode-se escolher entre cinco tipos de processos e estes devem estar condizentes com o tipo de produto fabricado. Para tanto, além da verificação do tipo de processo, deve-se levar em consideração o entendimento do setor em que a fábrica atua. Isso faz com que o analista tenha uma compreensão maior das operações que constituem o processo.

Portanto, a análise do processo é feita de acordo com o tipo de processo existente, o que ele faz, o grau de desempenho e quais fatores que o afetam. Desta maneira, a primeira atitude a ser tomada em casos de manufatura, é conhecer e compreender o tipo de processo para iniciar uma avaliação adequada e consistente.

3.1.2 Coleta de Informações do Processo

Após a identificação do tipo de processo passa-se para fase de observação inicial do cenário existente, na qual deve-se fazer a coleta de dados. A coleta de informações do processo pode ser feita de diversas maneiras. Muitas vezes, o levantamento inicial através de observação direta, seguido da listagem das operações, é a primeira atitude a ser tomada. Anotar cada passo do processo facilita na compreensão geral da situação.

Ainda assim, a listagem das operações ordenadas de acordo com o fluxo de processo pode se tornar um fluxograma, abordado no segundo capítulo deste estudo. Esta técnica é utilizada para melhor visualização do fluxo da fábrica.

Aliado a isso e em busca de dados, o analista poderá fazer a medição do local para entender o arranjo físico em relação ao espaço existente. Mesmo que a maioria das empresas forneça a planta baixa da fábrica, é importante fazer a medição para localizar possíveis modificações feitas durante o tempo ou para completar dados não identificados nos desenhos fornecidos. A planta baixa do local deve ser de fácil compreensão e atualizada com o contexto.

3.1.3 Construção do Mapa de Processo

Com todos dados necessários, pode-se passar para a construção do mapa de processo. Como demonstrado no segundo capítulo desta dissertação, esse mapa reúne todas informações do processo em uma tabela. Para tanto, isso pode ser feito com os dados obtidos através da observação direta, medição da área e listagem das operações.

Primeiramente deve-se numerar e escrever cada passo do processo e, ao lado de cada um, identificar se o descrito é atividade de operação, transporte, espera, armazenagem ou inspeção. Logo, com outros dados coletados anteriormente, pode-se verificar cada distância percorrida e o tempo gasto entre os passos. Com a tabela preenchida, verifica-se o número total de passos durante o processo, bem como a distância e o tempo total.

3.1.4 Construção do Diagrama de Blocos

O diagrama de blocos, abordado no segundo capítulo deste trabalho, pode ser considerado mais um instrumento para a análise do processo.

Essa técnica pode ser aperfeiçoada de maneira simples e coerente com o contexto. Inicialmente, deve-se obter a planta baixa da fábrica e no mesmo desenho deve-se fazer um círculo em cada posto de trabalho existente. Em seguida, com esse esboço inicial, pode-se traçar linhas conectando cada operação e assim projetando o caminho feito pelos produtos.

Contudo, esse diagrama reproduzido através de círculos e linhas facilita de uma forma bastante clara a visualização do fluxo do processo. A partir disso, pode-se tirar conclusões significativas a respeito da organização e disposição dos recursos dentro do arranjo físico existente.

3.1.5 Identificação dos Fatores do Processo

Neste momento, deve-se seguir para a terceira etapa do método do trabalho que considera o diagnóstico primário necessário, bem como a identificação dos fatores do processo.

Com a construção do mapa de processo e diagrama de blocos, o analista obtém informações necessárias para a identificação de fatores desfavoráveis (gargalos) entre as operações do processo.

Cada técnica abordada nesta metodologia contribui para um determinado aspecto na análise do processo. O mapa de processo proporciona uma avaliação detalhada das distâncias das atividades de transporte, do percurso total e tempo gasto com cada operação. Já o diagrama de blocos demonstra em seu desenho esquemático, movimentos desnecessários, transportes longos, falta de organização e arranjos físicos confusos.

3.1.6 Análise dos Fatores Críticos do Processo

De acordo com os procedimentos metodológicos desta dissertação, esta fase é representada pela análise aprofundada dos fatores identificados anteriormente.

Inicialmente, verifica-se a problemática geral do processo e em seguida deve-se focar para determinados aspectos críticos apresentados durante o desenvolvimento da pesquisa. Logo, a identificação dos gargalos do processo, responsáveis pela perda na produtividade e pelos prejuízos nas condições de trabalho, proporciona o entendimento necessário para, em um segundo momento, propor melhorias.

3.2 MÉTODO DE ANÁLISE DE POSTOS DE TRABALHO

Atualmente, as fábricas estão adquirindo uma nova visão em relação às condições de trabalho de seus operadores. Os postos de trabalho que no passado eram improvisados, hoje estão sendo organizados e analisados com o objetivo de proporcionar saúde, segurança e conforto ao trabalhador.

Sendo assim, com a intenção de facilitar o trabalho do analista na avaliação das condições de trabalho nos postos, propõe-se o método denominado Renault, utilizado pela Régie Nationale des Usines Renault (1978). Entretanto, o método proposto é uma adaptação da versão original realizada por Marques (2002).

Com a metodologia Renault é possível identificar fatores críticos nos postos de trabalho e propor melhorias em relação à concepção do posto, segurança, conforto do ambiente, carga física e mental, trabalho repetitivo e conteúdo do trabalho.

3.2.1 Identificação dos Postos de Trabalho

Primeiramente, é necessária a identificação dos postos de trabalho dentro do contexto produtivo da empresa para análise da demanda. O tipo de produto fabricado, o arranjo físico dos postos, o fluxo de materiais e produtos durante o processo são fatores importantes para uma avaliação adequada.

Os postos de trabalho são listados para que as atividades realizadas sejam somente identificadas, pois nesta dissertação, as atividades realizadas não são analisadas em sua particularidade.

3.2.2 Coleta de Informações dos Postos de Trabalho

Para iniciar a coleta de dados é aplicado um questionário a cada operador do posto de trabalho, com o objetivo de identificar a percepção do mesmo em relação aos critérios determinados pela metodologia. O método adaptado de Renault consiste em nove critérios de avaliação que se referem a trinta fatores, de acordo com a Figura 12.

Concepção do posto	A	Altura do plano de trabalho	1
		Afastamento do plano de trabalho	2
		Distância lateral	3
		Local reservado para os pés	4
		Alimentação / Evacuação de peças	5
		Obstáculos / Acessibilidade do posto	6
		Informações no posto	7
Segurança	B	Nível de risco de acidentes	8
		EPI	9
Ambiente físico	C	Ambiente térmico	10
		Ambiente sonoro	11
		Condições de iluminação	12
		Vibrações ou choques	13
		Poluição do ar	14
Carga Física	D	Limpeza / Aparência do ambiente	15
		Postura principal	16
Exigência Mental	E	Esforço do trabalho	17
		Quantidade de decisões	18
Autonomia	F	Nível de atenção	19
		Nível de autonomia	20.1
Relações	G	Satisfação	20.2
		Relações independentes do trabalho	21
Repetitividade	H	Repetitividade do ciclo	22
Conteúdo do Trabalho	I	Dificuldade para aprender as tarefas	23.1
		Tarefas ao longo do trabalho	23.2
		Possibilidades de erro	24.1
		Gravidade dos erros	24.2
		Resolução dos erros	24.3
		Interesse promovido pelo trabalho	25.1
		Concepção do produto	25.2

Figura 12: Critérios e fatores de análise de postos de trabalho (adaptado de RENAULT apud MARQUES, 2002)

A seguir, o analista faz a observação e avaliação de cada um dos nove critérios a partir do mesmo questionário. Esses critérios se referem a um determinado número de fatores que são avaliados em relação a uma escala de cinco níveis de penosidade, desde o nível 1 (menos acentuada) até o nível 5 (mais acentuada), de acordo com a Figura 13.

Aliado a isso, o documento em anexo dessa dissertação apresenta figuras ilustrativas com descrições dos níveis de penosidade para identificação dos mesmos por parte do analista.

Nível	Significado Geral
5	Muito penoso ou muito perigoso, a ser melhorado com prioridade
4	Penoso ou perigoso à longo prazo, a ser melhorado
3	Aceitável, a ser melhorado se possível
2	Satisfatório
1	Muito satisfatório

Figura 13: Níveis de penosidade dos fatores avaliados (adaptado de RENAULT apud MARQUES, 2002)

3.2.3 Construção dos Perfis Analíticos dos Postos de Trabalho

Através dos fatores obtidos pela observação do analista e do questionário aplicado aos funcionários é possível construir o perfil analítico do posto de trabalho. Este perfil apresenta a análise detalhada de um posto de trabalho, sendo representado por um gráfico onde um eixo demonstra os níveis de penosidade e o outro os fatores por critério. Cada gráfico representa um posto de trabalho onde analista e funcionários são representados por linhas diferentes (Figura 14).

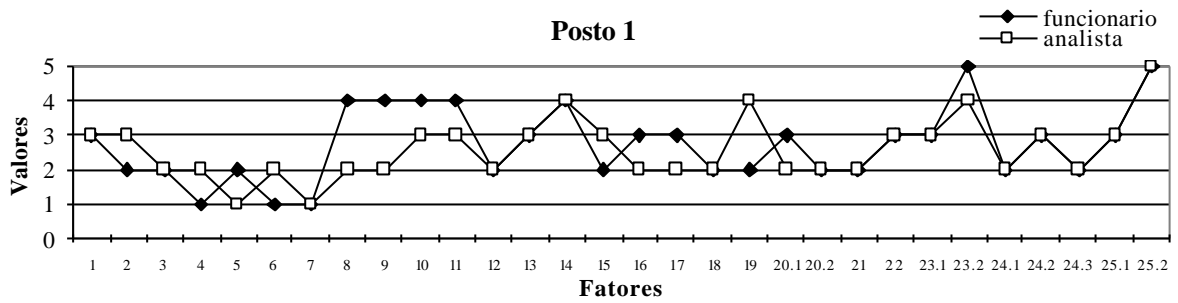


Figura 14: Exemplo do perfil analítico para um posto de trabalho

O gráfico do perfil analítico facilita a comparação dos valores subjetivos por parte do analista e valores subjetivos por parte do funcionário. Desta maneira, é possível concluir de forma mais realista sobre os pontos críticos de cada posto.

3.2.4 Construção do Perfil Global de um Conjunto de Postos de Trabalho

Este segundo perfil é representado por um gráfico o qual caracteriza-se por demonstrar a visão geral das condições e do ambiente de trabalho de um grupo de postos, em relação aos critérios analisados.

A construção é feita através dos valores dados pelo analista e pelo funcionário para cada um dos fatores analisados em relação a um grupo de postos gerando-se a mediana por critério. Sendo assim, com este gráfico verifica-se características globais desfavoráveis, proporcionando um panorama da situação geral dos postos de trabalho (Figura 15).

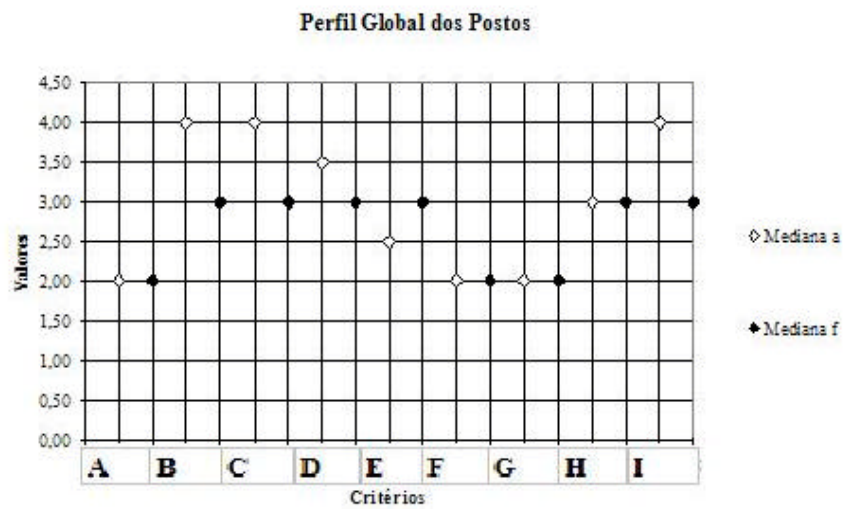


Figura 15: Exemplo do perfil global dos postos de trabalho

3.2.5 Identificação dos Fatores por Posto de Trabalho

Os fatores analisados são identificados através de um gráfico construído com os valores para os níveis de penosidade de cada posto de trabalho. Este gráfico permite que os fatores sejam analisados detalhadamente e priorizados visando diminuir a penosidade no ambiente da fábrica, conforme Figura 16.

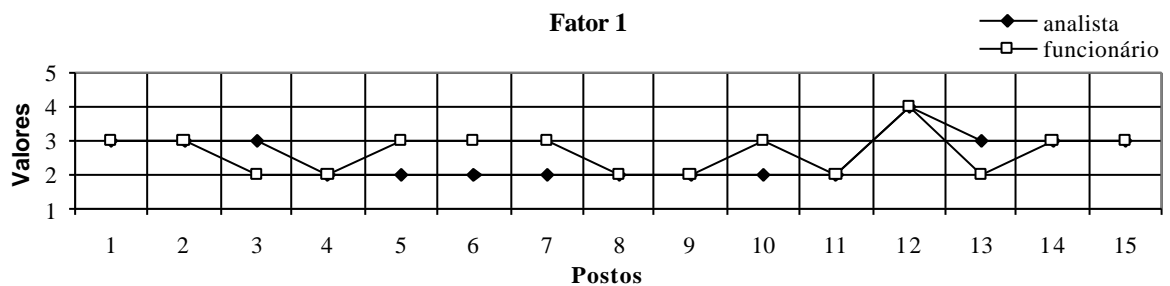


Figura 16: Exemplo do gráfico para priorização de fatores

3.2.6 Análise dos Fatores Críticos dos Postos de Trabalho

Como abordado anteriormente, esta etapa consiste em analisar profundamente aspectos problemáticos encontrados no diagnóstico primário. Além disso, para cada fator deve-se construir uma tabela com os maiores valores dados pelo analista e funcionário. Faz-se o somatório de valores acima de 3, os valores 4 e 5 para cada fator, ditos críticos. Com a tabulação desses valores têm-se as informações necessárias para construção de um gráfico de Pareto. Assim, com os valores da observação do analista e com as percepções do funcionário gera-se um gráfico de Pareto geral, no qual um eixo representa os valores para níveis de penosidade e o outro eixo representa os fatores (Figura 17).

O gráfico de Pareto proporciona a visualização e identificação dos fatores mais críticos para que em seguida, as melhorias sejam planejadas e propostas.

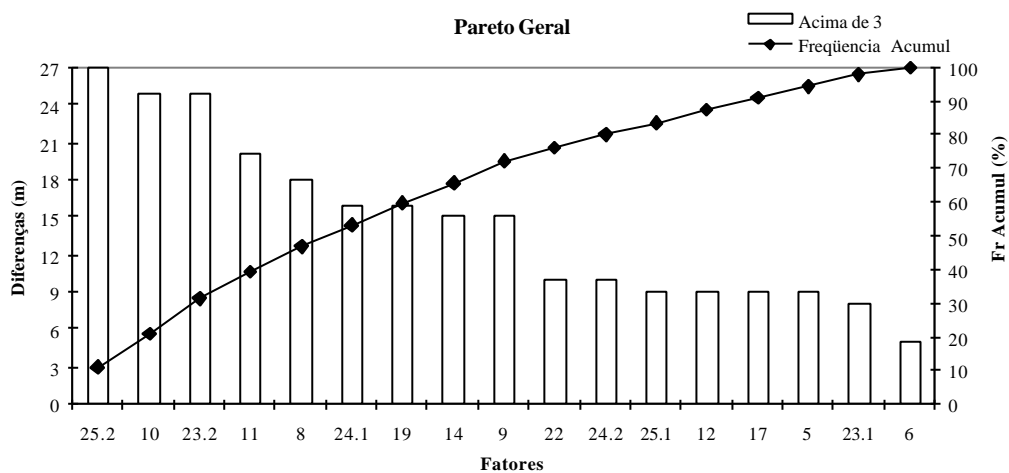


Figura 17: Exemplo de um gráfico de pareto

Sendo assim, pode-se avaliar os fatores críticos apresentados pelos postos de trabalho de maneira objetiva. Com essa avaliação aprofundada, tem-se o embasamento necessário para propor um plano de ação coerente no contexto que a mesma se insere.

4. RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este estudo de caso apresenta a aplicação de dois métodos para avaliação e melhoria de *layout* de processo e condições de trabalho. A análise do processo e dos postos de trabalho foi colocada em prática em uma empresa distribuidora de vidros planos e produtora de vidros curvos e temperados.

Trata-se de uma pequena empresa gaúcha que está presente no mercado há quarenta anos, conta com 44 funcionários dividindo-se em quatro setores no mesmo endereço:

- a) A Loja: faz a venda dos produtos diretamente ao cliente com a exposição de objetos para decoração;
- b) A Administração: estruturada em escritórios, controla todos os processos administrativos da fábrica e da loja;
- c) A Fábrica: estruturada em um arranjo físico, produz os vidros curvos e temperados e armazena os vidros planos para a distribuição;
- d) O Ateliê: através de um forno e uma tecnologia específica, a artista plástica confecciona uma diversificada linha de objetos de arte e decoração para venda na loja.

A empresa destina seus produtos para quatro setores específicos. São eles: (i) arquitetura e construção: vidros para fachadas, esquadrias, sacadas, parapeitos, vitrines e boxes; (ii) refrigeração: vidros para balcão de confeitaria, balcão frio e balcão quente/ frio; (iii) indústria moveleira: vidros para mesa comum, mesa de centro, pé de mesa e aparadores; (iv) decoração: vidros curvos para cubas, lavatórios, objetos de decoração e utilitários.

Levando em consideração o objetivo deste trabalho, houve a preocupação de limitar a área do estudo. A aplicação dos dois métodos propostos foi realizada somente no ambiente fabril, avaliando questões relacionadas ao *layout* de processo e postos de trabalho.

4.1.1 Características do Processo

A empresa estudada utiliza o processo por lote em seu chão de fábrica. Este é caracterizado por níveis mais elevados de volume e variedade do que outros tipos de processos, fabricando 28 (vinte e oito) tipos de produtos (Figura 18).

PRODUTOS
1. vidro para distribuição
2. Cortado
3. Cortado/Lapidado/Lavado
4. Cortado/Lapidado/Lavado/Curvado
5. Cortado/Lapidado/Lavado/Temperado
6. Cortado/Lapidado/Lavado/Temperado padrão
7. Cortado/Lapidado/Lavado/Temperado/Curvado
8. Cortado/Lapidado/Marcado/Recortado/Lapidado manual/Lavado
9. Cortado/Lapidado/Marcado/Recortado/Lapidado manual/Lavado/Curvado
10. Cortado/Lapidado/Marcado/Recortado/Lapidado manual/Lavado/Temperado
11. Cortado/Lapidado/Marcado/Recortado/Lapidado manual/Lavado/Temperado/Curvado
12. Cortado/Lapidado/Lapidado manual/Lavado
13. Cortado/Lapidado/Lapidado manual/Lavado/Curvado
14. Cortado/Lapidado/Lapidado manual/Lavado/Temperado
15. Cortado/Lapidado/Lapidado manual/Lavado/Temperado/Curvado
16. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lavado
17. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lavado/Curvado
18. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lavado/Temperado
19. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lavado/Temperado padrão
20. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lavado/Temperado/Curvado
21. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lapidado manual/Lavado
22. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lapidado manual/Lavado/Curvado
23. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lapidado manual/Lavado/Temperado
24. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Lapidado manual/Lavado/Temperado/Curvado
25. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Recortado/Lapidado manual/Lavado
26. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Recortado/Lapidado manual/Lavado/Curvado
27. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Recortado/Lapidado manual/Lavado/Temperado
28. Cortado/Lapidado/Marcado/Furado/Recortado/Lapidado manual/Lavado/Temperado/Curvado

Figura 18: Vinte e oito produtos fabricados

Para Ritzman e Krajewski (2004), um processo por lote possui volumes médios ou moderados, porém a variedade ainda permanece muito grande para justificar a adoção de um processo separado para cada produto ou serviço. O padrão do fluxo é desordenado, sem uma seqüência padronizada de operações por toda a unidade produtiva. Surgem, no entanto, trajetórias mais dominantes do que em um processo por tarefa, e alguns segmentos do processo possuem um fluxo de linha.

Aliado a isso sabe-se que os operários da fábrica em questão trabalham em um arranjo físico de processo, que junto do processo por lote caracterizam o fluxo da empresa.

No arranjo por processo, processos similares (ou processos com necessidades similares) são localizados juntos um do outro. A razão pode ser que seja conveniente para a operação mantê-los juntos, ou que dessa forma a utilização dos recursos transformadores seja beneficiada. Isso significa que, quando produtos, informações ou clientes fluírem pela operação, eles percorrerão um roteiro de processo a processo, de acordo com suas necessidades. Diferentes produtos ou clientes terão diferentes necessidades e, portanto, percorrerão diferentes roteiros na operação. Por essa razão, o padrão de fluxo na operação poderá ser bastante complexo (SLACK et al., 2003).

4.1.2 Descrição dos Postos de Trabalho

A fábrica comporta dois pequenos estoques de chapas de vidros (matéria-prima) para a produção de vidros curvos e temperados e para distribuição. Estes estoques são compostos de quatro tipos de vidros. São eles: (i) vidro impresso; (ii) vidro aramado; (iii) vidro laminado; (iv) vidro refletivo.

Inicialmente, ao lado do estoque 1, localiza-se um sistema chamado de ponte rolante, sendo determinado como o primeiro posto de trabalho dentre os quinze postos analisados neste trabalho. O estoque 1 localiza-se na entrada principal da fábrica sendo abastecido pelas chapas de vidros destinadas à distribuição e em alguns casos devendo ser cortadas em tamanhos especificados pelo cliente. Já o estoque 2 está localizado na entrada secundária com o abastecimento de chapas de vidro destinadas a curvação e têmpera. De qualquer forma, estas últimas podem ser somente lapidadas e/ou furadas e/ou recortadas e não necessariamente curvadas e/ou temperadas. Cada estoque possui sua ponte rolante para transporte das chapas de vidros do estoque para mesa de corte. Sendo assim, cada ponte rolante deve transportar o vidro para sua respectiva mesa de corte. As pontes rolantes e as

mesas de corte estão localizadas em diferentes espaços, portanto, faz-se necessário analisar cada ponte e cada mesa em seu determinado ambiente, entendendo como postos de trabalho distintos entre si.

Além disso, deve-se ressaltar a existência do estoque padrão. Esse estoque é assim denominado pelo fato de armazenar vidros temperados com tamanhos padrão para o setor da construção civil. Entende-se que o estoque em descrição tem a mesma função da expedição, mas nesse caso, com produto padrão. De qualquer forma, como nesse espaço não possui trabalhador supervisionando os vidros, esse estoque não pode ser estabelecido como posto de trabalho. Desta forma, pode-se verificar e descrever quinze postos no arranjo físico desta fábrica. São eles:

1. Ponte Rolante 1: transporte das chapas de vidro como abordado anteriormente. São acionadas por controle manual e operado por um trabalhador (letra A conforme Tabela 3);
2. Corte 1: neste posto localiza-se uma mesa revestida de carpete com um sistema de pressão de ar para o vidro não grudar enquanto está sendo cortado. O vidro é cortado manualmente com cortador de diamante, tendo como trabalhadores um cortador e um ajudante (letras B e C conforme Tabela 3);
3. Lapidação: esta operação consiste em lapidar os vidros. São duas lapidadoras com um trabalhador em cada. Para fins de análise são considerados o mesmo posto de trabalho, pois estão localizadas uma ao lado da outra (letra D conforme Tabela 3);
4. Mesa de marcação: nesta operação deve-se marcar, com caneta e gabaritos especiais para vidros, as posições que serão feitas os furos e/ou recortes nos vidros. Este posto possui uma mesa e um trabalhador (letra E conforme Tabela 3);
5. Furação: esta operação consiste em furar os vidros. São duas furadeiras utilizadas pelo mesmo trabalhador do posto quatro. Da mesma maneira que a lapidação, mesmo tendo duas máquinas são consideradas o mesmo posto de trabalho (letra E conforme Tabela 3);
6. Recorte: nesta etapa deve-se recortar o vidro com cortador de diamante seguindo a marcação feita na operação anterior. Este posto possui uma mesa e o mesmo trabalhador do posto quatro e cinco (letra E conforme Tabela 3);
7. Lapidação manual: nesta operação é feita a lapidação manual destinada a cantos redondos e pequenos, difíceis de serem feitos na máquina de lapidação para lados retos. Este posto possui uma mesa e um trabalhador (letra F conforme Tabela 3);
8. Lavagem: nesta etapa o vidro temperado deve passar pela lavagem. A chapa entra na máquina deslizando por uma esteira saindo limpa e seca. Este posto possui uma máquina e o mesmo trabalhador do posto sete (letra F conforme Tabela 3);

Tabela 3: Tabela para organização de dados

Número	Postos	Função	Letras	N de questionários
1	Ponte 1	operador ponte	A	1
2	Corte 1	cortador	B	1
		auxiliar de corte	C	0
3	Lapidação	operador lapidadora	D	1
4	Marcação	marcador	E	3
5	Furação	furador		
6	Recorte	marcador		
7	Lapid. M	lapidador manual	F	2
8	Lavagem	Lavador		
9	Confer. E	conferista entrada	G	2
11	Confer.S	conferista saída		
10	Têmpera	fornheiro	H	1
12	Curvo	fornheiro	I	1
13	Ponte 2	operador ponte	L	2
14	Corte 2	cortador		
		auxiliar de corte	J	0
15	Expedição	expedição	M	1
		expedição	N	0
	Geral	mecânico	O	0
TOTAL: 15 postos		10 entrevistados		15 respostas

9. Conferência de entrada: nesta operação é feita a conferência de entrada da chapa de vidro no forno de têmpera. Deve ser feita a inspeção no vidro para evitar possíveis erros e conseqüentes gargalos na produção. Este posto possui uma mesa e um trabalhador (letra G conforme Tabela 3);

10. Têmpera: esta etapa consiste em aquecer a chapa de vidro, *float* ou impresso, próximo à sua temperatura de amolecimento e logo após resfriá-la rapidamente com o auxílio de ar comprimido ou óleo, aumentando assim em até sete vezes as resistências mecânicas e ao choque térmico, 200-300°C. Nesta operação existe uma máquina responsável por todo este procedimento citado acima. Portanto, neste posto trabalha um “fornheiro” (letra H conforme Tabela 3);

11. Conferência de saída: nesta operação é feita a conferência de saída da chapa de vidro do forno de têmpera. Este posto possui uma mesa e o mesmo trabalhador do posto nove (letra G conforme Tabela 3);

12. Curvação: nesta etapa o vidro em chapa reta passa por um processo de curvatura, em fôrmas metálicas, a temperaturas próximas de 700 graus, o que confere uma maior “dureza” ao vidro. Este procedimento é aplicado em quatro caixas com suas respectivas

fôrmas e a seguir passa-se uma “tampa” no formato de caixa com a função de aquecer o vidro nesta moldura. Para esta operação necessita-se de um trabalhador para colocar o vidro em chapa nas formas e observar a operação até o final. Para a colocação das fôrmas e vidros no forno, bem como a retirada dos vidros curvos usa-se um guincho que faz o transporte dos mesmos. Neste posto opera um forneiro (letra I conforme Tabela 3);

13. Ponte Rolante 2: ler descrição ponte 1. Este posto possui um trabalhador.(letra L conforme Tabela 3);

14. Corte 2: ler descrição corte 1 . O mesmo operador do posto treze trabalha como cortador junto de seu auxiliar na mesa de corte 2. (letra L e J conforme Tabela 3);

15. Expedição: nesta etapa deve-se manter a organização dos produtos nos cavaletes e fazer a entrega deste ao cliente. Este posto possui uma mesa, cavaletes de espera e dois trabalhadores (letras M e N conforme Tabela 3).

Como o processo da fábrica é por lote, é importante ressaltar que alguns operadores acabam trabalhando em mais de um posto, pois não necessariamente todos os postos de trabalho possuem a mesma demanda ao mesmo tempo. Desta forma, existe troca de postos entre certos empregados, sendo que alguns trabalham em dois a três postos seguidamente não existindo troca, sem esquecer que são quatorze operadores na fábrica para quinze postos de trabalho. Aliado a isso, um trabalhador dentre os quatorze é responsável pela mecânica geral das máquinas, fazendo ajustes mas sem operar somente em algum posto de trabalho.

4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DO PROCESSO

Com a aplicação da metodologia proposta, pode-se compreender o processo da fábrica de maneira detalhada e obter informações importantes para projetar as melhorias necessárias no arranjo físico atual.

4.2.1 Identificação do Tipo de Processo

A identificação do tipo de processo, como abordado no terceiro capítulo deste estudo, foi importante para a análise da demanda, sendo que uma vez compreendido o contexto geral da organização, pode-se partir para etapa da observação inicial e coleta de dados.

4.2.2 Coleta de Informações do Processo

As informações foram coletadas a partir de um levantamento inicial na fábrica. Primeiramente, foi feita uma observação direta, medições e listagem das operações, entendendo a organização adotada pela produção. Neste caso, a empresa não forneceu o projeto do local; desta forma, fez-se necessária a medição detalhada e observação direta para construção da planta baixa do chão de fábrica atual (Figura 19).

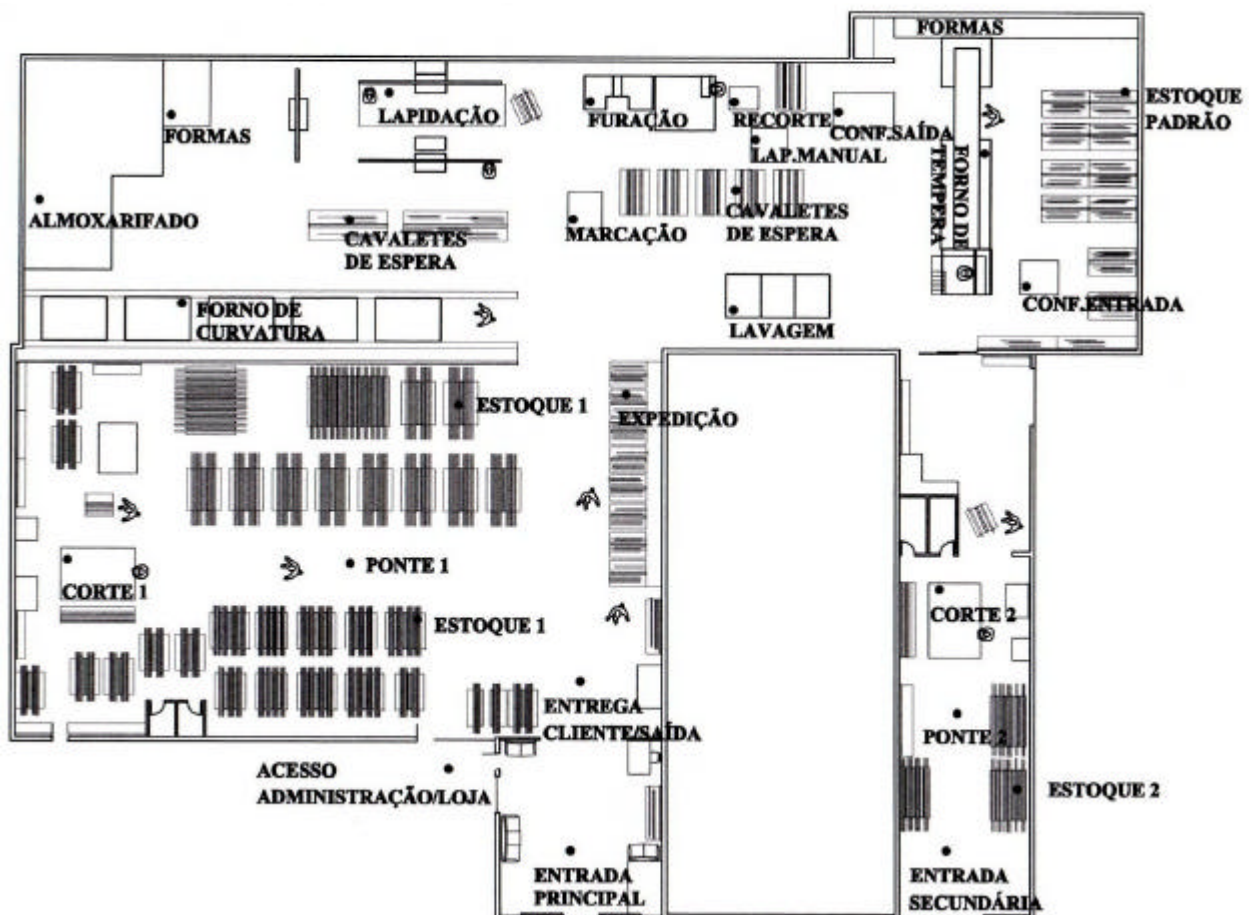


Figura 19: Planta baixa da fábrica

Em seguida, foi feita a listagem das operações através da observação direta no local. Com os dados registrados foi possível construir o fluxograma do processo da fábrica, podendo ser visualizado na Figura 20.

O fluxograma abaixo representa o processo de produção de 28 (vinte e oito) produtos utilizando o mesmo ambiente fabril. Como descrito anteriormente, a fábrica possui duas entradas para abastecimento de chapas de vidros. A entrada principal é destinada ao abastecimento de vidros para o estoque 1 e para a expedição e entrega dos produtos ao cliente. Logo ao lado, a entrada secundária é utilizada para o abastecimento de vidros para o estoque 2. Sendo assim, o fluxograma inicia nas entradas da fábrica e é finalizado na única saída existente.

4.2.3 Construção do Mapa de Processo

Nesta etapa pode-se reunir as informações da planta baixa e do fluxograma para construção do mapa de processo. Com esta técnica de análise, foi possível identificar a distância total percorrida pelo operário durante a fabricação do produto mais complexo (passando por todos os postos de trabalho) e avaliar se as distâncias entre os postos está adequada. As medidas do arranjo físico são obtidas através do levantamento inicial, passadas para o desenho da planta baixa e registradas para a organização dos dados (Tabela 3).

Neste caso, não foi possível calcular o tempo gasto para cada operação, pois o processo de fabricação dos produtos não acontece em linha. Além disso, a produção de certos lotes é feita aos poucos, e em alguns casos é interrompida quando outro cliente com prioridade faz o pedido de um lote diferente do que está sendo fabricado no momento. Isso ocorre com frequência descaracterizando o processo em lote, desorganizando a produção e atrasando a entrega do cliente menos favorecido. Por estas razões, o analista teve dificuldade de acompanhar todo o processo e registrar o tempo gasto para todas as operações.

É importante ressaltar que foram feitos os outros vinte e sete mapas de processo dos produtos restantes e os mesmos encontram-se no apêndice desta dissertação. Escolheu-se apresentar o mapa de processo do produto que passa por todas as operações do arranjo físico pelo fato do mesmo poder verificar todas as distâncias e as interligações entre todos os postos de trabalho. Outro produto que não tenha a mesma característica não seria um instrumento tão hábil de avaliação.

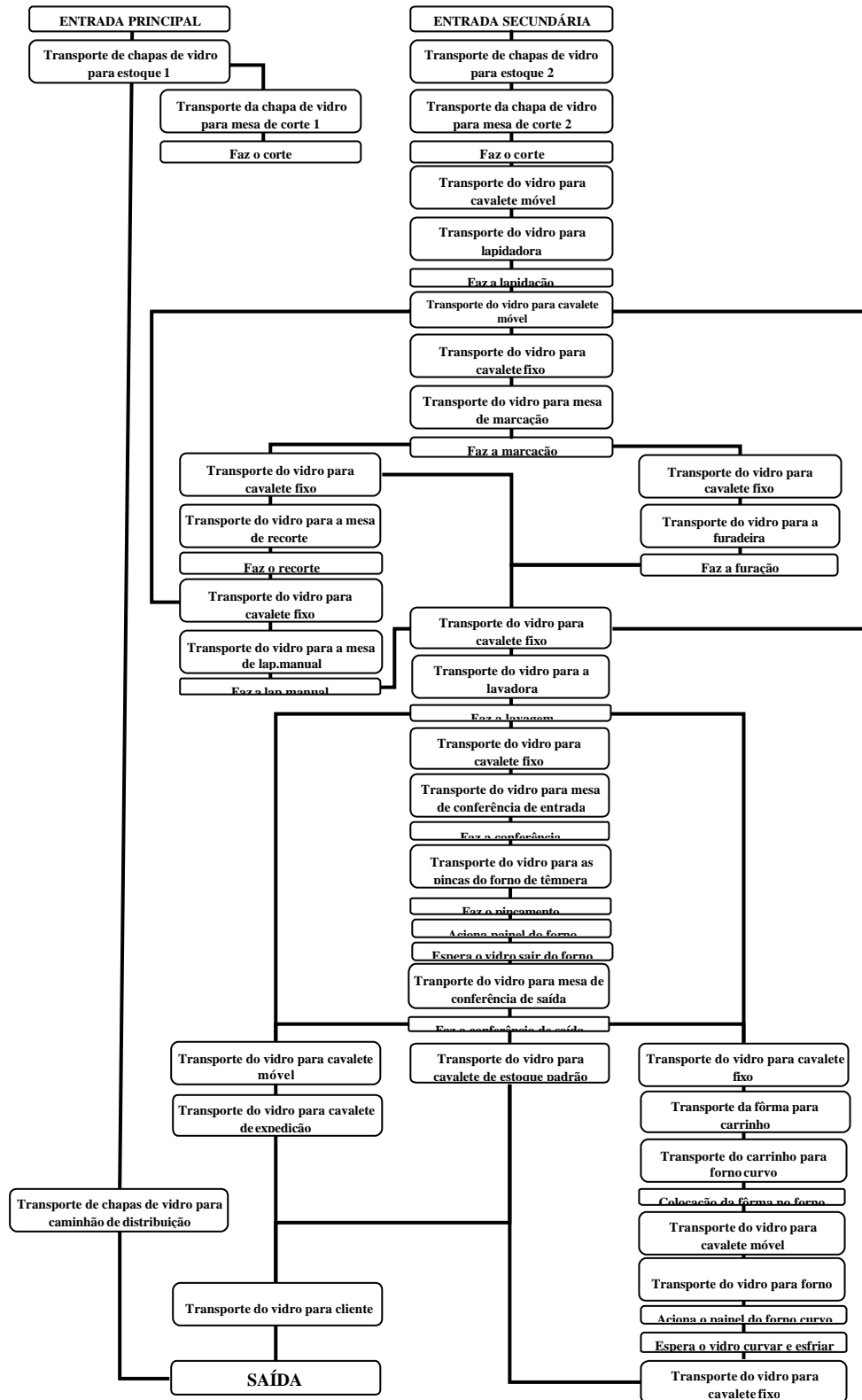


Figura 20: Fluxograma da fábrica produtora e distribuidora de vidros

Tabela 4: Mapa de processo do arranjo físico atual

Atividade		Passos	Distância (m)
Operação	☞ ☞ ☞ ☞ ☞	13	
Transporte	↗ ↘	25	218,57
Inspeção	☞ ☞		
Atraso	↗ ↘	2	
Armazenagem	? ?		

Tarefa: produção de vidro cortado, lapidado, marcado, furado, recortado, lap.manual, lavado, temperado e curvado						
Passo	Distância (m)	☞ ☞ ☞ ☞ ☞	☞	↗ ↘	??	Descrição dos passos
1	16,63		X			Transporte do vidro para estoque inicial
2	17,09		X			Transporte do vidro para mesa de corte
3		X				Faz o corte
4	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalete móvel
5	47,33		X			Transporte do vidro para lapidação
6		X				Faz a lapidação
7	5,60		X			Transporte do vidro para cavalete fixo
8			X			Transporte do vidro para mesa de marcação
9		X				Faz a marcação
10	4,00		X			Transporte do vidro para o cavalete fixo
11	2,60		X			Transporte do vidro para a furadeira
12		X				Faz a furacão
13	7,13		X			Transporte do vidro para o cavalete fixo
14	1,00		X			Transporte do vidro para a mesa de recorte
15		X				Faz o recorte
16	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalete fixo
17	1,00		X			Transporte do vidro para a mesa de lap. manual
18		X				Faz a lapidação manual
19	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalete fixo
20	3,22		X			Transporte do vidro para a lavadora
21		X				Faz a lavagem
22	20,84		X			Transporte do vidro para o cavalete fixo
23	1,84		X			Transporte do vidro para a mesa de conferência de entrada
24		X				Faz conferência de entrada
25	1,54		X			Transporte do vidro para as pinças do forno
26		X				Faz o pincamento
27		X				Aciona o painel para a entrada do vidro no forno
28					X	Espera o vidro sair do forno
29	3,80		X			Transporte do vidro para a mesa de conferência de saída
30		X				Faz conferência de saída
31	3,11		X			Transporte do vidro para o cavalete fixo
32	1,00		X			Transporte da forma para o carrinho
33	25,69		X			Transporte do carrinho para o forno de curvatura
34		X				Colocação da fôrma no forno
35	1,00		X			Transporte do vidro para cavalete móvel
36	16,56		X			Transporte do vidro para forno
37		X				Aciona painel do forno curvo
38					X	Espera o vidro curvar e esfriar
39	2,50		X			Transporte do vidro para o cavalete fixo
40	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalete móvel
41	31,09		X			Transporte do vidro para o cliente

4.2.4 Construção do Diagrama de Blocos

Como abordado no Capítulo 2 desta dissertação, o diagrama de blocos é caracterizado por ser formado por círculos representando os postos de trabalho e linhas representando o trajeto do produto entre os postos. Neste estudo, o espaço destinado à reformulação do *layout* é um fator limitador; desta maneira, fez-se necessário o uso desta ferramenta respeitando as áreas referentes ao chão-de-fábrica. Contudo, o diagrama de blocos do arranjo físico atual foi inserido na planta baixa e reformulado da mesma maneira (Figura 21). Aliado a isso, pode-se verificar o percurso feito pelos vinte e oito produtos, passando pelos respectivos postos de trabalho e assim demonstrando o fluxo entre as operações (Figura 22).

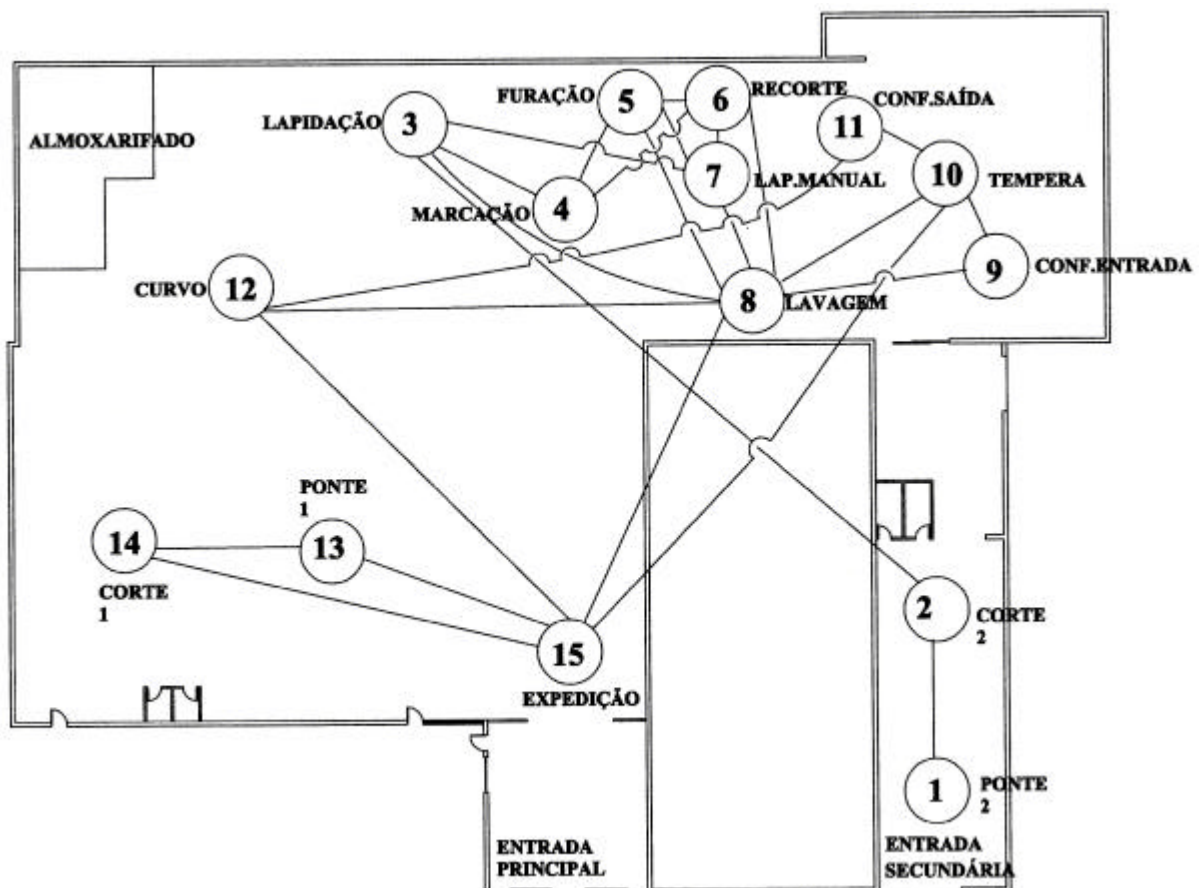


Figura 21: Diagrama de blocos do arranjo físico atual

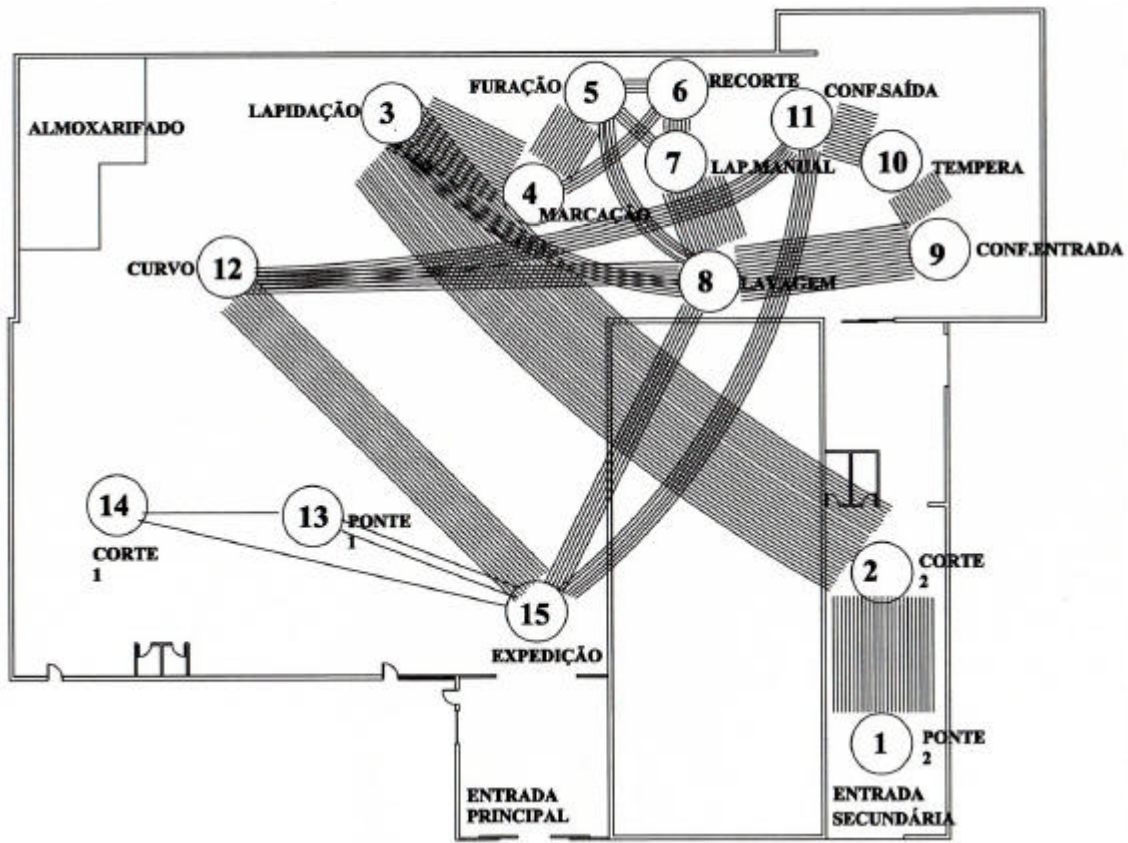


Figura 22: Diagrama de blocos do arranjo físico atual apresentando o fluxo

4.2.5 Identificação dos Fatores do Processo

Através do mapa de processo verificou-se 41 (quarenta e um) passos para a produção do vidro que passa por todas as atividades do processo. Analisando a tabela construída, pode-se identificar que a maioria das atividades é de transportes, o que demanda maior atenção para a reformulação dos percursos entre os postos de trabalho. Além disso, conseguiu-se calcular a distância total do caminho que os trabalhadores percorrem durante este processo, sendo assim, com este dado tem-se um parâmetro de distância para proposição das melhorias necessárias.

Em relação ao diagrama de blocos, pode-se notar um desenho visualmente confuso, desorganizado, com transportes longos e desnecessários. Desta forma, foi importante desenhar outro diagrama de blocos com suas modificações e logo em seguida definir o projeto do novo *layout*.

4.2.5 Análise dos Fatores Críticos do Processo

Como abordado anteriormente, o *layout* do processo atual apresenta problemas significativos em relação à organização. Pode-se visualizar na Figura 22 a aglomeração de dos postos, bem como fluxos sobrepostos. A acessibilidade projetada de forma inadequada com obstáculos entre os postos de trabalho caracteriza-se por um fator crítico dentro do processo.

Aliado a isso, a compreensão do fluxo do processo através da comunicação visual é necessária para o rendimento no trabalho. Essa clareza espacial é prejudicada pelo confuso planejamento do arranjo físico atual.

4.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DE POSTOS DE TRABALHO

Para a análise dos postos de trabalho escolheu-se o método Renault adaptado por Marques (2002), com o objetivo de compreender as condições de trabalho e o ambiente fabril da empresa em questão.

Conforme abordado no Capítulo 3 deste estudo, esta metodologia consiste em avaliar 30 (trinta) fatores agrupados em 9 (nove) critérios. São eles: (i) concepção do posto; (ii) segurança; (iii) ambiente físico; (iv) carga física; (v) exigência mental; (vi) autonomia; (vii) relações; (viii) repetitividade; (ix) conteúdo do trabalho.

A análise dos valores para cada fator forneceu informações importantes sobre a percepção do analista e funcionário em relação aos critérios selecionados. Além disso, o método contemplou valores para cada posto de trabalho o que permitiu a comparação entre os mesmos.

4.3.1 Identificação dos Postos de Trabalho

Em um primeiro momento, deve-se identificar os postos de trabalho que serão estudados de forma clara e objetiva. Para tanto, é importante entender a atividade executada pelo operador de cada posto e sua relevância no contexto do processo produtivo. A visão sistêmica dos postos de trabalho auxilia na coleta de dados que será feita posteriormente.

4.3.2 Coleta de Informações nos Postos de Trabalho

Com a observação direta no local, conseguiu-se obter os dados da percepção do analista referentes aos critérios abordados na metodologia. A coleta de informações foi feita utilizando o material especificado pelo método Renault adaptado por Marques (2002), como parâmetro para determinação de valores para os 30 (trinta) fatores e postos descritos.

De acordo com a Figura 13, apresentada no Capítulo 3 deste trabalho, foi possível avaliar os fatores através da escala de cinco níveis de penosidade, desde o nível 1 até o nível 5, considerando os valores acima de 3 os mais críticos.

Paralelo a isso foi aplicado um questionário aos operadores da fábrica para coleta dos dados referentes à percepção em relação aos fatores e postos de trabalho. Para obtenção de valores de confiabilidade, o analista preocupou-se em explicar as questões do questionário a cada funcionário de maneira que os mesmos compreendessem e percebessem os seus postos de trabalho e as perguntas referentes aos mesmos. Neste caso, alguns operadores fazem rodízio, e trabalhando em mais de um posto durante o dia, portanto, o questionário foi aplicado somente àqueles que estavam trabalhando durante a análise, sendo que alguns funcionários que operavam mais de um posto seguidamente sem trocar com outro colega responderam mais de uma vez o questionário, totalizando 15 (quinze) questionários e 15 (quinze) respostas, entrevistando 10 (dez) trabalhadores. Para melhor entendimento, foi construída uma tabela com o número dos postos, nome e função dos operadores que trabalhavam no momento da análise e o número de questionários respondidos por cada um. Para privacidade dos funcionários, o nome de cada um foi substituído por uma coluna de letras em ordem alfabética (Tabela 4).

Conforme a Tabela 4, as letras com o número zero ao lado pertencem aos funcionários que não responderam o questionário de avaliação do seu posto de trabalho. Dos 14 (quatorze) funcionários especificados por letras, 4 (quatro) foram dispensados da análise. Isto ocorreu, pois o analista coletou informações suficientes de todos os postos, não necessitando de complementação já que a falta de organização durante as entrevistas dificultou a possibilidade de entrevistar estes últimos quatro operadores. Dentre estes, quatro funcionários foram dispensados: dois são auxiliares de corte, um trabalhador da expedição e o outro é mecânico geral da fábrica. Desta forma, para os postos de corte 1 e 2, os cortadores responderam os questionários enquanto os auxiliares assumiam seus postos. Em seguida, para o posto de expedição, um trabalhador respondeu as questões enquanto o outro que faz a mesma atividade

estava ocupado com assuntos operacionais e, por fim, o mecânico também foi dispensado por fazer um serviço diferenciado e não trabalhar necessariamente em um único posto.

4.3.3 Construção do Perfil Analítico dos Postos de Trabalho

Em seguida, após a coleta das informações referentes ao analista e funcionários, construiu-se a Tabela 5, com todos os valores tabulados para cada um dos postos analisados. Além disso, a mesma tabela apresenta o cálculo da mediana.

Através da Tabela 5, foi possível organizar os dados referentes aos pontos de vista do analista e aos funcionários e construir um gráfico para cada posto de trabalho, demonstrando tais percepções. Com esses gráficos, verificou-se o perfil de cada posto identificando os fatores críticos que resultaram em valores acima de 3.

Tabela 5: Resultado dos questionários

POSTOS		Concepção do Posto							Segur.		Ambiente Físico					Carg. Fis.			Exeg.M.		Auton.		Rel.		Rep.					Conteúdo do Trabalho				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20.1	20.2	21	22	23.1	23.2	24.1	24.2	24.3	25.1	25.2			
1	Ponte 1	analista	3	2	2	1	2	1	1	4	4	4	4	2	3	4	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	5	2	3	2	3	5		
	funcion	3	3	2	2	1	2	1	2	2	3	3	2	3	4	3	2	2	2	4	2	2	2	2	3	3	4	2	3	2	3	5		
2	Corte 1	analista	3	3	3	1	3	1	2	4	4	4	4	1	4	2	3	4	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	3	2	4	5		
	funcion	3	3	3	3	2	3	2	3	3	4	4	2	2	4	2	3	4	4	4	2	3	2	2	5	3	4	4	3	1	3	4		
3	Lapidação	analista	3	3	2	3	4	3	3	4	4	4	4	3	2	4	2	2	4	3	3	2	2	3	4	2	4	4	3	3	4	5		
	funcion	2	2	2	3	2	4	1	4	3	2	4	2	3	4	2	2	4	4	5	4	2	3	4	3	2	5	4	3	2	4	5		
4	Marcação	analista	2	2	2	1	4	2	1	4	4	4	4	4	2	4	2	2	4	2	3	2	2	2	4	3	2	4	3	3	4	5		
	funcion	2	2	2	2	2	2	1	2	3	4	4	3	2	3	2	2	3	2	4	2	2	1	3	2	4	4	4	2	1	2	4		
5	Furação	analista	2	4	4	1	4	4	2	4	4	4	4	3	4	2	4	4	2	3	2	2	2	4	3	5	4	4	4	4	5			
	funcion	3	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	3	2	4	3	2	3	3	2	4	1	3	3	4	5	5	4	3	2	5			
6	Recorte	analista	2	2	2	1	4	4	2	4	4	4	4	2	4	2	2	4	2	3	2	2	2	3	3	5	4	4	4	4	5			
	funcion	3	3	3	3	2	3	2	3	3	4	4	3	2	3	2	3	3	2	4	2	2	2	3	2	5	3	3	2	3	5			
7	Lapid. M	analista	2	2	2	1	4	4	2	4	4	4	4	4	4	2	2	4	2	3	2	2	2	4	2	5	4	3	3	4	5			
	funcion	3	3	3	3	2	4	3	4	2	4	4	2	4	3	2	3	3	3	5	1	2	2	3	4	5	3	3	2	3	5			
8	Lavagem	analista	2	2	2	1	4	2	1	3	4	4	4	3	2	4	2	2	3	2	2	2	2	3	2	5	2	2	2	4	5			
	funcion	2	2	2	2	2	2	1	2	2	4	4	3	2	3	2	3	3	1	2	2	2	2	3	2	5	2	1	1	3	5			
9	Confer. E	analista	2	2	2	1	4	3	1	3	4	4	4	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	5	4	3	3	4	5			
	funcion	2	2	2	2	2	3	3	4	3	4	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	5	3	4	3	3	5			
10	Têmpera	analista	2	2	2	1	4	3	1	4	4	4	4	4	2	3	2	4	4	3	4	4	3	2	4	4	4	4	3	3	4	5		
	funcion	3	3	2	3	3	3	3	3	4	4	3	2	4	3	2	3	3	2	4	1	3	3	3	4	5	5	4	3	2	5			
11	Confer.S	analista	2	2	2	1	4	3	1	4	4	4	4	3	2	4	2	2	3	2	3	2	2	3	2	5	4	2	2	4	5			
	funcion	2	2	2	4	2	2	1	4	4	3	3	4	2	3	2	3	3	4	5	1	4	3	4	4	1	3	3	1	3	3			
12	Curvo	analista	4	2	2	3	3	3	2	4	4	4	4	3	3	4	2	3	4	3	3	2	2	2	3	4	4	3	4	3	4	5		
	funcion	4	2	2	3	3	3	1	4	2	5	4	2	3	3	2	4	3	5	4	1	2	3	3	3	4	2	3	2	2	2			
13	Ponte 2	analista	3	2	2	1	2	4	1	4	4	4	3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	5	2	3	2	3	5			
	funcion	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	5	1	2	1	3	3	5	2	4	3	3	5			
14	Corte 2	analista	3	3	3	1	3	4	2	4	4	4	3	4	2	3	2	3	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4	3	2	4	5		
	funcion	2	2	2	3	2	3	1	1	2	2	3	3	1	2	3	3	4	3	2	1	1	4	3	4	4	4	3	2	1	5			
15	Expedição	analista	3	3	3	1	3	1	1	4	4	4	4	4	2	4	2	3	3	3	4	2	2	2	3	3	2	3	4	2	4	5		
	funcion	3	3	3	2	2	2	3	3	2	4	3	3	2	4	2	3	3	3	5	2	2	1	2	3	2	3	5	3	3	5			
Mediana a			2,00	2,00	2,00	1,00	4,00	3,00	1,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	2,00	4,00	2,00	3,00	4,00	2,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	5,00	4,00	3,00	3,00	4,00	5,00			
Mediana f			3,00	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00	2,00	4,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	5,00	3,00	3,00	2,00	3,00	5,00			

Foram construídos 15 (quinze) gráficos representando os postos de trabalho, sendo que para cada posto verificou-se um panorama diferente em função dos valores referentes a cada um dos 30 (trinta) fatores percebidos pelo analista e funcionários.

Aliado a isso, e na busca de melhores avaliações, construiu-se duas tabelas com a mediana de cada posto de trabalho para cada critério analisado (Tabela 6). Para tanto, gerou-se as medianas dos valores obtidos pelo analista por posto de trabalho. Logo, pode-se verificar o critério mais desfavorável para cada posto de trabalho, de acordo com o maior valor obtido pelas medianas (valores grifados de cinza). A seguir, serão discutidos somente resultados da observação do analista (Tabela 6).

Ainda assim, os critérios de número que não tiveram marcação desfavorável foram avaliados de outra forma. Identificou-se as maiores medianas para cada critério demonstrando o respectivo posto (valores com asterisco ao lado).

Tabela 6: Resultado das medianas por critério

POSTOS		CRITÉRIOS DE ANÁLISE DOS POSTOS DE TRABALHO - ANALISTA								
		1 Concepção do Posto	2 Segurança	3 Ambiente Físico	4 Carga Física	5 Exigência Mental	6 Autonomia	7 Relações	8 Repetitividade	9 Conteúdo do Trabalho
1	Ponte 1	2,0	4,0	3,5	3,0	2,0	2,5	2,0	3,0	3,0
2	Corte 1	3,0	4,0	4,0	3,5	4,0	2,0	2,0	4,0	4,0
3	Lapidacão	3,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,0	3,0*	4,0	4,0
4	Marcação	2,0	4,0	4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	4,0	3,0
5	Furacão	4,0	4,0	4,0	4,0	2,5	2,0	2,0	4,0	3,0
6	Recorte	2,0	4,0	4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	3,0	4,0
7	Lapid. M	2,0	4,0	4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	4,0	4,0
8	Lavagem	2,0	3,0	2,5	3,5	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0
9	Confer. E	2,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	3,0	4,0
10	Têmpera	2,0	4,0	3,5	4,0	3,5	3,5*	2,0	3,0	4,0
11	Confer.S	2,0	4,0	3,5	2,5	2,5	2,0	2,0	3,0	4,0
12	Curvo	3,0	4,0	3,5	3,5	3,0	2,0	2,0	3,0	4,0
13	Ponte 2	2,0	4,0	3,0	3,0	2,0	2,5	2,0	3,0	3,0
14	Corte 2	3,0	4,0	3,0	3,5	4,0	2,0	2,0	4,0	4,0
15	Expedição	3,0	4,0	4,0	3,0	3,5	2,0	2,0	3,0	3,0

Sendo assim, os postos de número um (ponte 1), oito (lavagem), nove (conferência de entrada) e treze (ponte 2), obtiveram suas maiores medianas na avaliação de somente um critério. Para os postos que dizem respeito às pontes 1 e 2 (Figura 23 e 24), o critério e segurança apresenta maior problema. Trata-se de avaliar o grau de gravidade e probabilidade em função da natureza do trabalho e dos materiais utilizados (adaptado de RENAULT apud MARQUES, 2002). Nesse caso, ao transportar as chapas de vidro do estoque para a mesa de

corde e/ou caminhão de distribuição, as pontes devem ser cuidadosamente operadas. Qualquer erro no movimento e acionamento do controle da ponte pode causar acidentes bastante relevantes tanto para a produção como para os trabalhadores. Em um mesmo contexto, o posto de lavagem (Figura 25), obteve maior mediana para o critério relacionado à carga física. Esse critério considera a carga postural estática, a carga dinâmica e a carga de manutenção como formas de avaliação. Portanto, por ser um posto de manuseio excessivo, entende-se que a sobrecarga para o trabalhador é de alto nível. Ainda assim, o posto de conferência de entrada (Figura 26) aponta maior problemática no critério nove, o qual diz respeito ao conteúdo do trabalho. Esse critério de análise indica em que medida a tarefa de um operador faz um chamado ao seu potencial de aptidão; engaja sua responsabilidade ou suscita seu interesse. Desta forma, o conteúdo do trabalho é avaliado a partir de três critérios: (i) potencial; (ii) responsabilidade; (iii) o interesse do trabalho (adaptado de RENAULT apud, MARQUES 2002).

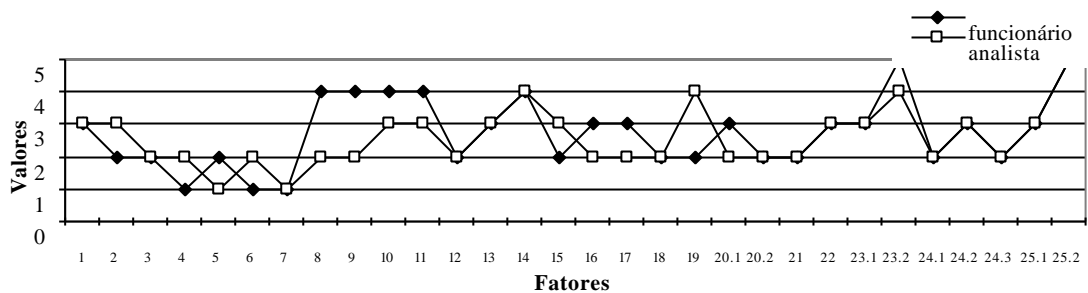


Figura 23: Perfil do posto 1

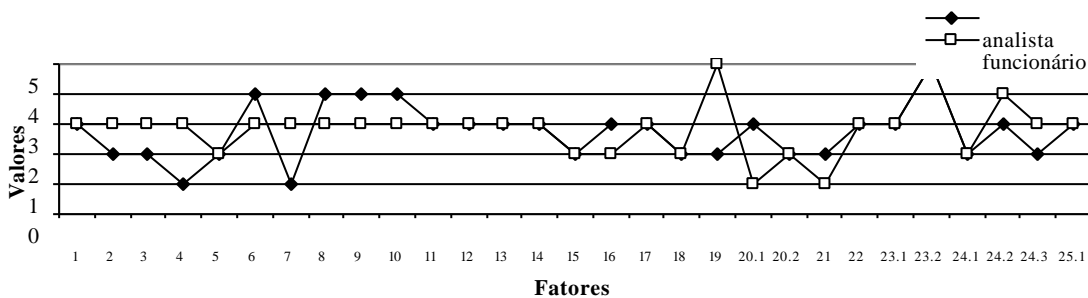


Figura 24: Perfil do posto 13

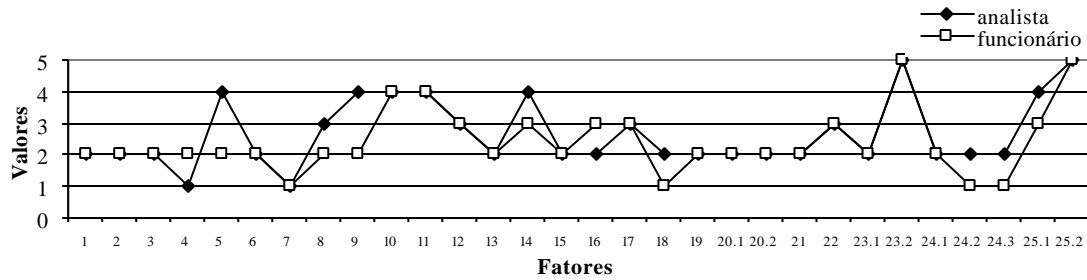


Figura 25: Perfil do posto 8

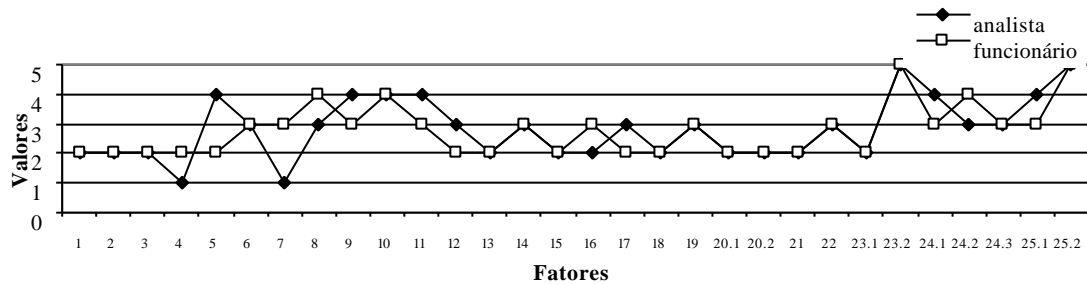


Figura 26: Perfil do posto 9

Logo, outros três postos de trabalho indicaram maiores valores para dois critérios de análise. São eles: forno curvo, conferência de saída e expedição (Figura 27, 28 e 29). Os dois primeiros apresentaram fatores críticos para questões relacionadas a segurança e conteúdo do trabalho. Como abordado anteriormente, as pontes 1 e 2 e a conferência de entrada apontaram a mesma problemática para aspectos referentes a acidentes de trabalho e conhecimentos gerais necessários. Aliado a isso, entende-se que tanto a curvação como a conferência de saída requerem alto grau de cuidado e atenção no controle do forno e conferência do vidro temperado. Seguindo o mesmo cenário, o posto de número quinze (expedição), deve obter melhorias em relação a segurança e ambiente físico. Nesse caso, o trabalhador deve ter cuidado com possíveis quedas no transporte e conseqüentes perdas do produto final. Por outro lado, analisando o ambiente físico, com o resultado da mediana pode-se constatar o problema da poluição vinda dos caminhões de carga e descarga. De acordo com Renault apud Marques (2002), o ambiente físico de um setor ou de um posto de trabalho é caracterizado por um conjunto de elementos, tais como: (i) ambiente térmico; (ii) ambiente sonoro; (iii) iluminação

artificial; (iv) vibrações; (v) higiene atmosférica e (vi) aparência/conservação. Cada fator pode ser uma fonte de problemas permanente ou temporária para um operador e, progressivamente, atingir a integridade de suas faculdades.

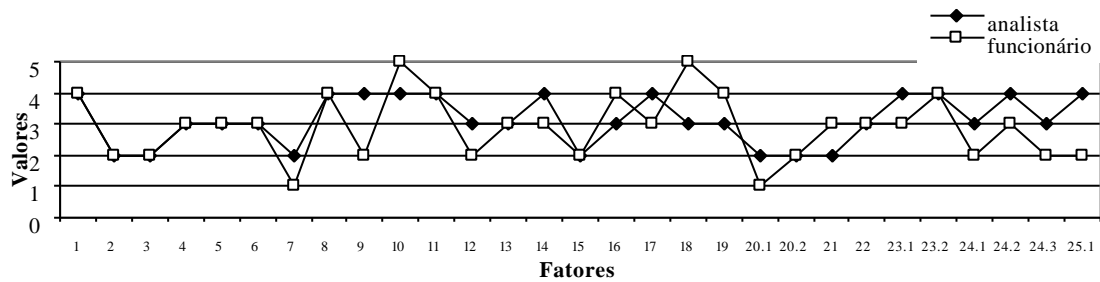


Figura 27: Perfil do posto 12

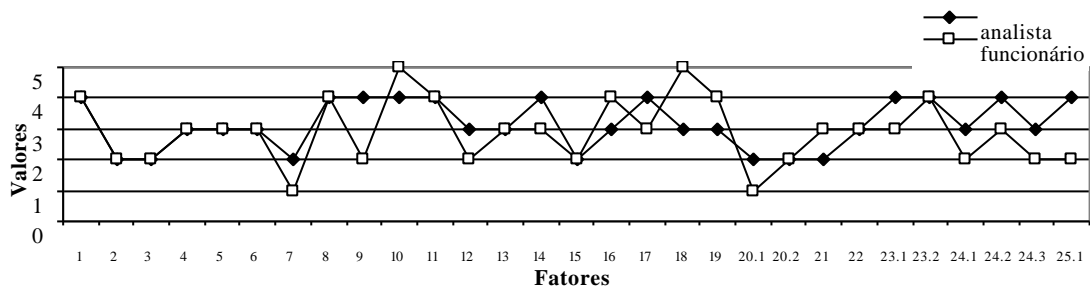


Figura 28: Perfil do posto 11

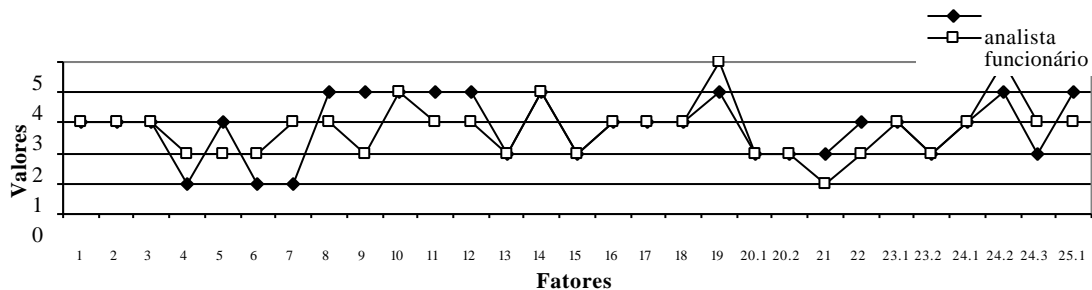


Figura 29: Perfil do posto 15

Partindo para análise dos postos que apresentaram três medianas críticas, verificou-se que todos os quatro postos de trabalho que serão abordados a seguir devem propor melhorias para o critério de segurança. Sendo assim, os postos da lapidação, marcação, recorte e têmpera fazem parte deste cenário. A lapidação indica problemas significativos em relação a repetitividade, conteúdo de trabalho, além da segurança (Figura 30). O critério relativo a repetitividade é caracterizado pela duração do tempo de ciclo. Segundo Renault apud Marques (2002), uma atividade cíclica de curta duração leva a uma grande repetição de seqüências gestuais sempre idênticas. Ela induz no operador um automatismo de execução dos gestos, que induzem ao abatimento e sentimento de monotonia com relação ao trabalho. O posto em questão requer alto nível de atenção e cuidado para que não haja distração com a monotonia que representa o curto tempo de ciclo da operação. Junto disso, o posto de marcação aponta critérios semelhantes, são eles: segurança, repetitividade e ambiente físico (Figura 31). Esse posto de trabalho possui aspectos desfavoráveis em relação à higiene atmosférica pelo fato do trabalhador estar mais perto da entrada dos caminhões na fábrica. Nos demais critérios, a marcação não é diferente da lapidação. Levando em consideração tais semelhanças, o posto de recorte caracteriza-se por baixo grau de repetição, mas apresenta altas medianas para o critério de segurança, ambiente físico e conteúdo do trabalho (Figura 32). Ainda assim, o posto de trabalho relativo ao forno de têmpera assemelha-se aos postos abordados anteriormente por indicar fatores críticos para segurança, carga física e conteúdo de trabalho (Figura 33). O mesmo requer conhecimentos gerais necessários, período de adaptação, um alto grau de iniciativa, bem como responsabilidade pelo erros cometidos.

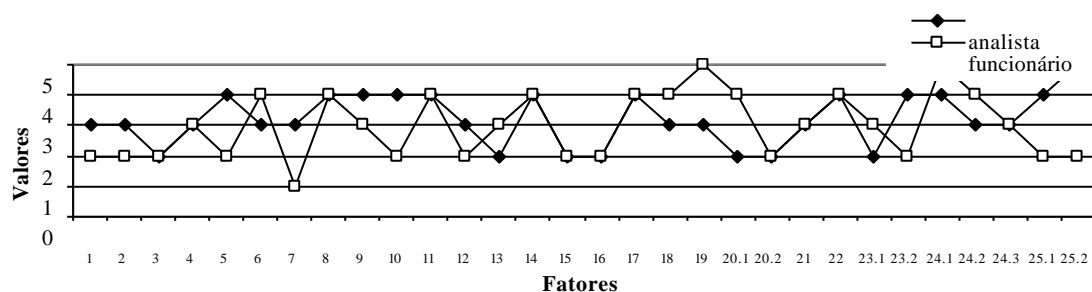


Figura 30: Perfil do posto 3

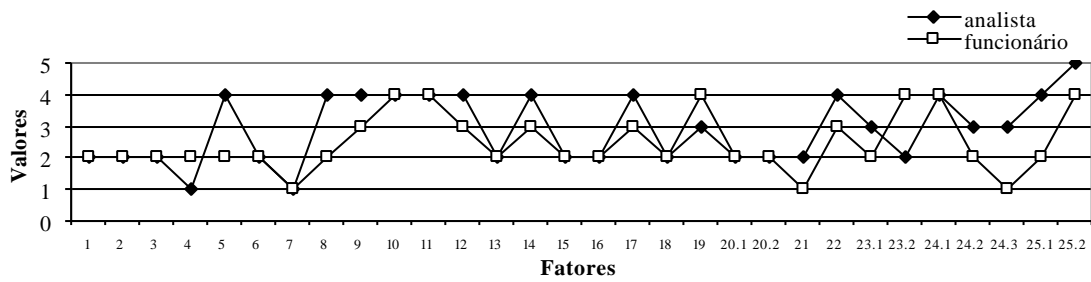


Figura 31: Perfil do posto 4

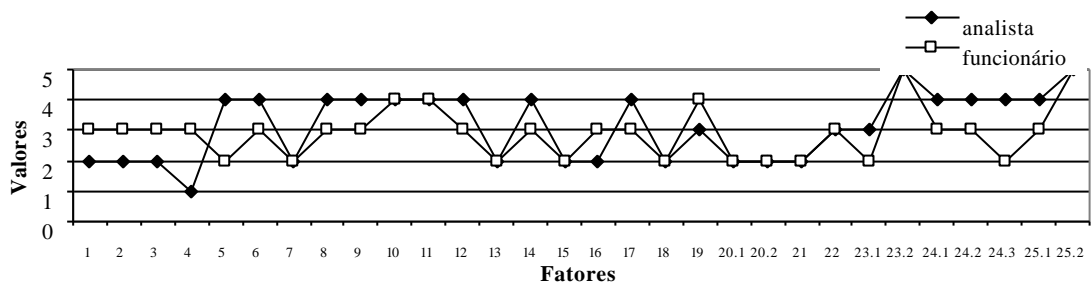


Figura 32: Perfil do posto 6

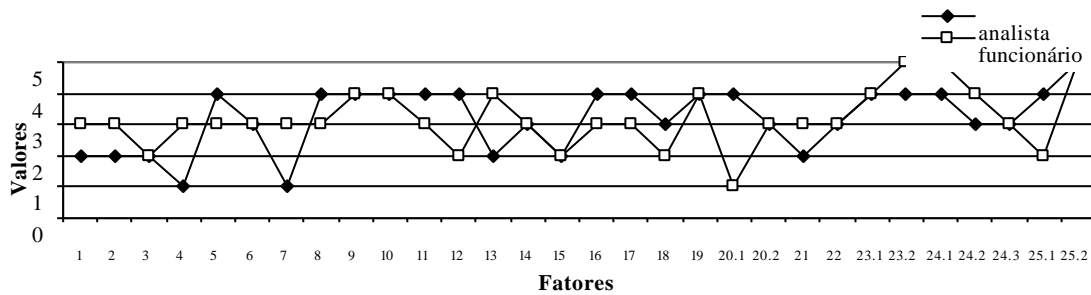


Figura 33: Perfil do posto 10

Dois postos de trabalho indicaram quatro critérios desfavoráveis dentre os nove avaliados. A lapidação manual encaixa-se neste cenário pelo fato de considerar a segurança, o ambiente físico, a repetitividade e o conteúdo de trabalho aspectos críticos (Figura 34). Sendo que o posto de trabalho do corte 2 difere deste contexto somente a respeito do ambiente físico, identificando a exigência mental como quarto critério desfavorável (Figura 35). Esse último

trata-se do conjunto das solicitações experimentadas pelo sistema nervoso ao longo da realização de um tarefa. A sobrecarga do sistema nervoso tende a criar problemas para o operador (adaptado de RENAULT apud MARQUES, 2002).

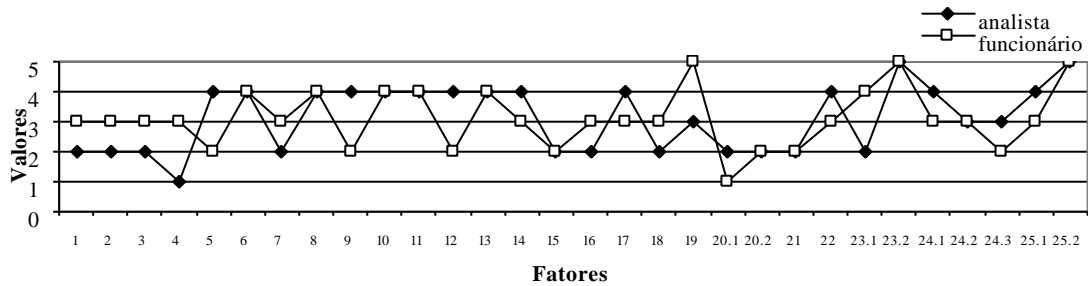


Figura 34: Perfil do posto 7

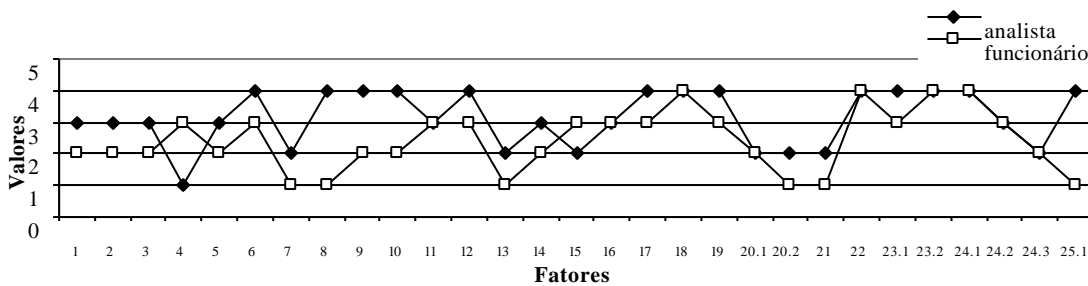


Figura 35: Perfil do posto 14

Por último, os postos de trabalho denominados de corte 1 e furação foram considerados os mais problemáticos, apresentando cinco critérios com altas medianas. De acordo com a Tabela 6, o corte 1 indica a segurança, o ambiente físico, a exigência mental, a repetitividade e o conteúdo de trabalho como aspectos a serem considerados (Figura 36). Finalmente, para o posto da furação verificou-se problemas em relação a segurança, ambiente físico, carga física, repetitividade e concepção do posto (Figura 37). Segundo Renault apud Marques (2002), a concepção do posto é avaliada a partir de 7 fatores físicos que verificam a boa adaptação do posto ao operador : (i) altura do plano de trabalho; (ii) afastamento do plano de trabalho; (iii) distância lateral para preensão de objetos, ferramentas; (iv) local reservado

para os membros inferiores; (v) alimentação e evacuação do posto; (vi) obstáculos, acessibilidade ao posto e informações.

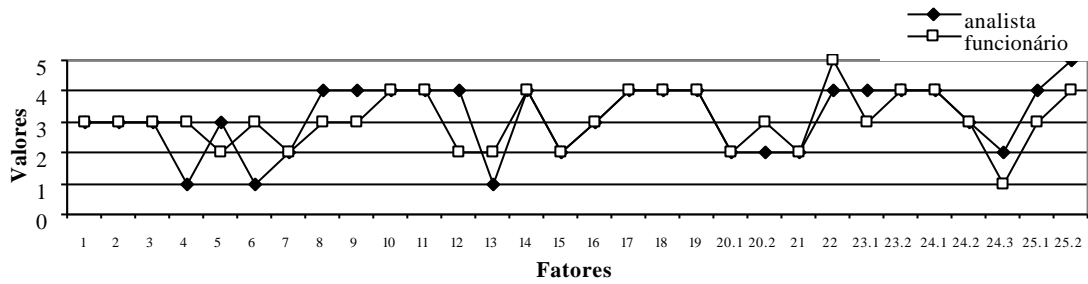


Figura 36: Perfil do posto 2

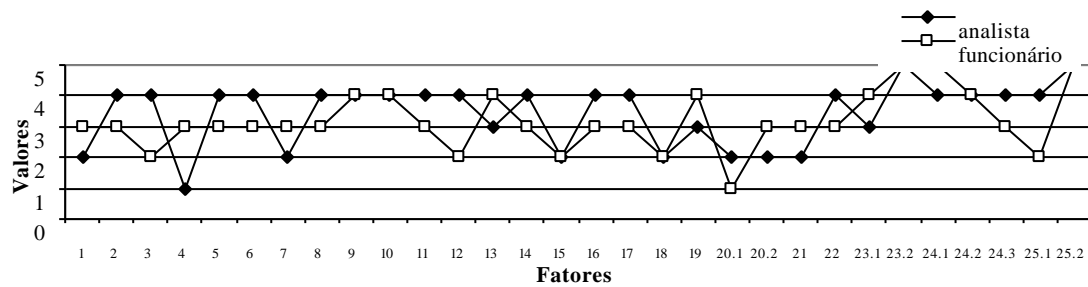


Figura 37: Perfil do posto 5

Levando essas avaliações em consideração, verificou-se que a segurança é um critério problemático em treze postos dentre os quinze analisados. O critério relativo ao conteúdo de trabalho apresenta altas medianas em nove postos dentre os mesmos quinze verificados.

4.3.4 Construção do Perfil Global dos Postos de Trabalho

O perfil global dos postos de trabalho foi construído a partir dos valores informados pelo analista e funcionários para cada fator analisado referentes a um grupo de postos. Para tanto, os 30 (trinta) fatores analisados são agrupados em 9 (nove) critérios, descritos no Capítulo 3 desta dissertação.

Através desse gráfico, verificaram-se os critérios mais desfavoráveis, identificando os valores críticos fornecidos pelo analista e funcionários (Figura 38).

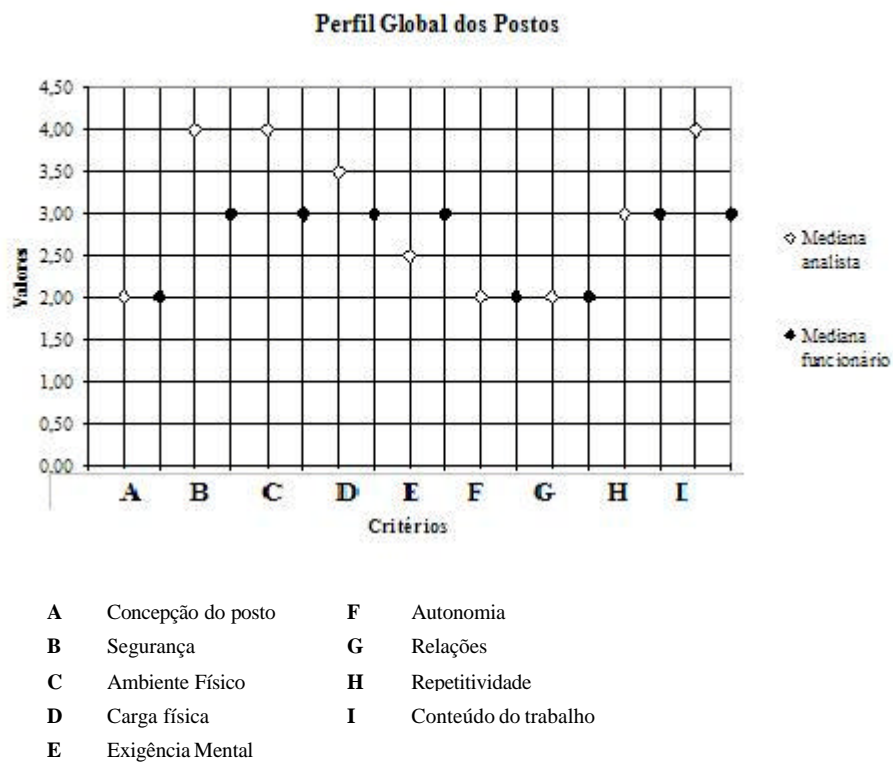


Figura 38: Perfil global dos postos de trabalho

4.3.5 Identificação dos Fatores por Posto de Trabalho

Para análise de cada fator por posto de trabalho, foram construídos 30 (trinta) novos gráficos representando os 30 (trinta) fatores abordados anteriormente. Cada gráfico apresentou os valores percebidos pelo analista e funcionários para cada posto de trabalho em função de um determinado fator. Esses gráficos encontram-se no apêndice esta dissertação para maiores consultas.

4.3.6 Análise dos Fatores Críticos dos Posto de Trabalho

Em relação aos resultados críticos obtidos na análise dos postos de trabalho, fez-se um somatório dos valores acima de 3, 4 e 5 e a percentagem acumulada para cada fator avaliado. Estes dados foram tabulados e organizados, conforme Tabela 7, e a partir disso construiu-se um gráfico de Pareto com os maiores valores verificados para cada fator, com o objetivo de identificar os fatores mais críticos percebidos pelo analista e funcionários.

Os valores da coluna grifada na Tabela 8 e os retângulos apresentados no Pareto da Figura 39 demonstram a ordem decrescente iniciando pelos fatores mais críticos e terminando nos fatores menos críticos.

Tabela 7: Tabela dos fatores avaliados pelo analista e pelos funcionários

Questionário	Fator	Valores 4	Valores 5	Acima de 3	Frequência Parcial	Frequência Acumul
Concepção do produto	25,2	2	25	27	10,98	10,98
Ambiente térmico	10	24	1	25	10,16	21,14
Conhecimentos gerais	23,2	10	15	25	10,16	31,30
Ambiente sonoro	11	20	0	20	8,13	39,43
Nível de risco de acidentes	8	18	0	18	7,32	46,75
Probabilidade de erro	24,1	13	3	16	6,50	53,25
Nível de atenção	19	11	5	16	6,50	59,76
Polição do ar	14	15	0	15	6,10	65,85
EPI's	9	15	0	15	6,10	71,95
Repetitividade	22	9	1	10	4,07	76,02
Consequências erros	24,2	9	1	10	4,07	80,08
Interesse trabalho	25,1	9	0	9	3,66	83,74
Condições de Iluminação	12	9	0	9	3,66	87,40
Esforço no trabalho	17	9	0	9	3,66	91,06
Alimentação/evacuação de peças	5	9	0	9	3,66	94,72
Dificuldade para aprender as tarefas	23,1	8	0	8	3,25	97,97
Obstáculos/Acessibilidade	6	5	0	5	2,03	100,00

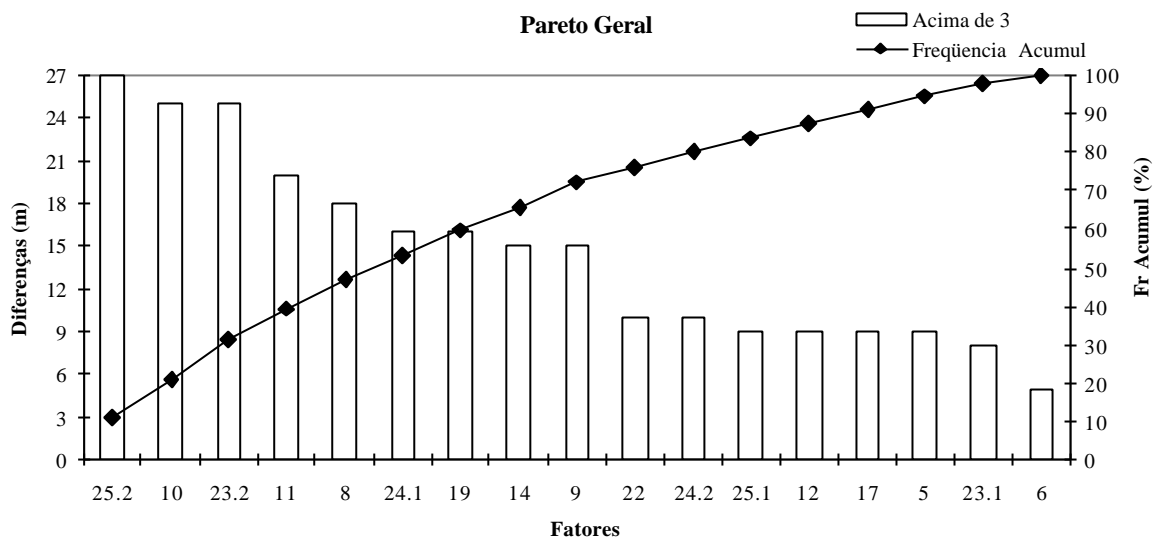


Figura 39: Pareto dos fatores avaliados pelo analista e pelos funcionários

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados obtidos na análise do processo foi feita na sessão 4.2.5 deste Capítulo. Com essas informações, pode-se propor melhorias para as condições e ambiente de trabalho através da tomada de ações nos fatores mais críticos, melhorando de forma geral os postos de trabalho, que são influenciados por estes fatores.

De acordo com a Tabela 8, os fatores críticos foram tabulados por ordem de importância. Para os fatores grifados, pode-se projetar melhorias através das modificações feitas no *layout* de processo. O nível de riscos de acidentes pode ser diminuído através da eliminação de obstáculos e melhoria na acessibilidade. Já o esforço no trabalho, bem como a preocupação com a alimentação e evacuação de peças no posto de trabalho são administrados a partir da aproximação de postos para percorrer uma distância menor, bem como através da proposição de equipamentos auxiliares para transporte como neste caso, carrinhos.

Tabela 8: Tabela dos fatores críticos verificados

Ordem	Questionário	Acima de 3
1	Concepção do posto	27
2	Ambiente térmico *	25
3	Conhecimentos gerais	25
4	Ambiente sonoro *	20
5	Nível de risco de acidentes	18
6	Probabilidade de erro	16
7	Nível de atenção	16
8	Poluição do ar *	15
9	EPI's *	15
10	Repetitividade	10
11	Consequências erros	10
12	Interesse trabalho	9
13	Condições de Iluminação *	9
14	Esforço no trabalho	9
15	Alimentação/evacuação de peças	9
16	Dificuldade para aprender as tarefas	8
17	Obstáculos/Acessibilidade	5

4.5 PROPOSTA

Para proposição de melhorias do *layout* de processo atual, construiu-se um novo diagrama de blocos, conforme a Figura 40, melhor organizado, com trajetos mais curtos e otimização nas atividades de transporte.

Foi planejado um novo arranjo dos postos de trabalho, de maneira que os mesmos tivessem uma seqüência visual lógica e uma clareza de fluxo para os operadores da fábrica. Desta forma, a adequada acessibilidade para o transporte dos vidros reduz a probabilidade de acidentes e otimiza o fluxo do processo.

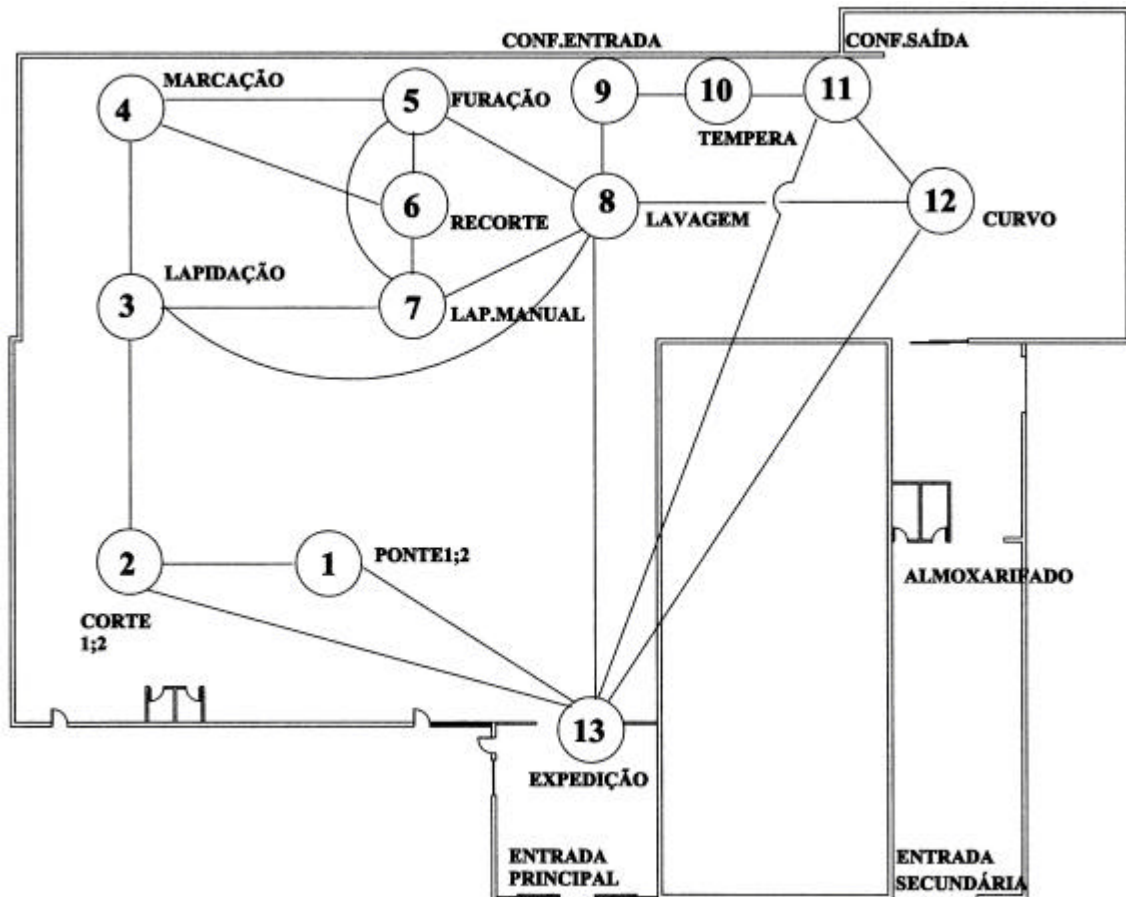


Figura 40: Diagrama de blocos proposto

Em seguida, o fluxo dos produtos entre os postos de trabalho pode ser visualizado na Figura 41. Ainda assim, baseando-se neste novo diagrama de blocos foi possível projetar um novo arranjo físico para a fábrica de maneira mais coerente com o processo existente (Figura 42). Desta forma, com a proposta do novo layout de processo, fez-se necessária a construção de outro mapa de processo para registrar, identificar e comprovar as melhorias propostas em relação às distâncias dos percursos nas atividades de transporte (Tabela 9).

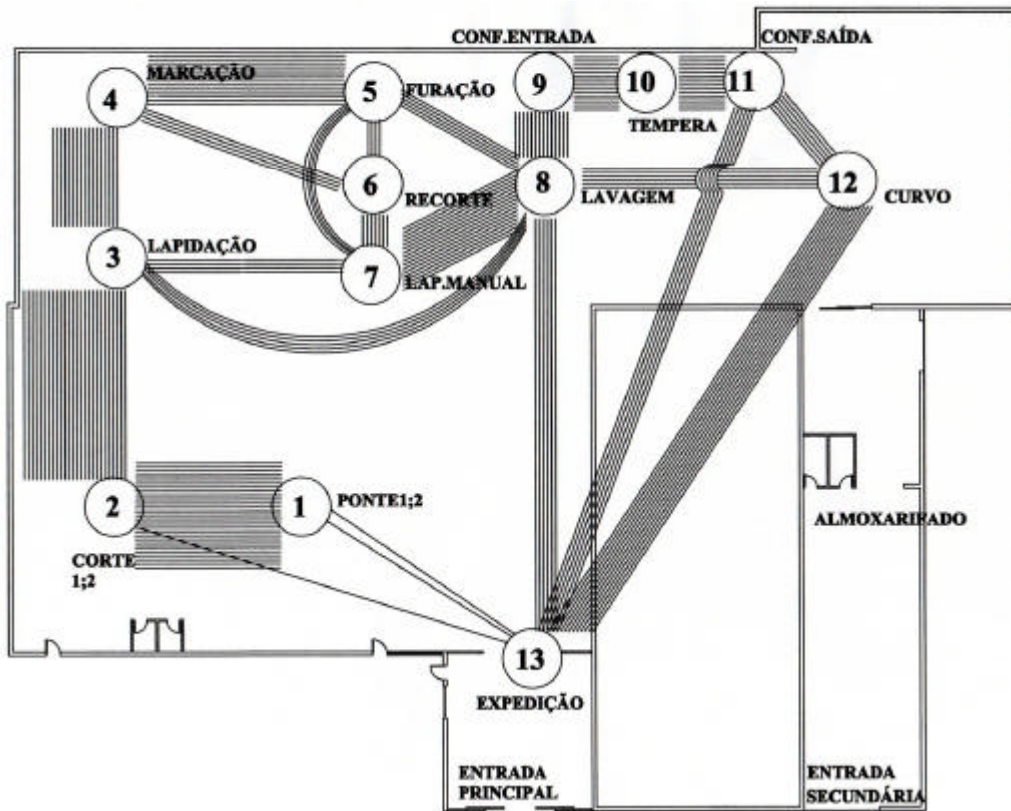


Figura 41: Diagrama de blocos proposto demonstrando o fluxo dos produtos

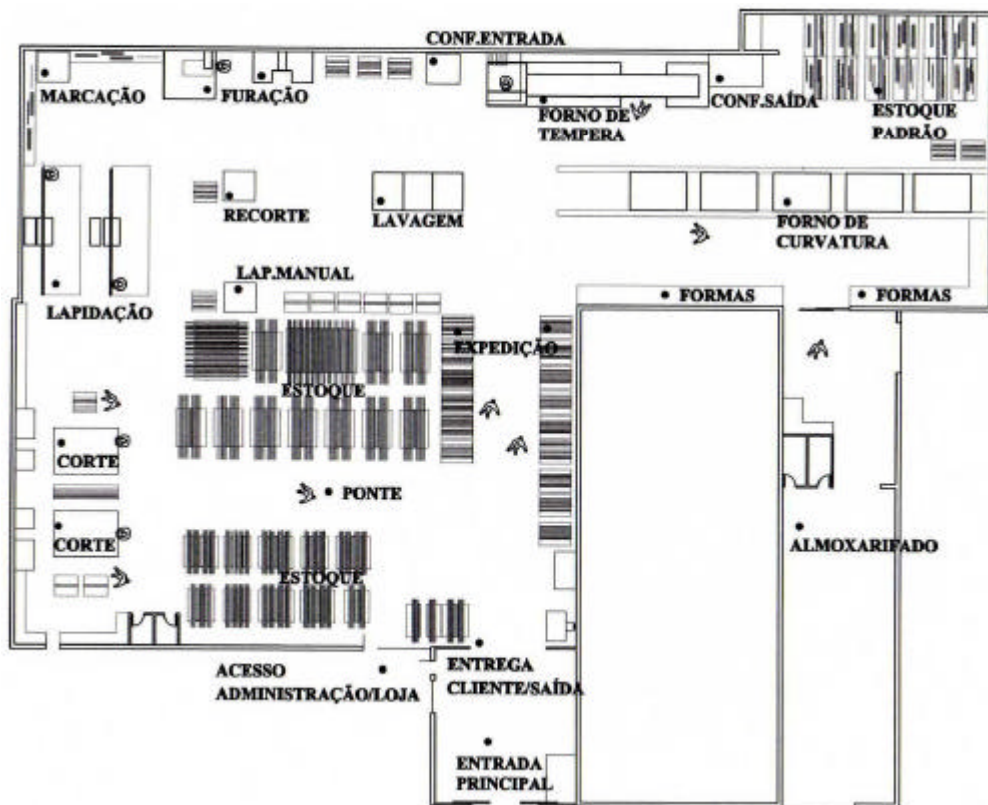


Figura 42: Arranjo físico proposto

Tabela 9: Mapa de processo do arranjo físico proposto

PROCESSO PROPOSTO: Passa por todos postos de trabalho			
Atividade		Passos	Distância(m)
Operação		13	
Transporte		25	155,02
Inspeção			
Atraso		2	
Armazenagem		2	

Tarefa: produção de vidro cortado, lapidado, marcado, furado, recortado, lap.manual, lavado, temperado e curvado						
Passo	Distância (m)					Descrição dos passos
1	15,98		X			Transporte do vidro para estoque inicial
2	15,57		X			Transporte do vidro para mesa de corte
3		X				Faz o corte
4	1,00		X			Transporte do vidro da mesa para o cavalete móvel
5	4,87		X			Transporte do vidro para lapidação
6		X				Faz a lapidação
7	2,09		X			Transporte do vidro para cavalete fixo
8	2,09		X			Transporte do vidro para mesa de marcação
9		X				Faz a marcação
10	2,41		X			Transporte do vidro para o cavalate fixo
11	14,02		X			Transporte do vidro para a furadeira
12		X				Faz a furação
13	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalate móvel
14	5,44		X			Transporte do vidro para a mesa de recorte
15		X				Faz o recorte
16	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalate móvel
17	4,02		X			Transporte do vidro para a mesa de lap. manual
18		X				Faz a lapidação manual
19	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalate móvel
20	7,98		X			Transporte do vidro para a lavadora
21		X				Faz a lavagem
22	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalate móvel
23	5,53		X			Transporte do vidro para a mesa de conferência de entrada
24		X				Faz conferência de entrada
25	3,29		X			Transporte do vidro para as pinças do forno
26		X				Faz o pinçamento
27		X				Aciona o painel para a entrada do vidro no forno
28				X		Espera o vidro sair do forno
29	7,43		X			Transporte do vidro para a mesa de conferência de saída
30		X				Faz conferência de saída
31	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalate móvel
32	1,00		X			Transporte da forma para o carrinho
33	17,35		X			Transporte do carrinho para o forno de curvatura
34		X				Colocação da fôrma no forno
35	14,89		X			Transporte do vidro para forno
36		X				Aciona painel do forno curvo
37				X		Espera o vidro curvar e esfriar
38	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalate móvel
39	13,87		X			Transporte do vidro para o cavalete fixo
40	1,00		X			Transporte do vidro para o cavalate móvel
41	9,19		X			Transporte do vidro para o cliente

Em relação aos fatores críticos verificados, conforme Tabela 9, foram previstas ações de melhorias para cada um deles. Para os seis fatores indicados pelo asterisco, fez-se necessários três planos de ação com o objetivo de melhorar as condições ambientais nos postos. São eles:

a) Ventilação:

Foi proposto um esquema para posterior projeto de ventilação diferenciada para aliviar o calor intenso no verão e eliminar a fumaça causada pelos caminhões de abastecimento das chapas de vidro. A ventilação geral é um dos métodos disponíveis para controle de um ambiente ocupacional. Consiste na movimentação de quantidades relativamente grandes de ar através de espaços confinados, objetivando uma melhoria do ambiente pelo controle da temperatura, umidade, velocidade, distribuição e pureza do ar.

As forças naturais disponíveis para movimentação do ar são: a força do vento e as diferenças de temperatura entre o ar exterior do edifício. O movimento de ar pode ser causado por essas forças agindo individualmente ou combinadas, dependendo das condições atmosféricas, do projeto e da localização do edifício. Os resultados obtidos da ventilação natural variam de tempos em tempos, devido à variação na velocidade e direção do vento, e na diferença de temperatura. O arranjo, a localização, o controle das aberturas podem ser tais que as duas forças agem cooperativamente e não em oposição (RENOVAR, 2006).

No caso do ambiente em estudo, existe uma entrada de ar natural pela entrada principal e outras formas de saídas de ar pelos exaustores eólicos instalados no telhado da fábrica. O exaustor eólico foi instalado com o objetivo de renovar a massa de ar quente, odores e etc. Para tanto, o vento que incide sobre o aparelho provoca a rotação e conseqüentemente forma um vácuo no interior do exaustor. A massa de ar do ambiente desloca-se para fora através deste vácuo (Figura 43).

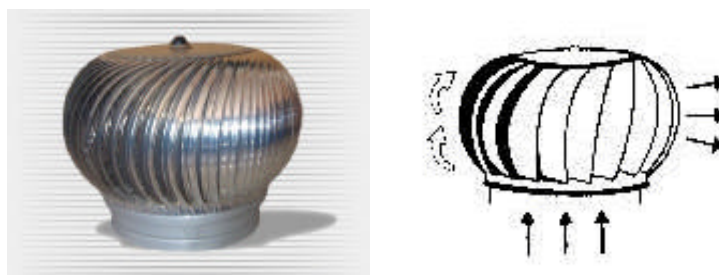


Figura 43: Exaustor eólico (adaptado de RENOVAR, 2006)

Dentro do contexto atual de estudo, os exaustores eólicos não possuem um funcionamento adequado, fazendo com que o ar que vem da entrada principal circule em volta dos mesmos com uma baixa taxa de renovação de ar (Figuras 44 e 45). Aliado a isso, outros três aspectos tornam este sistema cada vez menos inoperante. São eles: (i) área de passagem de ar quente é restrita, dificultando a saída de ar natural; (ii) no período mais quente, diminui a corrente de ar; (iii) produz ruído com o decorrer do tempo.

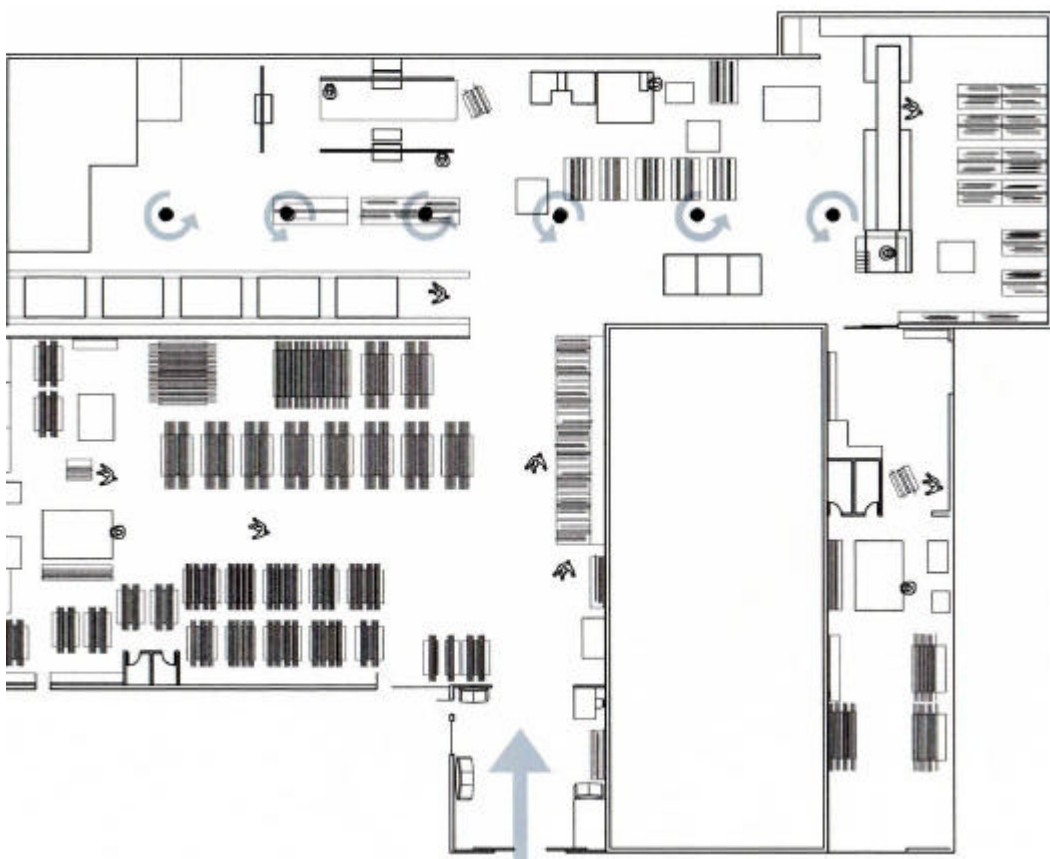


Figura 44: Planta baixa atual demonstrando através das flechas sistema de ventilação



Figura 45: Exaustor eólico na fábrica em estudo

Sendo assim, propõe-se outro sistema de ventilação com melhor funcionamento e eficiência. O equipamento proposto tem como objetivo permitir a passagem do ar quente, através de amplas aberturas de 600mm, 800mm ou 1000mm de diâmetro, evitando o acúmulo de ar quente interno e melhorando as condições de ventilação, criando-se um fluxo de ar, com o ar entrando pelas aberturas laterais, portas ou janelas e saindo pelo telhado através das saídas de ar natural (Figura 46).

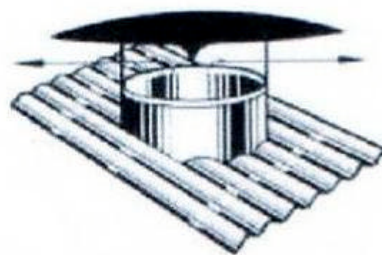


Figura 46: Equipamento para ventilação proposta (adaptado de TECVENT, 2006)

Em seguida, fez-se um novo planejamento da disposição desses novos equipamentos para ventilação. Na Figura 47 pode ser visualizada a proposta de entradas e saídas de ar através do equipamento apresentado na Figura 46. Além dessa nova configuração é proposto

um sistema de bombeamento de ar, no qual otimiza a ventilação e transportar o ar quente interno para o exterior da fábrica pelas aberturas citadas anteriormente. A direção do ar é representada pelas flechas cinzas, e os equipamentos que proporcionam as saídas do mesmo são demonstrados através dos círculos pretos na figura abaixo.

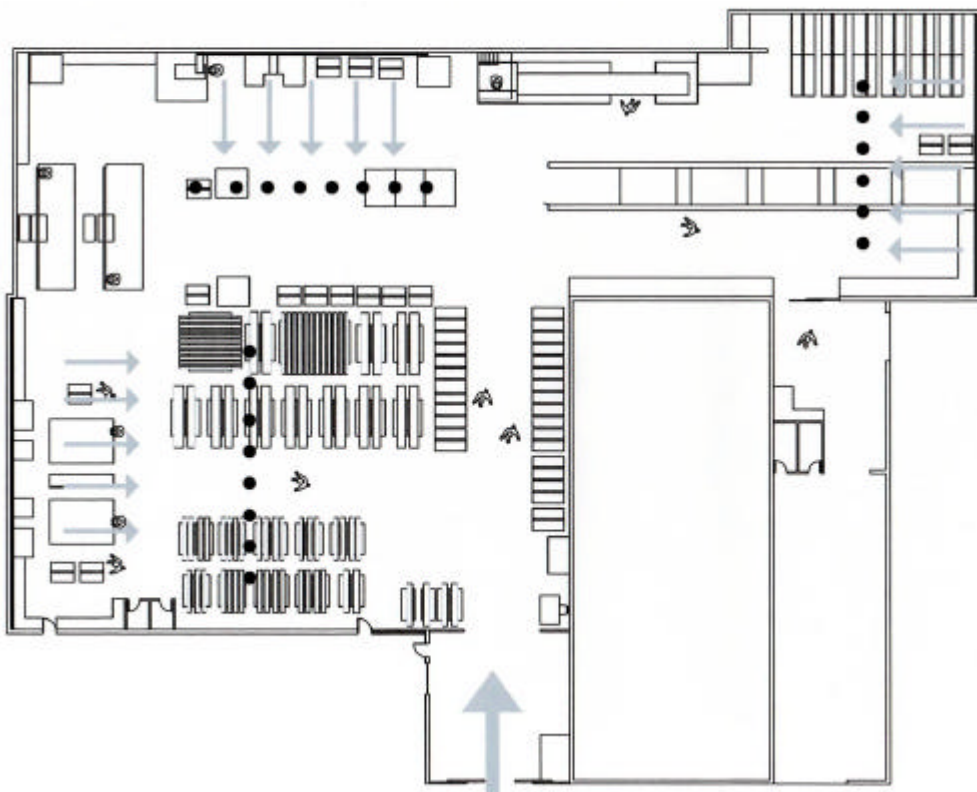


Figura 47: Ventilação proposta

Conforme Tecvent (2006), o domus (proteção contra chuva) é pintado de preto com tinta de pigmentação especial, promovendo o efeito térmico, aquecendo o ar circunvizinho e auxiliando com grande eficiência na retirada do ar quente.

O princípio de funcionamento baseia-se que o ar aquecido, menos denso, eleva-se ao telhado e necessita de uma saída eficiente, para que não haja aumento expressivo da pressão interna. É indicado para todos os tipos de ambiente com necessidade de ventilação natural,

substituindo os equipamentos eólicos, com vantagens econômicas e princípios que os superam em eficiência.

b) Uso de equipamentos de proteção individual:

Devido ao ruído das máquinas e a falta de alguns equipamentos de proteção individual foi proposto o uso de protetor auricular e outros equipamentos que protegem o trabalhador no contato com vidros.

No ambiente fabril em questão, pode-se identificar uso parcial dos protetores auriculares em uma determinada tarefa e ausência de qualquer outro equipamento de proteção, podendo ser visualizado na Figura 48.



Figura 48: Somente operador da esquerda está usando protetor auricular

Para tanto, propõem-se o uso de equipamentos de proteção individual para a indústria do vidro abordado no segundo capítulo desta dissertação. Além disso, se a mobilidade no manuseio for prejudicada pelas luvas de proteção contra cortes, tem-se a opção eficiente de utilizar ventosas como ferramenta para o manuseio. As ventosas de borracha permitem o manuseio seguro de materiais de superfícies não porosas e formas ligeiramente curvas (Figura 49). O vácuo formado entre a superfície da peça e a ventosa assegura uma perfeita fixação da mesma eliminando possíveis riscos causados por eventuais quedas de material .



Figura 49: Ventosa para manuseio do vidro (adaptado de FERPOWER, 1999)

c) Iluminação:

Para este fator crítico foi proposta uma série de luminárias individuais apoiadas por uma haste de ferro para cada posto de trabalho. Esta nova proposta tem como objetivo facilitar deslocamentos seguros e fáceis, ajudar a manter a limpeza do posto, dar clareza adequada, evitar o efeito de ofuscamento e ajudar a fixar a atenção sobre as superfícies nos planos de trabalho.

No caso do ambiente em estudo, existe uma iluminação geral natural e artificial. A iluminação natural é caracterizada pela cobertura translúcida com placas de policarbonato para a presença do sol e a iluminação artificial é feita por lâmpadas comuns que são mantidas desligadas (Figura 50).



Figura 50: Iluminação natural e artificial da fábrica de vidros

A partir deste cenário, foram propostas luminárias dirigidas para cada posto de trabalho com o objetivo de melhorar o foco de visão no plano de trabalho, conseguindo uma iluminação localizada bem planejada (Figuras 51 e 52).



Figura 51: Luminária proposta para a iluminação localizada na fábrica de vidros (adaptado de AMARAL, 2004)



Figura 52: Exemplo de posto de trabalho com iluminação proposta (adaptado de AMARAL, 2004)

4.6 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA PROPOSTA

Sendo assim, através da utilização do método de análise do processo pode-se constatar grandes perdas no fluxo e transporte de materiais durante o processo produtivo. Levando isso em consideração, foi redimensionado um novo arranjo físico com o objetivo de otimizar tais demandas. Após a comparação do *layout* atual e o proposto do produto vinte e oito, que no caso é um produto representativo de análise, por passar por todas as operações da planta, verificou-se a redução de sessenta e três metros de distância no caminho percorrido por operadores durante o processo produtivo (Tabela 10).

Ainda assim, verificou-se que as diferenças das distâncias dos outros vinte e sete produtos possuem uma certa linearidade tendendo a valores acima de cinquenta metros. O gráfico apresentado na Figura 53 demonstra tal conclusão.

Tabela 10: Diferença entre a distância percorrida no mapa de processo atual e o proposto

Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☺☺☺☺☺☺☺	13	13	0
Transporte	☹☹	26	27	0
Inspecão	☺☺			
Atraso	☹☹	2	2	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	218,57	155,02	63,55

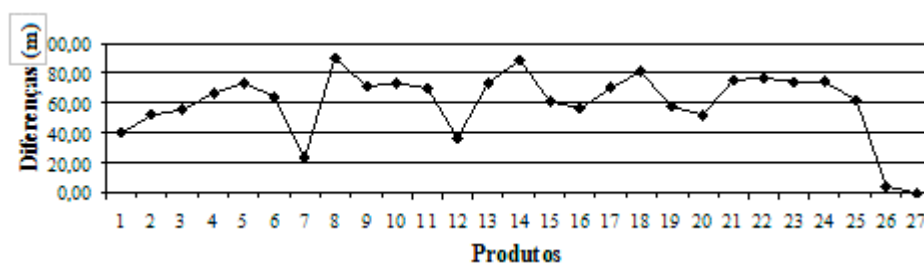


Figura 53: Gráfico com as diferenças dos mapas de processo

5. CONCLUSÃO

A contribuição para melhorias nas condições de trabalho e *layout* de processo vinculadas à indústria vidreira foi o objetivo principal deste trabalho. Através da metodologia proposta foram analisadas as questões pertinentes a uma pequena empresa transformadora e distribuidora de vidros.

O presente trabalho procurou evidenciar e apresentar uma contextualização da importância da preservação da saúde do trabalhador no setor vidreiro, bem como o correto planejamento de seu ambiente de trabalho nos dias de hoje. Deve-se ressaltar que o contexto deste estudo foi em uma empresa com características definidas como de pequeno porte, portanto sem as grandes facilidades de automação. Todavia, este é caso da grande maioria das empresas neste setor no Brasil. Em tais empresas, as condições de trabalho são distintas daquelas encontradas nas de grande porte, em virtude do distanciamento das novas concepções e tecnologias do setor, logo a importância do estudo.

Inicialmente, o método de análise de processos possibilitou a identificação de problemas no arranjo físico existente. Em um primeiro momento, obteve-se então a visão atual de organização do fluxo produtivo, sendo este confuso e desorganizado, dificultando até mesmo as primeiras avaliações quanto às condições de trabalho. Ao término do estudo, de acordo com o estudo de *layout*, os novos fluxos propostos permitem racionalizar o processo, contribuindo diretamente para a diminuição de perdas e acidentes no transporte. Além disso, a repercussão sobre as condições de trabalho e de posturas desfavoráveis também se insere neste contexto.

Em seguida, pela aplicação do método Renault adaptado para identificação de fatores críticos nos postos de trabalho, pôde-se identificar e classificar os postos de trabalho mais desfavoráveis e penosos. Desta forma, além da melhoria do *layout*, pôde-se propor planos e ações factíveis de curto prazo para alterar e adaptar as situações existentes às necessidades psico-fisiológicas dos trabalhadores. Sendo assim, esse trabalho permitiu comprovar a eficiência e a validade dos métodos utilizados e, através dos resultados obtidos, conseguiu-se propor melhorias de acordo com os objetivos iniciais do estudo.

Finalizando, como sugestão para trabalhos futuros, entende-se que a criação de uma cultura organizacional, seria outro aspecto importante para considerar em tal contexto. A fábrica do setor vidreiro analisada nesta dissertação apresenta importantes problemas em relação a identidade da empresa. A empresa é caracterizada pelo segmento de transformação referente aos vidros curvos e temperados e de distribuição pelo fornecimento de chapas de

vidro para própria fábrica e outros. Tendo dois setores no mesmo chão-de-fábrica, os funcionários acabam não compreendendo para qual segmento realmente trabalham, pois operam um pouco em cada fluxo, nos quais inicialmente são separados e no final unem-se. Ainda assim, esta situação torna o entendimento do trabalho confuso e faz com que operários fiquem desorientados frente ao fluxo do processo. Isto, no entanto, terá impacto no dimensionamento dos custos referentes a cada segmento.

Sendo assim, um estudo aprofundado em relação a cultura organizacional, bem como, planejamento e controle de custos operacionais para cada segmento, pode contribuir de maneira acentuada para a otimização da fabricação dos produtos de modo a satisfazer de forma contínua à demanda dos consumidores.

REFERÊNCIAS

- ABIVIDRO. *Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro*. São Paulo, 1967. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>> Acesso em: 20 maio 2005.
- AMARAL, F.G. *Iluminação*. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Material de Suporte.
- AMARAL, F.G. *Intervenção Ergonômica*. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Material de Suporte.
- ANDIV. *Associação Nacional de Distribuidores e Processadores de Vidros Planos*. São Paulo, 1990. Disponível em: <<http://www.andiv.com.br>> Acesso em: 22 maio 2005.
- BACCHINI, R. The evolution of glass processing by cnc machines. *Glass Processing Days*, n. 31, p. 13-15, 1997.
- BLACK, J.T. *O Projeto da Fábrica com Futuro*. Porto Alegre: Brookman, 1998.
- BRESSAN, F. *O método do estudo de caso*. Disponível em: <<http://www.fecap.com.br>> Acesso em 12 abr. 2005.
- CEBRACE. *Empresa Cebrace Cristal Pano*. São Paulo, 1974. Disponível em: <<http://www.cebrace.com.br>> Acesso em: 28 set. 2005.
- FERPOWER. *Comércio de Ferramentas*. São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.ferpower.com.br>> Acesso em: 13 mar. 2006.
- FONSECA, J.L. *Gestão Participativa e Produtividade: Uma Abordagem da Ergonomia*. Florianópolis: UFSC, 1995. Tese, Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.
- ERGO & AÇÃO. *Grupo de Estudos e Pesquisas em Ergonomia*. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.simucad.dep.ufscar.br>> Acesso em: 13 mar. 2006.
- GARG, A.; AYOUB, M.M. What criteria exist for determining how much load can be lifted safely? *Human Factors*, n. 22, p. 927 – 933, 1980.
- GUÉRIN, F. et al. *Compreender o Trabalho para Transformá-lo*. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.
- GOMES, F.J. *Ergonomia do Objeto*. São Paulo: Escrituras, 2003.
- GRANDJEAN, E. *Manual de Ergonomia*. 4.ed. Porto Alegre: Brookman, 2004.
- GRUPO ERGO & AÇÃO. *Fundamentos da Ergonomia*. Florianópolis: UFSC, 2003. Material de Suporte.
- HAGG, M.G. Corporate Initiatives in Ergonomics – An Introduction. *Applied Ergonomics*, n. 34, p. 3-15, 2003.

- IMRHAN, N. Cumulative trauma disorders in glass manufacturing operations. *Applied Ergonomics*, n. 22, p.279, 1990.
- LAVILLE, A. *L'ergonomie*. Paris: PUF, collection Que sais – je?, 1976.
- LEPONEN, M. New technology for processing of large glass sizes, types and shapes. *Glass Processing Days*, n. 32, p. 18-21, 2001.
- IIDA, I. *Ergonomia: Projeto e Produção*. 9.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
- MAIRIAUX, P; MALCHAIRE, J. Workers self-pacing in hot conditions: A case study. *Applied Ergonomics*, n. 16, p. 85-90, 1985.
- MARQUES, M. *Abordagem Ergonômica para Melhoria Contínua das Condições de Trabalho em Sistema de Gestão da Qualidade*. Porto Alegre: UFRGS, 2002. Dissertação, Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- MUTHER, R. *Planejamento do Layout: Sistema SLP*. São Paulo: Edgard Blücher, 1986.
- PARSONS, C.K. Environmental Ergonomics: A Review of Principles, Methods and Models. *Applied Ergonomics*, n. 31, p. 581-594, 2000.
- PILKINGTON. *Empresa Pilkington no Brasil*. São Paulo, 1979. Disponível em: <<http://www.pilkington.com.br>> Acesso em: 19 jan. 2006.
- QUEIRÓZ, M.F.F; MACIEL, R.H. Condições de Trabalho e Automação: O Caso do Soprador da Indústria Vidreira. *Revista de Saúde Pública*. n. 35, p. 1-9, 2001.
- RIBEIRO, G. The glass industry en Brazil. *Glass Processing Days*, n. 19, p. 18-21, 2001.
- RENOVAR. *Empresa Renovar Ventilação Natural e Industrial*. Belo Horizonte, 1994. Disponível em: <<http://www.renovarventilacao.com.br>> Acesso em: 13 mar. 2006.
- RITZMAN, L.P.; KRAJEWSKI, L. J. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- SAINT GOBAIN. *Empresa Saint Gobain no Brasil*. São Paulo, 1937. Disponível em: <<http://www.saint-gobain-glass.com.br>> Acesso em: 19 jan. 2006.
- SALONEN, P. Technology for a safe and visual world. *Tamglass News*, n. 31, p. 12, 2005.
- SANTOS, N.; FIALHO, F. *Manual de Análise Ergonômica do Trabalho*. Curitiba: Genesis, 1997.
- SIMPEP. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10, 2003, Bauru. *Estudo de Layout em uma Indústria Eletro- Mecânica*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2003.
- SLACK, N. et al. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 2002.
- TECNOLOGIA E VIDRO**: revista bimestral de vidros. São Paulo: Ed. Ltda, n. 25, dez/jan. 2004.

TAMGLASS. *Technology for a Safe and Visual World*- Disponível em:
<<http://www.tamglass.com>> Acesso em: 05 jun. 2006.

TECVENT. *Tecnologia em Ventilação Industrial*. São Paulo, 1996. Disponível em:
<<http://www.tecvent.com.br>> Acesso em: 13 mar. 2006.

WILSON, R.J. Fundamentals of Ergonomics in Theory and Practice. *Applied Ergonomics*,
n.31, p. 557-567, 2000.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Resultados dos Mapas de Processos

Produto 27				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	00 00 11	11	11	0
Transporte	23	23	23	0
Inspeção	00			
Atraso	1	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	177,70	137,31	40,39

Produto 26				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	00 00 09	9	9	0
Transporte	22	22	23	1
Inspeção	00			
Atraso	1	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	190,55	138,77	51,78

Produto 25				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	00 00 07	7	7	0
Transporte	18	18	18	0
Inspeção	00			
Atraso	1			
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	150,14	95,11	55,03

Produto 24				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	00 00 07	7	7	0
Transporte	18	18	19	1
Inspeção	00			
Atraso	2	2	2	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	216,57	149,58	66,99

Produto 23				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	GGGG	7	7	0
Transporte	ZZ	18	19	1
Inspeção	GG			
Atraso	ZZ	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	187,92	114,34	73,58

Produto 22				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	GGGG	8	8	0
Transporte	ZZ	20	21	1
Inspeção	GG			
Atraso	ZZ	1	1	
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	196,34	132,33	64,01

Produto 21				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	GGGG	6	6	0
Transporte	ZZ	15	16	1
Inspeção	GG			
Atraso	ZZ			
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	120,69	97,09	23,60

Produto 20				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	GGGG	11	11	0
Transporte	ZZ	22	23	1
Inspeção	GG			
Atraso	ZZ	2	2	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	232,67	143,14	89,53

Produto 19				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	GGGG	9	9	0
Transporte	ZZ	17	18	1
Inspeção	GG			
Atraso	ZZ	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	168,92	98,21	70,71

Produto 18

Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞	9	9	0
Transporte	ℳℳ	17	18	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℳℳ	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	170,13	97,21	72,92

Produto 17

Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	7	7	0
Transporte	ℳℳ	18	19	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℳℳ	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	196,34	125,89	70,45

Produto 16

Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	5	5	0
Transporte	ℳℳ	13	14	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℳℳ			
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	128,71	91,63	37,08

Produto 15

Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	10	10	0
Transporte	ℳℳ	20	21	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℳℳ	2	2	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	202,84	128,97	73,87

Produto 14

Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	8	8	0
Transporte	ℳℳ	15	16	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℳℳ	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	180,12	91,43	88,69

Produto 13				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞	6	6	0
Transporte	☞☞	15	16	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	☞☞	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	172,29	110,72	61,57

Produto 12				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	4	4	0
Transporte	☞☞	11	12	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	☞☞			
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	132,74	76,48	56,26

Produto 11				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞☞	12	12	0
Transporte	☞☞	24	25	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	☞☞	2	2	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	208,84	138,61	70,23

Produto 10				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞☞	10	10	0
Transporte	☞☞	19	20	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	☞☞	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	184,48	103,63	80,85

Produto 09				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞☞	8	8	0
Transporte	☞☞	19	20	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	☞☞	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	161,48	103,37	58,11

Produto 08				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞	6	6	0
Transporte	ℵℵ	15	16	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℵℵ			
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	138,16	86,12	52,04

Produto 07				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	9	9	0
Transporte	ℵℵ	18	19	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℵℵ	2	2	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	200,84	125,06	75,78

Produto 06				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	7	7	0
Transporte	ℵℵ	13	14	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℵℵ	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	157,48	78,76	78,72

Produto 05				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	7	7	0
Transporte	ℵℵ	13	14	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℵℵ	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	175,36	98,76	76,60

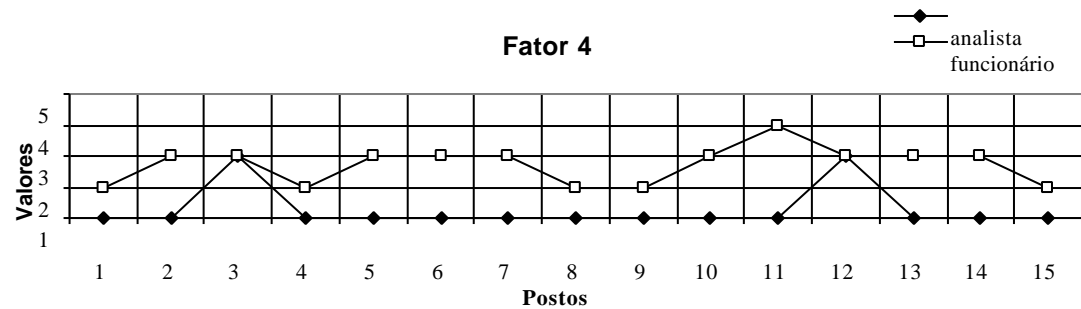
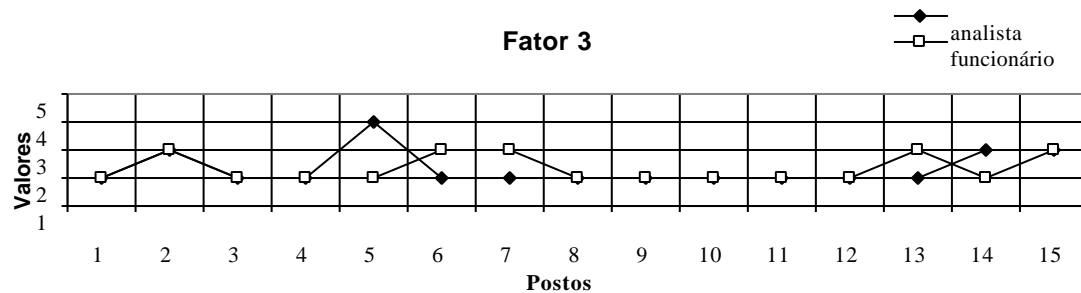
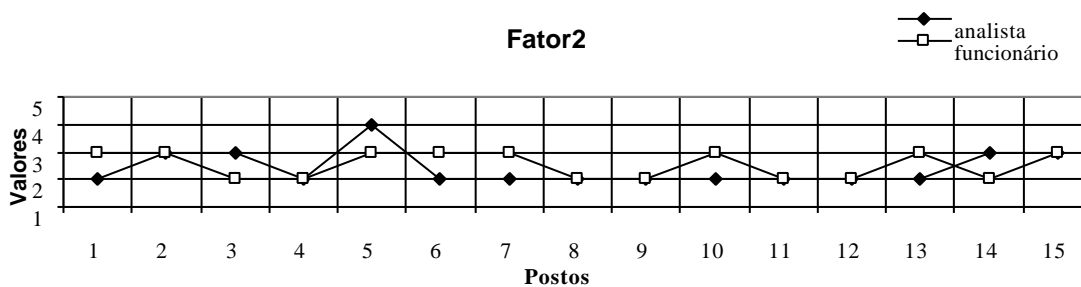
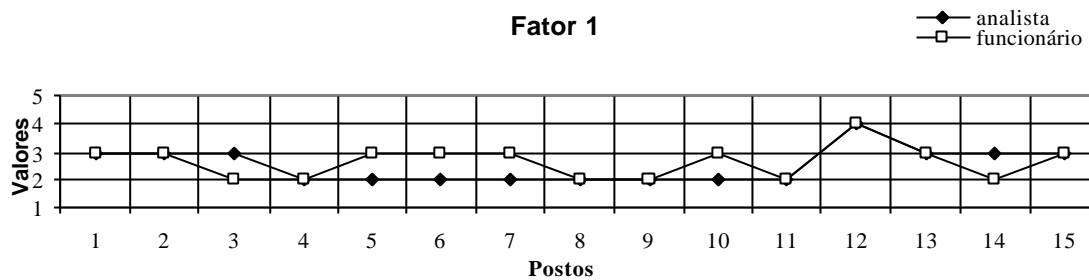
Produto 04				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	5	5	0
Transporte	ℵℵ	14	15	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	ℵℵ	1	1	0
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	181,16	107,81	74,05

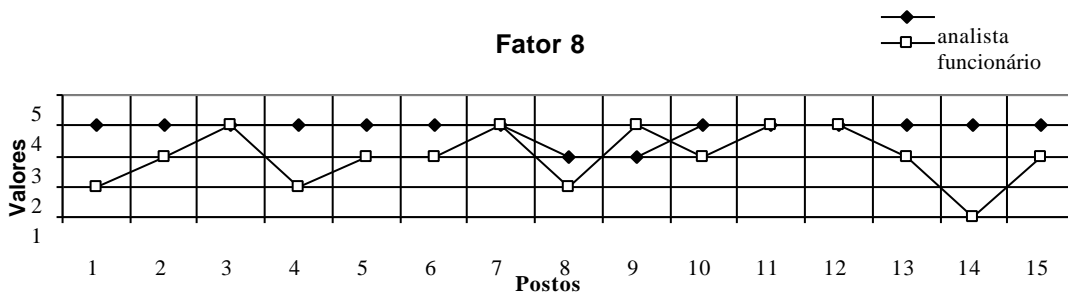
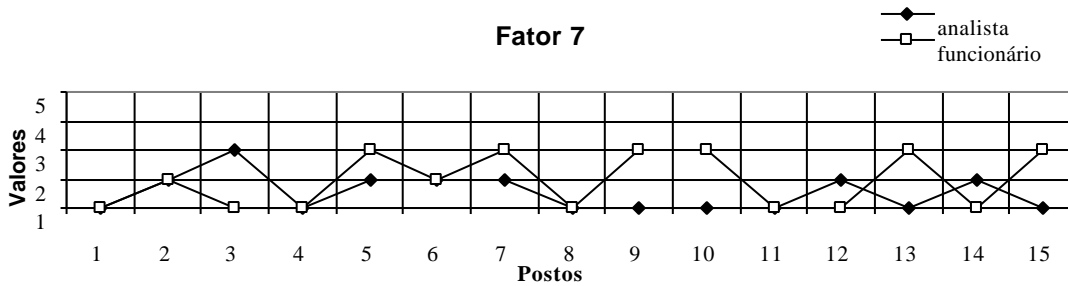
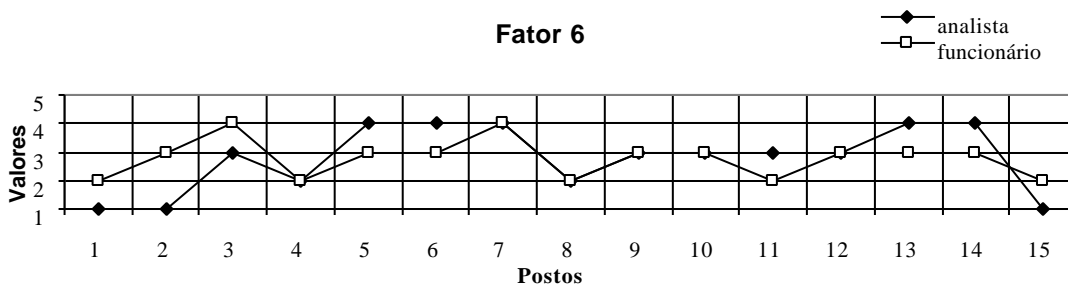
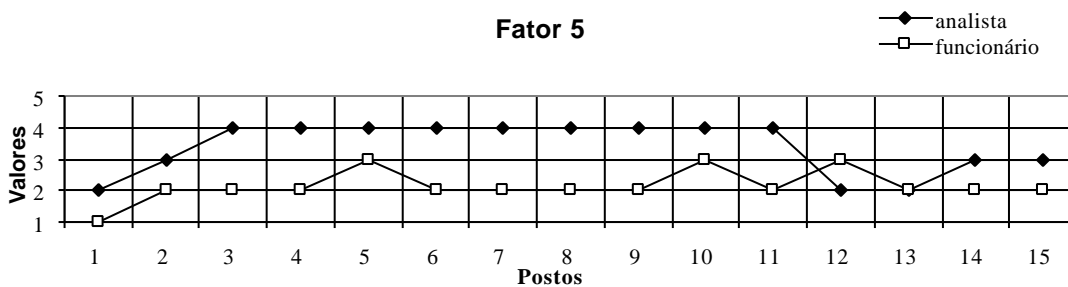
Produto 03				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	3	3	0
Transporte	☞☞	9	10	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	☞☞			
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	134,71	72,57	62,14

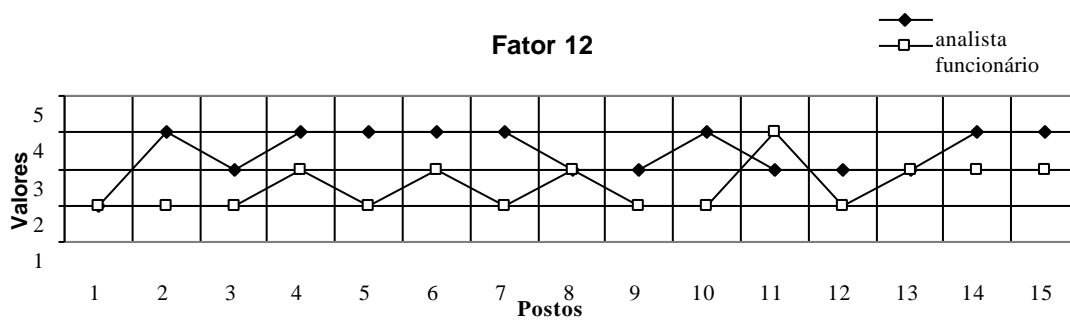
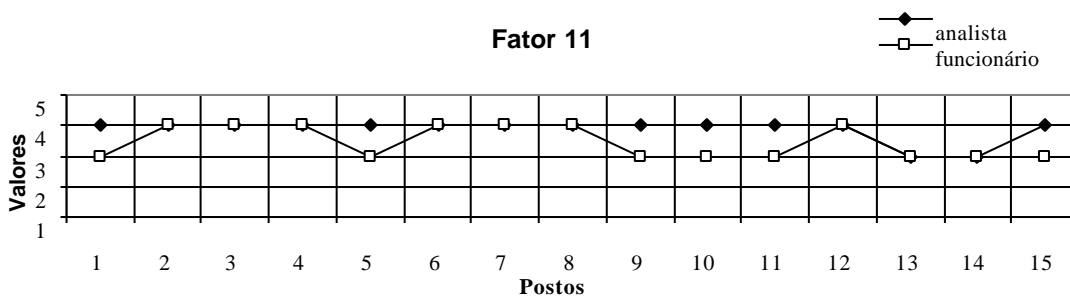
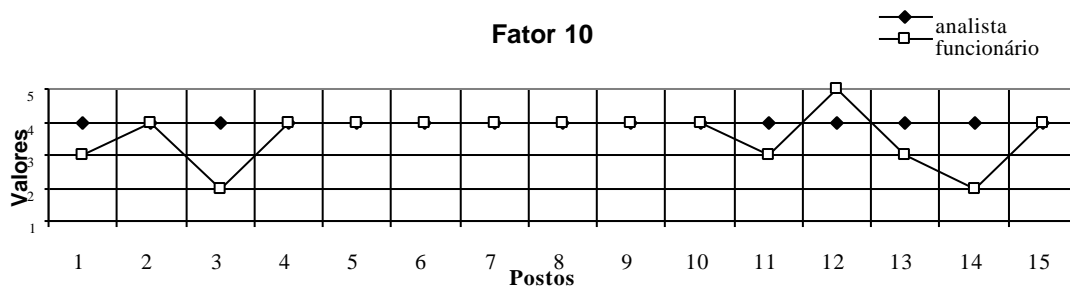
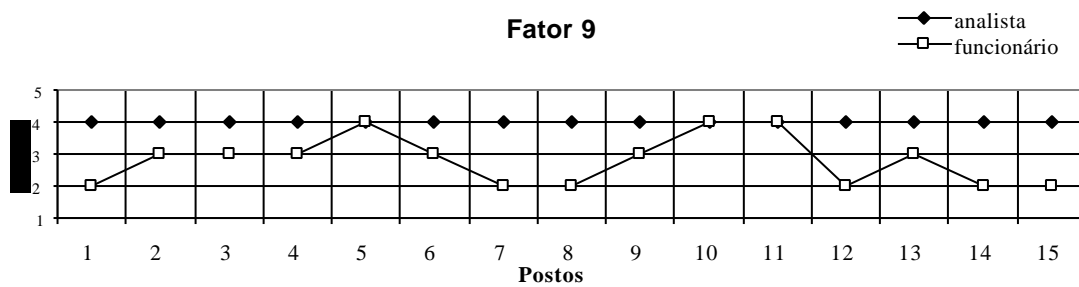
Produto 02				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞	3	3	0
Transporte	☞☞	9	10	1
Inspeção	☞☞			
Atraso	☞☞			
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	62,09	57,62	4,47

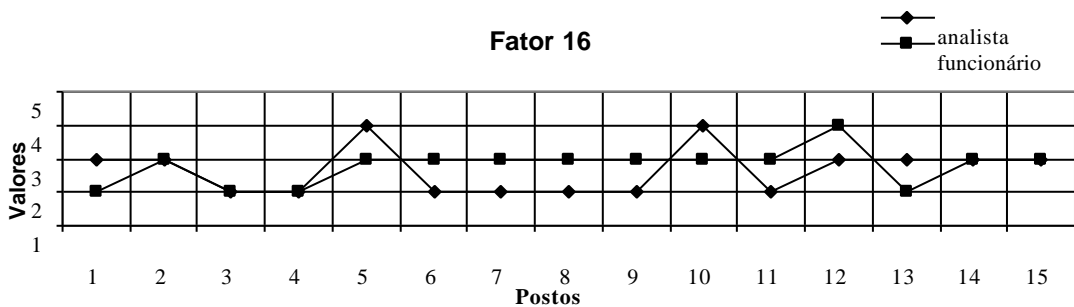
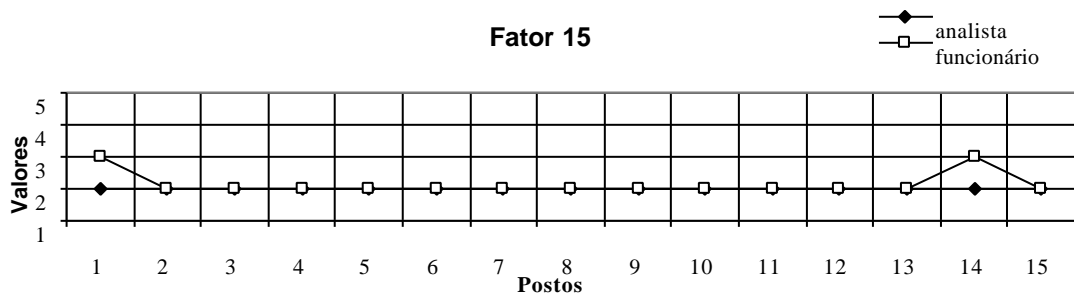
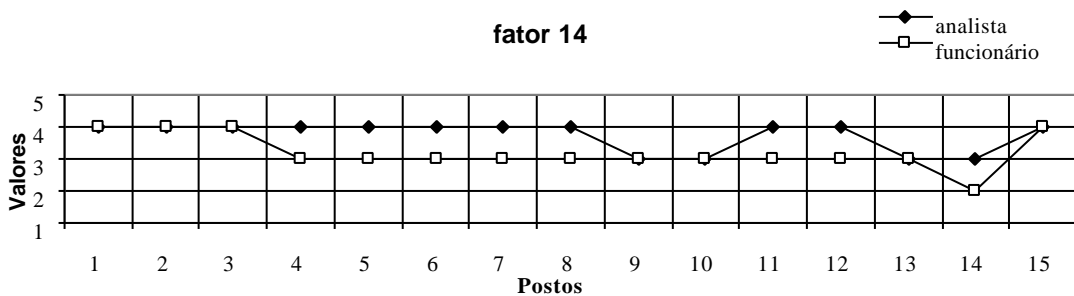
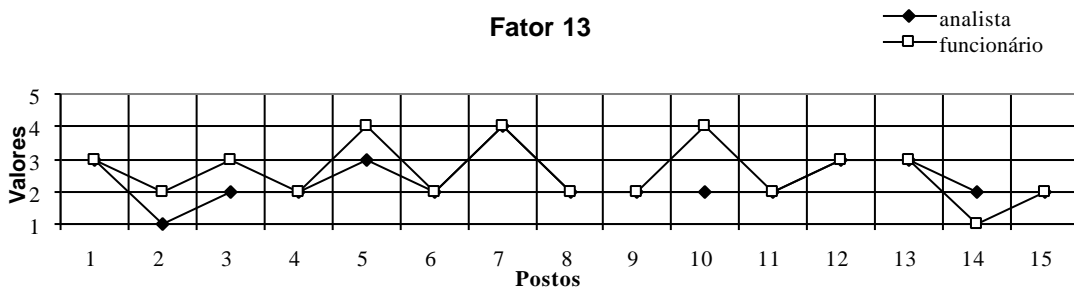
Produto 01				
Atividade		Atual	Proposto	Diferença
Operação	☞☞☞☞☞			
Transporte	☞☞	2	2	0
Inspeção	☞☞			
Atraso	☞☞			
Armazenagem	??			
Distância Percorrida	(m)	0,00	0,00	0,00

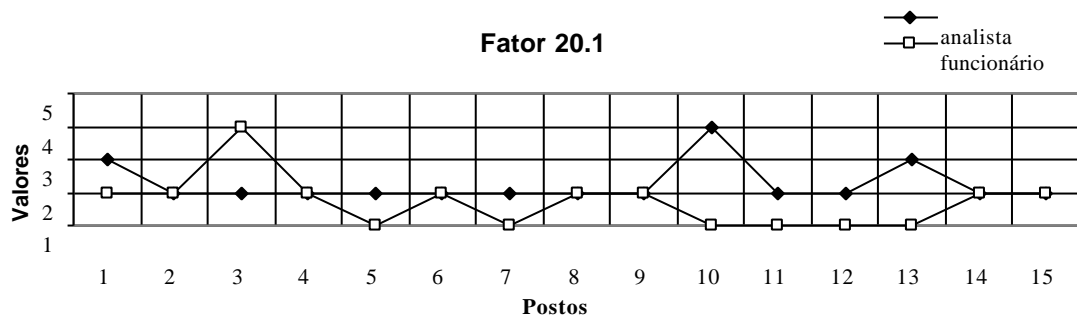
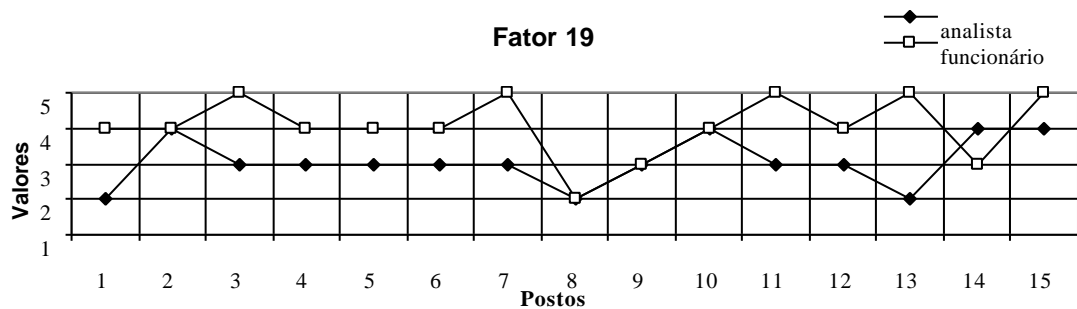
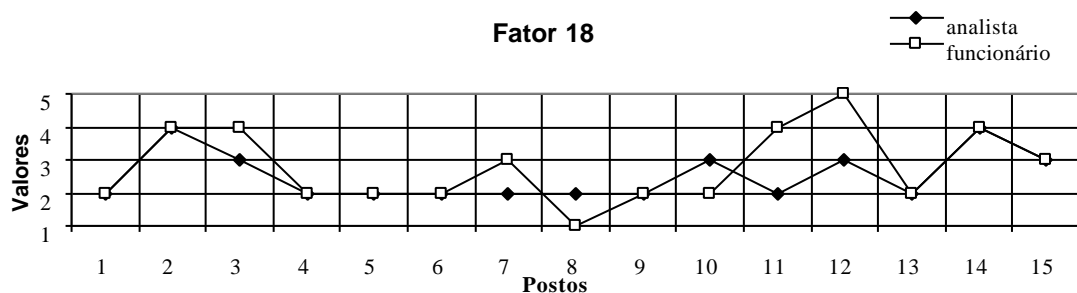
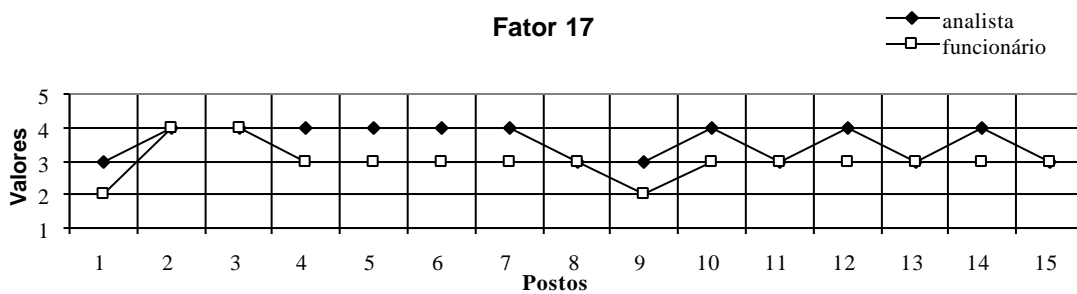
APÊNDICE B – Gráficos dos Fatores

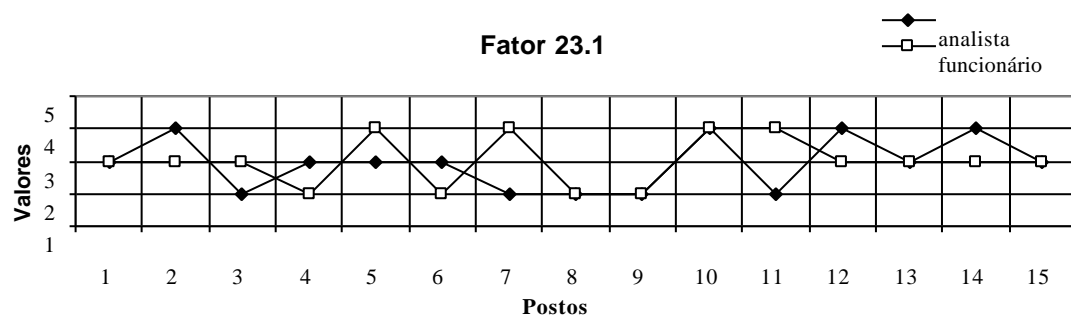
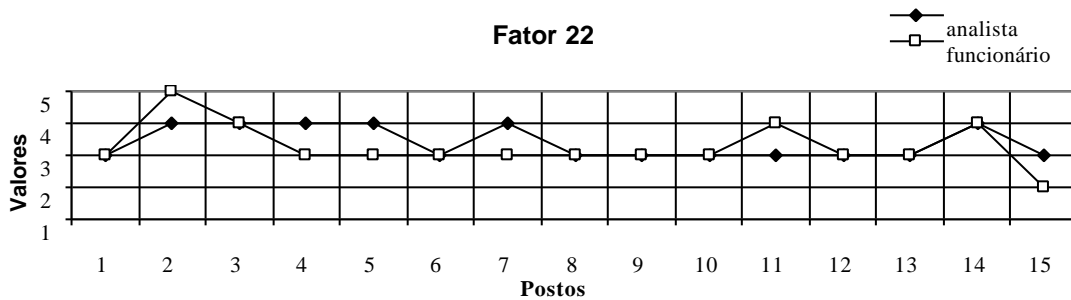
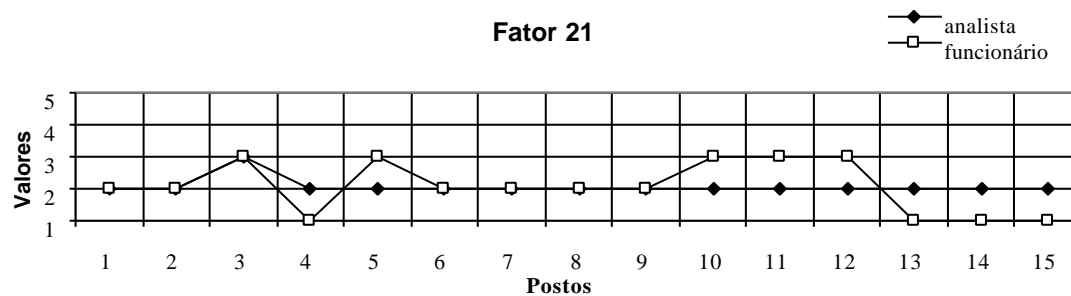
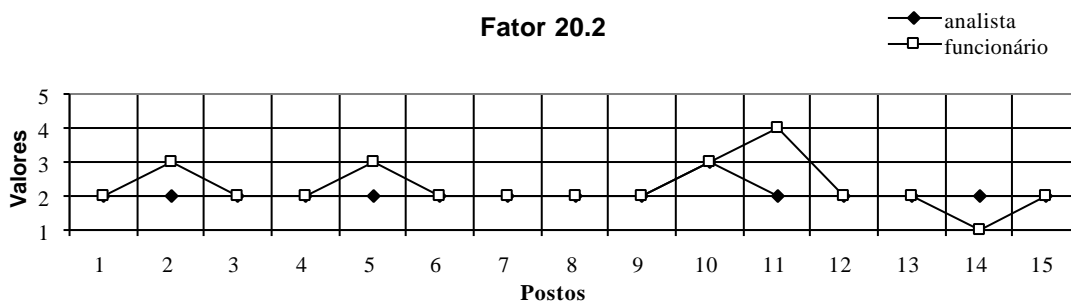


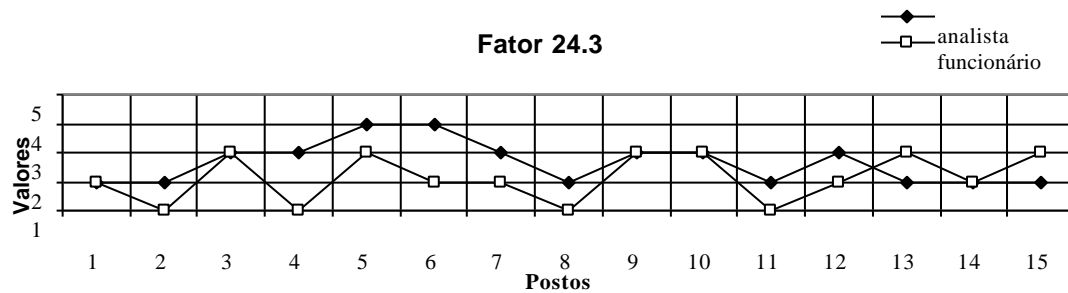
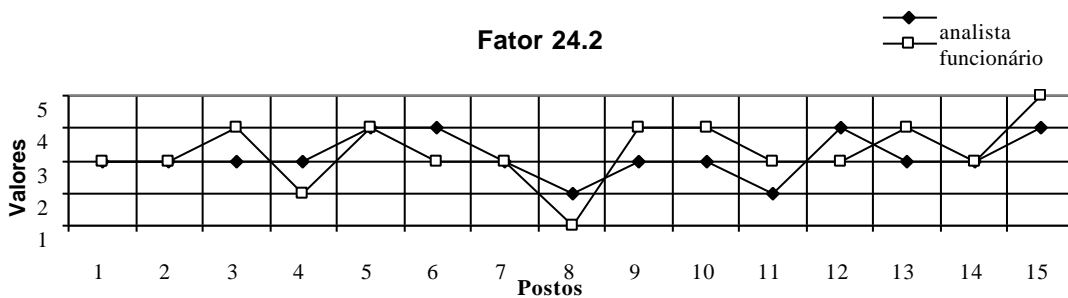
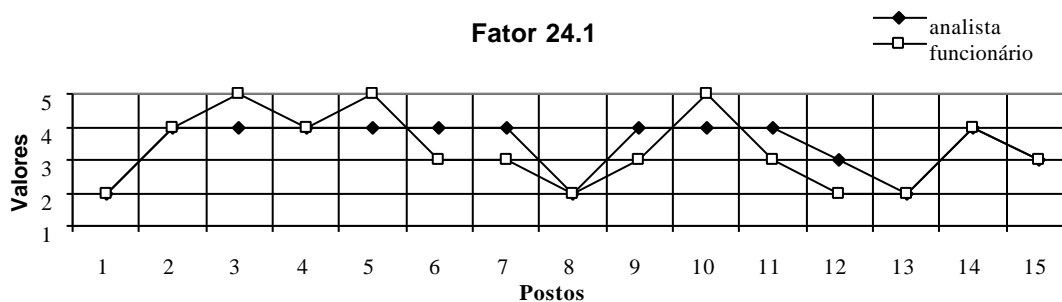
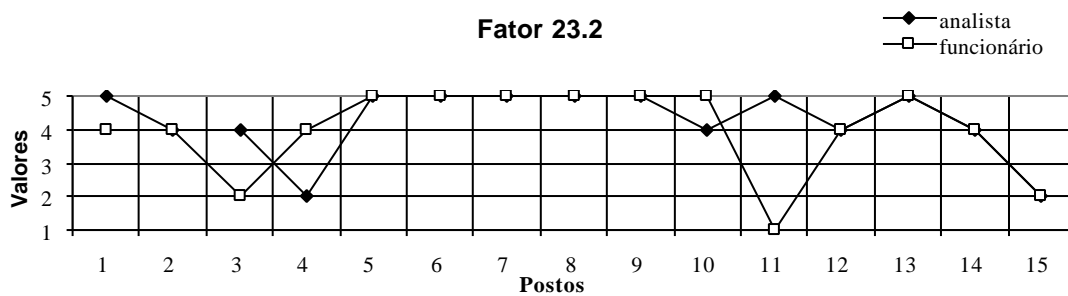


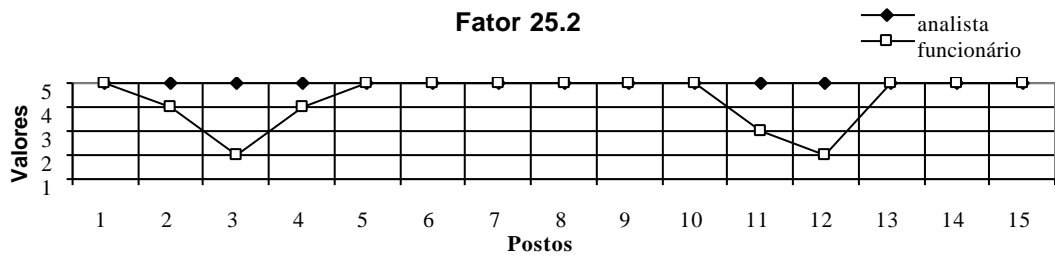
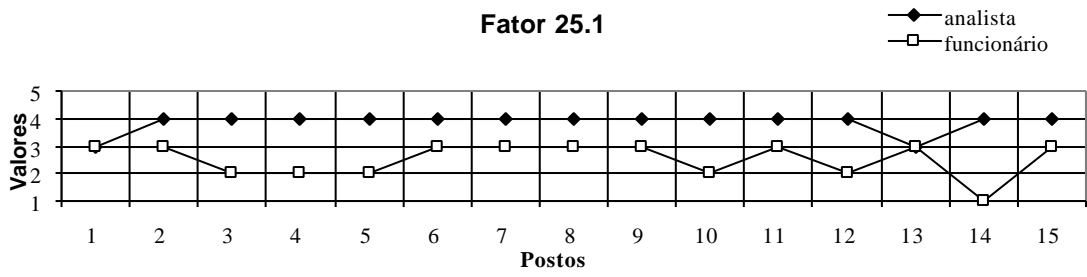












ANEXO

ANEXO A - O Perfil dos Postos de Trabalho

APRESENTAÇÃO GERAL DO MÉTODO

O melhoramento efetivo das condições de trabalho e a pesquisa de uma nova abordagem de organização do trabalho em série supõem um duplo esforço de esclarecimento dos objetivos e de uma adaptação de uma ferramenta metodológica.

OS OBJETIVOS

Os objetivos podem ser definidos de maneiras diversas, segundo as circunstâncias de tempo e de espaço. Todavia, acredita-se traduzir o ponto de vista de um grande número destas circunstâncias, fazendo corresponder às expectativas atuais dos homens no trabalho através dos seguintes objetivos:

- melhorar a segurança e o ambiente de trabalho;
- reduzir a carga física e nervosa;
- reduzir as restrições, em especial as referentes ao trabalho repetitivo ou em linha;
- criar uma hierarquização com ordenação crescente de postos de trabalho de penosidade elevada.

O MÉTODO

O método de avaliação foi construído na intenção de facilitar a apreciação das condições de trabalho. Ele permite aos responsáveis técnicos das fábricas e *designers* de processos, ou ainda aos especialistas das condições de trabalho, de avaliar as principais restrições das situações existentes, assim como os projetos em fase de elaboração. A partir destas avaliações, o método conduz a apontar as correções necessárias ou a escolher, entre as soluções técnicas possíveis, aquela que corresponda melhor aos objetivos de boas condições de trabalho, considerando as restrições técnicas e econômicas.

A avaliação tem seu ponto de partida na análise do trabalho segundo a observação das situações existentes.

Assim, a metodologia de análise contempla 9 (nove) critérios de avaliação, os quais são descritos abaixo:

A – Concepção do posto	}	Critérios ergonômicos
B – Segurança		
C – Ambiente físico		
D – Carga física	}	Critérios psicológicos e sociológicos
E – Exigência Mental		
F – Autonomia		
G – Relações		
H – Repetitividade		
I – Conteúdo do trabalho		

Cada um desses critérios se refere a um determinado numero de fatores, os quais são avaliados pelo analista e pelos funcionários. Essa avaliação é realizada em relação a uma escala de cinco níveis de restrição, conforme a restrição, desde o nível 1 (menos acentuada) até o nível 5 (mais acentuada).

Após terem sido realizadas as avaliações, constrói-se o perfil de cada posto.

PLANO DE TRABALHO

1ª Parte: PERFIL ANALÍTICO

A primeira parte apresenta os elementos (fatores, critérios, escalas) que servem para a construção dos perfis analíticos de cada posto de trabalho.

2ª Parte: PERFIL GLOBAL

A segunda parte indica as modalidades de estabelecimento de um perfil global de um posto de trabalho ou de uma unidade de fabricação, a partir dos elementos utilizados para a construção dos perfis analíticos dos postos de trabalho.

1. CRITÉRIOS E FATORES ANALISADOS

O Quadro 1, abaixo, apresenta os 9 critérios analisados e seus respectivos fatores, deliberadamente escolhidos de maneira simples e precisa, visando chegar a um método operacional facilmente utilizável por qualquer técnico, após uma formação adequada.

Para cada um dos critérios, 5 níveis de restrição são definidos, com uma progressão do menos ao mais penoso.

Uma situação que se inscreva entre duas definições pode necessitar a utilização de pontuações intermediárias.

2. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

2.1 Coleta: realizada a partir das características técnicas dos postos de trabalho (tipo de produto fabricado, *layout* da planta, etc.), das regras de funcionamento e de organização adotadas pela produção, dos níveis de ambiente físico e da cadência operatória e também da observação direta das situações existentes. A coleta de dados implica, geralmente, na consulta das diversas pessoas envolvidas e detentoras destas informações (engenheiros de produção, chefias, técnicos de segurança, etc.).

Para proceder de maneira metódica e rápida, os dados são coletados nos seguintes suportes, reproduzidos em anexo:

- **Análise do posto de trabalho:** um suporte detalhando os critérios e os fatores de análise constituintes do perfil analítico de um posto de trabalho é apresentado em anexo;

- **Perfil analítico do posto de trabalho:** um suporte para análise detalhada de um posto de trabalho individual é apresentado em anexo;

- **Análise de um conjunto de postos:** um suporte para permitir a análise de um conjunto de postos ou análise global também é apresentado em anexo.

2.2 Tratamento: feito com a finalidade de avaliar o nível das restrições com base nos dados obtidos pela coleta junto ao analista e ao funcionário para cada posto de trabalho. O tratamento dos dados possibilita que sejam tiradas conclusões no que tange aos postos de trabalho mais problemáticos, os quais necessitam que sejam tomadas ações com a maior urgência possível.

**CRITÉRIOS E FATORES DE AVALIAÇÃO ANALÍTICA
DO POSTO DE TRABALHO**

Concepção do posto	A	Altura do plano de trabalho	1
		Afastamento do plano de trabalho	2
		Distância lateral	3
		Local reservado para os pés	4
		Alimentação / Evacuação de peças	5
		Obstáculos / Acessibilidade do posto	6
		Informações no posto	7
Segurança	B	Nível de risco de acidentes	8
		EPI	9
Ambiente físico	C	Ambiente térmico	10
		Ambiente sonoro	11
		Condições de iluminação	12
		Vibrações ou choques	13
		Poluição do ar	14
		Limpeza / Aparência do ambiente	15
Carga Física	D	Postura principal	16
		Esforço do trabalho	17
Exigência Mental	E	Quantidade de decisões	18
		Nível de atenção	19
Autonomia		Nível de autonomia	20.1
		Satisfação	20.2
Relações	G	Relações independentes do trabalho	21
Repetitividade	H	Repetitividade do ciclo	22
Conteúdo do Trabalho	I	Dificuldade para aprender as tarefas	23.1
		Tarefas ao longo do trabalho	23.2
		Possibilidades de erro	24.1
		Gravidade dos erros	24.2
		Resolução dos erros	24.3
		Interesse promovido pelo trabalho	25.1
		Concepção do produto	25.2

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir de fatores e de níveis de referência bem definidos, visando garantir resultados homogêneos, o método pode se adaptar com facilidade à diversidade dos objetivos a serem atingidos. Os resultados são apresentados como segue:

3.1 Perfil analítico do posto: apresenta a análise detalhada de um posto de trabalho individual, relativo a todos os fatores. De acordo com a complexidade do trabalho e o tempo de ciclo, o estudo pode ser realizado de maneira mais ou menos detalhada, podendo ser decomposto o ciclo operatório em várias seqüências.

No entanto, caso trate-se de uma primeira investigação em nível de um anteprojeto, por exemplo, o estudo pode se ater somente à avaliação de certos fatores mais bem conhecidos, ou julgados *a priori* mais importantes. Desta forma, os fatores não avaliados não são preenchidos.

3.2 Perfil analítico de um grupo de postos: os dados referentes a cada um dos fatores analisados são tabulados conforme o ponto de vista do analista e do funcionário em um gráfico único, fornecendo um panorama conjunto para cada posto de trabalho.

A partir da união dos pontos obtidos referentes aos critérios de análise para os valores do analista e para os do funcionário, constrói-se dois perfis para cada posto, sendo divididos os fatores em seus respectivos critérios de análise.

A tabulação é repetida para cada posto em separado, sendo que todos os pontos identificados acima do valor 3 (três), tanto para o analista quanto para o funcionário, devem ser considerados como críticos e serem objeto de análise futura.

Sendo assim, em função da determinação dos dois perfis, pode-se compará-los entre si e verificar a existência de possíveis discrepâncias quanto às inferências na pontuação. No caso de não haver concordância entre os dados, o analista pode realizar uma análise mais aprofundada do posto em questão.

3.3 Perfil global de um posto ou de uma unidade de fabricação: Após a separação dos fatores nos seus respectivos critérios, pode-se construir um segundo gráfico, o qual demonstra a situação que impera em nível geral de percepção referente a todos os fatores analisados. Esse gráfico permite a visualização da média e do desvio padrão de cada critério, fornecendo um panorama da situação geral dos postos de trabalho.

Através dessas informações pode-se identificar as características globais mais desfavoráveis, podendo-se estabelecer a estratégia e as diretrizes dos postos de trabalho a serem melhorados com prioridade.

OBJETIVOS	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS
Otimizar os postos	Perfil analítico de um posto de trabalho
Comparar várias soluções e escolher uma entre elas	Perfil global de uma unidade de fabricação.
Melhorar os postos prioritários nos seus aspectos mais penosos	<ul style="list-style-type: none"> - Repartição dos postos segundo os níveis de restrições - Classificação dos postos mais penosos - Análise dos critérios de penosidade dominantes.
Agir sobre a concepção das instalações e do produto	Comparação das restrições ou cargas relativas para a fabricação de produtos ou de subconjuntos de produtos

ANEXO B - Perfil Analítico

CRITÉRIOS E FATORES DE ANÁLISE DO POSTO DE TRABALHO

Concepção do posto	A	Altura do plano de trabalho	1
		Afastamento do plano de trabalho	2
		Distância lateral	3
		Local reservado para os pés	4
		Alimentação / Evacuação de peças	5
		Obstáculos / Acessibilidade do posto	6
		Informações no posto	7
Segurança	B	Nível de risco de acidentes	8
		EPI	9
Ambiente físico	C	Ambiente térmico	10
		Ambiente sonoro	11
		Condições de iluminação	12
		Vibrações ou choques	13
		Poluição do ar	14
		Limpeza / Aparência do ambiente	15
Carga Física	D	Postura principal	16
		Esforço do trabalho	17
Exigência Mental	E	Quantidade de decisões	18
		Nível de atenção	19
Autonomia	F	Nível de autonomia	20.1
		Satisfação	20.2
Relações	G	Relações independentes do trabalho	21
Repetitividade	H	Repetitividade do ciclo	22
Conteúdo do Trabalho	I	Dificuldade para aprender as tarefas	23.1
		Tarefas ao longo do trabalho	23.2
		Possibilidades de erro	24.1
		Gravidade dos erros	24.2
		Resolução dos erros	24.3
		Interesse promovido pelo trabalho	25.1
		Concepção do produto	25.2

A**CONCEPÇÃO DO POSTO****APRESENTAÇÃO**

A concepção do posto é avaliada a partir de 7 fatores físicos que verificam a boa adaptação do posto ao operador :

- ? altura do plano de trabalho (H);
- ? afastamento do plano de trabalho (EP);
- ? distância lateral para preensão de objetos, ferramentas (EL);
- ? local reservado para os membros inferiores;
- ? alimentação e evacuação do posto;
- ? obstáculos, acessibilidade ao posto;
- ? informações.

NOTA:

As diferenças entre os funcionários justificam a existência de alternativas de valores mais ou menos amplos.

A1 – A2 – A3

ALTURA / AFASTAMENTOS

Este critério verifica se a concepção do posto permite a facilidade postural do operador em situação de trabalho, a partir:

1º Das cotas situando no espaço a colocação mais freqüente das mãos do operador:

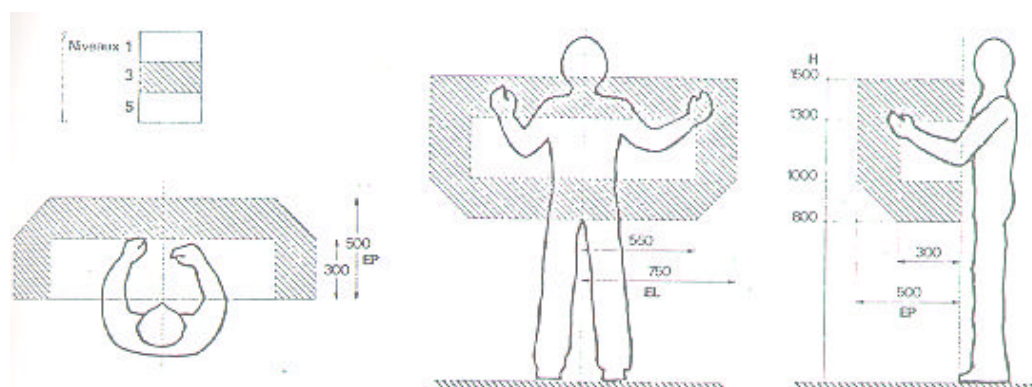
- H: altura em relação ao solo,
- EP: afastamento em profundidade em relação à face anterior do posto,
- EL: distância ou afastamento lateral.

2º Das cotas de colocação previstas:

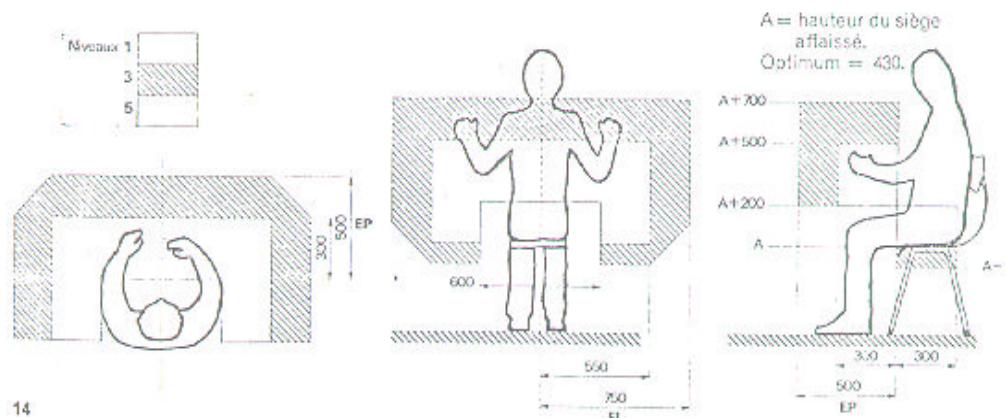
- para os pés: operador de pé,
- para os membros inferiores: operador sentado.

1. Postos necessitando a mobilidade dos membros superiores (sem apoio necessário, sem manipulação de carga pesada).

1.1. Posto de pé, mãos imobilizadas mais de 5 segundos.



1.2 Posto sentado, mãos imobilizadas mais de 5 segundos.



2. Postos necessitando o apoio dos membros superiores.

2.1 Posto de pé, mãos imobilizadas mais de 5 segundos.

Nível	Altura de apoio
1	1100 ± 10
3	1050 a 1150
5	< 1050 ou > 1150

2.2 Posto sentado, mãos imobilizadas mais de 5 segundos.

Nível	Altura de apoio
1	$A + 300 \pm 10$
3	$(A + 250)$ a $(A + 350)$
5	$< (A + 250)$ ou $> (A + 350)$

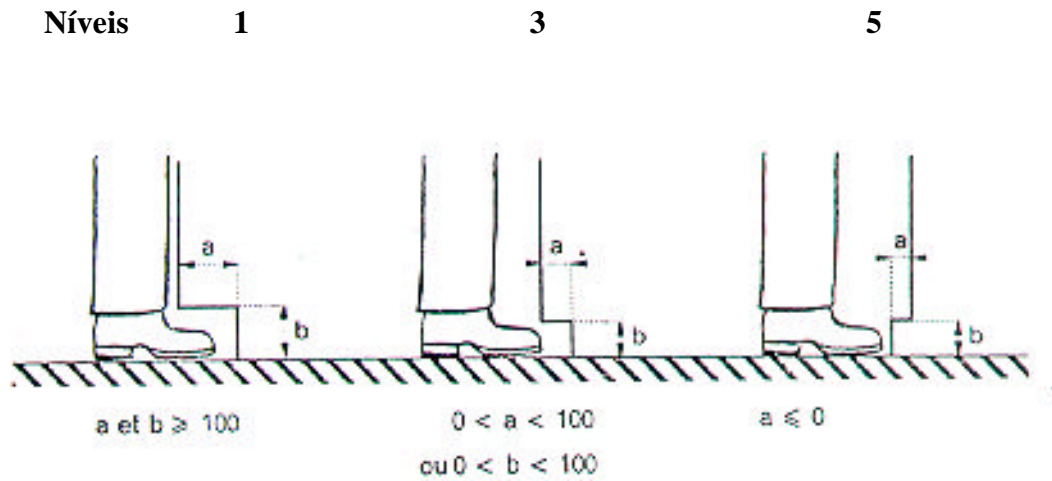
A = altura do assento (em uso)
Ótima = 430

3. Posto de manipulação manual de objetos pesados de pé.

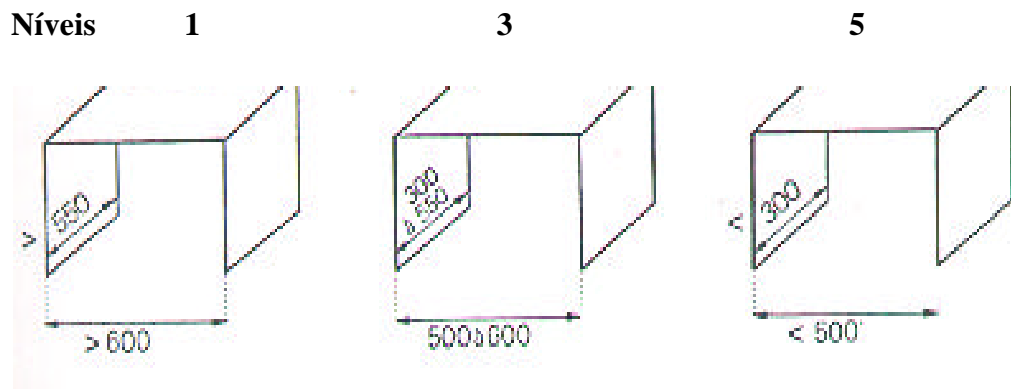
Nível	H	EP
1	900 ± 30	0 a 200
3	800 a 1000	200 a 400
5	< 800 ou > 1000	> 400

 Transferir para o perfil o nível mais desfavorável de cada item analisado

1. Posto de pé



2. Posto sentado



👉 Transferir para o perfil o nível mais desfavorável

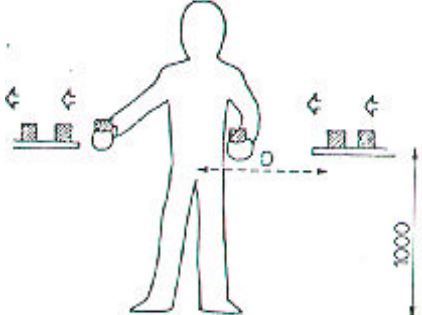
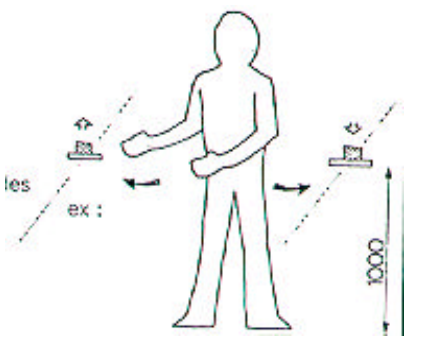
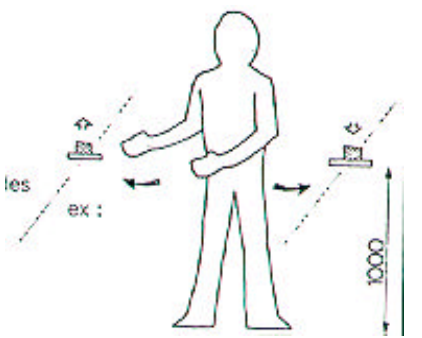
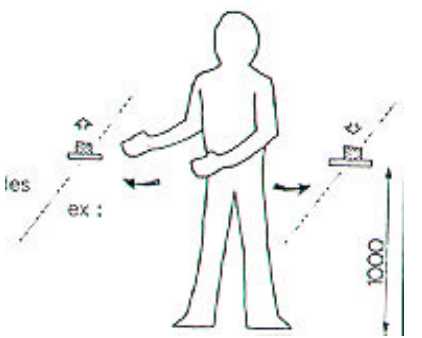
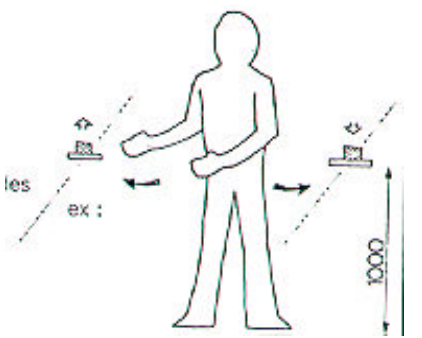
A5

ALIMENTAÇÃO – EVACUAÇÃO DAS PEÇAS

Este critério verifica se as características dimensionais dos dispositivos de alimentação e evacuação são compatíveis com posturas normais do operador.

2 parâmetros : H: altura de prensão das peças

D: distância lateral partir do plano médio

Nível	Frequência	Valores de H e D
1		<p>Alimentação e evacuação satisfatórias.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posto de pé: $800 \leq H \leq 1300$ e $D \leq 1000$. - Posto sentado: $D \leq 450$ - Operador permanecendo de frente. 
2	Manutenções raras ≤ 20 v/h	<p>Alimentação e evacuação pouco satisfatórias.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posto de pé: $600 \leq H < 800$ ou $1300 < H \leq 1500$ ou $1000 < D \leq 3000$ - Posto sentado: $450 < D \leq 650$ 
3	Manutenções freqüentes > 20 v/h	<p>Alimentação e evacuação pouco satisfatórias.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chegada e evacuação laterais das peças, exigindo o uso das 2 mãos (torção de 45° a 90°) ou uma meia volta à 180°. 
4	Manutenções raras ≤ 20 v/h	<p>Alimentação e evacuação ruins.</p> <ul style="list-style-type: none"> - O operador deve se levantar (posto sentado), inclinar-se, curvar-se, para manejar as peças. 
5	Manutenções freqüentes > 20 v/h	<p>Alimentação e evacuação ruins.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posto de pé: $H < 600$ ou $H > 1500$ ou $D > 3000$ - Posto sentado: $D > 650$ 



Transferir para o perfil o nível mais desfavorável

A6

OBSTÁCULOS - ACESSIBILIDADE DO POSTO

Este critério verifica se a concepção do posto, os obstáculos materiais, a densidade dos operadores e das instalações permitem a facilidade gestual do operador em seu posto.

Nível	Referências
1	<ul style="list-style-type: none"> - vias de acesso desobstruídas permitindo ao operador deslocar-se livremente - posto de trabalho não apresentando nenhum entrave à execução dos movimentos dos membros inferiores e superiores do tronco - sem incomodação entre os operadores
3	<ul style="list-style-type: none"> - caso intermediário - posto de trabalho pouco satisfatório do ponto de vista de acessibilidade e obstáculos - pouco incômodo entre os operadores - incômodo devido aos meios de proteção individual
5	<ul style="list-style-type: none"> - posto de trabalho dificilmente acessível: ? Encravado – difícil acessibilidade ? Obstáculos em nível dos membros inferiores ? Dificuldade de movimento do tronco, dos membros ? Situado no interior do posto - forte mal-estar entre os trabalhadores



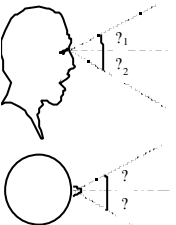
Transferir para o perfil o nível mais desfavorável


A7

INFORMAÇÕES

Este critério verifica se a concepção das informações que chegam ao posto (sonoros, visuais, etc.), suas dimensões e localização respeitam os estereótipos e permitem um trabalho adequado para o operador.

Sinais: as cotas são dadas em um plano vertical a 70 cm dos olhos.

Níveis	Frequências	Referências
1		<ul style="list-style-type: none"> - Boa tomada de informação: <ul style="list-style-type: none"> ? 1º um sinal sonoro chama atenção ? 2º um sinal luminoso permite a detecção rápida do conjunto implicado - Localização ótima: <ul style="list-style-type: none"> ? posto de pé : altura : $1200 < H < 1600$? ? 20° ?₁ = 0° ? posto sentado : altura $< H < 1200$? ? 30° ? colocar sempre os sinais acima dos comandos aos quais eles estão ligados - Respeito das cores (vivas): <ul style="list-style-type: none"> ? vermelho: anormal ? amarelo: aviso de atenção ? verde: pronto para funcionar ? branco: funcionamento normal
2	Rara ? 20 vezes/hora	<ul style="list-style-type: none"> - Localização pouco satisfatória: <ul style="list-style-type: none"> ? posto de pé: 20° ? ? ? 35° altura: $600 < H < 1200$ ou $1600 < H < 1900$? ? 25° ? posto sentado: 30° ? ?₂ ? 55° altura : $200 < H < 800$ ou $1200 < H < 1500$
3	Frequente ? 20 vezes/hora	<ul style="list-style-type: none"> - Desrespeito das cores (vivas). - Tamanho de caracteres de informação medíocre.
4	Rara ? 20 vezes/hora	<ul style="list-style-type: none"> - Localização muito ruim: ? $> 35^\circ$ <ul style="list-style-type: none"> ? posto de pé: $H < 600$ $H > 1900$? ₁ $> 25^\circ$? posto sentado: $H < 200$ $H > 1500$? ₂ $> 55^\circ$ - Desrespeito das cores (vivas).
5	Frequente ? 20 vezes/hora	<ul style="list-style-type: none"> - Tomada de informação ruim

 Transferir para o perfil o nível mais desfavorável

B**SEGURANÇA**

Trata - se de avaliar o grau de gravidade e a probabilidade do risco em função da natureza do trabalho e dos materiais utilizados.

RISCOS A CONSIDERAR

Antes de avaliar a gravidade e a probabilidade, identificar os riscos utilizando o repertório seguinte:

- Batida:
 - ? Superfície disponível insuficiente.
 - ? Objetos fixos ou móveis podendo ser estragados ou podendo machucar.
 - ? Circulação de veículos.
- Queda de pessoas:
 - ? Circulação solo-plano.
 - ? Circulação em desnível.
 - ? Trabalho em altura ou perto de uma abertura para um nível inferior.
- Queda de objetos:
 - ? Objetos em manutenção.
 - ? Objetos situados em um nível superior.
- Amassamento (*ou efeito de prensa*)
- Rachadura
- Seccionamento
- Cortes (*por objetos em movimento*)
- Picadas (*por objetos em movimento*)
- Puxada (*ou pegada*)
- Queimadura
- Corrente Elétrica
- Projeção:
 - ? Objetos ou parte do objeto.
 - ? Partículas sólidas.
 - ? Elementos corrosivos.
 - ? Líquidos.
- Incêndio
- Explosão
- Estilhaços
- Manipulação (*de materiais, de objetos ou produtos perigosos*)
- Radiações
- Intoxicação aguda

B8

NÍVEL DE RISCO

Nível	Grau de gravidade do trabalho
1	<p>Trabalho sem utilização de ferramentas ou acessórios mecanizados</p> <p>Ex. : - postos de controle em mesa, - postos de pequenas montagens, - postos de escritório.</p>
2	<p>Trabalho necessitando a utilização de máquinas, materiais ou instalações pouco perigosas (risco individual).</p> <p>Ex. : - utilização de máquina-ferramenta simples (posto individual), - linhas de montagem (exceção pequenas montagens).</p>
3	<p>Trabalho com máquinas perigosas protegidas (máquina multiposto, risco individual e coletivo):</p> <p>Ex. : - modelagem, prensa - máquinas soldar de vários pontos, - máquinas complexas</p>
4	<p>Trabalhos comportando riscos de acidentes não totalmente neutralizados por dispositivos técnicos, necessitando de:</p> <p>Ex. : - seleção profissional, - formação controlada com habilitação (regras severas)</p> <p>Comportando um risco individual ou coletivo importante:</p> <p>Ex. : - trabalho em altura, - trabalho perigoso (sob tensão, detecção de panes em máquinas perigosas...) - máquinas com cilindros (calandras).</p>
5	<p>Trabalhos comportando riscos de acidentes graves:</p> <p>Trata-se de postos não aceitáveis a serem melhorados imperativamente antes do funcionamento:</p> <p>Ex. : - máquina perigosa sem proteção (prensa, soldadora ...) - trabalhos em altura (superior a 3 m) sem proteção, - manutenção em máquinas perigosas sem formação.</p>



Transferir para o perfil o nível identificado

B9**EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)**

Nível	Utilização de Adaptabilidade do EPI
1	EPI existente, bem adaptado e sempre utilizado pelos funcionários, ao longo da jornada de trabalho
2	EPI existente, bem adaptado e usado freqüentemente pelos funcionários
3	EPI existente, bem adaptado, mas funcionários não têm o costume de utilizar
4	EPI existente, mal adaptado, impedindo o uso por parte dos funcionários
5	EPI inexistente

C

AMBIENTE FÍSICO

O ambiente físico de um setor ou de um posto de trabalho é caracterizado por um conjunto de elementos.

Cada fator pode ser uma fonte de problemas permanente ou temporária para um operador e, progressivamente, atingir a integridade de suas faculdades.

Critérios

Significação dos Níveis

Critérios	Nº
- Ambiente Térmico	10
- Ambiente Sonoro	11
- Iluminação Artificial	12
- Vibrações	13
- Higiene Atmosférica	14
- Aparência - conservação	15

Níveis	Significação
1	Muito satisfatório, sem incômodo
2	Satisfatório, leve incômodo sem perigo para a saúde
3	Pouco satisfatório, mas sem perigo para saúde
4	Penoso ou risco de alteração leve de saúde
5	Muito penoso ou risco de alteração grave de saúde

Os limites são definidos para cada nível e correspondem à significação acima:

NOTAS:

A avaliação dos níveis deve se dar por medidas diretas cada vez que for possível (critérios 10, 11 e 12). Estas medidas podem ser as mesmas já executadas pelos serviços responsáveis da empresa.

Localização do problema:

Em função do nível de prejuízo de cada critério é representado em um perfil analítico do posto:

- ? Problema específico do posto (?).
- ? Problema exterior ao posto (o).

C10

AMBIENTE TÉRMICO

As tabelas abaixo consideram a temperatura do ar nos postos (TA) e do trabalho dinâmico (C), (trabalhos contínuos com repouso médio de 10 minutos / hora) assim como a temperatura exterior (T).

A carga de trabalho dinâmico (c) é estimada aproximadamente: leve, normal ou elevada. Em caso de dúvida, referir-se ao resultado dos critérios 14 a 17.

As tabelas são para utilizar sucessivamente:

I – ESTAÇÃO FRIA			
- Medir TA em °C após 8h, - Caracterizar C (carga de trabalho dinâmico), - Ler a tabela.			
TA	Leve (C<3)	Normal (C = 3)	Elevada (C>3)
5	5	5	4
10		4	3
15	4	3	1 - 2
18	3	1 - 2	3
20	1 - 2		
22		3	4
25	3		
28		4	
30	4		
35		5	5
	5		

II – ESTAÇÃO QUENTE			
Entre 11 h e 13 h : - Verificar que $20\text{ °C} < T < 25\text{ °C}$, - Medir TA.			
Então : - Calcular TA – T, - Caracterizar C, - Ler a tabela.			
TA – T em °C	Leve (C<3)	Normal (C = 3)	Elevada (C>3)
- 4	1 - 2	1 - 2	3
0	1 - 2	3	4
5	3	4	5
10	4	5	5

NOTA:

As avaliações dos ambientes térmicos “estação fria” e “estação quente” podem ser relacionados paralelamente no perfil analítico, critério nº 6.



Transferir para o perfil os dois níveis Estação Fria - Estação Quente

C 11

AMBIENTE SONORO

As perturbações criadas pelo ruído no operador são função da intensidade, da frequência e da duração da exposição.

1º RUÍDO CONTÍNUO CONSIDERADO COMO ESTÁVEL EM dB(A).

Intensidade dB (A)	? 55	56 a 70	71 a 85	86 a 100	> 100
Níveis	1	2	3	4	5

NOTAS:

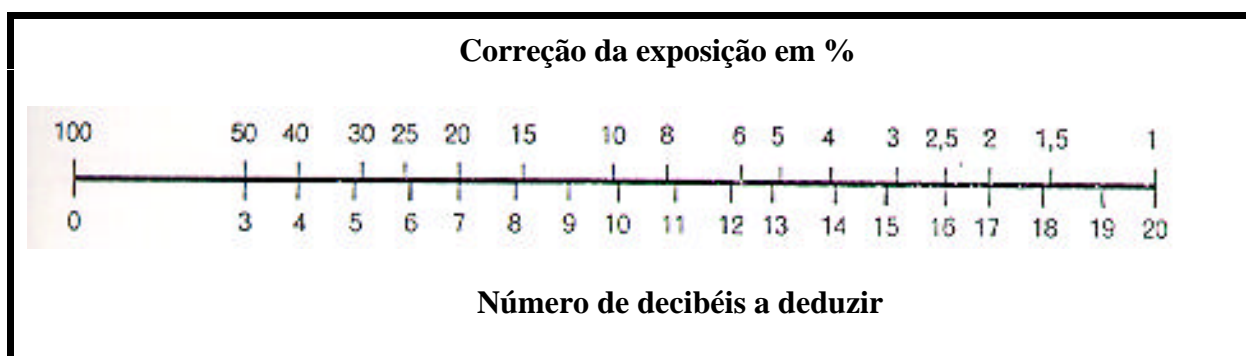
Em caso de presença de um som puro notadamente dominante, majorar a medição em 5 dB (A).

A intensidade em dB (A) resulta de uma ponderação em função das frequências, segundo a sensibilidade do ouvido. Ela é dada diretamente pelos decibelímetros.


2º RUÍDO INTERMITENTE:

- ? Para os níveis ? 85 dB (A): utilizar a tabela precedente sem correção.
- ? Para os níveis > 85 dB (A): corrigir o valor da intensidade em dB (A) em função da propagação do tempo de exposição ao ruído segundo a escala abaixo:

Correção da intensidade em dB (A):



Ex. : 88 dB (A) a 35% do tempo 88 dB (A) – 5 dB (A) = 83 dB (A) ? Nível 3

 Transferir para o perfil o nível lido na tabela após a correção eventual da intensidade em dB(A)

C 12

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Trata-se da iluminação geral e da iluminação individual do posto se for o caso.
O julgamento da iluminação é variável segundo a natureza do trabalho, principalmente com relação ao tipo de detalhe a ser percebido.

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

- medida de iluminação em Lux (L).
- referir-se à tabela das referências (R) abaixo:

Edifícios, atividades.	Iluminação em lux (R)
? Estacionamento de veículos para o pessoal.	5 em média
? Trabalhos em estacionamento no exterior.	15 em média
? Ruas exteriores.	15 em média
? Ruas interiores, corredores, escadas.	15 em média
? Zonas de armazenagem, hall de manutenção.	100 em média
? Vestiários.	150
? Refeitórios.	150
? Fábricas em que é necessária a percepção de detalhes médios.	200-300
? Fábricas onde a iluminação nas zonas necessita a percepção de detalhes finos e sistematicamente reforçados por uma iluminação particular: valor da iluminação geral fora destas zonas.	200-300
? Fábricas necessitam a percepção fina de detalhes mas onde a iluminação particular não é sistemática (mecânica, montagem, etc.)	200-250
? Escritório: casos gerais.	250-350
? Casos especiais: metrologia, traçado, controle, etc	350-500
	de 350 - 1000

- Ler o resultado da comparação:

Nível	Comparação entre L e R
1-2	L ? R - boa repartição e - pouco ofuscamento
3	R/2 ? L < R ou repartição desigual
4	L < R/2 e/ou forte ofuscamento



Transferir para o perfil o nível identificado

C 13

VIBRAÇÕES

As vibrações são analisadas em função de suas frequências, suas amplitudes (ou acelerações), sua duração de exposição.

A fim de evitar medições complexas e dificilmente realizáveis no ateliê, uma escala simples é utilizada:

Nível	Grau de vibração	Exemplos
1-2	Pouca ou nenhuma vibração	<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma ou laje do ateliê posta em vibração por torno desequilibrado; - Ferramentas vibrantes de pouca potência ou com utilização de curta duração em cada ciclo de trabalho.
3	Vibração que causa desconforto	
4	Vibração desagradável (levando a uma fadiga)	<ul style="list-style-type: none"> - Posto em contato direto com uma fonte de vibração tal que uma esteira vibrante, grade vibrante. - Posto de condução de empilhadeiras não equipadas de assento auto-suspenso e circulando muito rápido em solo desnivelado; - Ferramentas vibrantes potentes ou utilizadas em permanência. Ex: esmerilhadeira manual usada em peças pesadas, britadeira.
5	Vibração muito elevada	<ul style="list-style-type: none"> - Risco de doença profissional.

NOTA:

Examinar principalmente as vibrações transmitidas pela superfície de sustentação dos indivíduos, em pé ou sentados.




Transferir para o perfil o nível identificado

C 14

POLUIÇÃO DO AR

Trata-se da poluição do ar ambiente dos postos considerando as poeiras, fumaças, vapores e gases.

Nível	Classificação	Exemplos
1	Limpo e não tóxico	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar a ausência de gás inodoro tóxico. Ex.: CO₂
2	Limpo e pouco tóxico	
3	Poluição visual ou de odor com leve mal estar	<ul style="list-style-type: none"> - Ligeira difusão de luminosidade pelas partículas; - Odor de solventes, de líquidos de recipientes abertos, amoníaco, etc. - Presença de poluentes em baixa concentração.
4	Poluição com mal estar forte, mas não tóxica.	<ul style="list-style-type: none"> - Grande quantidade de vapor oriundo de líquidos de metais pesados; - Circulação de veículos a motor diesel; - Ateliê que se suja rápido: fundição, funilaria, etc.
5	Poluição por toxidez cuja concentração torna insuportável a permanência no ambiente sem proteção adequada.	<ul style="list-style-type: none"> - Mesma poluição que acima, mas com as concentrações em níveis mais altos de poluentes.

 Transferir para o perfil o nível identificado

C 15

LIMPEZA / APARÊNCIA DO AMBIENTE

Trata-se do ambiente geral do posto que considera os seguintes elementos:
? limpeza
? estética
? espaço
? deterioração
? cores
? iluminação natural (ver em seguida)

A avaliação se faz a partir de 2 tabelas:

- ? A: aspecto geral
- ? B: iluminação natural

ASPECTO GERAL

Nível	Aspecto Geral
1 – 2	- Posto de trabalho muito satisfatório : ? limpo, ? claro, ? estético, ? espaçoso.
3	- Posto de trabalho satisfatório : ? limpo, ? claro, ? espaço suficiente.
4	- Posto de trabalho pouco agradável : ? sujo, ? instalações deterioradas, ? pinturas descascadas e velhas, ? teto baixo.
5	- Posto de trabalho desagradável: ? muito sujo (óleo escorregando, sujeira, etc...), ? instalações muito estragadas, ? pinturas descascando e sujas, ? trabalho em túnel ou em fosso.

D**CARGA FÍSICA****APRESENTAÇÃO**

Três séries de critérios determinantes foram retidas para avaliar a carga física correspondente a um posto de trabalho. Elas permitem medir: a carga postural estática, a carga dinâmica, a carga de manutenção.

A carga física é a resultante das 3 cargas parciais assim estabelecidas.

CRITÉRIOS:

Critérios de carga postural estática (CP):

- ? postura principal: carga CP1,
- ? postura mais desfavorável: carga CP2.

Critério de carga de trabalho dinâmica (CT):

- ? esforço exercido para transformar o produto: carga CT1,
- ? postura durante esse esforço: carga CT2.

Critério de carga de manutenção (CM):

- ? esforço de manutenção: carga CM1,
- ? postura de manutenção: carga CM2.

NOTAS:

Se o tempo for muito curto, o posto é estudado globalmente.

Se o tempo for muito longo, com operações numerosas e variáveis, a análise é feita em várias fases correspondendo às operações sucessivas da gama de fabricação. A carga física do posto é a média das cargas parciais ponderadas pelo tempo.

Caso trate-se de uma unidade de fabricação de vários postos, a carga física deste conjunto é a média das cargas de trabalho de cada posto, ponderada pelos efetivos (operadores).

D 16

POSTURA PRINCIPAL

A carga postural principal (CP) corresponde à postura mais mantida ou a mais repetida no ciclo de trabalho, excluindo a manutenção.

Dois indicadores determinam a CP:

- ? P1 - Postura: a tabela da página seguinte fornece este valor.
- ? T1 - Tempo de manutenção: a penosidade de uma postura é função direta de seu Tempo de Manutenção. O tempo de manutenção é avaliado em função de sua duração com relação ao Tempo do Ciclo (% TC) segundo a fórmula:

$$\% \text{ do tempo de manutenção} = \frac{\text{duração de P1} \times 100}{\text{tempo de ciclo}}$$

Resultante da associação (P1, T1)

P1	T1 em % TC			
	20 a < 40	40 a < 60	60 a < 80	80 a 100
1	1	1	1,5	2
2	2	2	2,5	3
3	2,5	3	3,5	4
4	3,5	4	4,5	5
5	4,5	5	5 ⁺	5 ⁺

Ex.: - Em pé tronco flexionado a 40° durante 30% do TC:

? P1: 4 CP = 3,5

? T1: 20-40

- Em pé mão no nível da cabeça durante 70% do TC:




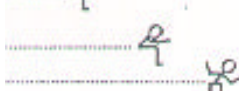

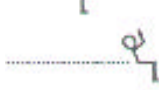



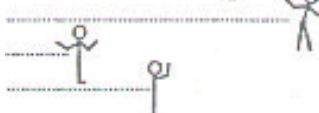





? P1: 3,5 CP = 4

? T1: 60-80



Transferir para o perfil o nível identificado

CLASSIFICAÇÃO DAS POSTURAS: VALORES DE P1

Sentado	- Mãos acima do nível do coração e tronco reto	1	
	- Tronco flexionado (15-30°) - Tronco desviado para o lado (15-30°) - Torção do tronco (15-45°) - Mãos em nível da cabeça	2,5	
	- Mãos acima do nível do coração, braços retos	3	
	- Tronco flexionado (30-45°) - Tronco desviado para o lado (30-45°)	4	
	- Torção do tronco (45-90°) - Mãos acima do nível da cabeça	4,5	
	- Tronco em extensão máxima e mãos acima do nível da cabeça (*)	5	
Em pé	- Mãos abaixo do nível do coração, tronco reto	2	
	- Tronco flexionado (0 a 15°)	2,5	
	- Tronco flexionado (15 a 30°)	3	
	- Tronco desviado para o lado (15-30°) - Torção do tronco (45-90°) - Mãos em nível da cabeça	3,5	
	- Tronco flexionado (30-45°) (*) - Tronco desviado para o lado (30-45°)	4	
	- Tronco, mãos em nível da cabeça - Flexão das 2 pernas	4,5	
Ajoelhado ou Agachado	- Tronco flexionado, braços retos estendidos(*) - Tronco muito flexionado (> 45°) (*) - Tronco muito estendido, mãos acima da cabeça - Mãos acima da cabeça	5	
	- Ajoelhado normal	4,5	
	- Ajoelhado mãos acima da cabeça, etc. - Agachado	5	

Majoração dos valores de P1 para subida e deslocamento

Subida

Deslocamento se P1 ? 4

Fácil 0,3 a 0,5 m	Incômoda > 0,5 m	Correção	Velocidade
3 a 5 vezes/min	1 vez/min	+ 0,5	< 2 m/min
> 5 vezes/min	? 2 vezes/min	+ 1	> 2 m/min

(*) subtrair 0,5 em caso de apoio

D17

ESFORÇO EXERCIDO NO POSTO DE TRABALHO

Os esforços exercidos para a transformação do produto determinam a componente fundamental (CT) da carga de trabalho dinâmica. Todos os esforços - levantar, puxar, pressionar, empurrar, retirar - relativos às ferramentas ou às peças são considerados da mesma maneira, apesar do seu custo fisiológico diferente (*).

Dois indicadores determinam a CT:

- ? E1 - Esforço exercido, em kg
- ? T1 – Tempo de manutenção ou frequência


Tempo de manutenção: a penosidade de uma postura é função direta de seu Tempo de Manutenção. O tempo de manutenção é avaliado em função de sua duração com relação ao Tempo do Ciclo (%TC) segundo a fórmula:

$$\% \text{ do tempo de manutenção} = \frac{\text{duração de P1}}{\text{tempo de ciclo}} \times 100$$



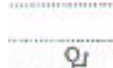
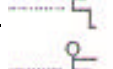


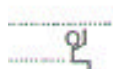

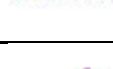



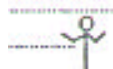
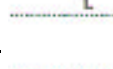
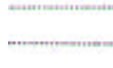


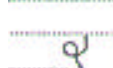

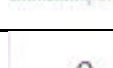
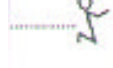






Frequência: se os esforços são curtos, mas repetidos : vezes/hora.

Resultante da associação E1 – T1

T1 em %		< 10	10 a < 20	20 a < 40	40 a < 60	60 a < 80	80 a 100
TC vezes/hora		< 30	30 a < 60	60 a < 120	120 a < 180	120 a < 180	? 240
E1 (kg)	< 1	1	1	1	1	1,5	2
	1 a < 2	1	1,5	2	2,5	3	3,5
	2 a < 5	1,5	2	2,5	3	3,5	4
	5 a < 8	2	2,5	3	3,5	4	4,5
	8 a < 12	2,5	3,5	4	4,5	5	5
	12 a < 20	3	4	4,5	5	5	5
	? 20	4	5	5	5	5	5

 Transferir para o perfil o nível de CT mais elevado

CLASSIFICAÇÃO DAS POSTURAS : VALORES DE P3

Sentado	- Mãos acima do nível do coração e tronco reto	1	
	- Tronco flexionado (15-30°)	2,5	
	- Tronco desviado para o lado (15-30°)		
	- Torção do tronco (15-45°)	4	
	- Mãos em nível da cabeça		
- Mãos acima do nível do coração, braços retos	3		
- Tronco flexionado (30-45°)	4		
- Tronco desviado para o lado (30-45°)			
- Torção do tronco (45-90°)	4,5		
- Mãos acima do nível da cabeça			
- Tronco em extensão máxima e mãos acima do nível da cabeça (*)	5		
Em pé	- Mãos abaixo do nível do coração, tronco reto	2	
	- Tronco flexionado (0 a 15°)	2,5	
	- Tronco flexionado (15 a 30°)		
	- Tronco desviado para o lado (15-30°)	3	
	- Torção do tronco (45-90°)		
	- Mãos em nível da cabeça	3,5	
	- Tronco flexionado (30-45°) (*)		
	- Tronco desviado para o lado (30-45°)	4	
- Tronco, mãos em nível da cabeça			
- Flexão das 2 pernas	4,5		
- Tronco flexionado, braços retos estendidos(*)	5		
- Tronco muito flexionado (> 45°) (*)			
- Tronco muito estendido, mãos acima da cabeça			
- Mãos acima da cabeça			
Ajoelhado ou Agachado	- Ajoelhado normal	4,5	
	- Ajoelhado mãos acima da cabeça, etc. - Agachado	5	

Majoração dos valores de P3 para o deslocamento

Correção	Deslocamento se P3 ? 4 Velocidade
+ 0,5	< 2 m/min
+ 1	> 2 m/min

(*) subtrair 0,5 em caso de apoio

E**EXIGÊNCIA MENTAL****APRESENTAÇÃO**

Trata-se do conjunto das solicitações experimentadas pelo sistema nervoso ao longo da realização de um tarefa. A sobrecarga do sistema nervoso tende a criar problemas para o operador.

A carga nervosa é determinada a partir de dois critérios:

CN1 - Carga nervosa devido às operações mentais (escolhas diversificadas e com exigências de reflexão) caracterizada pela:

- ? densidade das escolhas,
- ? incidência do tempo do ciclo.

CN2 - Carga nervosa devido ao nível de atenção (escolhas binárias simples não necessitando da intervenção de um julgamento) caracterizada pela :

- ? duração da atenção;
- ? precisão do trabalho;
- ? incidência do tempo do ciclo.

NOTA:

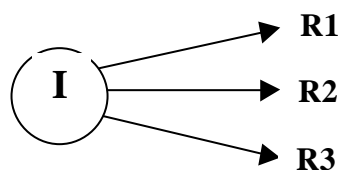
A fadiga nervosa ligada a um trabalho muito repetitivo (T_c = alguns centésimos de minuto) é considerada pelo fator H (repetitividade).

E18

OPERAÇÕES MENTAIS

A primeira componente CN1 da carga nervosa resulta das operações mentais efetuadas pelo operador. Neste caso, as informações nas quais a percepção e o tratamento são impostos pela execução da tarefa, conduzem a respostas ou a ações de carácter não automático.

Ação não automática:



A uma informação percebida (I) correspondem várias respostas R1, R2, R3 exigindo uma escolha consciente do operador. Ex:

- ? leitura de mostradores, paquímetros, etc.;
- ? recepção de sinais visuais, luminosos, sonoros;
- ? escolha de ferramentas adaptadas;
- ? seleção de comandos de máquinas;
- ? dificuldades ou variabilidades de fabricação;
- ? identificação de peças, etc.


NOTA:

As escolhas binárias simples são excluídas (automatismos adquiridos pela aprendizagem).

A carga nervosa devido às operações mentais é caracterizada:

- pela densidade das operações mentais (d/min) determinada pelo número de informações pontuais, recebidas e tratadas, por minuto, durante o ciclo de trabalho.
- pela restrição mais ou menos curta em termos de tempo sob a qual se exercem estas operações mentais, identificada durante o ciclo (TC em min).

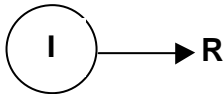
TC em min		10 5 3 1				
d/min						
Carga baixa	< 0,1	4	4	4	3,5	3
	0,1 a < 1	3,5	3,5	3,5	3	2,5
Carga normal	1 a < 3	2,5	2,5	2	2,5	3
	3 a < 5	1	1,5	2,5	3,5	4
	5 a < 7	2	2,5	3,5	4	4,5
Sobrecarga	7 a < 10	3,5	4	4,5	5	5
	? 10	4,5	5	5	5	5

 Transferir para o perfil o nível CN1

E19**NÍVEL DE ATENÇÃO**

A segunda componente CN2 da carga nervosa resulta do grau de mobilização da atenção do operador. Neste caso, as informações simples nas quais a percepção é imposta pela execução da tarefa conduzem a respostas ou a ações de caráter automático e invariável.

Ação automática e invariável:



A cada uma informação percebida (I) corresponde uma só resposta (R) do operador ou uma escolha binária simples, não necessitando uma intervenção de julgamento. Trata-se mais seguidamente de um controle visual, mais raramente de um controle sonoro.

A carga nervosa devido ao nível de atenção é caracterizada:

- ? pela duração da atenção CN2a;
- ? pela precisão do trabalho CN2b;
- ? pelos incidentes diversos (tempo de ciclo, trabalho em linha, ambiente desfavorável).

- CN2a - Duração da atenção em %:

É a duração relacionada com o tempo de ciclo de controle visual ou outro do operador ao longo de sua tarefa (ex. controle visual do posicionamento de uma peça)

- CN2b - Precisão do trabalho:

É apreciada em função da natureza do trabalho.

CN2a			CN2b		
Nível	Duração em % do Tc	Frequência (vezes/min)	Nível	Precisão do trabalho	
1	30	5	1	Grossoiro	Manutenção - preenchimento de caixas ou containers
2	60	10	2	Médio	Posicionamento de peças com gabarito
3	80	20	3	Fino	Montagem, posicionamento de pequenas peças sem gabarito
4	90	40	4	Muito Fino	Regulagem ou controle
5			5	Minucioso	Montagem, regulagem, controle tipo fabricação de instrumentos de medição

O nível de CN2 é dado pela média de CN2a e CN2b: $CN2 = \frac{CN2a + CN2b}{2}$

2

CORREÇÕES POR INCIDENTES DIVERSOS:

1. Tempo de ciclo

Uma restrição em termos de tempo agrava a fadiga nervosa causada pelo nível de atenção.

O nível de CN2 é corrigido em função do tempo de ciclo (TC em min).

TC em min	1	3	5	10
Correção de CN2	+ 1	+ 0,5	0	- 0,5

Ex. : - CN2a = 4 CN2 = 3,5
 - CN2b = 3

Se: - TC = 12 min CN2 = 3,5 - 0,5 = 3
 - TC = 2 min CN2 = 3,5 + 0,5 = 4

2. Trabalho em linha

O trabalho em linha (de maneira imposta, sem estoque tampão, ...) aumenta a fadiga nervosa.

O nível de CN2 é acrescido de meio ponto (+ 0,5).

3. Ambiente desfavorável

Em caso de um ambiente muito desfavorável (calor, ruído, vibrações, etc., critérios 6 a 11), o nível de CN2 é agravado:

? + 0,5 se um critério ambiental é de nível 4 ou 4,5.

? + 1 se um critério ambiental é de nível 5.

 Transferir para o perfil o nível CN2 corrigido para considerar os incidentes diversos

FATORES PSICOLÓGICOS E SOCIOLÓGICOS

Quatro fatores psicológicos e sociológicos são considerados:

F	AUTONOMIA
G	RELAÇÕES
H	REPETITIVIDADE
I	CONTEÚDO

Diferentemente dos critérios ergonômicos (A, B, C e D) determinados essencialmente pela concepção técnica das instalações, os fatores psicológicos e sociológicos (E, F, G, H e I) exigem ainda, para a sua correta avaliação, o conhecimento e a consideração das modalidades da organização adotadas pelos responsáveis da produção tais como a possibilidade de rotação de postos de trabalho, organização do tempo de repouso, autonomia de grupo, papel da chefia, etc.

F**AUTONOMIA****APRESENTAÇÃO**

É a faculdade que dispõe um operador, ou um grupo de operadores de poder variar no tempo seu ritmo instantâneo e de deixar por livre e espontânea vontade seu posto de trabalho, sem que isto perturbe a produção, nem acima, nem abaixo de seu posto.

Esta autonomia se exerce no contexto da produção imposta sob uma base horária, diária ou semanal. O operador ou o grupo dispõe assim de maneira mais ou menos ampla de gestão de tempo de repouso que lhe é permitido e do avanço que ele pode constituir.

F 20

AUTONOMIA INDIVIDUAL

A autonomia individual resulta mais frequentemente da existência de um estoque intermediário entre 2 postos sucessivos ou de uma possibilidade de troca de posto de trabalho, permitindo aos operadores variar seus ritmos em períodos de ordem de 2 horas ou de parar. Ela é seguidamente limitada:

- ? pela interdependência dos operadores (operações dependentes)
- ? pelo trabalho com um material fixo e invariável
- ? pela situação dos elementos de estocagem
- ? pela densidade dos operadores em uma mesma zona de trabalho

Dois indicadores determinam F:

- ? F1: variação do ritmo de trabalho;
- ? F2: grau de liberdade com relação ao posto de trabalho.

F1 – Variação do ritmo de trabalho

É o valor em % da variação do ritmo do operador ao longo da jornada e por períodos de ordem de 2 horas, relacionado à cadência de produção imposto, compatível com a organização e a flexibilidade da instalação.

Quatro limiares de 5 a 20% determinam 5 níveis : (*)

Níveis F1	Variação em %	Variações em
1		
2	? 20	24
3	? 15	18
4	? 10	12
5	? 5	6

(*) Fazendo a hipótese que, na maioria das vezes, a determinação dos tempos permite a identificação de uma variação média do ritmo de trabalho de um operador, procede-se a análise dos obstáculos eventuais ao exercício efetivo desta variação, constituídos pela máquina, pelos equipamentos ou pela organização.

F2 – Grau de liberdade com relação do posto de trabalho


É a duração durante a qual um operador pode deixar seu posto de trabalho, a sua própria vontade, sem perturbar a produção.

Quatro limiares de 1 a 30 minutos determinam 5 níveis:

Níveis F2	Duração de parada em minutos
1	30
2	15
3	5
4	1
5	

NOTA:

Os operadores dispõem habitualmente de um tempo de repouso da ordem de 45 minutos por dia, este tempo podendo ser ampliado por um ganho de tempo de execução. A autonomia individual é por exemplo de 15 minutos quando o operador pode utilizar seu tempo de repouso global, a sua própria vontade, em frações de tempo indo até 15 minutos.

 Transferir para o perfil do nível F dado pela fórmula

$$F = \frac{F1 + 2 \cdot F2}{3}$$

Ex.: F1 = 1

F = 3

F2 = 4



G**RELAÇÕES****APRESENTAÇÃO**

As relações dependem das possibilidades de comunicação interindividuais durante o tempo de trabalho, tendendo a favorecer os contatos, a reduzir o isolamento de um operador em seu posto ou a permitir a execução de um trabalho em grupo.

As relações são avaliadas a partir de:

- ? G21: Relações independentes do trabalho

G 21

RELAÇÕES INDEPENDENTES DO TRABALHO

Trata-se das relações interindividuais possíveis durante o trabalho, mas sem ligação direta com ele mesmo.

Estas possibilidades de comunicação são geralmente função da natureza da atividade, da situação geográfica e do ambiente dos postos de trabalho. São consideradas as facilidades dadas aos operadores de terem relações fora do horário de trabalho (paradas ou deslocamentos curtos sem perturbar o trabalho).

Cinco níveis diferenciam os graus de isolamento e de relações:

Níveis	Definições
1	As relações interindividuais são facilitadas por uma organização especialmente estudada.
2	As relações interindividuais são fáceis e os operadores têm a possibilidade de se reagrupar a sua conveniência.
3	As relações interindividuais são fáceis, as tarefas dos operadores são independentes mas uma vida de relações de grupo existe.
4	As relações interindividuais são possíveis durante o trabalho mas permanecem limitadas ou difíceis (implantação, ruído, trabalho absorvente)
5	O operador é isolado em seu posto. Os únicos contatos possíveis se fazem no momento das pausas.



Transferir para o perfil o nível G

H**REPETITIVIDADE****APRESENTAÇÃO**

Uma atividade cíclica de curta duração leva a uma grande repetição de seqüências gestuais sempre idênticas. Ela induz no operador um automatismo de execução dos gestos, que induzem ao abatimento e sentimento de monotonia com relação ao trabalho.

A repetitividade – monotonia (h) é avaliada por um único critério: o tempo de ciclo

O nível de H assim determinado pode ser modificado:

- ? pela repetitividade interna do ciclo,
- ? pela rotação de um operador em vários postos

NOTA:

A noção de repetitividade – monotonia não visa determinar o interesse do trabalho por seu conteúdo, mas avaliar o abatimento provocado pela repetição dos mesmos gestos.

H 22

REPETITIVIDADE DO CICLO

A repetitividade do ciclo é caracterizada pela duração do tempo do ciclo.

Quatro limites de 1 a 10 minutos determinam 5 níveis :

Níveis	Tempo de ciclo (TC em min)
1	10
2	5
3	3
4	1
5	

INCIDÊNCIA DA REPETITIVIDADE INTERNA DO CICLO

A repetitividade interna do ciclo é a repetição dentro do ciclo de operações idênticas e de curta duração. Ela constitui uma agravação da repetitividade do ciclo, em função do número (N) de repetições por ciclo (N/c) conforme a tabela abaixo.

Ela só é considerada se representar em sua totalidade mais de 50% do tempo do ciclo.

Correção de H:

N/c	1	2	3	4	5	6	> 6
Correção	0	+ 0,5	+ 1	+ 1,5	+ 2	+ 2,5	+ 3

Ex.: apertar 5 porcas uma após a outra em uma peça no mesmo ciclo : + 2.

INCIDÊNCIA DA ROTAÇÃO EM VÁRIOS POSTOS

A rotação de um operador em vários postos diferentes reduz a monotonia de seu trabalho.

- Ela deve se efetuar em certos limites:

? um período de rotação muito longo, superior a 3 meses, exige uma readaptação difícil;

? uma frequência muito rápida é mal ressentida pelos operadores.

- A tabela abaixo indica o valor da correção a adicionar a H em função:

? do número de postos diferentes (N);

? do tempo passado em cada posto (Tp).

- Correção de H

Tp		1 Mês	1 Semana	1 Dia - ½ Dia	1 Hora
N	2 - 3	- 0,5	- 0,5	-1	-0,5
	4 - 5	0	-0,5	-1,5	-0,5
	6 - 7	0	-0,5	-1,5	0
	8	+ 0,5	0	-1	+ 0,5
	> 8	+ 0,5	0	-0,5	+ 0,5

NOTA:

Após as correções, quando o nível é superior a 5, colocar 5⁺.



Transferir para o perfil o nível de G, corrigido, caso ocorra pela incidência da repetitividade interna e da rotação

I**CONTEÚDO DO TRABALHO****APRESENTAÇÃO**

O conteúdo do trabalho indica em que medida a tarefa de um operador:
faz um chamamento ao seu potencial de aptidões;
engaja sua responsabilidade;
suscita seu interesse.

O conteúdo do trabalho é avaliado a partir de três critérios:

1. I23: O potencial

- dois indicadores:

? I23.1: duração da adaptação;

? I23.1: conhecimentos gerais necessários.

2. I24: A responsabilidade

- três indicadores:

? I24.1: possibilidade de erros;

? I24.2: conseqüências dos erros;

? I24.3: grau de iniciativa (decisões, intervenções).

3. I25: O interesse do trabalho

- dois indicadores:

? I25.1: diversificação das funções;

? I25.2: identificação ao produto.

I 23**POTENCIAL**

É o nível de aptidões necessárias para manter o posto de maneira satisfatória.

Dois indicadores determinam H1:

? I23.1: duração da adaptação;

? I23.2: conhecimentos gerais.

I23.1 - DURAÇÃO DE ADAPTAÇÃO

É o tempo necessário a um operador médio para adaptar-se a seu trabalho e o executar nas condições de produção satisfatórias.

Trata-se de considerar a complexidade da tarefa sem considerar o costume gestual e fisiológico.

Cinco durações de adaptação definem os 5 níveis de exigência do posto:

Níveis	Duração de adaptação
1	Mais de um mês
2	Em torno de um mês
3	2 a 3 semanas
4	Em torno de 1 semana
5	Algumas horas (2 dias no máximo)

NOTA:

Se uma formação especial é dispensada fora do fábrica, uma hora de formação é assimilada a um dia de aprendizagem sobre o total.

I23.2 - CONHECIMENTOS GERAIS

São os conhecimentos elementares, indispensáveis ao operador para cumprir sua tarefa em boas condições.

Cinco durações de adaptação definem os 5 níveis de exigência do posto :

Níveis	Duração de adaptação
1	Necessidade de prestar conta por escrito de um incidente, de especificações simples.
2	Necessidade de ler, escrever e contar (utilizar as 4 operações).
3	Necessidade de prestar conta verbalmente de uma situação para identificar um incidente, proceder a uma regulagem, etc.
4	Necessidade de ler números, reconhecer os números (cartas ou mostradores), compreender as especificações verbais.
5	Ausência de conhecimentos, mesmo que rudimentares

NOTA:

Certos sinais distintos eliminam a necessidade de uma leitura aparentemente indispensável.

 Transferir para o perfil o nível I23.1 ou de I23.2 menos elevado

I 24

RESPONSABILIDADE

É o grau de implicação pessoal do operador com relação às pessoas, ao produto ou aos equipamentos, tornado necessário ou possível pelo trabalho.

Três indicadores determinam H2:

- ? I24.1: probabilidade de erros;
- ? I24.2: conseqüências dos erros;
- ? I24.3: grau de iniciativa.

I24.1 - PROBABILIDADE DE ERROS

Trata-se de determinar se a natureza de uma tarefa, por sua complexidade, sua repetitividade, sua variabilidade, a escolha eventual que ela implica, é uma fonte aleatória ou certa de erros.

Cinco níveis situam a probabilidade de erros em função da natureza da tarefa:

Níveis	Definições
1	A freqüência e a diversidade dos códigos, equipamentos, índices, trocas de produção, são um fonte freqüente de erros.
2	O trabalho necessita uma escolha entre os elementos não identificados, variantes limitadas.
3	Trabalho de execução de especificações simples. Várias possibilidades. Os elementos não são identificados. Autocontrole necessário.
4	Trabalho de execução de especificações simples. Poucas possibilidades, escolha fácil, os elementos de identificação são simples.
5	Trabalho de execução e especificações precisas. Uma só possibilidade, nenhuma escolha.

I24.2 - CONSEQÜÊNCIAS DOS ERROS

Trata-se de identificar os diferentes graus de incômodo, perturbação, de riscos, de custos causados ao produtos, aos equipamentos ou às pessoas pelos erros ocorridos ao longo da execução da tarefa pelo operador.

Estas conseqüências podem aparecer imediatamente nos postos anteriores ou posteriores à tarefa.

Cinco níveis situam a importância dos erros :

Níveis	Definições
1	Os erros cometidos levam a: - uma recusa definitiva do produto - um risco grave para os equipamentos ou pessoas - uma parada importante da produção
2	Os erros cometidos necessitam de uma intervenção de longa duração, com perturbação grave da produção (final de linha) ou retrabalho do produto.
3	Os erros necessitam a intervenção imediata mas só criam perturbações limitadas na produção ou um retrabalho no final do processo.
4	Os erros criam perturbações no final do processo, incomodam outros operadores, mas não têm conseqüências sobre os equipamentos ou produtos. Ex.: controle sistemático e retrabalhos no final do processo
5	Os erros cometidos não têm nenhuma influência no final do processo (produto, equipamento ou pessoas).


I24.3 - GRAU DE INICIATIVA

Toda intervenção de um operador:

- ? por resolver uma dificuldade aferente a sua tarefa;
- ? por fazê-la ser resolvida por uma pessoa competente, constitui uma iniciativa que implica sua responsabilidade.

Cinco níveis de iniciativa são definidos:

Níveis	Definições
1	O operador pode regular os incidentes por seus próprios meios (aprovisionamento quando da ruptura de estoque, etc.) ou decidir chamar serviços exteriores.
2	O operador pode regular certos incidentes por seus próprios meios.
3	O operador deve identificar os problemas e escolher a pessoa suscetível de regulá-los (chefe de equipe, controlador, manutenção, etc.).
4	O operador se refere sistematicamente ao regulador, ao controlador, etc.
5	Nenhuma iniciativa. Todo problema é regulado sistematicamente pelo regulador, pelo controlador ou pela manutenção, sem intervenção do operador.

 Transferir para o perfil o nível de I24 dado pela fórmula:

$$I24 = \frac{I24.1 + I24.2 + I24.3}{3}$$

I 25

INTERESSE DO TRABALHO

São os elementos de motivação e de satisfação ligados ao cumprimento da tarefa.

Por hipótese, a situação ótima é aquela na qual o operador:

- ? assume as funções variadas de controle, retrabalho, etc.
- ? realiza um produto acabado ou um subconjunto significativo,
- ? intervém na escolha do processo.

Dois indicadores determinam I25:

- ? I25.1: diversificação das funções;
- ? I25.2: identificação do produto.

I25.1 - DIVERSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES

As diferentes fases de fabricação de um produto exigem intervenções de natureza diferentes: transformação (usinagem, montagem), controle, retrabalho, manutenção, etc. Estas diferentes intervenções cumpridas por um mesmo operador contribuem para diversificar suas funções.

Cinco níveis são definidos segundo a diversidade das intervenções:

Níveis	Definições
1	O operador assegura a execução, o controle, os retoques, a manutenção e faz os contatos necessários para o funcionamento de seu posto (atividades periféricas, provisionamento, qualidade, etc.).
2	O operador assegura a execução, o controle, os retoques e a manutenção corriqueira de seu posto (verificações e pequenos consertos).
3	O operador assegura várias funções simples (execução, controle, retoques) ou uma função complexa.
4	O operador assegura duas funções simples (execução mais controle, ou controle mais retoques, etc.).
5	O operador assegura uma só função simples (execução, ou controle, ou retoques, etc.).

I25.2 - IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

A tarefa que regrupa um certo número de operações permitindo a fabricação de um conjunto ou de um subconjunto significativo, leva o operador a se reconhecer no produto de seu trabalho.


Esta identificação é função do caráter maior ou menos significativo do produto.

Ex.:

- ? montagem do conjunto de um circuito de frenagem garantido a segurança dos clientes;
- ? colocação de uma peça dando embelezamento ou estética ao veículo.

Cinco níveis de iniciativa são definidos:

Níveis	Definições
1	O operador realiza um produto acabado sem intervenção ou modificação no final.
2	O operador realiza um conjunto completo podendo ser modificado.
3	As operações sucessivas constituem um subconjunto completo.
4	As operações são independentes mas pertencem a um mesmo subconjunto.
5	As operações sucessivas são totalmente independentes umas das outras e pertencem a subconjuntos diferentes.

 Transferir para o perfil o nível de I25 dado pela fórmula:

$$I25 = \frac{I25.1 + I25.2}{3}$$

ANEXO C - Questionário Subjetivo

QUESTIONÁRIO SUBJETIVO

Setor:

Idade:

Posto:

Tempo na empresa:

Nível de escolaridade:

A) CONCEPÇÃO DO POSTO

1. Considerando a altura do plano de trabalho, a situação do posto de trabalho é:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| muito confortável | <input type="checkbox"/> |
| confortável | <input type="checkbox"/> |
| indiferente | <input type="checkbox"/> |
| desconfortável | <input type="checkbox"/> |
| muito desconfortável | <input type="checkbox"/> |

2. Considerando o afastamento do plano de trabalho, a situação do posto de trabalho é:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| muito confortável | <input type="checkbox"/> |
| confortável | <input type="checkbox"/> |
| indiferente | <input type="checkbox"/> |
| desconfortável | <input type="checkbox"/> |
| muito desconfortável | <input type="checkbox"/> |

3. Em relação ao conforto, a distância lateral, no seu posto de trabalho é:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| muito confortável | <input type="checkbox"/> |
| confortável | <input type="checkbox"/> |
| indiferente | <input type="checkbox"/> |
| desconfortável | <input type="checkbox"/> |
| muito desconfortável | <input type="checkbox"/> |

4. Você acha que o local reservado para os pés, no posto de trabalho é:

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| muito espaçoso | <input type="checkbox"/> |
| espaçoso | <input type="checkbox"/> |
| suficiente | <input type="checkbox"/> |
| insuficiente | <input type="checkbox"/> |
| muito insuficiente | <input type="checkbox"/> |

5. Em se tratando de receber ou entregar material, é necessário:

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| nenhum esforço | <input type="checkbox"/> |
| pouco esforço | <input type="checkbox"/> |
| esforço considerável | <input type="checkbox"/> |
| esforço excessivo | <input type="checkbox"/> |
| esforço além da capacidade | <input type="checkbox"/> |

6. Considerando os obstáculos e a acessibilidade ao posto de trabalho, a situação é:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| muito satisfatória | <input type="checkbox"/> |
| satisfatória | <input type="checkbox"/> |
| tolerável | <input type="checkbox"/> |
| insatisfatória | <input type="checkbox"/> |
| muito insatisfatória | <input type="checkbox"/> |

7. As informações presentes no seu posto de trabalho são:

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| claras | <input type="checkbox"/> |
| bastante adequadas | <input type="checkbox"/> |
| suficientes | <input type="checkbox"/> |
| pouco adequadas | <input type="checkbox"/> |
| confusas | <input type="checkbox"/> |

B) SEGURANÇA

8. O nível de risco de ocorrer algum dos acidentes abaixo, no seu posto de trabalho é:

- | | |
|--------------|--------------------------|
| inexistente | <input type="checkbox"/> |
| raro | <input type="checkbox"/> |
| baixo | <input type="checkbox"/> |
| freqüente | <input type="checkbox"/> |
| muito grande | <input type="checkbox"/> |

Choque
esmagamento
intoxicação

queda gente
queda de objetos
queimaduras

cortes
radiação

9. Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) são:

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| excelentes | <input type="checkbox"/> |
| satisfatórios | <input type="checkbox"/> |
| toleráveis | <input type="checkbox"/> |
| insatisfatórios | <input type="checkbox"/> |
| inexistentes | <input type="checkbox"/> |

C) AMBIENTE FÍSICO

10. O ambiente térmico é:

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| muito agradável | <input type="checkbox"/> |
| agradável | <input type="checkbox"/> |
| indiferente | <input type="checkbox"/> |
| desagradável | <input type="checkbox"/> |
| quase insuportável | <input type="checkbox"/> |

11. O ambiente sonoro é:

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| muito agradável | <input type="checkbox"/> |
| agradável | <input type="checkbox"/> |
| indiferente | <input type="checkbox"/> |
| desagradável | <input type="checkbox"/> |
| quase insuportável | <input type="checkbox"/> |

12. As condições de iluminação são:

- | | |
|---------------|--------------------------|
| excelentes | <input type="checkbox"/> |
| suficientes | <input type="checkbox"/> |
| toleráveis | <input type="checkbox"/> |
| insuficientes | <input type="checkbox"/> |
| inexistentes | <input type="checkbox"/> |

13. Você está exposto a vibrações ou choques, ao longo da jornada de trabalho:

- | | |
|--------------|--------------------------|
| nunca | <input type="checkbox"/> |
| raramente | <input type="checkbox"/> |
| poucas vezes | <input type="checkbox"/> |
| quase sempre | <input type="checkbox"/> |
| sempre | <input type="checkbox"/> |

14. Em relação à poluição do ar, o posto de trabalho é:

- | | |
|---------------|--------------------------|
| não poluído | <input type="checkbox"/> |
| pouco poluído | <input type="checkbox"/> |
| tolerável | <input type="checkbox"/> |
| poluído | <input type="checkbox"/> |
| muito poluído | <input type="checkbox"/> |

15. Em relação à limpeza e a aparência do ambiente de trabalho, a situação atual é:

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| muito agradável | <input type="checkbox"/> |
| agradável | <input type="checkbox"/> |
| indiferente | <input type="checkbox"/> |
| desagradável | <input type="checkbox"/> |
| muito desagradável | <input type="checkbox"/> |

D) CARGA FÍSICA

16. Durante a jornada de trabalho, sua principal postura no trabalho faz com que você se sinta

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| muito confortável | <input type="checkbox"/> |
| confortável | <input type="checkbox"/> |
| indiferente | <input type="checkbox"/> |
| desconfortável | <input type="checkbox"/> |
| muito desconfortável | <input type="checkbox"/> |

17. Seu trabalho é, em média:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| repousante | <input type="checkbox"/> |
| pouco cansativo | <input type="checkbox"/> |
| cansativo | <input type="checkbox"/> |
| bastante cansativo | <input type="checkbox"/> |
| extremamente cansativo | <input type="checkbox"/> |

E) EXIGÊNCIA MENTAL

18. A quantidade de decisões que você deve tomar, para realizar seu trabalho, é:

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| nenhuma decisão | <input type="checkbox"/> |
| pequena | <input type="checkbox"/> |
| média | <input type="checkbox"/> |
| elevada | <input type="checkbox"/> |
| muito elevada | <input type="checkbox"/> |

19. O nível de atenção que você deve ter ao realizar o trabalho é:

- | | |
|----------------|--------------------------|
| não necessário | <input type="checkbox"/> |
| pouco intenso | <input type="checkbox"/> |
| normal | <input type="checkbox"/> |
| intenso | <input type="checkbox"/> |
| muito intenso | <input type="checkbox"/> |

F)AUTONOMIA

20.1 De que maneira você pode organizar sozinho seu trabalho (ritmo de trabalho, maneira de trabalhar, grupo no qual trabalhar):

- | | |
|------------|--------------------------|
| totalmente | <input type="checkbox"/> |
| bastante | <input type="checkbox"/> |
| suficiente | <input type="checkbox"/> |
| pouco | <input type="checkbox"/> |
| não pode | <input type="checkbox"/> |

20.2 O nível de autonomia que você tem para realizar o trabalho, influencia a maneira com que você trabalha (motivação, ritmo de trabalho, qualidade do trabalho, interesse,...):

- | | |
|--------------|--------------------------|
| sempre | <input type="checkbox"/> |
| quase sempre | <input type="checkbox"/> |
| raramente | <input type="checkbox"/> |
| um pouco | <input type="checkbox"/> |
| nunca | <input type="checkbox"/> |

G) RELAÇÕES

20.3 Você pode falar com os colegas, sobre outras coisas, ao longo do expediente, a não ser sobre o trabalho:

- | | |
|--------------|--------------------------|
| sempre | <input type="checkbox"/> |
| quase sempre | <input type="checkbox"/> |
| poucas vezes | <input type="checkbox"/> |
| raramente | <input type="checkbox"/> |
| nunca | <input type="checkbox"/> |

H) REPETITIVIDADE

21. Você acha seu trabalho:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| variado | <input type="checkbox"/> |
| pouco repetitivo | <input type="checkbox"/> |
| bom | <input type="checkbox"/> |
| bastante repetitivo | <input type="checkbox"/> |
| muito repetitivo | <input type="checkbox"/> |

I) CONTEÚDO DO TRABALHO

23.1. O grau de dificuldade para aprender a realizar seu trabalho é:

- | | |
|-------------|--------------------------|
| muito baixo | <input type="checkbox"/> |
| baixo | <input type="checkbox"/> |
| normal | <input type="checkbox"/> |
| alto | <input type="checkbox"/> |
| muito alto | <input type="checkbox"/> |

23.2. Durante seu trabalho, é necessário:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| prestar conta por escrito | <input type="checkbox"/> |
| ler, escrever e contar | <input type="checkbox"/> |
| prestar conta verbalmente | <input type="checkbox"/> |
| ler e reconhecer números | <input type="checkbox"/> |
| nem ler, nem escrever, nem contar | <input type="checkbox"/> |

24.1. As possibilidades de erro, ao longo de sua jornada de trabalho, são:

- nulas
- pequenas
- médias
- grandes
- muito grandes

24.2. Esses erros podem ser:

- sem gravidade
- pouco graves
- médios
- graves
- muito graves

24.3. Com relação aos erros ocorridos, você pode resolvê-los:

- sempre
- quase sempre
- às vezes
- raramente
- nunca

25.1. Você considera seu trabalho:

- muito interessante
- interessante
- bom
- pouco interessante
- desinteressante

25.2. O que você faz é:

- um produto completo
- um produto quase completo
- várias etapas do produto
- poucas etapas do produto
- uma parte do produto