

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

**LEVANTAMENTO DE DEMANDAS ERGONÔMICAS EM DEZ
PLANTAS PETROQUÍMICAS BRASILEIRAS**

LAURENCE RICARDO ADORNO

PORTO ALEGRE

2004

Laurence Ricardo Adorno

**LEVANTAMENTO DE DEMANDAS ERGONÔMICAS EM DEZ
PLANTAS PETROQUÍMICAS BRASILEIRAS**

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

Orientador: Lia Buarque M. Guimarães, PhD, CPE

PORTO ALEGRE

2004

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 pela Coordenadora do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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

Prof^a. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dra.
Coordenadora MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Cesar Antonio Leal, PhD.
DENUK/UFRGS

Prof. Tarcisio Abreu Saurin, Dr.
PPGEP/UFRGS

Prof. Rubem da Cunha Reis, Dr.
PUC-RS

AGRADECIMENTO

À minha orientadora Lia Buarque de Macedo Guimarães pelos seus ensinamentos e dedicação;

Aos demais professores do PPGEP, colegas de curso, colegas de trabalho e amigos;

Ao amigo Manoel Fernandes pelo incentivo em iniciar este Mestrado;

Aos meus pais pelo carinho e apoio, Carmen e Antonio;

À minha querida esposa Édina e meu querido filho Leonardo.

A todas as pessoas que convivem conosco,
repito a frase que me acompanha desde
o início deste projeto ...

*“Diga - me, e eu esquecerei
Mostre - me, e eu me lembrarei
Envolva - me, e eu compreenderei“*

Confúcio

RESUMO

Esta dissertação trata das demandas ergonômicas dos operadores de plantas petroquímicas. Com base na revisão bibliográfica foi pesquisado o impacto dos projetos na construção de plantas (leiaute, detalhamento de tubulações, válvulas, instrumentos, controladores, etc) e verificado a sua repercussão no trabalho dos operadores durante o processo produtivo. Com base no método Design Macroergonômico (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999), foram identificados os itens de demanda ergonômica dos operadores de dez plantas petroquímicas em cinco unidades e duas empresas. Os itens prioritários foram à acessibilidade a instrumentos e equipamentos, transporte manual de matérias, ruído nas áreas operacionais e cadeiras nas salas de controle. Os resultados mostram que a elaboração de um projeto que leve em conta a segurança e ergonomia pode contribuir para a redução de problemas, principalmente os de ordem físico/ambiental. As demandas dos usuários identificadas neste estudo podem ser úteis para a concepção de novas plantas adequadas às necessidades dos operadores.

Palavras-chave: Demanda ergonômica, Projeto, Planta Petroquímica.

ABSTRACT

This work deals with on the ergonomic demands of petrochemical plant operators. It was based upon a bibliography review in which the impact of the project design on the construction of the plant has been analysed (lay-out, pipeline details, valves, tools, gauges, etc.); with respect to the operator's response during the his work shift. Itens of ergonomic demands, were selected according to the Macroergonomic Design Method (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999), in ten petrochemical plants in five units of two companies. These itens were elected taking into account tools and equipment accessibility, material handling, noise in the operational areas and condition of the seats in the control room. The results, showed that designing a project with the focus on safety and ergonomics may help the reduction of problems, mainly the physical and environmental ones. The results can be applied to the project of new plants which attend the operator's real needs.

Key word: ergonomic demand, design, petrochemical plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Custo das ações ergonômicas em função da fase de projeto	31
Figura 2 - Distribuição das plantas, unidades e cidades das empresas avaliadas (Braskem e Innova)	32
Figura 3 - Exemplo da estruturação das perguntas inseridas nos questionários	40
Figura 4 - Diagrama de desconforto/dor adaptada de Corlett e utilizada para avaliar a percepção de fadiga física dos usuários	43
Figura 5 - Percentual de participação nos questionários	44
Figura 6 - Gráfico de distribuição dos operadores por faixa de idade para todas plantas ..	47
Figura 7 - Gráfico de distribuição dos operadores por tempo de empresa para todas as plantas	49
Figura 8 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Bulk1	55
Figura 9 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Bulk2	56
Figura 10 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Piloto	58
Figura 11 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Spherilene	59
Figura 12 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da plantas Alta Pressão	61
Figura 13 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta PE1	62
Figura 14 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta PE2 Comercial	64
Figura 15 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta PE2 Piloto	65
Figura 16 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Estireno	67
Figura 17 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Poliestireno	68
Figura 18 - Efeito da jornada de trabalho – planta Bulk1	70
Figura 19 - Efeito da jornada de trabalho – planta Bulk2	71
Figura 20 - Efeito da jornada de trabalho – planta Piloto	72
Figura 21 - Efeito da jornada de trabalho – planta Spherilene	73
Figura 22 - Efeito da jornada de trabalho – plantas Alta Pressão	74

Figura 23 - Efeito da jornada de trabalho – planta PE1	75
Figura 24 - Efeito da jornada de trabalho – planta PE2 Comercial	76
Figura 25 - Efeito da jornada de trabalho – planta PE2 Piloto	77
Figura 26 - Efeito da jornada de trabalho – planta Estireno	78
Figura 27 - Efeito da jornada de trabalho – planta Poliestireno	79
Figura 28 - Ranking das maiores incidências de insatisfação em todas as plantas	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrições das plantas petroquímicas	35
Tabela 2 - Período de realização da coleta de dados	38
Tabela 3 - Montagem das perguntas com similaridade entre as plantas	41
Tabela 4 - Agrupamento das questões por constructos e tipos de atividades	42
Tabela 5 - Amplitude do estudo de caso nas empresas avaliadas	44
Tabela 6 - Distribuição dos operadores por faixas de idade para todas plantas	47
Tabela 7 - Tempo de operação das plantas petroquímicas em relação ao estudo	48
Tabela 8 - Distribuição dos operadores por tempo de empresa para todas as plantas	49
Tabela 9 - Resultados das entrevistas – planta Bulk1, Bulk2 e Piloto	50
Tabela 10 - Resultados das entrevistas – plantas Spherilene e Alta Pressão	51
Tabela 11 - Resultados das entrevistas – planta PE1	51
Tabela 12 - Resultados das entrevistas – plantaPE2 Comercial	52
Tabela 13 - Resultados das entrevistas – planta PE2 Piloto	52
Tabela 14 - Resultados das entrevistas – planta Estireno	53
Tabela 15 - Resultados das entrevistas – planta Poliestireno	53
Tabela 16 - Resultados do Alpha de Cronbach por planta	54
Tabela 17 - Análise descritiva e teste de Wilcoxon das regiões do corpo de acordo com nível de desconforto/dor dos operadores	69
Tabela 18 - Análise descritiva dos questionários de insatisfação-satisfação para todas plantas	79
Tabela 19 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação à questão de acesso as válvulas	80
Tabela 20 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao posicionamento das válvulas	81
Tabela 21 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao manuseio das	

válvulas	81
Tabela 22 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação as escadas na área	82
Tabela 23 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao transporte de materiais	83
Tabela 24 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação a manobras em equipamentos	84
Tabela 25 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao carregamento de insumos nos equipamentos	84
Tabela 26 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação a cadeira de trabalho	85
Tabela 27 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao micro computador no painel de controle	86
Tabela 28 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao ruído na sala de controle	86
Tabela 29 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao ruído na área	87
Tabela 30 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação a temperatura na área	88
Tabela 31 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação a temperatura na sala de controle	88
Tabela 32 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao nível de iluminação na sala de controle	89
Tabela 33 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao nível de iluminação na área	90
Tabela 34 - Grupos de plantas indexados pela intensidade do cansaço visual	90
Tabela 35 - Grupos de plantas indexados pela intensidade da dor de cabeça	91
Tabela 36 - Grupos de plantas indexados pela intensidade de dores musculares	92
Tabela 37 - Análise descritiva dos questionários de insatisfação-satisfação por constructos para todas as plantas	92
Tabela 38 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao posto de trabalho	93
Tabela 39 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao Ambiente	93

Tabela 40 - Grupos de plantas indexados pela intensidade de desconforto/dor	94
Tabela 41 - Análise descritiva dos questionários de insatisfação-satisfação por tipo de serviço para todas plantas	94
Tabela 42 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação às manobras em válvulas	95
Tabela 43 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação às atividades na área operacional	96
Tabela 44 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação às atividades na sala de controle	96
Tabela 45 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao ambiente sala de controle	97
Tabela 46 - Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao ambiente área operacional	97
Tabela 47 - Grupos de plantas indexados pela intensidade de dor nas atividades na sala de controle	98
Tabela 48 - Grupos de plantas indexados pela intensidade de dor nas atividades na área operacional	98

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Tema e objetivo	16
1.1.1 Tema	16
1.1.2 Objetivo	17
1.2 Limitações do trabalho	17
1.3 Estrutura	17
2. ERGONOMIA EM PROJETOS DE UNIDADES PETROQUÍMICAS	19
2.1 Teoria da ergonomia no projeto	19
2.2 Contexto atual da ergonomia no projeto	22
2.3 Modelos experimentais	26
2.4 Experiências de projetos com abordagem ergonômica	27
2.5 Benefícios da ergonomia no projeto	29
3. ESTUDO ERGONÔMICO EM PLANTAS PETROQUÍMICAS	32
3.1 Metodologia do estudo	32
3.2 Descrição das empresas e dos processos produtivos	32
3.2.1 Processos produtivos	34
3.3 Análise macroergonômica do trabalho	36
3.3.1 Apreciação ergonômica: levantamento de opinião dos usuários	37
3.3.2 Análise estatística	44
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 Resultados por plantas	46
4.1.1 Distribuição dos funcionários por idade e tempo de empresa	46
4.1.2 Entrevistas	50

4.1.3	Questionários	54
4.1.4	Diagrama de desconforto/dor	68
4.2	Resultados por comparação entre as plantas	79
4.2.1	Questionários	79
4.2.2	Questionários por constructos	92
4.2.3	Questionários por tipo de serviço	94
4.3	Discussão dos resultados	99
5	– CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
5.1	Conclusões	103
5.2	Sugestões para trabalhos futuros	104
	REFERÊNCIAS	106
	APÊNDICES	110
A	– Resumos dos processos produtivos por plantas	111
B	– Modelos dos questionários relativos a demandas ergonômicas.....	125
C	– Análise descritiva dos resultados dos questionários por planta.....	144
D	– Análise descritiva dos resultados dos diagramas de desconforto/dor por planta	149
E	– Gráfico de desconforto/dor com as médias de cada região do corpo por planta no início e final da jornada de trabalho	155
E	– Fotos dos principais itens de demanda ergonômica verificados nas unidades petroquímicas	161
	ANEXOS	166
A	– Carta de consentimento - Braskem	167
B	– Carta de consentimento - Innova	169

1 INTRODUÇÃO

Todos os dias, milhões de pessoas utilizam produtos de plástico em todo o mundo. Esses produtos são o resultado das inúmeras formas que se pode dar ao plástico durante seu processo de transformação, o qual passa por três gerações de indústrias. A primeira e a segunda geração são responsáveis pela produção de matérias-primas e resinas que serão utilizadas na fabricação de inúmeros produtos. A origem de toda a cadeia do plástico está no petróleo. A partir do processo de refino do petróleo, obtém-se a nafta, entre outros derivados, a matéria-prima básica para as centrais petroquímicas de primeira geração. Por meio de um processo conhecido como craqueamento da nafta, as centrais conseguem produzir os gases eteno e propeno. Esses gases passam por um processo de polimerização para serem transformados em resinas termoplásticas nas indústrias de segunda geração. Os termoplásticos polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), polietileno tereftalato (PET), poliestireno (PS) podem ser moldados, já que amolecem quando aquecidos, e solidificam-se após o resfriamento.

As características de alta resistência e leveza do plástico, além da versatilidade, estimularam seu aproveitamento em uma gama extensa de produtos em quase todos os setores da indústria. O plástico é usado hoje como matéria-prima para a fabricação de produtos de uso cotidiano entre outros, como brinquedos, embalagens, peças automotivas e de eletrodomésticos, tubos, peças para construção civil, materiais higiênicos e outros. Outra vantagem dos plásticos é que são todos recicláveis. A recuperação dos produtos, ao mesmo tempo ponto final e de recomeço da cadeia, permite a redução da quantidade de lixo aterrada e, conseqüentemente, aumento da vida útil dos aterros sanitários, preservação dos recursos naturais, economia de energia, redução da poluição do ar e das águas e geração de empregos por meio da criação de indústrias de reciclagem. Um dos processos de reciclagem de plásticos mais desenvolvidos atualmente é a pirólise (decomposição pelo calor). Por meio desse processo, o plástico é aquecido, suas moléculas se rompem e dá-se início à sua transformação em óleo e gases. Esses gases são facilmente reaproveitados como matéria-prima na indústria petroquímica.

A cadeia petroquímica no Brasil equivale a 8% do PIB industrial, com faturamento de US\$ 17 bilhões por ano. No entanto, o consumo anual per capita de produtos termoplásticos no Brasil ainda pode crescer muito se comparado a outros países. Enquanto os brasileiros consomem 7 quilos de polietilenos anualmente, nos Estados Unidos esse consumo é de 44

quilos e na Europa de 36 quilos por pessoa. Na Argentina, consomem-se 10,7 quilos por pessoa todos os anos.

O uso intensivo do plástico no Brasil teve início na década de 50, e a demanda crescente gerou em pouco tempo a necessidade de um parque industrial nacional para substituir importações. Em meados dos anos 60, o Grupo União, uma associação de empresas paulistas, criava a Petroquímica União, em Capuava, no interior paulista. O projeto envolvia empresas estrangeiras e o governo brasileiro, intermediados pela Petroquisa (subsidiária da Petrobrás). A estatal serviu de força propulsora para a instalação da segunda e terceira gerações da cadeia do plástico no país e, conseqüentemente, dos complexos petroquímicos. Nascia, assim, o modelo tripartite, consolidado na década de 70 com a criação da Copene e o pólo petroquímico de Camaçari-BA. Em meados daquela década, o governo autorizou a criação da Copesul, central petroquímica do pólo petroquímico de Triunfo-RS, que contava com maior participação de engenharia brasileira. Mas, durante os anos 80, o modelo tripartite começava a dar sinais de esgotamento. Isto porque o governo passou a concentrar seus recursos na área de exploração e produção de petróleo, deixando de considerar como prioridade os investimentos necessários à expansão da petroquímica, um setor de capital intensivo.

Entre 1992 e 1995, em meio ao amplo programa de privatizações do governo federal, foram vendidas suas participações nas centrais petroquímicas. Isso encerrou o modelo tripartite, gerando resultados diferentes nos pólos do país. A Petroquímica União (PQU), a primeira do Brasil, foi privatizada em 1994, com o grupo Unipar passando a ser o maior acionista individual. No sul, a Copesul teve seu controle adquirido pelos grupos Odebrecht e Ipiranga e conseguiu manter uma gestão voltada para o crescimento e atualização tecnológica. O empenho nessa direção culminou em 1995, no “boom” de consumo provocado pelo Plano Real, com a decisão dos sócios controladores de duplicar o pólo de Triunfo, num projeto avaliado em US\$ 1,6 bilhão, sendo que as obras ficaram prontas em 2000. Mas o exemplo do sul não se repetiu em Camaçari, Bahia. A privatização do pólo baiano gerou uma pulverização de controle, criando no setor uma intrincada teia de participações cruzadas e interesses, muitas vezes conflitantes. Por conta disso, alguns investimentos importantes na Copene e na segunda geração da cadeia petroquímica foram adiados. A oportunidade para a reestruturação do setor surgiu em dezembro de 2000, quando o Banco Central, liquidante do Banco Econômico, colocou em leilão a participação que o banco baiano possuía na Conepar S.A., holding que detinha participação relevante no capital votante da Norquisa, controladora da Copene na época. O consórcio Odebrecht-Mariani foi o vencedor do leilão, o que lhe garantiu o controle

da Norquisa, holding que controlava na época a Copene. Logo após a aquisição, o consórcio deu início a um processo de integração entre empresas de primeira e de segunda geração. Este projeto marca o início de um novo ciclo da petroquímica brasileira, com o consórcio vencedor levando adiante o projeto de verticalização e integração da petroquímica do Brasil, criando a Braskem (BRASKEM, 2003).

Tendo em vista a importância da petroquímica no Brasil, é fundamental que além da qualidade dos termoplásticos produzidos, haja a preocupação com os funcionários que geram estas riquezas. Para a produção sair sem repercussões sobre os trabalhadores é importante que sua segurança, saúde, bem estar e conforto sejam priorizadas, assim a ciência da ergonomia vem de encontro a esta necessidade.

As preocupações e atitudes visando as melhorias nas condições do trabalho estão cada vez maiores, quer seja por parte do empregador, sindicato, delegacia do trabalho e ministério do trabalho (MTE, 2004c). Este conjunto de ações vem minimizando o impacto sobre os trabalhadores, somando-se a isto a aplicação de conceitos em ergonomia em projetos de plantas petroquímicas poderemos reduzir em muito as insatisfações e injúrias sobre os trabalhadores.

Duarte (1994), assim como Rensink e Uden (1999) têm estudado o impacto dos trabalhos em plantas de petróleo e petroquímica sobre os operadores, onde descrevem a necessidade de mudança nos postos de trabalho e também a inserção dos conceitos de ergonomia no projeto de unidades industriais.

1.1 TEMA E OBJETIVO

1.1.1 Tema

Este trabalho como tema de estudo aborda os aspectos referentes às demandas ergonômicas na operação de dez plantas petroquímicas de empresas localizadas nos pólos petroquímicos de Camaçari-BA e Triunfo-RS. Estas demandas refletem a percepção dos operadores permitindo as comparações entre as plantas, projetos e tecnologias.

1.1.2 Objetivo

O objetivo desta dissertação é verificar as diferentes demandas ergonômicas nas plantas petroquímicas analisadas, a fim de detectar situações que devam ser melhoradas sob o ponto de vista ergonômico, tanto na concepção de novas plantas, como na solução de problemas existentes.

1.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho aborda somente a fase de apreciação ergonômica, não incluindo a fase de diagnose e projeção da Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), proposta por Guimarães (2001). O presente trabalho está voltado ao controle operacional das plantas petroquímicas, não sendo considerados os serviços de manutenção realizados periodicamente nestas unidades que também pode ter ser influenciado pelos leiautes de projeto. Não foram encontrados parâmetros ou critérios de projeto para ergonomia na documentação das empresas petroquímicas, somente para questões de segurança, assim não conseguimos identificar se no período de concepção foram abordados os conceitos ergonômicos de interface homem-máquina.

1.3 ESTRUTURA

Este estudo está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo, são feitos os comentários iniciais do assunto, como: introdução, tema, objetivos, justificativa e limitações do trabalho.

O segundo capítulo trata da importância dos conceitos de ergonomia em projetos de unidades petroquímicas. É realizada, também, uma revisão bibliográfica sobre o assunto, com detalhamento sobre as preocupações dos projetos de plantas industriais, necessidade de simulações e acompanhamento de especialistas na etapa de desenvolvimento e concepção do projeto.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia aplicada a este estudo e a forma de levantamentos de dados: pesquisas de satisfação e tratamento estatístico destas informações, além de uma

descrição das empresas avaliadas, incluindo seus processos produtivos, suas diferentes tecnologias e projetos, e participação dos funcionários envolvidos .

No quarto capítulo, são demonstrados os resultados da estatística deste estudo, onde são inseridas a discussão e a análise dos dados.

No quinto capítulo, são apresentadas as conclusões deste estudo com algumas recomendações para futuros trabalhos.

2. ERGONOMIA EM PROJETOS DE UNIDADES PETROQUÍMICAS

2.1 Teoria da ergonomia no projeto industrial

Enquanto que tradicionalmente o custo de fabricação do produto era o único custo que interessava, considera-se hoje relevante também o custo de operação ou o custo decorrente do uso do produto por parte do consumidor. O conteúdo do fator qualidade também está mudando, a almejada satisfação do cliente depende cada vez mais da segurança e da qualidade de vida no trabalho e fora dele, para as quais o produto e suas características contribuem. E uma contribuição benéfica só pode ser garantida pelo projeto ergonômico e ecológico do produto. Produtos são projetados para serem usados por pessoas. São pessoas que o fabricam, o transportam, o instalam, o mantêm, o limpam e finalmente o sucateiam ou o reciclam. E pessoas têm características, capacidades, habilidades, aptidões e limitações individualmente diferentes. Produtos só são realmente projetados para as pessoas (projeto ergonômico de produtos), se nesse projeto houve a consideração explícita das características, capacidades, habilidades, aptidões e limitações - todas variáveis ao longo do tempo - dos grupos de pessoas que possivelmente entrarão em contato direto (usuário, operador) ou indireto (terceiro que pode ser afetado) com o produto em alguma de suas fases de vida, da fabricação ao sucateamento (GUIMARÃES, 2001a) .

Segundo Rensink e Uden (1998), a engenharia do fator humano é uma ciência aplicada que objetiva a integração do conhecimento das capacidades humanas e suas restrições com o desenvolvimento de produtos, local de trabalho e instalações para melhorar a eficiência, conforto, segurança e condições de saúde para as pessoas. Antes de definir o alcance da ergonomia é necessário discutir terminologia. A engenharia do fator humano e a ergonomia eram originalmente dois campos de estudo que evoluíram para um apenas. A engenharia do fator humano e a ergonomia usam as mesmas técnicas, mas elas têm sua origem em campos diferentes:

- a engenharia do fator humano origina-se do exército e tem seu foco na performance humana, por exemplo, o efeito que os humanos tem no ambiente de trabalho;
- a ergonomia baseia-se na segurança e conforto dos trabalhadores, por exemplo, o efeito que o ambiente de trabalho tem nos humanos.

Em outros campos, como a Tecnologia da Informação, por exemplo, a engenharia do fator humano é chamada também de “Engenharia Utilitária” ou “Projeto Centrado no Usuário”. A engenharia do fator humano é, acima de tudo, focada na otimização da parte do sistema de trabalho chamada Interface Homem/Máquina. Ela é, particularmente, ligada às interações cognitivas (transferência de informação e conhecimento) e físicas que ocorrem nas interfaces humanas com os sistemas técnicos. Além disso, fatores ambientais como ruído, iluminação, clima, vibrações e aspectos organizacionais podem ter um papel importante no desenvolvimento otimizado de uma interface homem/máquina (RENSINK; UDEN, 1998).

Considerações culturais, estratégicas e logísticas, promovem uma contínua contribuição durante a elaboração do projeto, resultando em uma decisão influenciada principalmente por argumentos conflitantes e restrições. Muitas vezes o capital investido precisa ser incorporado na infra-estrutura existente e, especialmente, nos últimos anos, mais capital de investimento é empregado em reformas e problemas de afunilamento (engarrafamento) existentes nas unidades (RENSINK; UDEN, 1999).

Segundo Sanders (1993), para um projeto obedecer boas características na interface homem – máquina, deve seguir os seguintes estágios:

- Estágio 1 – Determinar objetivos e especificação de performance (antes do sistema ser projetado, deve ser claramente definido um propósito ou razão para sua existência)
- Estágio 2 – Definição do sistema (definição das funções que cada sistema deve desempenhar, encontrando seu objetivo e especificações de performance)
- Estágio 3 – Desenho básico (as atividades são distribuídas em função do homem, hardware e software; são realizadas as análises de tarefas e projeto de trabalho. Numerosas mudanças podem ser realizadas neste estágio, devido a necessidade de revisões em decorrência das necessidades ergonômicas).
- Estágio 4 – Desenho de interface (depois do projeto básico definido e as funções e tarefas alocadas aos seres humanos, atenção deve ser dada às características da interface homem – máquina, incluindo os espaços de trabalho, displays, controles, acessibilidade a instrumentos e equipamentos e interface cognitiva com os computadores, etc).
- Estágio 5 – Desenho de facilitador (o foco principal deste estágio é planejar os materiais necessários para promover a melhor performance humana, incluindo os manuais de instrução, especificar padrões de performance e programas de treinamento).

- Estágio 6 – Teste e evolução (são examinados os projetos para assegurar a adequação dos atributos que têm implicações para a performance humana, os testes tem decisões a serem tomadas pelos usuários com relação a sinais visuais ou sonoros nos postos de trabalho).

Como elemento vital de um projeto, os ambientes e equipamentos de produção devem ser projetados para atender a melhor performance do homem de duas maneiras: primeiro, por designar pessoas para tarefas que elas desempenham melhor, e segundo, por projetar equipamentos dentro das capacidades das pessoas. As interações homem - máquina incluem a capacidade do operador alcançar e acessar partes do equipamento, facilidade na manutenção de equipamentos e condições confortáveis aos operadores no local de trabalho (ERGONOMIC, 1983). Por exemplo, o comportamento esperado para abrir uma válvula manual é girar o volante no sentido anti-horário e no sentido horário para fechar. Essa expectativa do operador se chama *estereótipo*. Um estereótipo forte é aquele que 85% da população usuária espera que seja a maneira de se operar um comando. O equipamento operado pelo pessoal de planta deve atender consistentemente esses estereótipos. Se o desenho do equipamento conflita com os estereótipos, o potencial de erro operacional neste equipamento é maior. Apesar de ser possível ensinar as pessoas a operar o sistema que não segue o estereótipo, a sua performance pode ser deteriorada, especialmente em uma situação de emergência. Tais controles devem ser simples de usar, sem que haja hesitação do operador, exigindo o mínimo de decisões a serem tomadas. Controles individuais devem ser projetados de uma maneira que a direção na qual o controle é movido para que se alcance uma configuração desejada seja clara e que não viole nenhuma das expectativas (ATTWOOD, 2004).

Para Dul (2004), a principal característica do método ergonômico é a interdisciplinaridade. Assim como a ergonomia reúne conhecimentos de diversas áreas, o projeto com base nos conceitos ergonômicos deve reunir diversos tipos de especialidades e ter o envolvimento dos usuários desde suas fases iniciais, visando: evitar erros de projeto ou compra, conferir as especificações e objetivos, desenvolver idéias, identificar estrangulamentos ou dificuldades e ouvir os trabalhadores. Esse procedimento é importante para se prevenir contra problemas futuros, como erros de projeto e rejeição dos processos.

2.2 Contexto atual da ergonomia no projeto

Segundo Hendrick (2001), o projetista detém-se inicialmente a funcionalidade da máquina para depois se preocupar com as funções humanas. Normalmente a extensão daquilo que as pessoas devem operar ou manter no processo de trabalho é considerado de acordo com a habilidade, conhecimento e treinamento que serão exigidos. Entretanto, esses fatores não são sempre considerados sob o ponto de vista ergonômico. Como resultado, os aspectos motivacionais, características psico-sociais e outros fatores no trabalho são raramente considerados no projeto e isto pode significativamente comprometer a eficiência do sistema de trabalho. Apesar de existirem alguns exemplos de envolvimento desde cedo de ergonomistas no processo de desenho, estes constituem uma distinta minoria dos esforços necessários. No início dos anos 90 o enfoque utilizado nos projetos era centrado na tecnologia, assim não é surpresa que algumas empresas tenham alcançado insucessos.

Hoje os aspectos ergonômicos nos projetos são considerados depois que os equipamentos são projetados, então o ergonomista é chamado para avaliar a interface homem-sistema visando reduzir a probabilidade do erro humano, eliminar posturas inadequadas, ou melhorar o conforto, sendo que algumas vezes este nível de envolvimento não ocorre até que os testes desses novos sistemas revelem sérios problemas de projeto de interface. Assim, por causa dos custos e dos prazos considerados, o ergonomista fica severamente limitado a fazer mudanças fundamentais para melhorar o sistema de trabalho (HENDRICK, 2001).

Durante o projeto, muitas disciplinas da engenharia estão envolvidas, como por exemplo: as engenharias de técnicas de processos, a mecânica, a elétrica, a civil e a de instrumentação. A engenharia é considerada eficiente quando todas as disciplinas mencionadas são integralmente empregadas e quando há percepção de um comportamento empático mútuo. Tem-se notado que as restrições de orçamento (previstas ou inesperadas) são perigosas para a boa integração entre as disciplinas, podendo causar um conflito entre as engenharias, na obtenção de recursos financeiros e etapas da construção. (RENSINK; UDEN, 1999).

Cabe mencionar que muitas companhias petroquímicas têm reduzido sua força na engenharia e confiando, cada vez mais na ajuda de engenheiros contratados. A engenharia contratada, infelizmente, não opera a planta, e, não se obtém dela o retorno necessário (com o mesmo empenho dos engenheiros da companhia) para aumentar o ciclo de vida das unidades, de manutenção e outros riscos. Portanto, e além disto, depende fortemente dos tipos de contratos,

as companhias de engenharia não se interessam muito pela continuidade dos profissionais após o fim das suas construções de unidades petroquímicas. As restrições acima definitivamente influem na qualidade dos projetos (RENSINK; UDEN, 1999).

Segundo Duarte (2001), o contexto atual influencia de maneira significativa o desenvolvimento de projetos e, conseqüentemente, seus objetivos. A principal característica de tal contexto é a preocupação constante de reduzir a duração global do projeto, desde as etapas iniciais de pesquisa mercadológica até a colocação do produto no mercado. Ganhar um mês em relação à data prevista para o início da produção de uma instalação pode representar milhões de dólares.

Segundo Rensink e Uden (1998), em Pernis e Moerdijk na Holanda (refinaria e petroquímica da Shell), foi criado um grupo de trabalho ergonômico, o qual emitiu uma lista dos desajustes de manutenção e operação, onde foram identificados os “10 mais” ergonômicos: falta de eficiência na área de manuseio de materiais, da disposição das bombas verticais, do levantamento de equipamentos, na operação das válvulas, etc. Os resultados das análises das tarefas também revelaram problemas nas salas de controle em relação à disposição do painel, barulho, iluminação e disposição dos controles. No campo da ‘interação homem/computador’ foram encontradas inconsistências na codificação de informações, bem como a falta de um padrão no design gráfico das telas. Concluiu-se que durante as fases do projeto, as oportunidades de melhoria ergonômica poderiam ter sido otimizadas sem aumento de custos. Análises recentes de implementações em alguns projetos internacionais, revelam conclusões semelhantes a essa. No início da produção de uma refinaria na Ásia, a seguinte frase ilustra o tema acima: “Conceito básico não é uma máquina de fácil operação”.

Segundo Rensink e Uden (1998) há uma abundância de material que descreve a pesquisa ergonômica dedicada à conexão de problemas existentes. Esses problemas surgem como resultado da falta de atenção dos usuários no planejamento. Existem poucas referências na literatura que descrevam a engenharia do fator humano como uma parte integral do processo. Verificando-se as capacidades e restrições do usuário durante a fase conceitual do projeto, podem-se prevenir muitos problemas na vida útil das instalações. Nós poderíamos nos perguntar por que a engenharia preventiva do fator humano não é sempre utilizada em vez da engenharia curativa do fator humano. Um número de argumentos em relação a isso pode ser citado:

- falta de competência dos projetistas técnicos: provavelmente, uma das razões mais importantes para que isso ocorra, é que os projetistas de maquinários e equipamentos frequentemente recebem apenas educação técnica. Por natureza, os técnicos são mais interessados na tecnologia envolvida no projeto do que na facilidade de uso. Isso piora quando se sabe que eles têm um conhecimento insuficiente do comportamento físico e mental das pessoas.
- falta de foco na disciplina da engenharia de fator humano: não apenas os técnicos, mas também a engenharia do fator humano e a ergonomia devem ser culpadas em relação à pouca contribuição dos fatores humanos no planejamento e engenharia. Muito esforço é colocado na pesquisa de identificação e solução de problemas existentes. Ergonomistas deveriam se esforçar para arranjar “defensores” dentro da própria empresa para o valor agregado que um produto ou sistema de trabalho pode trazer a um projeto ergonomicamente bem feito. Isso pode ser feito com transferência de conhecimento sobre os princípios do fator humano e com **melhores práticas** para gestores do projeto, responsáveis pela construção e gerentes de áreas da empresa.
- falta de padrões adequados e diretrizes: os técnicos dificilmente têm conhecimento do comportamento físico e mental humano, o que é necessário para uma interface homem/máquina. A existência dos padrões ISO (1983) e enfoques técnicos são pouco utilizados para auxiliar os técnicos. A razão é que o nível desses padrões ISO é muito abstrato. Além disso, as diretrizes não têm valor agregado suficiente para serem incorporadas numa lista de especificações técnicas do projeto. Essa situação não promove a integração do fator humano no projeto. Os ergonomistas atuantes deveriam levar a cabo ações que **traduzissem** os padrões ergonômicos, dessa maneira eles poderiam ser usados pelos técnicos. Essa tradução deveria ter seu foco nos freqüentes problemas operacionais e de manutenção. Para isso, uma análise dos problemas mais freqüentes poderia ser útil, além disso, regras existentes e regulamentações do corpo governamental podem ajudar a escolher prioridades também.
- problema de imagem: um outro problema que faz com que a engenharia do fator humano não seja completamente explorada em novos projetos de instalações se deve ao fato de que a direção e as pessoas em geral não entendem muito bem a arte da engenharia ergonômica e ainda a relacionam com o desenho de mesas e cadeiras. As pessoas subestimam o poder da aplicação dos princípios do fator humano nas instalações de uma fábrica. Isso é um problema de imagem típico.

- problema de reconhecimento: outro problema sério em relação a uma implementação de sucesso é que os responsáveis quase sempre consideram o fator humano como um tipo de luxo com pouco valor agregado. Às vezes, isso é entendido como o “lacinho na caixa de presente” ou “nós fazemos isso apenas para satisfazer a vontade do pessoal da planta”. Nos projetos que não tenham princípios ergonômicos integrados desde a sua fundação, se vê, normalmente, que os critérios do usuário final são desenvolvidos durante o detalhamento do projeto, desse modo, frustra os condutores do projeto e como resultado se têm mudanças no seu escopo e investimentos extras. Essas experiências reforçam a idéia de implementação do fator humano como sendo oneroso e tendo um efeito negativo no cronograma do projeto.
- uma avaliação excessiva da competência dos projetistas: as pesquisas mostram (SLAPPENDEL, 1994¹ *apud* RENSINK; UDEN, 1998) que a maior parte dos projetistas pensa que uma aplicação intuitiva ergonômica é possível (o entendimento do senso comum). Resultados de análises antes do *start-up* em instalações petroquímicas mostram que esta é uma visão errônea. Frequentemente, uma força tarefa multidisciplinar faz essa análise antes como uma checagem final de segurança, operacionalidade e manutenção. Particularmente, a falta de aplicações estruturais ergonômicas no projeto pode ser vista como a causa de baixa operacionalidade de algumas instalações novas.

Para Daniellou (2004) o ergonomista não tem a obrigação de definir os objetivos do projeto, porém, caso uma demanda lhe tenha sido endereçada, deverá contribuir esclarecendo:

- as conseqüências prováveis sobre o trabalho destas ou daquelas decisões técnicas ou organizacionais.
- os métodos pertinentes para atingir certos objetivos (a melhoria da eficácia ou da qualidade, a diminuição das dificuldades vividas pelos trabalhadores etc.), que para ele, só podem ser abordados por meio da consideração do trabalho.

O ergonomista pode também manifestar a possibilidade de atingir determinados objetivos, descartados *a priori* por serem considerados inatingíveis, dentro do estado atual dos conhecimentos ou dos métodos. A contribuição do ergonomista na orientação do processo de decisão necessita evidenciar as relações que existem entre dimensões do projeto que são

¹ SLAPPENDEL, C. **Applied Ergonomics**: Ergonomics capability in product design and development, an organizational analysis. v.25, nº5, 1994.

habitualmente separadas: definição da gama de produtos, desenho dos meios de produção, reflexão sobre a população futura, definição da organização, política industrial (relação com fornecedores), programas de formação.

2.3 Modelos experimentais

Para Duarte (2001), à medida que as hipóteses de soluções técnicas visando à melhoria do trabalho vão sendo emitidas, são possíveis realizar simulações para verificar suas repercussões e eficácia. Para realização destas simulações três condições são necessárias:

- existência de um recenseamento de situações características efetuado em locais de referência (outros projetos ou construções);
- existência de suportes que representem as futuras instalações (plantas, maquetes, protótipos, softwares de simulação, etc);
- existência de pessoas com competência sobre o tema da simulação, principalmente que conheçam os trabalhos dos operadores de produção e de manutenção.

A terceira condição supõe que o conjunto de intervenções dos ergonomistas tenha sido objetivo de uma construção social, com instâncias representativas do pessoal e dos operadores envolvidos, a fim de que as condições de participação de cada um sejam claramente negociadas. Reunidas essas condições, as simulações consistem em reconstruir, as principais características da atividade que os operadores deverão realizar para cada situação característica. As simulações procuram identificar, sobretudo:

- os deslocamentos prováveis e os problemas de acessibilidade;
- as necessidades de informação, de comando e de comunicação, além do modo como elas são satisfeitas;
- os esforços, posturas e exposições a riscos;
- as competências necessárias ao enfrentamento das diferentes situações.

No início do projeto, essas simulações são desenvolvidas em nível macro: gestão de grandes fluxos, proximidades, opções básicas, implantação geral. À medida que os estudos vão avançando, elas podem ir sendo desenvolvidas para os aspectos mais detalhados da futura

instalação, tais como a concepção da estação de trabalho, para controle do processo e da apresentação das informações. As simulações permitem evidenciar não só dificuldades possíveis de serem encontradas pelos operadores quando buscam assegurar a produção ou a qualidade, mas, também, os riscos que eles podem correr. Uma abordagem é interativa, quando a partir da constatação dessas dificuldades, são propostas modificações no projeto e assim novas simulações são efetuadas. Modificações que afetam pouco em termos de custo e prazos são decididas pelo chefe de projeto. Outras de maior amplitude são objeto de decisão por parte da diretoria. As simulações podem, também ser efetuadas para comparar as vantagens e os inconvenientes de diferentes estruturas organizacionais (CARBALLEDA, 1997² *apud* DUARTE, 2001). É preciso enfatizar que as simulações não se resumem a perguntar aos operadores presentes a sua opinião sobre plantas ou maquetes que lhes são apresentadas. Métodos precisos devem ser empregados por um ergonomista competente para permitir que essas simulações desemboquem efetivamente em uma abordagem realista da atividade futura possível nas novas instalações.

Para Rensink e Uden (1999), a técnica de projeto espacial (tridimensional) deveria ser desenvolvida em conjunto com a análise ergonômica visando definir as áreas livres necessárias em torno do equipamento, assim sendo incorporado aos catálogos dos mesmos. As necessidades de operação e manutenção nas análises espaciais deveriam ser investigadas para prever rotas de emergência ou fuga, pontos estratégicos para chuveiros de segurança, içamento e transportes de materiais e espaço para os operadores realizarem as manobras em instrumentos, válvulas e equipamentos. Para assegurar que os requerimentos ergonômicos estejam de acordo com o projeto, um modelo de revisão do CAD 3D é usado durante 30, 60 ou 90% da fase de detalhamento de engenharia.

2.4 Experiências de projetos com abordagem ergonômica

De acordo com Rensink e Uden (1998), em 1992, o departamento técnico e de saúde ocupacional da Shell, em Pernis e Moerdijk na Holanda, criou um Comitê de Conduta Ergonômica (CCE), com base numa política definida. Mais tarde, um grupo de trabalho multidisciplinar, subordinado ao CCE, foi instalado para melhorar a implementação ergonômica em projetos, assim como, para propiciar treinamento e informações sobre

² CARBALLEDA, G. La contribution possible de l'ergonome à l'analyse et à la transformation de l'organisation du travail. Anais do XXXII Congresso da SELF, Lyon: Gerra, 1997.

ergonomia aos engenheiros e projetistas. Sistemáticamente integrados em todas as fases do projeto e desenvolvimento, os princípios da engenharia do fator humano resultam num melhor aproveitamento das condições de segurança e saúde das pessoas. Os benefícios são observáveis tanto em termos do negócio (redução no custo do ciclo de vida dos recursos), quanto nas melhorias das condições de segurança e saúde no trabalho.

Segundo Duarte (2001), visando atender às exigências de melhoria nos projetos, foi desenvolvido o Grupo de Projeto-Produção (*Groupe Projet Exploitation – GPE*), que consiste em transcrever o “modo operatório” dos profissionais de processo, segundo o ponto de vista dos operadores. Esse trabalho é conduzido em conjunto com os especialistas de processo, responsáveis pela operação e o especialista em automação. Uma das principais características dessa abordagem é a simulação do trabalho de operação da qual participam os próprios operadores. A simulação inclui a dimensão temporal, as tarefas paralelas (periféricas), as situações anormais e os eventuais modos degradados. Ao longo dessa abordagem, estabelecem-se os papéis dos operadores, e, mais abrangentemente, o modo de controle da unidade, como por exemplo, a repartição entre controle manual e controle automático, em função das operações que devem ser realizadas. É, certamente, um momento muito precioso para o conhecimento das instalações e o fornecimento de elementos para as diferentes etapas da concepção (estudos de base, estudos de detalhamento, etc). A análise funcional da atividade do operador, tão logo realizada, é traduzida em análise de programação dos automatismos e, depois, novamente validada pelo responsável da operação. Somente então é programada nos automatismos. Simultaneamente a análise funcional, serve a concepção das interfaces (telas sinópticas) de operação através dos monitores. As telas agrupam as informações e os comandos necessários para conduzir a instalação em suas diferentes etapas de funcionamento. Essa análise também serve de apoio para a formação profissional e para redação dos manuais de operação. A análise funcional das atividades do operador, juntamente com as telas de operação via monitores, constitui um instrumento precioso para formar os operadores e proceder às verificações finais nas instalações. Em resumo, a missão do futuro gerente de produção, responsável pelo GPE, é participar da concepção para fazer valer o ponto de vista da operação e, posteriormente, preparar a partida e colocar a unidade em operação. Assim para o responsável do GPE, a missão começa antes da decisão de investir e prossegue até o momento da produção. O GPE dispõe de um orçamento específico e está subordinado ao comitê de gerenciamento global do projeto. De uma forma geral, cabe ao

ergonomista ajudar a definir, a programar e a conduzir o projeto como um todo, inclusive no que se refere às mudanças organizacionais necessárias.

2.5 Benefícios da ergonomia no projeto

De acordo com Iida (1990), a humanização do trabalho deve abranger também a busca de novas formas de organização do trabalho, em que não haja necessidade de exercer controles rígidos sobre cada atividade, mas que exista margem para que cada um possa exercitar as suas habilidades com sentimento de auto-realização. As pessoas devem sentir-se respeitadas, sem discriminação, tendo um relacionamento amigável com os seus colegas e superiores. Na medida do possível, essa organização deve ser feita com a participação dos próprios trabalhadores, que são os maiores interessados. A ergonomia contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações industriais. Isso pode ser feito basicamente por três vias: aperfeiçoamento do sistema homem-máquina, organização do trabalho e melhoria das condições de trabalho.

Para Attwood (2004), a inclusão de uma perspectiva de fatores humanos e ergonomia em projetos capitais têm mostrado ser um bom investimento, pois se considerado desde cedo pode reduzir o custo efetivo. Em outras palavras, o projeto não custa mais caro para se projetar ou construir, quando se tem a consideração do fator humano durante todas as etapas do negócio.

Segundo Hendrick (2001), o sucesso da análise macroergonômica realizada em uma grande companhia distribuidora de petróleo teve como componente principal um plano estratégico para melhorar a segurança e mudanças de equipamentos para melhoria das condições de trabalho. As ações macroergonômicas realizadas foram: melhorar o envolvimento dos funcionários (enfoque participativo), difundir a comunicação e implementar as questões de segurança de modo integrado na empresa. Os processos e sistemas de trabalho foram examinados através de uma perspectiva macroergonômica, pois quando era indicada uma necessidade de mudança (com base técnica) a mesma ocorria de acordo com as recomendações. Deste modo foi dado aos empregados um grande papel na seleção de novas ferramentas e equipamentos relacionados ao seu trabalho. Como resultado temos que após dois anos da implementação do programa, os danos industriais foram reduzidos em 54%, acidentes com veículos motorizados em 51%, danos fora do trabalho em 84% e perdas de dias

trabalhados em 94%. Quatro anos mais tarde, com a continuidade do programa e muitas outras melhorias realizadas a economia chegava em torno de 60.000 dólares por ano. Salienta-se que a maior razão para a sustentação deste programa de melhoria seja o foco em ergonomia e segurança por todos os níveis da organização.

Segundo Rensink e Uden (1998), os benefícios de uma visão ergonômica nos projetos são sentidos tanto em termo dos negócios (econômicos) quantos nas condições de trabalho, por exemplo, melhoria nos aspectos de saúde, segurança e meio ambiente. Baseado em registros históricos, é possível identificar que uma estratégia num projeto petroquímico normal de 400 milhões de dólares pode resultar numa redução de:

- 0,25 a 5% do capital gasto
- 1 a 10% do tempo do projeto e
- 3 a 6% no custo do ciclo de vida das instalações

Um estudo sobre a utilização dos conceitos de ergonomia na elaboração de projetos (Auburn Engineers, 2001³ *apud* GUIMARÃES, 2004) considerada que caso seja implementada na fase de conceituação, acrescentará apenas 0,5% ao custo; somente na fase de detalhamento, acrescentará entre 2 e 3%; na fase de construção do sistema, poderá acrescentar 5% e se for considerada após o projeto ter sido concluído, os valores podem representar de 10 a 20% do custo do projeto. O gráfico da FIG.1 mostra que o custo das ações ergonômicas aumentam consideravelmente á medida que são implantadas mais tardiamente no processo projetual.

³ AUBURN ENGINEERS, Inc. Discussão via Internet. Auburn, Alabama, 2001

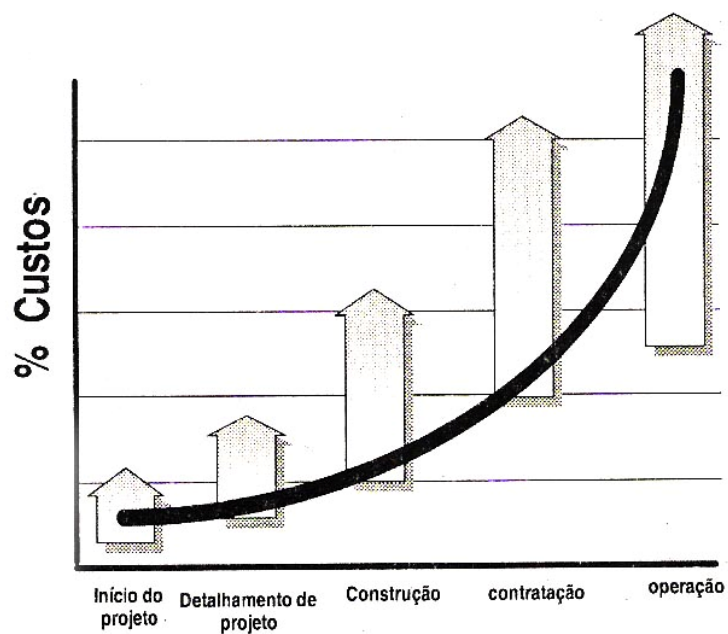


FIGURA 1 – Custo das ações ergonômicas em função da fase de projeto

O capítulo a seguir apresenta um estudo ergonômico realizado na operação de 10 plantas petroquímicas, localizadas em Camaçari-BA e Triunfo-RS nas empresas Braskem S.A e Innova S.A.

3 ESTUDO ERGONÔMICO EM PLANTAS PETROQUÍMICAS

3.1 Metodologia do estudo

Utilizou-se neste trabalho o método de pesquisa descritiva, a qual consiste na aplicação das fases 1 e 2 da Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) proposto por Guimarães (2001), baseado no modelo participativo de Hendrick (1990). A base para o trabalho foram os questionamentos das condições de satisfação/insatisfação e do nível de desconforto/dor dos operadores nas plantas petroquímicas.

3.2 Descrição das empresas e dos processos produtivos

Este trabalho foi realizado no setor de produção (operação) de 10 plantas petroquímicas, em cinco unidades e em duas empresas, localizadas no Pólo Petroquímico de Camaçari na Bahia e Pólo Petroquímico de Triunfo no Rio Grande do Sul, conforme FIG. 2.

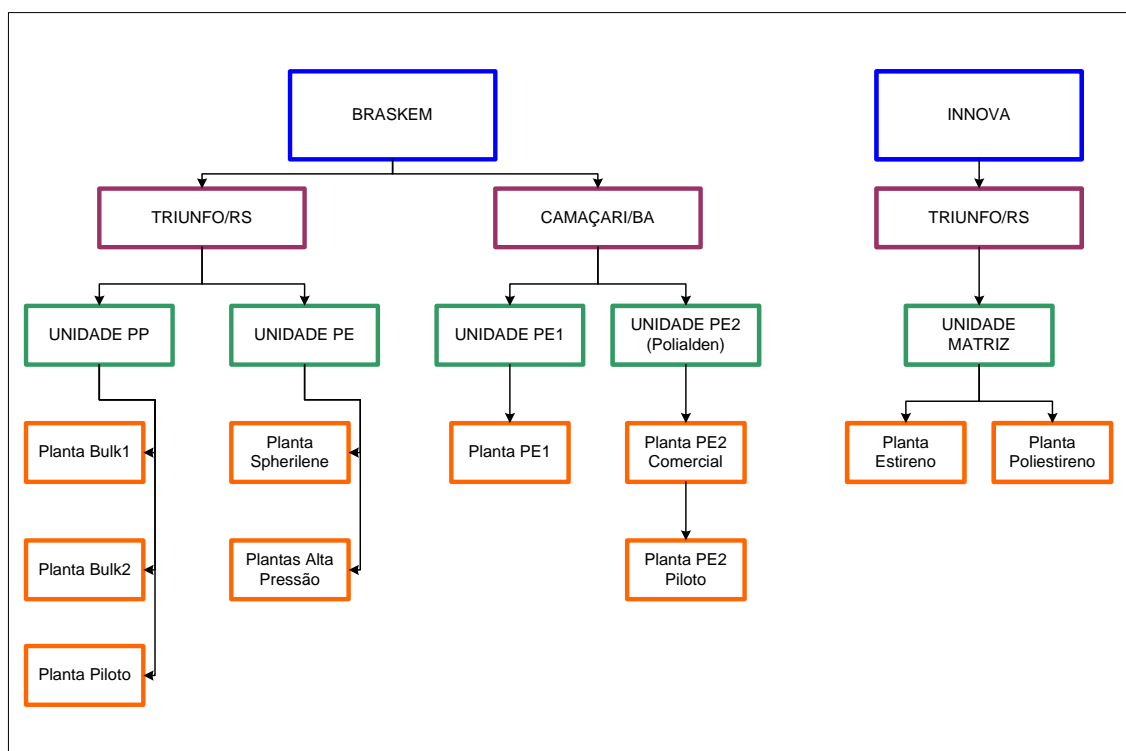


FIGURA 2 – Distribuição das plantas, unidades e cidades das empresas avaliadas (Braskem e Innova)

a) Empresa: Braskem

A Braskem é a maior empresa petroquímica da América Latina e está entre as cinco maiores indústrias brasileiras de capital privado. Sua estrutura inovadora integra a primeira e a segunda geração petroquímica, o que resulta em maior competitividade, traduzida por um faturamento bruto de R\$ 8,9 bilhões em 2002. Com uma produção total de 5 milhões de toneladas de resinas, petroquímicos básicos e intermediários, gera cerca de 2.800 empregos diretos. A Braskem é controlada pelos grupos Odebrecht - Mariani, que têm participações diretas e indiretas na companhia e o controle acionário da Norquisa, holding que também faz parte do grupo controlador da Braskem. São ainda acionistas da empresa: a Petroquisa (braço petroquímico da Petrobrás) e os fundos de pensão Petros (Petrobrás) e Previ (do Banco do Brasil). Suas ações estão sendo negociadas nas Bolsas de Valores de São Paulo (Bovespa) e Nova York. Com 13 fábricas localizadas em Alagoas, Bahia, São Paulo e Rio Grande do Sul, a empresa produz petroquímicos básicos como eteno, propeno, benzeno, caprolactama e DMT, além de gasolina e GLP (gás de cozinha). No segmento de resinas termoplásticas, no qual é líder na América Latina, produz polietileno, polipropileno, PVC e PET. Em Triunfo, são fabricados três tipos diferentes de resinas: polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de baixa densidade linear (PEBDL) e polipropileno (PP). As resinas termoplásticas produzidas em Camaçari são: polietileno de alta densidade - PEAD, e polietileno de ultra-alto peso molecular - PE-UHMW, através da Polialden, empresa controlada pela Braskem (BRASKEM, 2003).

b) Empresa: Innova

A Innova pertence à organização Petrobrás Energia, uma das mais importantes e tradicionais da Argentina, com forte atuação nos setores de exploração e produção de petróleo e gás, refino, petroquímico e eletricidade. Com capital 100% argentino, a empresa gera 195 empregos diretos e 110 terceirizados, ocupando lugar de destaque no setor de resinas termoplásticas, com aproximadamente 30% do fornecimento de poliestireno no mercado brasileiro. Os produtos são utilizados por diferentes segmentos de mercado. O estireno, por exemplo, é aplicado na produção de borracha sintética, EPS, ABS, resinas acrílicas e de poliéster. O poliestireno é a principal matéria-prima plástica para eletroeletrônicos, linha branca, descartáveis e embalagens (INNOVA, 2003).

3.2.1 Processos produtivos

Cada unidade de processo, chamada **planta petroquímica**, contém um conjunto de equipamentos que obedecem a uma certa disposição física, isto é, são alinhados de uma certa forma e interligados entre si. Neste conjunto, existe uma estrutura de base em que ocorrem as reações físicas e/ou químicas que geram os produtos desejados: torres, colunas, vasos, compressores, reatores, misturadores e suas respectivas bombas e válvulas. Acoplados a esta estrutura, uma outra série enorme de equipamentos completam ou apóiam esta produção, como fornos, trocadores de calor, torres de refrigeração, sistemas de tochas, sistemas de regeneração de catalisadores, incluindo-se todos os equipamentos de energia elétrica, água, vapor e ar comprimido. Este complexo sistema fechado é alimentado por matérias-primas que chegam através de tubulações; após o processamento, os produtos finais são enviados para armazenamento em silos e vasos, ou para área de ensaque e armazenamento (FERREIRA, 1994).

A unidade física da planta petroquímica (equipamentos, estruturas, construções, etc), será chamada de **área operacional**. Nela os operadores tem uma série de atividades não automatizadas que compreendem, verificação de parâmetros de processo (nível, temperatura, pressões, vazão, etc), manobras em válvulas, limpeza de componentes, colocação de insumos no processo, transporte de materiais e inspeção nos equipamentos de processo através da percepção e dos órgãos de sentido onde verificam ruídos anormais, vazamentos, calor excessivo, vibrações, etc. O outro local a ser definido é a sala de controle onde está centralizada a maioria das informações necessárias para que tudo ocorra bem: quadros sinópticos com o esquema de processo, documentos técnicos e operacionais, dispositivos de informação com os valores dos principais parâmetros do processo, sistemas de alarme, painel de controle, que permitem visualizar partes do processo, sistemas de comunicação, telefones, rádios, etc (FERREIRA, 1994).

Neste estudo observou-se que os operadores trabalham tanto na área operacional quanto na sala de controle, através de revezamento periódico nestes postos de trabalho. Deve-se notar que esta situação tende a ser mais vantajosa do que aquelas onde o operador é fixo em um local. Guimarães (2004a) e Saouaya (2003), em estudos na REFAP e OPP Petroquímica, respectivamente, identificaram que os operadores tendem a preferir o revezamento do trabalho nos postos da sala de controle e da área operacional. Os operadores chamam a atenção para o fato de que este revezamento é bom tanto para tornar o trabalho do dia a dia

mais dinâmico como, também, para facilitar o trabalho de controle computadorizado. Em algumas situações em que o operador de painel não tinha experiência da área operacional, notou-se dificuldades de aprendizagem do sistema de controle a distância. De Keyser⁴ (1980, *apud* Santos e Zamberlan, 1992) entende que a tendência à centralização, impõe ao operador uma quantidade de informações a tratar que não mais se justifica, seja racionalmente, economicamente, tecnicamente ou pela segurança.

Estas plantas petroquímicas compreendem unidades operacionais que transformam matérias-primas como eteno, propeno, benzeno, entre outros, em termoplásticos. A TAB. 1 mostra as plantas com suas respectivas tecnologias, produtos, processos e projetos. Uma descrição mais detalhada dos processos pode ser encontrada no APÊNDICE A.

TABELA 1 – Descrições das plantas petroquímicas

Empresa/Unidade	Planta	Licenciadora (País)	Tecnologia (Produto final)	Projeto Básico (País)	Projeto Detalhado (País)	Data início operações	Produção (mil t/ano) (*)
Braskem PP (Triunfo)	Bulk 1	Himont/Basell (Italia)	Spheripol (polipropileno)	Tecnimont (Italia)	JP (Brasil)	03-91	212
	Bulk 2	Himont/Basell (Italia)	Spheripol (polipropileno)	OPP Petroquímica / STE (Brasil)	Tecnimont (Italia)	12-97	226
	Piloto	Himont/Basell (Italia)	Spheripol (polipropileno)	Himont (Italia)	JP (Brasil)	09-90	0,267
Braskem PE (Triunfo)	Alta Pressão (Tubular e Autoclave)	National Distillers (EUA)	Tubular (Polietileno – PEBD)	National Distillers (EUA)	Setal (Brasil)	12-82	210
	Spherilene	Montell/Basell (Italia)	Spherilene (Polietileno PEBDL-PEAD)	Tecnimont (Italia)	Tecnimont (Italia)	07-99	300
Braskem PE1 (Camaçari)	PE1	Union Carbide/(Dow Química (EUA)	Unipol (polietileno – PEAD-PEBDL)	Union Carbide (EUA)	Natron – JP (Brasil)	05-92	200
Braskem PE2 (Polialden) (Camaçari)	PE2 Comercial	Mitsubishi (Japão)	Slurry (polietileno-PEAD-UTEC)	Kobe Steel (Japão)	Nordon (Brasil)	10-78	160
	PE2 Piloto	Polialden-Cempes (Brasil)	Slurry (polietileno-PEAD-UTEC)	Polialden-Cempes (Brasil)	Promon (Brasil)	01-89	0,36
Innova Mariz (Triunfo)	Estireno	ABB/Lummus (EUA)	ABB/Lummus (Estireno)	ABB/Lummus (EUA)	Setal (Brasil)	01-00	250
	Poliestireno	Enichem (Itália)	Polimerização em Massa (Poliestireno Cristal-GPPS e Poliestireno alto impacto-HPIS)	Enichem (Itália)	Setal (Brasil)	09-00	120

De acordo com a TAB.1, observou-se que a Itália é a maior licenciadora das tecnologias utilizadas nas empresas petroquímicas estudadas. As plantas PE2 Comercial e Alta Pressão

⁴ DE KEYSER, V. Études sur la contribution que pourrait apporter l'Ergonomie e la conception des systemes de control et d'alert dans les industries de transformation. Contrat C. C. E. 8/79/45, Bruxelles, 1980.

(Tubular e Autoclave) são as mais antigas sendo suas licenciadoras, japonesa e norte-americana. Verificou-se também, que a maioria dos projetos de detalhamento foram realizados por empresas nacionais.

É importante salientar que no **projeto básico** está incorporado o leiaute dos equipamentos, fluxos dos produtos e distribuição dos controles (válvulas, instrumentos, etc). A partir dele é direcionado o **projeto detalhado**, etapa mais importante para fixar o conceito de segurança e ergonomia das novas instalações, pois neste detalhamento estarão distribuídos fisicamente os equipamentos, os instrumentos para leitura, as válvulas necessárias ao controle operacional, os corredores de acesso, as estruturas metálicas, etc; ou seja, todos os detalhes e dimensões necessários para a montagem da planta petroquímica.

3.3 Análise Macroergonômica do Trabalho

A Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) consiste de 6 fases:

A primeira fase, de **lançamento**, caracteriza-se pela apresentação do projeto a todos os níveis hierárquicos de trabalhadores da empresa. Nesta fase, são explicadas as etapas do método e as ferramentas a serem empregadas. Também é quando são estabelecidas as datas de início e término de cada etapa.

A segunda fase, de **apreciação** ergonômica, consiste no levantamento de dados junto à empresa e aos trabalhadores, através de observações diretas e indiretas, entrevistas, aplicação de questionários e medições que se fizerem necessárias. Esta fase de apreciação incorpora as etapas 1 e 2 do Design Macroergonômico (DM), que é uma ferramenta para desenvolvimento e projeto de produtos (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999).

A terceira fase, de **diagnose** ergonômica, ocorre a partir da coleta de dados feita na fase de apreciação e consiste na análise dos dados coletados, com a identificação das causas dos problemas apontados pelos trabalhadores e observados pelos especialistas. É feita uma priorização dos problemas levantados para selecionar aqueles que necessitam de uma resolução mais urgente.

A quarta fase é chamada de **projetação** ergonômica. O termo projeção refere-se, tanto no método proposto, como nesta dissertação, à proposta de soluções para a demanda dos

usuários, levantada na fase de apreciação e priorizada na fase de diagnose. As propostas de solução são apresentadas por meio de desenhos e pela construção de *mockups* (modelos em papelão) e de protótipos, numa seqüência de materialização do projeto com a participação constante dos usuários na aprovação de cada etapa.

A quinta fase, de **validação** ergonômica, consiste no teste da solução escolhida junto aos usuários no ambiente real de trabalho.

A partir da aprovação do protótipo, são feitos os ajustes necessários para a otimização do sistema na sexta e última fase, a de **detalhamento** ergonômico.

Foram também identificadas as sensações subjetivas de desconforto/dor, através do diagrama adaptado de Corlett⁵ (1995; *apud* GUIMARÃES, 2001b).

3.3.1 Apreciação ergonômica: levantamento de opinião dos usuários

O levantamento das demandas ergonômicas foi realizado nas 10 plantas petroquímicas citadas, envolvendo cinco grupos de operadores de diversos níveis e líderes de equipe, tendo a missão de produzir 24 horas por dia, 365 dias por ano, salvo paradas programadas ou de emergência. Para manter esse funcionamento ininterrupto, os funcionários trabalham em turnos diferenciados com revezamento de horários e até de atividade.

Os locais de trabalho desses funcionários estão divididos em sala de controle e área operacional. Os operadores lotados na sala de controle trabalham em postos com computadores, onde, através de sistema informatizado, é feito o controle de processo em variáveis como: pressão, temperatura, vazão, nível, etc. São realizadas, também, algumas manobras operacionais através de comando informatizado que aciona por meio pneumático ou hidráulico a abertura ou fechamento de válvulas de controle, de equipamentos ou de instrumentos. Os operadores da área operacional realizam atividades de inspeção e manobras em instrumentos e equipamentos que não estão informatizados, assim como verificação de conformidades como: controle de variáveis de processo, carregamento de insumos e produtos,

⁵ CORLETT, E. N. The evaluation of posture and its effects. In: WILSON, J.R.; CORLETT, E.N. **Evaluation of Human Work: a practical ergonomics methodology**. Taylor & Francis: Londres, p. 663-713, 1995.

abertura e fechamento de válvulas, manobras em equipamentos, substituição e limpeza de elementos ou equipamentos, remoção de polímeros, etc.

Cabe ressaltar que tendo em vista o revezamento entre os operadores nos dois locais de trabalho, o levantamento de dados não foi dividido entre sala de controle e área operacional. Assim, existem questões avaliadas por operadores de ambos locais de trabalho que podem estar ou não exercendo a atividade no momento da pesquisa, porém têm propriedade e conhecimento sobre as questões pela experiência ou lembrança dos trabalhos.

O trabalho foi desenvolvido de acordo com as etapas de lançamento e apreciação (entrevistas e questionários) da AMT.

Primeiramente, foi implementada a etapa de lançamento, onde foi apresentada a metodologia, discutido o cronograma de trabalho e criado o Comitê de Ergonomia (Coergo) com os trabalhadores de cada empresa.

A seguir, foi realizada a coleta de dados da etapa de apreciação no período de junho de 2002 a agosto de 2003, nas dez plantas petroquímicas, conforme TAB. 2.

TABELA 2 – Período de realização da coleta de dados

Plantas	Período	
	Início	Final
Bulk1	junho-02	setembro-02
Bulk2	junho-02	setembro-02
Piloto	junho-02	setembro-02
Spherilene	junho-02	setembro-02
Alta Pressão	junho-02	setembro-02
PE1	setembro-02	janeiro-03
PE2 Comercial	setembro-02	janeiro-03
PE2 Piloto	setembro-02	janeiro-03
Estireno	junho-03	agosto-03
Poliestireno	junho-03	agosto-03

As entrevistas seguiram o modelo macroergonômico proposto por Guimarães (2001a) que sugere o uso de entrevistas abertas, onde é feita uma única pergunta aos entrevistados: “Fale do seu trabalho”. Neste estudo, porém, o método foi adaptado para o levantamento de questões específicas das demandas físicas, ambientais e do posto de trabalho. Apesar de a

pergunta ter um direcionamento definido, foi permitido aos operadores manifestarem-se livremente. A questão deste estudo foi a seguinte:

“Na sua opinião, qual a situação que lhe causa mais desconforto físico e ambiental durante a jornada de trabalho?”

As entrevistas foram realizadas individualmente em horário administrativo de acordo com disponibilidade e liberação dos operadores pelo supervisor de turno e tiveram um tempo médio de 10 minutos.

As informações fornecidas pelos operadores nas entrevistas foram tabuladas em planilha Excel e analisadas para priorização dos itens de demanda ergonômica – IDEs, de acordo com o método proposto por Fogliatto e Guimarães (1999). Foram expurgadas as informações não pertinentes e agrupadas as respostas por afinidade, ou seja, as respostas semelhantes foram consideradas como um mesmo item de demanda ergonômica (IDE). A tabulação das respostas de todos os respondentes permitiu o estabelecimento de um *ranking* de importância quanto à demanda ergonômica dos usuários, que será base para a formulação dos questionários, como segue:

Para efeito de priorização dos itens de demanda ergonômica (IDEs), a ordem de menção de cada item é utilizada como peso de importância pelo recíproco da respectiva posição; ou seja, ao item mencionado na $p^{\text{ésima}}$ posição é atribuído o peso $1/p$. Dessa forma, o primeiro fator mencionado receberá o peso $1/1 = 1$ o segundo $1/2 = 0,5$, o terceiro $1/3 = 0,33$ e assim por diante. A tendência do uso da função recíproca é de valorizar os primeiros itens mencionados, sendo que, a partir do quarto item, a diferença passa a ser menos expressiva. A soma dos pesos relativos a cada item dá origem ao *ranking* de importância dos itens que servirá de guia para a elaboração de um questionário a ser preenchido por toda a população (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999).

Tendo em vista que este estudo se baseia nas opiniões dos usuários (queixas), pode-se citar Slack (1999):

Queixas, assim como erros, sempre surgirão. São cada vez mais vistas como uma fonte de informação sobre erros baratos e facilmente disponíveis. Queixas, e também elogios, precisam ser consideradas seriamente, pois provavelmente representam somente a ponta do *iceberg* de atitudes de clientes. Em algumas operações de serviços, acredita-se que para cada pessoa que reclama há outras 20 que não o fazem.

Os questionários de satisfação foram elaborados a partir dos resultados das entrevistas (queixas com maior percentual de reclamação, ver item 4.1.2), mas englobam, também, questões formuladas a partir da observação do pesquisador nas atividades exercidas pelos

trabalhadores e discussão com o Coergo. De maneira geral, o questionário compõem-se por questões quanto à organização do trabalho, ao meio ambiente, ao esforço físico demandado, às condições dos equipamentos e ferramentas utilizados, a questões para avaliar a percepção do funcionário sobre seu trabalho, e, também, a questões sobre a ocorrência de desconforto e/ou dor durante a jornada de trabalho. Juntamente com o questionário, foram distribuídos dois diagramas de desconforto/dor (FIG. 4) para preenchimento no início e final da jornada de trabalho (ao longo de um único dia).

A opinião de cada sujeito com relação a cada questão é aferida por meio de uma escala de avaliação contínua, sugerida por Stone⁶ *et al.* (1974 *apud* FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999). A técnica do Design Macroergonômico recomenda o uso desta escala com duas âncoras nas extremidades (insatisfeito e satisfeito ou muito e nenhum, etc.) e uma âncora no centro (neutro ou médio). Esta escala tem 15 cm e ao longo dela o sujeito deverá marcar a sua percepção sobre o item. A intensidade de cada resposta poderá variar entre “0” (insatisfeito ou muito) até “15” (satisfeito ou nenhum). A FIG. 3 é um exemplo das perguntas:

Como você se sente em relação		
1. aos acessos para chegar nas válvulas na área operacional ?		

insatisfeito	neutro	satisfeito

FIGURA 3 – Exemplo da estruturação das perguntas inseridas nos questionários

Os questionários contemplaram entre 22 e 26 questões (de acordo com cada empresa), exigindo em torno de 10 a 20 minutos para preenchimento. Cabe salientar que, por solicitação das empresas, foi incluída a obrigatoriedade de justificativa das respostas quando as mesmas fossem marcadas entre as âncoras insatisfeito e neutro. Os questionários foram preenchidos pelos operadores nos diversos turnos de trabalho. A sistemática de preenchimento foi demonstrada individualmente, com apresentação de um exemplo no próprio questionário. A distribuição dos questionários para preenchimento foi realizada pela equipe de pesquisa e pela

⁶ STONE, et al. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**, 1974

Coergo de maneira proporcional nos diversos turnos de trabalho. As respostas foram compiladas e analisadas estatisticamente, gerando um ranqueamento dos itens mais importantes (nível de insatisfação) a serem considerados no projeto de ergonomia. Diferentemente da ponderação das entrevistas, que valoriza a soma dos pesos atribuídos a cada item pelos usuários nos questionários, o peso do item foi gerado por sua média aritmética. Esses itens, que refletem as necessidades dos usuários, são denominados, no DM, de Itens de Demanda Ergonômica (IDEs).

As formatações dos questionários (perguntas) não foram iguais para todas as plantas (ver APÊNDICE B) devido às diferentes respostas apresentadas na etapa da entrevista. Assim, foi verificada a similaridade entre os questionários e reenquadrado para realizar as comparações, como segue na TAB. 3:

TABELA 3 – Montagem das perguntas com similaridade entre as plantas

	Plantas (Bulk1, Bulk2, Piloto, Spherilene, Alta Pressão)	Plantas (PE1, PE2 Comercial e PE2 Piloto)	Plantas (Estireno e Poliestireno)
Nº	Como você se sente em relação	Como você se sente em relação	Como você se sente em relação
1	1. aos acessos para chegar nas válvulas ?	1. aos acessos para chegar nas válvulas ?	1. aos acessos para chegar nas válvulas ?
2	2. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	2. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	2. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas ?
3	3. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	3. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	3. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?
4	4. ao ato de subir e descer escadas na área ?	4. ao ato de subir e descer escadas na área ?	4. ao ato de subir e descer escadas na área ?
5	5. ao transporte manual de materiais/equipamentos ?	5. ao transporte manual de materiais/equipamentos ?	
6	6. as manobras em equipamentos ?	6. as manobras em equipamentos ?	5.as manobras em conexões/equipamentos na área operacional?
7		8. ao carregamento de aditivos/insumos ?	6.ao carregamento manual de aditivos/insumos ?
8	10. a sua cadeira de trabalho ?	12. a sua cadeira de trabalho ?	10.a sua cadeira de trabalho?
9	11. ao micro computador no painel de controle ?	13. ao micro computador no painel de controle ?	11.ao computador no painel de controle ?
10	13. ao ruído na sala de controle ?	14. ao ruído na sala de controle ?	12.ao ruído na sala de controle?
11	14. ao ruído na área operacional ?	15. ao ruído na área operacional ?	13.ao ruído na área operacional?
12	16. a temperatura na área operacional ?	16. a temperatura na área operacional ?	15.a temperatura na área operacional?
13	17. a temperatura na sala de controle?	17. a temperatura na sala de controle ?	14.a temperatura na sala de controle?
14	20. ao nível de iluminação na sala de controle ?	18. ao nível de iluminação na sala de controle ?	16.ao nível de iluminação na sala de controle ?
15	21. ao nível de iluminação na área operacional ?	19. ao nível de iluminação na área operacional?	17.ao nível de iluminação na área operacional?
16	24. cansaço visual ?	20. cansaço visual ?	23.cansaço visual?
17	25. dor de cabeça ?	21. dor de cabeça ?	24.dor de cabeça?
18	26. dores musculares devido ao exercício da função ?	22. dores musculares devido ao exercício da função ?	25.dores musculares devido ao exercício da função?

Foi realizado, também, o agrupamento das perguntas por constructos (grupos de questões): posto de trabalho, ambiente (ruído, temperatura e iluminação) e desconforto e/ou dor e por tipos de atividades, conforme TAB. 4:

TABELA 4 – Agrupamento das questões por constructos e tipos de atividades

Questões	Tipos de Atividades	Constructos
..... aos acessos para chegar nas válvulas ?	Manobras em Válvulas	Posto de Trabalho
..... ao posicionamento (altura/distância) das válvulas ?		
..... ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?		
..... ao ato de subir e descer escadas na área ?	Posto - área operacional	
..... ao transporte manual de materiais/equipamentos ?		
..... as manobras em equipamentos ?		
..... ao carregamento de aditivos/insumos ?	Posto - sala de controle	
..... a sua cadeira de trabalho ?		
..... ao micro computador no painel de controle ?		
..... ao ruído na sala de controle ?	Ambiente - sala de Controle	
..... a temperatura na sala de controle ?		
..... ao nível de iluminação na sala de controle ?		
..... ao ruído na área operacional ?	Ambiente - área Operacional	
..... a temperatura na área operacional ?		
..... ao nível de iluminação na área operacional?		
..... cansaço visual ?	Desconforto/dor - sala de Controle	Desconforto/Dor
..... dor de cabeça ?		
..... dores musculares devido ao exercício da função ?		

A AMT propõe que, imediatamente após a conclusão da análise de dados da apreciação, volte-se à empresa para **retorno** das informações obtidas e **discussão** dos IDEs com os participantes. Neste momento, corrobora-se e/ou alteram-se os dados encontrados, pois é possível que algumas questões tenham passado despercebidas. Essa discussão com a empresa permite entender melhor a situação e, portanto, viabiliza um diagnóstico (etapa subsequente) mais confiável. A apreciação pode ser considerada a etapa mais decisiva do estudo ergonômico já que, com base no levantamento inicial realizado, se define a linha de projeto a seguir. Apesar de ser sempre possível reavaliar as iniciativas tomadas durante o projeto, é com base em um levantamento sólido da demanda que se projeta soluções mais adaptadas aos usuários. A partir da discussão dos dados levantados na fase de apreciação, são priorizados os postos a serem analisados em detalhe e definido o cronograma de intervenção. Procede-se, então, à fase de diagnóstico onde as questões priorizadas são analisadas com maior detalhamento (GUIMARÃES, 2001).

Junto com o questionário, os operadores recebiam dois diagramas de avaliação dos níveis de desconforto/dor, um para preenchimento no início e outro para o final do turno de trabalho (jornada de 8 horas). A utilização desse diagrama durante o experimento serviu para medir a intensidade do desconforto/dor em função da jornada de trabalho com base na diferença das respostas entre o final e início do turno o que pode ser representativo das repercussões das exigências do trabalho diário sobre o corpo. Com base nos resultados, podem-se realizar trabalhos preventivos para minimização de sobrecarga física, como, por exemplo: adequações

dos postos de trabalho, implementação de ginástica laboral, programas de controle médico e saúde ocupacional. Os resultados são tabulados em planilha eletrônica para obtenção das diferenças entre o início e final do turno para cada região corporal.

O método de avaliação dos níveis de desconforto/dor das pessoas, aplicado nesse estudo, teve como base o diagrama adaptado de Corlett⁷ (1995; *apud* GUIMARÃES, 2001b). No mapa corporal que aparece na FIG. 4, foi acrescentado a cabeça, olhos e escalas contínuas, que variam de zero (nenhum) a oito (muito), nas quais deveriam ser marcadas as intensidades da sensação de desconforto e/ou dor em trinta regiões distribuídas em cinco grandes áreas: tronco, membros superiores (esquerdo e direito) e membros inferiores (esquerdo e direito).

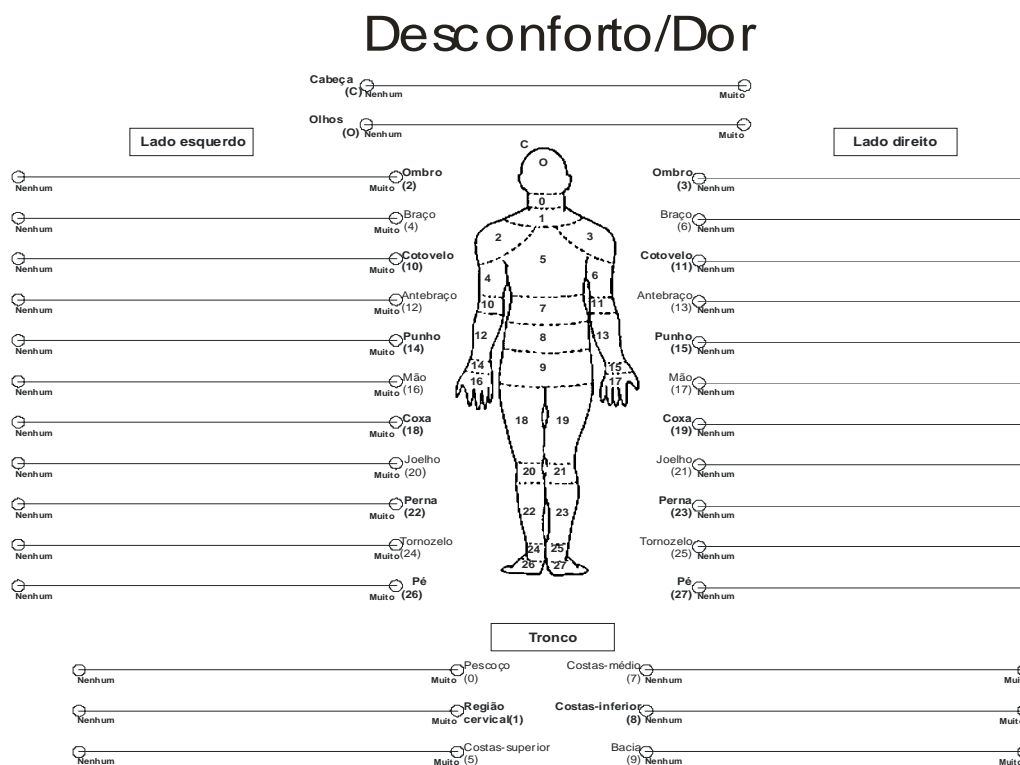


FIGURA 4 – Diagrama de desconforto/dor adaptada de Corlett e utilizada para avaliar a percepção de fadiga física dos usuários

O número de funcionários e o percentual de participação das entrevistas e questionários (incluído o diagrama de desconforto/dor), encontram-se na TAB. 5. Na empresa Braskem-PP, as entrevistas foram realizadas englobando os operadores das plantas Bulk1, Bulk2 e Piloto, e

⁷ CORLETT, E. N. The evaluation of posture and its effects. In: WILSON, J.R.; CORLETT, E.N. **Evaluation of Human Work: a practical ergonomics methodology**. Taylor & Francis: Londres, p. 663-713, 1995.

na Braskem-PE, as plantas Spherilene e Alta Pressão, pois os operadores destas plantas dividiam as mesmas instalações (exceto área operacional).

TABELA 5 – Amplitude do estudo de caso nas empresas avaliadas

	Braskem PP			Braskem PE		Braskem PE1	Braskem PE2		Innova		Total
	Bulk1	Bulk2	Piloto	Spherilene	Alta Pressão	PE1	PE2 Comercial	PE2 Piloto	Estireno	Poliestireno	
n° func.	34			35		35	44	9	23	28	208
Entrev. Total func.	98			72		42	57	10	30	29	338
% participação	35%			49%		83%	77%	90%	77%	97%	62%
n° func.	30	27	21	32	32	34	39	6	26	25	272
Quest. Total func.	42	31	25	35	37	42	57	10	30	29	338
% participação	71%	87%	84%	91%	86%	81%	68%	60%	87%	86%	80%

Os operadores tiveram uma boa participação no estudo de caso. No geral, 80% responderam os questionários e, considerando-se todas as plantas, o menor percentual de resposta foi de 60% (ver FIG. 5).

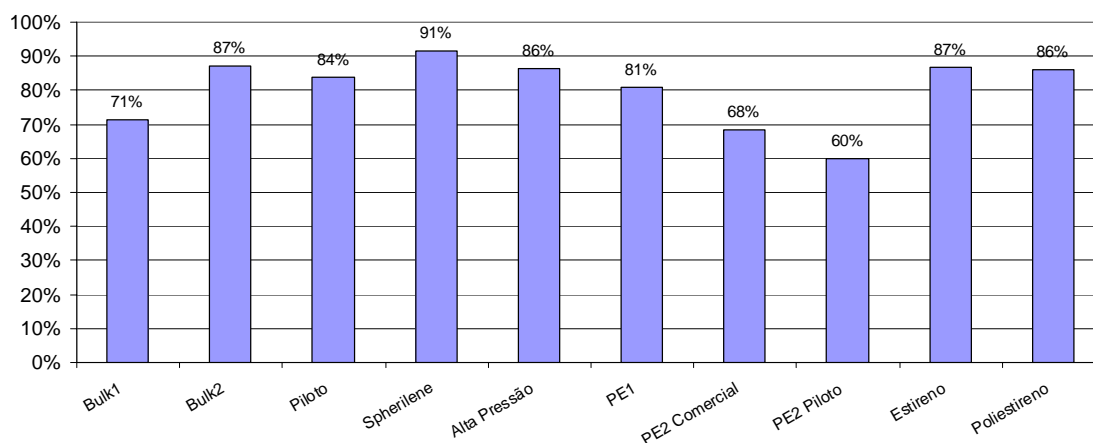


FIGURA 5 – Percentual de participação nos questionários

3.3.2 Análise estatística

Os dados coletados neste estudo foram avaliados estatisticamente visando verificar a consistência e tendências das informações. A primeira análise realizada foi para verificar a confiabilidade das respostas dos questionários, por meio do Alpha de Cronbach. De acordo com Cronbach (1951), esta é uma medida de consistência interna de questionários que permite verificar se todas as questões medem situações similares (insatisfação/satisfação, muito/nenhum, etc). Pode-se dizer que é uma medida de compreensão da escala do questionário a qual permite verificar o grau mínimo de confiabilidade dos dados. A partir da

medida, é possível reelaborar o questionário inteiro, rever questões mal-interpretadas e realizar novamente a coleta de dados. Valores de Alpha de Cronbach maiores ou iguais a 0,55 indicam uma boa consistência interna (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999).

A determinação dos métodos estatísticos para análise dos dados está condicionada ao conhecimento dos parâmetros populacionais inferidos a partir da amostra, que permitem traçar conclusões sobre uma determinada população. Estatisticamente, classifica-se o método de análise de dados em paramétrico quando há conhecimento de parâmetros populacionais ou existe a possibilidade destes serem inferidos, e de não-paramétrico, quando ocorre impossibilidade destes serem conhecidos. Para verificar as diferenças significativas entre as variáveis de estudos, foram utilizados testes não-paramétricos, uma vez que, através do teste de Shapiro Wilk, verificou-se que os dados não apresentavam normalidade. Assim, o teste de Kruskal Wallis substituiu a ANOVA, na comparação de múltiplas médias (mais de duas) e o teste de Wilcoxon substituiu o teste t-Student para amostras pareadas (entre duas médias). Os testes foram realizados ao nível de significância de 5%.

Os dados foram apresentados e resumidos utilizando-se a estatística descritiva. Cabe ressaltar a importância da descrição das variáveis para caracterizar a amostra e identificar a percepção dos indivíduos através das frequências das respostas, das medidas de tendência central e da variabilidade dos dados. Para verificar ou comparar as idades dos operadores e tempo de empresa, utilizou-se a estatística descritiva, com análise de dados por frequência das respostas. Na caracterização dos indivíduos, organizaram-se as variáveis idade e tempo de empresa em classes (faixas) de acordo com a distribuição de frequências das idades e do tempo em que os indivíduos atuam na empresa.

A análise dos resultados dos questionários foi feita com base nas médias dos índices de satisfação e insatisfação dos usuários em relação aos itens de demanda ergonômica. Através da estatística não-paramétrica, teste de Kruskal Wallis, verificou-se as diferenças significativas entre as variáveis (questões), por empresa e por planta. Para localizar os grupos que diferem estatisticamente entre si, utilizou-se o teste de Duncan para comparar as médias.

As sensações de **desconforto/dor** nas trinta regiões do corpo humano, foram analisadas com o teste de Wilcoxon para verificar seus efeitos na sensação de desconforto e ou dor apresentados no final e início do turno.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados por Plantas:

Este capítulo analisa os dados coletados junto aos operadores das 10 plantas petroquímicas que participaram das entrevistas e preencheram os questionários de satisfação e de desconforto/dor. Neste estudo, os trabalhadores foram classificados por empresa de atuação, planta na qual estão lotados, faixa etária e tempo de empresa. O sexo não foi identificado, pois somente uma das dez plantas tinha 10% de mulheres em seu quadro, ou seja, a grande maioria dos operadores das plantas petroquímicas são do sexo masculino. Também, não foram identificados o local de trabalho (sala de controle ou área operacional) e o turno devido ao revezamento constante entre os operadores. Contudo, a coleta de dados foi realizada em turnos diferentes (diurno e noturno). Esses fatores foram analisados para avaliação de seus impactos sobre a opinião dos operadores, manifestada por meio das respostas nos questionários.

4.1.1 Distribuição dos funcionários por idade e tempo de empresa

a) Idade dos funcionários por faixas

Com base na classificação dos operadores por faixa de idade, verificou-se que a planta com maior percentual de operadores na faixa de 41 a 50 anos é a PE2 Piloto (83,3%), seguida pela Alta Pressão (46,9%). As demais apresentam uma tendência de maior percentual na faixa dos 31 a 40 anos, conforme TAB. 6. As frequências citadas na tabela consideram a incidência de funcionários nas faixas de idade, sendo que o percentual representa as frequências por idade em relação ao número total de funcionários em cada faixas.

Segundo Duarte (1994), em pesquisa realizada em uma refinaria de petróleo, a idade dos operadores, era entre 26 e 30 anos, caso estes operadores continuassem trabalhando até o momento desta dissertação (2003) ter-se-ia também um percentual maior entre 36 e 40 anos. Isto indica a tendência de necessidade de profissionais experientes na operação de plantas petroquímicas.

TABELA 6 – Distribuição dos operadores por faixas de idade para todas plantas

Empresa	Planta	Idade Faixas	Frequência	Percentual (%)	
Braskem-PP	Bulk1	De 20 a 30 anos	5	16,7	
		De 31 a 40 anos	23	76,7	
		De 41 a 50 anos	2	6,7	
		Total	30	100,0	
	Bulk2	De 20 a 30 anos	3	11,1	
		De 31 a 40 anos	16	59,3	
		De 41 a 50 anos	8	29,6	
		Total	27	100,0	
	Piloto	De 20 a 30 anos	5	23,8	
		De 31 a 40 anos	15	71,4	
		De 41 a 50 anos	1	4,8	
		Total	21	100,0	
Braskem-PE	Spherilene	De 20 a 30 anos	10	31,3	
		De 31 a 40 anos	13	40,6	
		De 41 a 50 anos	9	28,1	
		Total	32	100,0	
	Alta Pressão	De 20 a 30 anos	9	28,1	
		De 31 a 40 anos	7	21,9	
		De 41 a 50 anos	15	46,9	
		Maior que 50	1	3,1	
	Total	32	100,0		
	PE1	De 20 a 30 anos	3	8,8	
		De 31 a 40 anos	21	61,8	
		De 41 a 50 anos	7	20,6	
Maior que 50		3	8,8		
Total	34	100,0			
Braskem-PE2	PE2 Comercial	De 20 a 30 anos	15	38,5	
		De 31 a 40 anos	18	46,2	
		De 41 a 50 anos	6	15,4	
		Total	39	100,0	
	PE2 Piloto	De 20 a 30 anos	1	16,7	
		De 31 a 40 anos	0	0,0	
		De 41 a 50 anos	5	83,3	
		Total	6	100,0	
	Innova	Estireno	De 20 a 30 anos	8	30,8
			De 31 a 40 anos	9	34,6
			De 41 a 50 anos	8	30,8
			Maior que 50	1	3,8
Total		26	100,0		
Poliestireno		De 20 a 30 anos	9	36,0	
		De 31 a 40 anos	11	44,0	
		De 41 a 50 anos	4	16,0	
		Maior que 50	1	4,0	
Total		25	100,0		

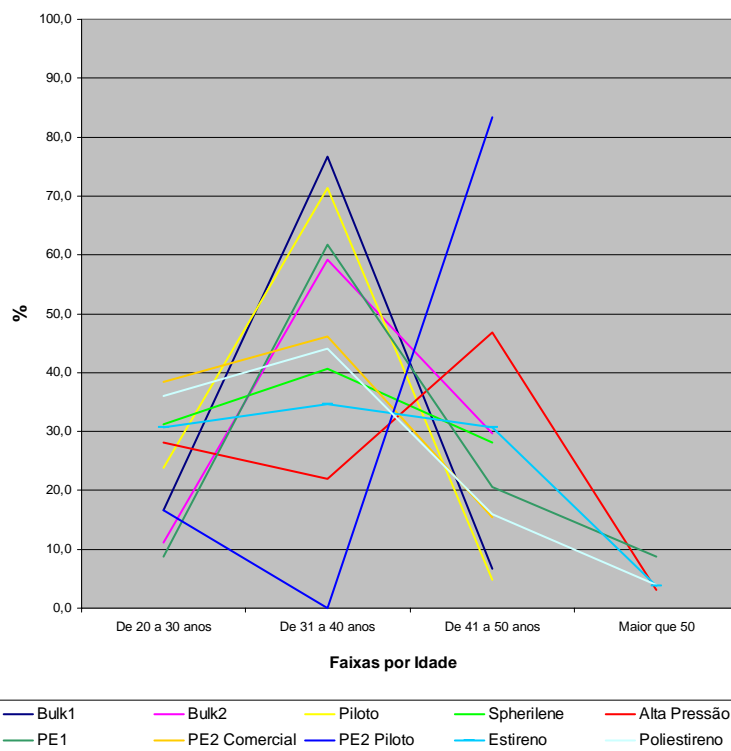


FIGURA 6 - Gráfico de distribuição dos operadores por faixa de idade para todas plantas

b) Tempo de empresa dos funcionários por faixas

A TAB. 7, mostra as diversas plantas com suas datas de inauguração (início da produção) e tempo de operação de acordo com a data da pesquisa.

TABELA 7 – Tempo de operação das plantas petroquímicas em relação ao estudo

Plantas	Início Produção (ano)	Ano Referência	Tempo Operação
Spherilene	1999	2002	3
Estireno	2000	2003	3
Poliestireno	2000	2003	3
Bulk2	1997	2002	5
Bulk1	1991	2002	11
PE1	1992	2003	11
Piloto	1990	2002	12
PE2 Piloto	1989	2003	13
Alta Pressão	1982	2002	20
PE2 Comercial	1978	2003	25

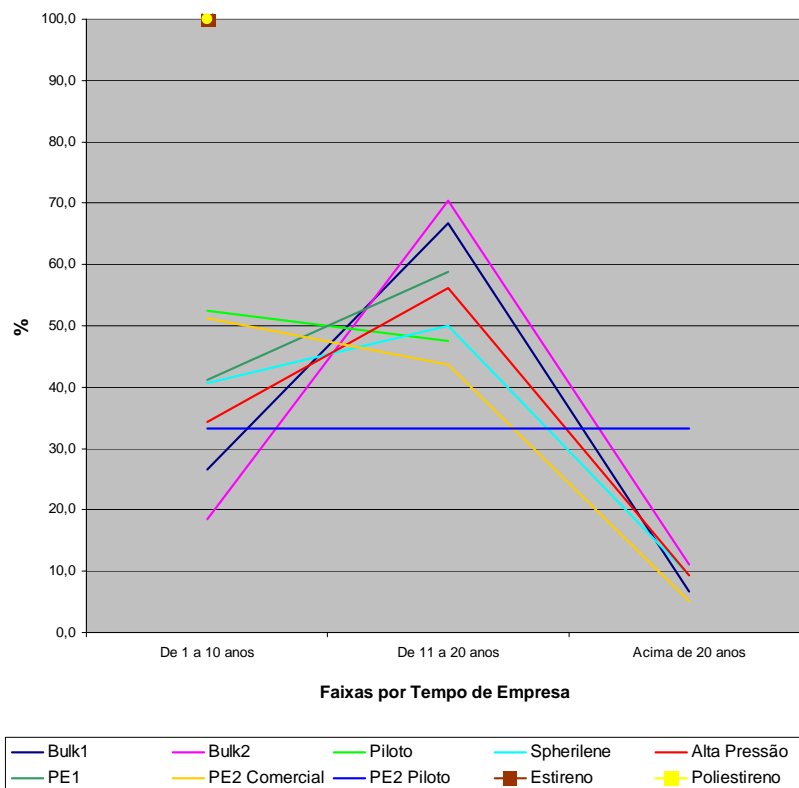
O tempo de empresa neste estudo é representado pelo período que o funcionário trabalha na empresa, não pelo tempo que está lotado na planta. Tendo em vista que alguns operadores são transferidos entre as plantas, verificou-se a ocorrência de tempos de empresa maiores que os tempos de existências nas plantas. Observou-se, também, que em algumas unidades os operadores são contratados ou transferidos para acompanhar a etapa de montagem e construção das plantas, o que pode levar em torno de 1 a 3 anos até o início da produção.

Verificou-se que a distribuição dos operadores apresenta maior frequência na faixa dos 11 a 20 anos de empresa. Atribui-se este fato à baixa rotatividade e necessidade de mão-de-obra qualificada e experiente. As plantas da Innova foram inauguradas há menos de 10 anos, apresentando somente a faixa de 1 a 10 anos (TAB. 8).

Segundo Duarte (1994), em pesquisa realizada em uma refinaria de petróleo o tempo de serviço dos operadores, era entre 1 e 10 anos, caso estes operadores continuassem trabalhando até o momento desta dissertação (2003) ter-se-ia também um percentual entre 11 e 20 anos. Isto também indica a tendência de necessidade de profissionais experientes na operação de plantas petroquímicas.

TABELA 8 – Distribuição dos operadores por tempo de empresa para todas as plantas

Empresa	Planta	Tempo Empresa	Frequência	Percentual (%)	
Braskem-PP	Bulk1	De 1 a 10 anos	8	26,7	
		De 11 a 20 anos	20	66,7	
		Acima de 20 anos	2	6,7	
		Total	30	100,0	
	Bulk2	De 1 a 10 anos	5	18,5	
		De 11 a 20 anos	19	70,4	
		Acima de 20 anos	3	11,1	
		Total	27	100,0	
	Piloto	De 1 a 10 anos	11	52,4	
		De 11 a 20 anos	10	47,6	
Total		21	100,0		
Braskem-PE	Spherilene	De 1 a 10 anos	13	40,6	
		De 11 a 20 anos	16	50,0	
		Acima de 20 anos	3	9,4	
		Total	32	100,0	
	Alta Pressão	De 1 a 10 anos	11	34,4	
		De 11 a 20 anos	18	56,3	
		Acima de 20 anos	3	9,4	
		Total	32	100,0	
	Braskem-PE1	PE1	De 1 a 10 anos	14	41,2
			De 11 a 20 anos	20	58,8
Total			34	100,0	
Braskem-PE2	PE2 Comercial	De 1 a 10 anos	20	51,3	
		De 11 a 20 anos	17	43,6	
		Acima de 20 anos	2	5,1	
		Total	39	100,0	
	PE2 Piloto	De 1 a 10 anos	2	33,3	
		De 11 a 20 anos	2	33,3	
		Acima de 20 anos	2	33,3	
Total			6	100,0	
Innova	Estireno	De 1 a 10 anos	26	100,0	
	Poliestireno	De 1 a 10 anos	25	100,0	

**FIGURA 7 - Gráfico de distribuição dos operadores por tempo de empresa para todas as plantas**

4.1.2 Entrevistas:

As entrevistas foram orientadas a partir de uma pergunta motivadora aos operadores: “Na sua opinião, qual a situação que lhe causa mais desconforto físico e ambiental durante a jornada de trabalho?”. As respostas originaram uma série de constatações por planta, sendo que somente são apresentados nas tabelas os percentuais acima de 1%. Não será realizado nenhum tipo de discussão mais criteriosa neste item, pois as entrevistas somente direcionam as queixas para a montagem dos questionários. Salienta-se que pela metodologia de pesquisa as primeiras respostas dos entrevistados têm peso maior, assim os percentuais nas tabelas de 9 a 15 estão relacionadas ao peso total de cada item (conforme item 3.3.1, *ranking*), e não à sua frequência.

a) Plantas: Bulk1, Bulk2 e Piloto:

Foram entrevistados 34 funcionários (35% da população), obtendo-se os dados da TAB. 9.

TABELA 9 – Resultados das entrevistas – plantas Bulk1, Bulk2 e Piloto

Queixas	Frequência	Peso Total	Percentual
Cadeiras desconfortáveis	22	12,46	16,17%
Manobras de processo - subir escada	7	6,00	7,79%
Transporte seringa na planta piloto	11	5,92	7,68%
Ruído na extrusão	12	5,20	6,75%
Cansaço visual na tela do SDCD	10	4,93	6,40%
Manobras de processo - válvulas	11	4,87	6,32%
Levantar barrica na aditivação	8	3,95	5,13%
Diferença temp. sala controle x área	10	3,73	4,84%
Calor na extrusão	12	3,32	4,31%
Movimentação de cilindros na área	6	3,08	4,00%
Cansaço no turno da 0:00 as 8:00 horas	10	3,05	3,96%
Desconforto no micro ônibus - ruído	12	2,68	3,47%
Estresse no turno Administrativo (08:00 as 16:00 h)	7	1,85	2,40%
Amostrar 2º reator planta piloto	3	1,75	2,27%
Excesso de trabalho em paradas	3	1,70	2,21%
Movimentação de tambores Bulk	3	1,58	2,06%
Manobras de processo - extrusão	2	1,33	1,73%
Poeiras na extrusão	2	1,25	1,62%
Calçado duro - falta palmilha	2	1,20	1,56%
Excesso de trabalho no SDCD	1	1,00	1,30%
Trocar facas na extrusora	1	1,00	1,30%
Amostragem dos silos	2	0,83	1,08%

Constatou-se que o maior percentual de queixas foi sobre as cadeiras, que eram muito velhas e com seus mecanismos desgastados ou quebrados, as entrevistas englobaram os funcionários das salas de controle e áreas operacionais, devido ao revezamento nas atividades.

b) Spherilene e Alta Pressão

Foram entrevistados 35 funcionários (49% da população), obtendo-se os dados da TAB. 10.

TABELA 10 – Resultados das entrevistas – plantas Spherilene e Alta Pressão

Queixas	Frequência	Peso Total	Percentual
Manobras de processo - válvulas	20	7,20	12,57%
Ruído no ar condicionado sala controle	20	7,00	12,22%
Manobras de processo - subir escada	9	5,03	8,79%
Desconforto painel SDCD	7	4,20	7,33%
Cansaço no turno da 0:00 as 8:00 horas	16	2,75	4,80%
Levantar barrica na aditivção	10	2,70	4,71%
Manobras de processo - rotativas silos Alta pressão	7	2,70	4,71%
Limpeza nos trocadores de reciclo AP	5	2,28	3,99%
Paradas de planta	3	2,25	3,93%
Excesso de caminha durante o turno	2	2,00	3,49%
Movimentação de tambores	5	2,00	3,49%
Estresse no turno Adm. (08:00 as 16:00 h)	9	1,98	3,46%
Cadeiras desconfortáveis	6	1,83	3,20%
Calor na extrusão	5	1,25	2,18%
Manobras de processo - extrusão	2	1,13	1,96%
Ruído no soprador de alta pressão	5	1,06	1,85%
Manobras de processo - vasos de cera AP	2	1,00	1,75%
Desconforto no micro ônibus - ruído	6	0,90	1,57%
Desconforto térmico na sala-área AP	6	0,79	1,37%
Ruído no compressores sulzer	3	0,78	1,37%
Diferença temp. sala controle x área	4	0,67	1,16%

Verificou-se uma maior distribuição das reclamações no manuseio de válvulas (grande números de válvulas manuais nas plantas de Alta Pressão) e ruído do ar condicionado da sala de controle. A sala de controle é comum para as plantas, ocorrendo, assim, opiniões similares.

c) PE1

Foram entrevistados 35 funcionários (83% da população), obtendo-se os dados da TAB. 11.

TABELA 11 – Resultados das entrevistas – planta PE1

Queixas	Frequência	Peso Total	Percentual
Alimentação de aditivos na A-700	21	12,67	15,70%
Cadeiras desconfortáveis na sala de controle	15	9,88	12,24%
Ruído na extrusão, silos e reação	19	9,09	11,26%
Manobras com mangotes nos silos finais	16	5,76	7,14%
Manobras em válvulas (abertura/fechamento)	12	4,16	5,15%
Troca de filtro da extrusora	12	3,70	4,58%
Iluminação deficiente na sala de controle	7	3,27	4,05%
Difícil acesso área (A-400) pela obstrução do caminho (altura)	6	2,65	3,29%
Temperatura alta das tubulações e extrusora	7	2,53	3,13%
Subir e descer escadas	6	2,31	2,86%
Desobstrução PDS (vaso de resina em pó - tubulação)	8	2,20	2,73%
Movimentação mini-bag para o 3º e 4º pisos (elevador)	9	1,84	2,28%
Retirada de chunk's (aglomerados) da extrusora	3	1,75	2,17%
Preparação de batelada de aditivo	3	1,67	2,07%
Manobras em válvulas (acesso)	7	1,60	1,86%
Monitores do SDCD	3	1,50	1,86%
Ruído dos ventiladores dos computadores da sala de controle	2	1,50	1,86%
Manobras em válvulas (altura/distancia)	6	1,30	1,61%
Troca da tela do filtro da extrusora (ferramenta inadequada)	2	1,25	1,55%
Temperatura baixa sala de controle	3	1,17	1,45%
Umidade relativa do ar na sala de controle	1	1,00	1,24%
Inversão de figura 8 (A-100/200)	3	0,87	1,07%
Iluminação deficiente na área sul da fábrica	3	0,84	1,04%

Observou-se que o manuseio de aditivos (sacarias) para alimentação manual do processo, as cadeiras desconfortáveis na sala de controle e o ruído na área operacional foram os itens que receberam as maiores queixas.

d) PE2 Comercial

Foram entrevistados 44 funcionários (77% da população), obtendo-se os dados da TAB. 12.

TABELA 12 – Resultados das entrevistas – planta PE2 Comercial

Queixas	Frequência	Peso Total	Percentual
Diluição Stadis (subir escada com balde 15 kg)	18	13,35	13,70%
Carregamento de sílica (tambores 60 kg para vaso)	15	9,43	9,67%
Subir e descer escadas (degraus altos + num. vezes)	12	6,92	7,10%
Borras da extrusora (corte e descarte para recipiente)	12	6,08	6,24%
Manobra em válvulas (abrir / fechar)	13	5,53	5,68%
Posição do micro (Mesa do SDCD diferente Micro)	6	4,50	4,62%
Manobras em válvulas (acesso)	13	4,20	4,31%
Ruído na área operacional	14	4,02	4,12%
Cadeira desconfortável	6	3,45	3,54%
Preparo de Máster Bart (SEPEL) – 10 a 20 kg	8	2,85	2,92%
Manobras em válvulas (altura/distância)	9	2,73	2,80%
Transporte de aditivos (manuseio de sacos)	7	2,67	2,74%
Utilização de rádio junto ao torax (incomodo)	5	2,46	2,52%
Temperatura baixa na sala de controle	3	2,25	2,31%
Descarte de pellets (prod. piso/amostra) para Big-Bag	5	2,23	2,28%
Carregamento de catalisador (TBT) – 20 a 50 kg	6	2,20	2,26%
Mov. aditivos c/ carrinho via elevador p/ H-38 em Big-bag	3	2,20	2,26%
Temperatura alta na extrusora	6	2,07	2,12%
Quantidade alta de alarmes no SDCD.	2	2,00	2,05%
Receber chamadas telefônicas	4	1,83	1,88%
Descarte de N-hexano para V-405 – tambor 200 lt.	5	1,78	1,83%
Iluminação deficiente na área	7	1,68	1,72%
Descarga do MG-3803 com o uso de alavanca	2	1,33	1,37%
Ruído na sala da extrusora	4	1,25	1,28%
Carregamento de Sílica para o elevador (MG-1005)	4	1,25	1,28%
Lavagem de carreta de NHX com balde	2	1,25	1,28%

Constatou-se que as atividades manuais de diluição do aditivo (transportar balde com 15 kg) e o carregamento de sílica para alimentação dos equipamentos (manusear tambores de 60 kg) obtiveram os maiores percentuais de queixas.

e) PE2 Piloto

Foram entrevistados 9 funcionários (90% da população), obtendo-se os dados da TAB. 13.

TABELA 13 – Resultados das entrevistas – planta PE2 Piloto

Queixas	Frequência	Peso Total	Percentual
Subir/descer escada (degraus muito estreitos).	4	3,33	16,68%
Intervir como caldeireiro na área.	4	2,83	14,18%
Diluição de Stadis.	3	1,83	9,17%
Enchimento de Mag-Bag com balde.	4	1,83	9,17%
Quant. alta de instrumentos que requer intervenção manual.	2	1,50	7,51%
Limpeza dos R-1331/1332 com uso de espátula.	3	1,25	6,26%
Acesso ao FI da KC-1331-C	3	1,20	6,01%
Carregar mangueiras.	1	1,00	5,00%
Manobras em válvulas (acesso).	4	1,00	5,00%
Efetuar limpeza na área com equipamento inadequado	3	0,78	3,92%
Passagem baixa p/ acesso à válvula de fundo (R-1201)	2	0,70	3,50%
Carregamento de DEG no V-1307.	2	0,67	3,34%
Amarrar/desamarrear alças do Big-Bag no MG-1807	1	0,50	2,50%
Amarrar/desamarrear alças do Big-Bag no H-1801.	2	0,45	2,25%
Subir/descer escada do S-1711 (degrau mal projetado)	2	0,40	2,00%
Aditivação manual da Máster Bach.	2	0,37	1,83%
Roteiros muito longos dos carros de turno.	1	0,33	1,67%

Verificou-se que os maiores percentuais de queixas recaíram sobre os deslocamentos que os operadores necessitam fazer nas plantas: acesso por escadas para realizar manobras de abertura e fechamento de equipamentos nas rotinas de processo.

f) Estireno

Foram entrevistados 23 funcionários (77% da população), obtendo-se os dados da TAB. 14.

TABELA 14 – Resultados das entrevistas – planta Estireno

Queixas	Frequência	Peso Total	Percentual
Escada subir / descer	3	1,42	2,31%
Calor no descarregamento de aditivos	3	1,33	2,17%
Cadeiras do refeitório	7	1,29	2,10%
Ruído de impressora matricial	3	1,27	2,07%
Abriço para operadores	1	1,17	1,90%
Descarregamento bombona torre de ref.	3	0,98	1,59%
Limo no chão devido pugladores	3	0,83	1,35%
Descarte bombonas com resíduos	4	0,80	1,31%
Manobras no separador água x óleo	3	0,65	1,06%
Microcomputadores (lay-out)	3	0,64	1,05%
Monitor tremendo	3	0,62	1,01%

Observou-se que os deslocamentos dos operadores na planta através de seus diversos níveis (acesso por escadas) e o calor na atividade de manuseio de aditivos (sacarias) para alimentação manual do processo são os maiores percentuais de queixas.

g) Poliestireno

Foram entrevistados 28 funcionários (97% da população), obtendo-se os dados da TAB. 15.

TABELA 15 – Resultados das entrevistas – planta Poliestireno

Queixas	Frequência	Peso Total	Percentual
Poeiras no amostrador contínuo	19	15,39	23,55%
Ruído na sala de controle	19	7,08	10,83%
Reabastecimento de peróxido	8	3,92	5,99%
Concentração na sala de controle	11	3,47	5,30%
Calor no acabamento / extrusora	7	3,43	5,25%
Reprocesso produtos (saco manual)	6	3,09	4,73%
Escadas subir / descer	8	2,95	4,51%
Escada da reação	5	2,58	3,95%
Cadeiras sala de controle borracha	7	2,42	3,70%
Esforço demais no acabamento	5	2,42	3,70%
Carregamento de aditivos talha	9	2,28	3,48%
Ruído na casa de operador (acabamento)	5	1,98	3,02%
Abastecimento de esterilizada	5	1,58	2,42%
Ruído no acabamento / extrusora	5	1,51	2,31%
Calor na sala de controle	3	1,42	2,17%
Monitores sala de controle	4	1,08	1,66%
Saco de estearato de zinco	1	1,00	1,53%
Sentado muito tempo (sala de controle)	1	1,00	1,53%
Retirada finos / Big bag (acabamento)	3	0,92	1,40%
Remoção dos fardos de borracha das caixas	3	0,78	1,20%
Transporte (micro)	4	0,76	1,16%
Iluminamento na sala de controle	4	0,70	1,07%
Calor nos fornos	2	0,70	1,07%
Poeira na extrusora / acabamento	3	0,70	1,07%

Constatou-se, também, que os deslocamentos dos operadores na planta através de seus diversos níveis (acesso por escadas), cadeiras desconfortáveis na sala de controle da borracha e manuseio de aditivos (sacarias) para alimentação manual do processo na área de acabamento têm os maiores percentuais de queixas.

4.1.3 Questionários

Os resultados de *Alfa de Cronbach*, para todos os questionários aplicados nas plantas, tiveram valores maiores que “0,55”. Para este tipo de estatística qualquer valor acima desta referência indica boa consistência entre as perguntas e demonstra a compreensão dos questionários pelos respondentes (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999), ver TAB. 16.

TABELA 16 – Resultados do Alpha de Cronbach por Planta

Plantas	Alpha de Cronbach
Bulk1	0,8749
Bulk2	0,8943
Piloto	0,8800
Spherilene	0,8371
Alta Pressão	0,7524
PE1	0,8994
PE2 Comercial	0,8634
PE2 Piloto	0,8269
Estireno	0,8770
Poliestireno	0,8694

Os resultados dos questionários aplicados nas empresas são apresentados por planta para melhor evidenciar as suas características com relação às demandas ergonômicas, através da estatística descritiva. A percepção de insatisfação/satisfação dos operadores é verificada através das médias, isto é, quanto menor a média maior sua insatisfação. O Coeficiente de Variação (CV) permite verificar o quanto o desvio padrão supera a média em termos percentuais. Os resultados possuem grande variabilidade se o coeficiente superar 50% o valor da média (CALLEGARI, 2003). Os resultados para cada planta estão identificados no APÊNDICE C.

A seguir serão apresentados os Itens de Demanda Ergonômica (IDE) de acordo com o ordenamento das médias das respostas para as questões aplicadas, sendo que a priorização será realizada para os itens com médias inferiores à condição neutra e/ou médio da escala de 0 a 15 cm.

a) Bulk1

Verificou-se que as respostas, para: “cadeira de trabalho, ruído na área operacional, acesso para chegar nas válvulas, falta de concentração na operação do painel na sala de controle e posicionamento das válvulas na área operacional”, ficaram abaixo da condição neutro,

conforme FIG. 8 Observou-se, também, grande variabilidade no CV, para: “acesso e manuseio das válvulas, cadeira de trabalho, ruído na sala e nível de iluminação na área”.

As cadeiras existentes, na ocasião do estudo, eram de diversos tipos, sendo que a maioria já tinha passado por reformas. Observou-se, ainda, a existência de cadeiras fixas sem regulagem de altura.

O ruído citado na área operacional decorre, principalmente, de equipamentos rotativos, como compressores, bombas, motores, etc.

O acesso e posicionamento das válvulas são dificultados pela concepção do projeto que não definiu as regras para realização dessas manobras.

As queixas sobre a falta de concentração na operação do painel na sala de controle, devem-se ao fluxo de pessoas que transitam no local para solicitar a Permissão de Trabalho (PT) para manutenção da planta e também à realização de reuniões na própria sala.

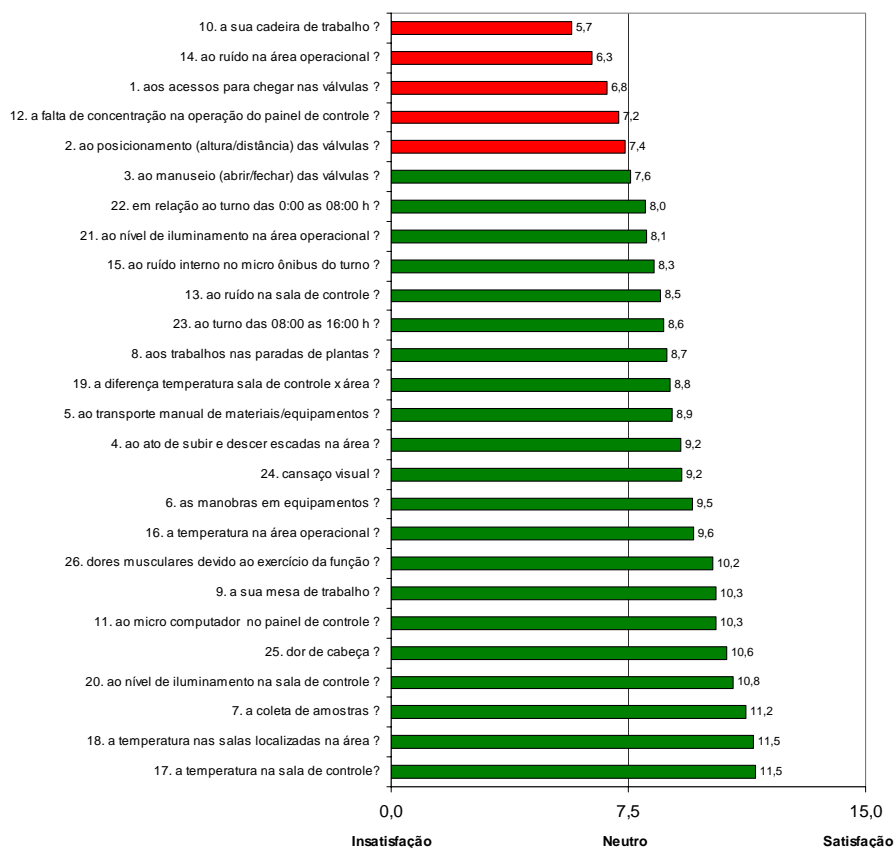


FIGURA 8 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Bulk1

b) Bulk2

Verificou-se que as respostas para “cadeira de trabalho e ruído na área operacional” ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 9. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “cadeira de trabalho e ruído na sala na sala de controle”.

Assim como na planta Bulk1, as cadeiras da sala de controle da Bulk2 apresentam as mesmas condições.

O ruído na área operacional decorre, principalmente, de equipamentos rotativos, como compressores, bombas, motores, etc.

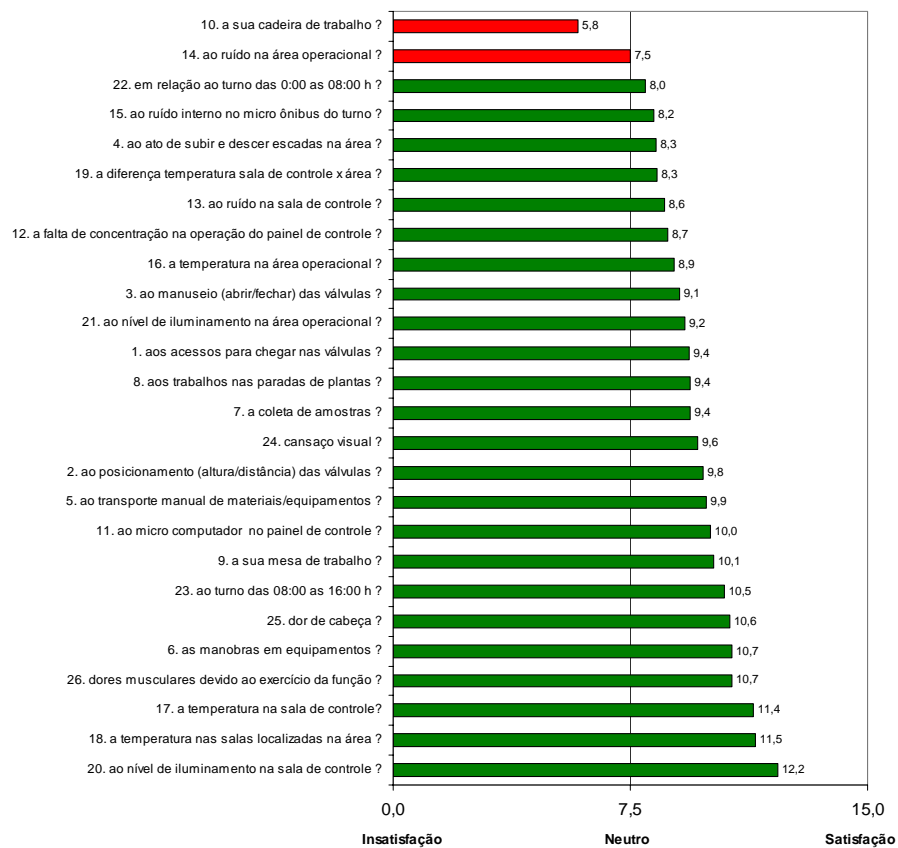


FIGURA 9 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Bulk2

c) Piloto

Verificou-se que as respostas para “acessos às válvulas, posicionamento das válvulas, transporte de materiais e equipamentos, cadeira de trabalho, manuseio de válvulas, nível de iluminação na área operacional, coleta de amostras, falta de concentração no painel de controle, turno de 0 h às 8 h (cansaço) e ruído interno no microônibus do turno”, ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 10. Observou-se, também, grande variabilidade no CV, para “acesso, posicionamento e manuseio de válvulas, transporte manual de materiais, cadeira de trabalho, temperatura na sala de controle e nível de iluminação na área”.

O acesso e posicionamento das válvulas são dificultados pela concepção do projeto, o qual não definiu as regras para realização dessas manobras (por exemplo: altura máxima do volante e distância entre outros equipamentos), e pelo tamanho reduzido da planta, o que dificulta o espaçamento entre os equipamentos.

Observou-se que existe um fluxo grande de movimentação de materiais, como: bombonas de óleo, cilindros de gás, coletores de amostra para envio ao laboratório, etc., ocasionado pela necessidade de realização de testes nesta planta piloto.

Assim como na planta Bulk1, as cadeiras da sala de controle da Piloto apresentam as mesmas condições.

O baixo nível de iluminação no período da noite deve-se à grande quantidade de instrumentos a serem verificados na rotina de trabalho e ao pequeno número de luminárias existentes.

As queixas de falta de concentração na operação do painel na sala de controle devem-se ao fluxo de pessoas que transitam no local para solicitar PT para manutenção da planta e às reuniões realizadas na própria sala.

As queixas com relação ao ruído nos microônibus são devido ao tempo de uso e estado de conservação destes veículos.

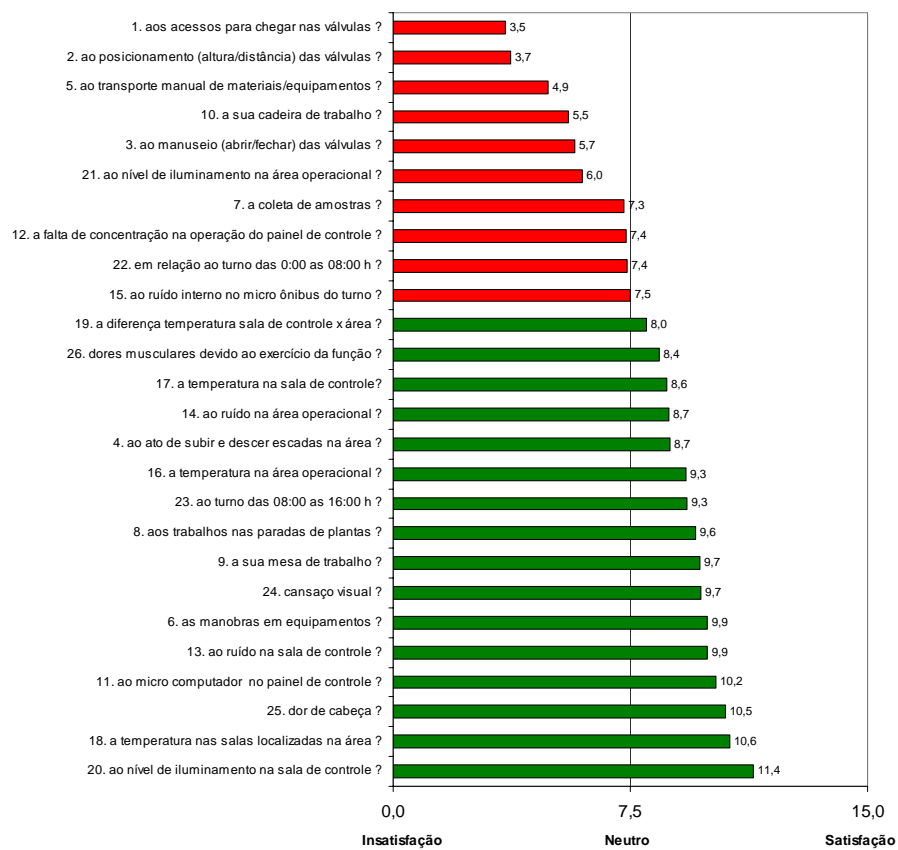


FIGURA 10 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Piloto

d) Spherilene

Verificou-se que as respostas para “ruído na sala de controle, ato de subir e descer escadas na área, posicionamento das válvulas e ruído na área operacional”, ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 11. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “acesso e posicionamento de válvulas, ato de subir e descer escadas na área, ruído e temperatura na sala de controle”.

O ruído existente na sala de controle era proveniente dos dutos do sistema de ar condicionado, que, pela sua configuração e distância da central, causavam turbulência do ar, gerando elevação do ruído.

A queixa sobre o excesso de movimentação nas escadas é justificada porque o processo de produção é vertical, exigindo manobras em equipamentos e leitura de instrumentos nos vários andares que compõem a unidade (a mesma não tem elevador).

O posicionamento (altura/distância) das válvulas é dificultado pela concepção do projeto que não definiu regras para essas manobras (por exemplo: altura máxima do volante e distância entre outros equipamentos).

O ruído citado na área operacional decorre, principalmente, dos equipamentos rotativos, como compressores, bombas, motores, etc.

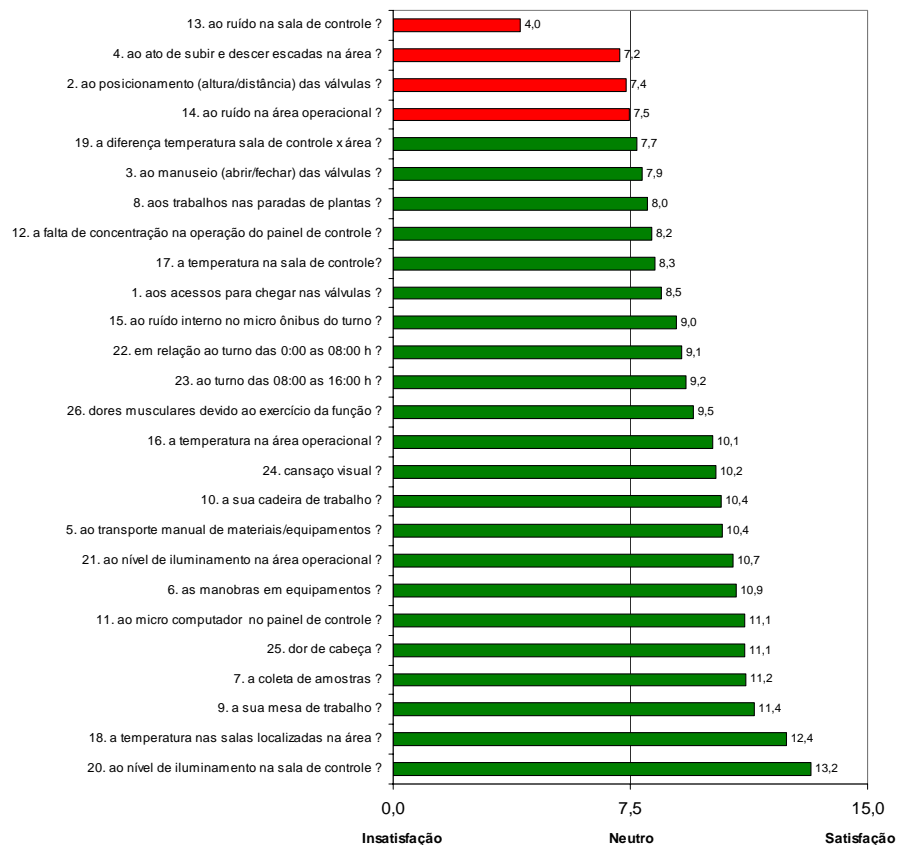


FIGURA 11 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Spherilene

e) Alta Pressão

Verificou-se que as respostas para “ruído na sala de controle, ruído na área operacional, diferença de temperatura da sala de controle e área, manuseio de válvulas, temperatura nas salas localizadas na área operacional, acesso para válvulas, trabalhos na paradas de plantas, transporte de materiais e equipamentos”, ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 12. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “acesso e manuseio de válvulas,

transporte manual de materiais, ruído na sala de controle e área, temperatura na sala de controle e área e nível de iluminação na área”.

O painel de controle das plantas de Alta Pressão (Autoclave e Tubular) estão localizadas na mesma sala da planta Spherilene, assim, verifica-se o mesmo problema de ruído do ar condicionado na sala de controle.

O ruído citado na área operacional decorre, principalmente, de equipamentos rotativos, como compressores, bombas, motores, etc.

A diferença de temperatura entre a sala de controle e a área deve-se aos deslocamentos dos operadores que realizam trabalhos hora num local hora em outro, haja vista que a sala de controle é climatizada, ocorre um choque de temperatura, principalmente em estações de calor intenso.

O acesso e manuseio das válvulas são dificultados pela concepção do projeto que não definiu regras para realização dessas manobras (por exemplo: altura máxima do volante e distância entre outros equipamentos).

Existem salas para a emissão de PT dentro das áreas operacionais; porém, não podem ser instalados sistemas de ar condicionado por se tratar de local de risco (vazamento de gases).

Tendo em vista que as paradas para manutenção dessas plantas são periódicas, há um grande comprometimento na realização das atividades num curto espaço de tempo para aumentar o tempo de produção, assim, o número de manobras e desgaste no trabalho é maior do que aqueles realizados em situações de rotina operacional (planta em produção).

O transporte de materiais e equipamentos é bastante impactado pela movimentação de rotativas (equipamentos sobre rodas) embaixo dos silos de mistura, as quais são necessárias para transferência dos produtos entre os 30 silos existentes. Como as rotativas são em menor número, ocorre uma freqüente mudança de posição que, devido ao seu elevado peso, torna a movimentação difícil e penosa.

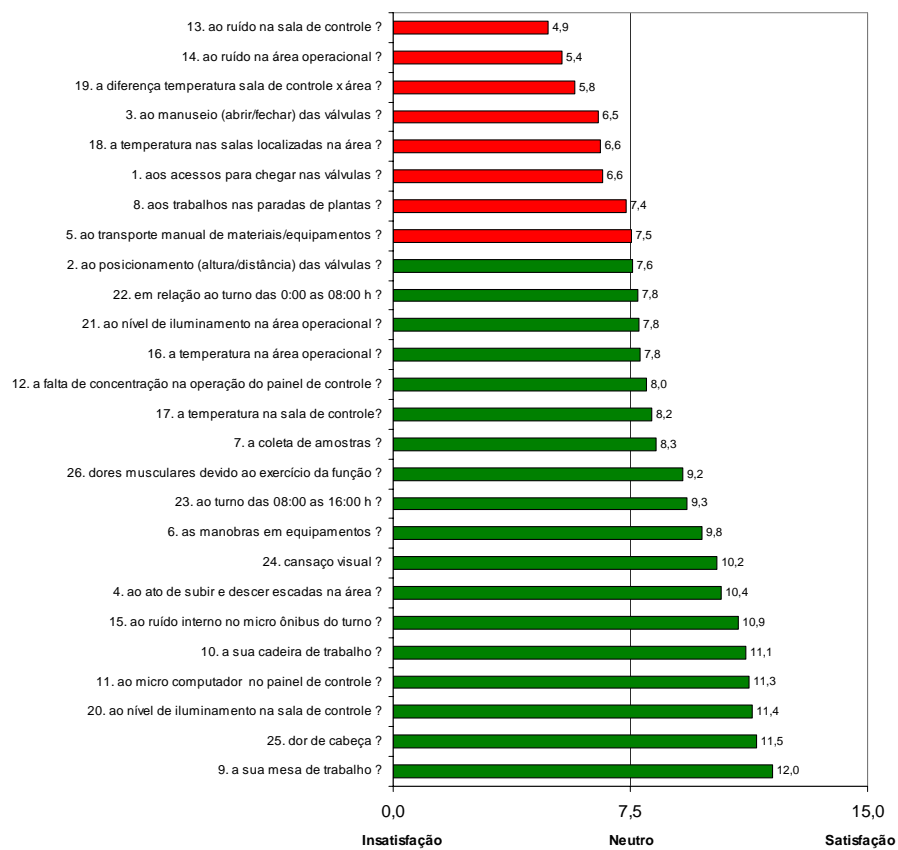


FIGURA 12 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da plantas Alta Pressão

f) PE1

Verificou-se que as respostas para “ruído na área e carregamento de aditivos e insumos nos equipamentos” ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 13. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “manuseio de válvulas, carregamento de aditivos/insumos, cadeira de trabalho, e ruído na área”.

O ruído da área operacional decorre, principalmente, de equipamentos rotativos, como compressores, bombas, motores, etc.

O carregamento de aditivos e insumos nos equipamentos deve-se à necessidade periódica de alimentar esses materiais no ciclo de produção. Como esse trabalho é manual, a movimentação ocorre através de carrinho. O manuseio e a colocação dos aditivos/insumos são realizados pelo próprio operador nos equipamentos de mistura.

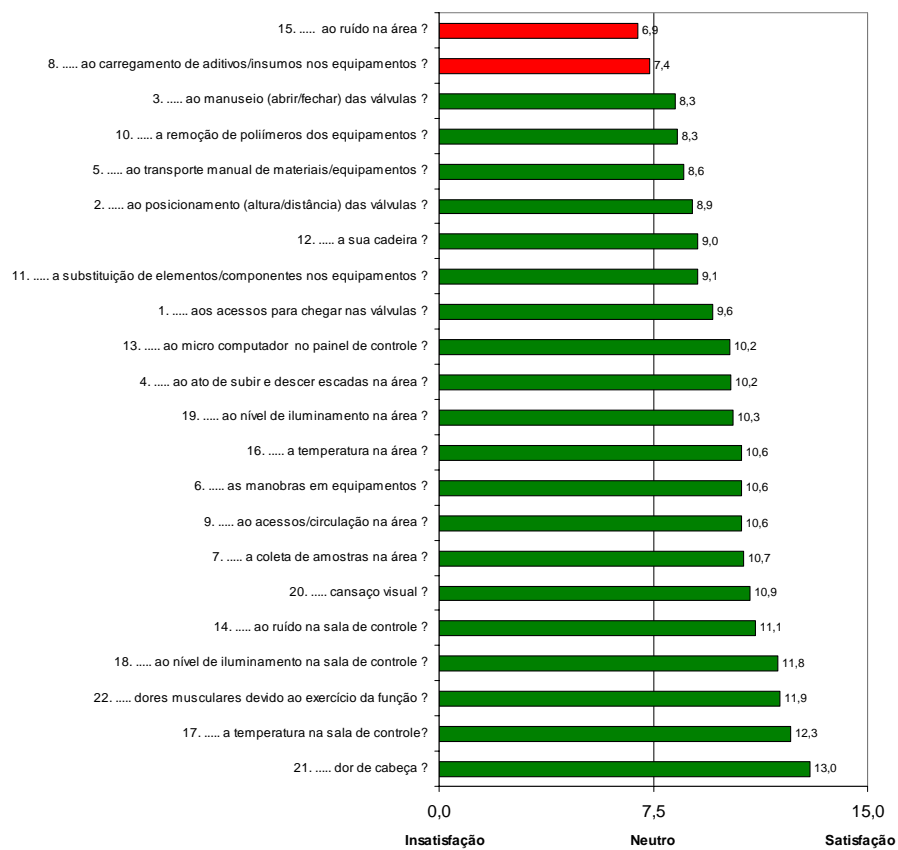


FIGURA 13 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta PE1

g) PE2 Comercial

Verificou-se que as respostas para “ruído na área, manuseio e posicionamento das válvulas, carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos, acesso para chegar nas válvulas, nível de iluminação na área, transporte de materiais e equipamentos, remoção de polímeros dos equipamentos, ato de subir e descer escadas na área, limpeza/lavagem de equipamentos na área, utilização de rádio junto ao tórax, temperatura na área” ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 14. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “posicionamento e manuseio de válvulas, ato de subir e descer escadas, transporte manual de materiais, carregamento de aditivos/insumos, ruído na sala de controle e área, temperatura na área, nível de iluminação na área e dores musculares devido às atividades”.

O ruído da área operacional decorre, principalmente, de equipamentos rotativos, como compressores, bombas, motores, etc.

O manuseio, posicionamento e acesso das válvulas são dificultados pela concepção do projeto que não definiu regras para a realização dessas manobras (por exemplo: altura máxima do volante e distância entre outros equipamentos).

O carregamento de aditivos, materiais e insumos nos equipamentos deve-se à necessidade periódica de alimentar esses materiais no ciclo de produção, como esse trabalho é manual, a movimentação é realizada através de carrinho. O manuseio e a colocação dos aditivos/insumos nos equipamentos de mistura são executados pelo próprio operador.

O baixo nível de iluminação na área era proveniente de lâmpadas queimadas e má distribuição dessas sobre os instrumentos de leitura periódica no turno da noite.

A remoção de polímeros de equipamentos é oriunda das paradas das extrusoras que, por suas concepções, necessitam de purga para início da produção (limpeza do trajeto até a matriz de corte da extrusora com o próprio produto), gerando, assim, um grande número de resíduos a serem descartados. Quanto maior o número de paradas, maior a geração de resíduos.

Esta planta não tem uma grande verticalidade no seu processo, contudo as escadas existentes têm degraus fora de padrão (mais altos), que exigem maiores esforços na movimentação dos operadores em suas rotinas de área.

A limpeza e lavagem periódica da área ocorrem devido a vazamentos de produtos provenientes dos equipamentos, tendo em vista o tempo de existência da planta (25 anos de operação) e, também, ao descarte dos polímeros gerados nas extrusoras.

Devido à necessidade de comunicação dos operadores de área com a sala de controle, os mesmo utilizam o rádio junto ao ombro, o que torna sua utilização incomoda tendo em vista o tipo de amarração junto ao tórax.

A maiores temperaturas verificadas nas plantas são junto as extrusoras que, por sua concepção, tem manobras rotineiras dos operadores.

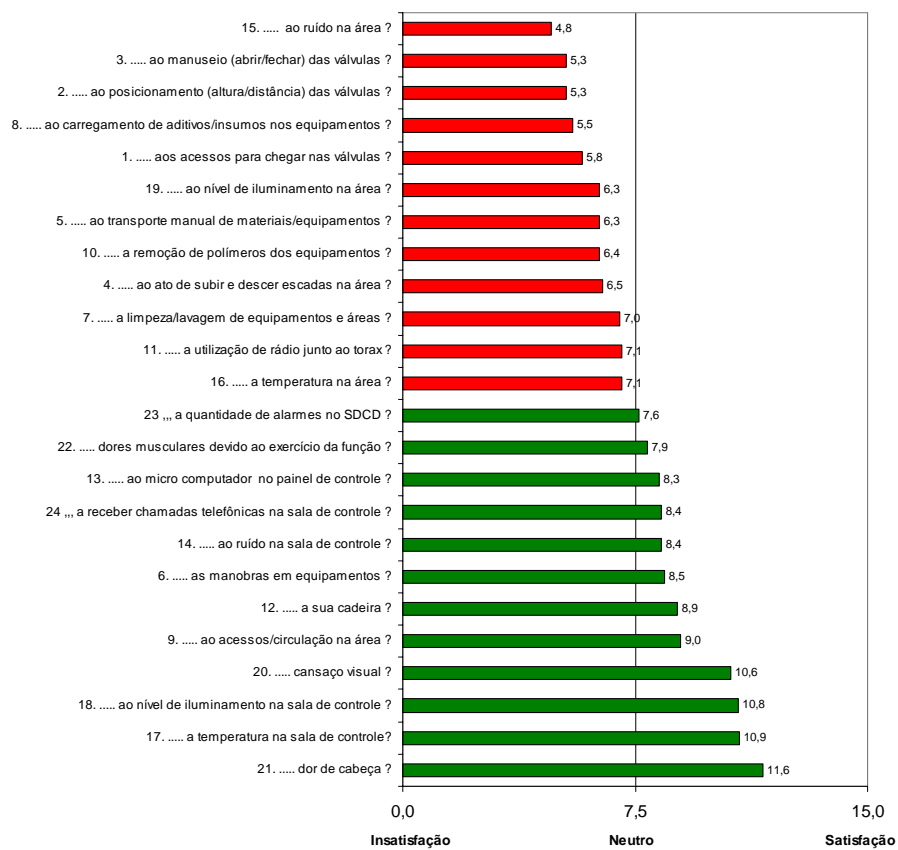


FIGURA 14 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta PE2 Comercial

h) PE2 Piloto

Verificou-se que as respostas para “temperatura na sala de controle, posicionamento e acesso das válvulas e remoção de polímero dos equipamentos” ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 15. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “acesso, posicionamento e manuseio de válvulas, transporte manual de materiais, manobras em equipamentos, carregamento de aditivos/insumos e temperatura na sala de controle”.

A alta temperatura na sala de controle foi identificada pela baixa capacidade do sistema de ar condicionado, em função da área de troca térmica.

O acesso e posicionamento das válvulas são dificultados pela concepção do projeto que não definiu as regras para essas manobras (por exemplo: altura máxima do volante e distância entre outros equipamentos) e pelo tamanho reduzido da planta, o que dificulta a movimentação entre os equipamentos.

A remoção de polímeros dos equipamentos é necessária devido ao grande número de trabalhos manuais realizados para colocação de insumos/aditivos no ciclo de produção, correndo, assim, dispersões e vazamentos durante as manobras.

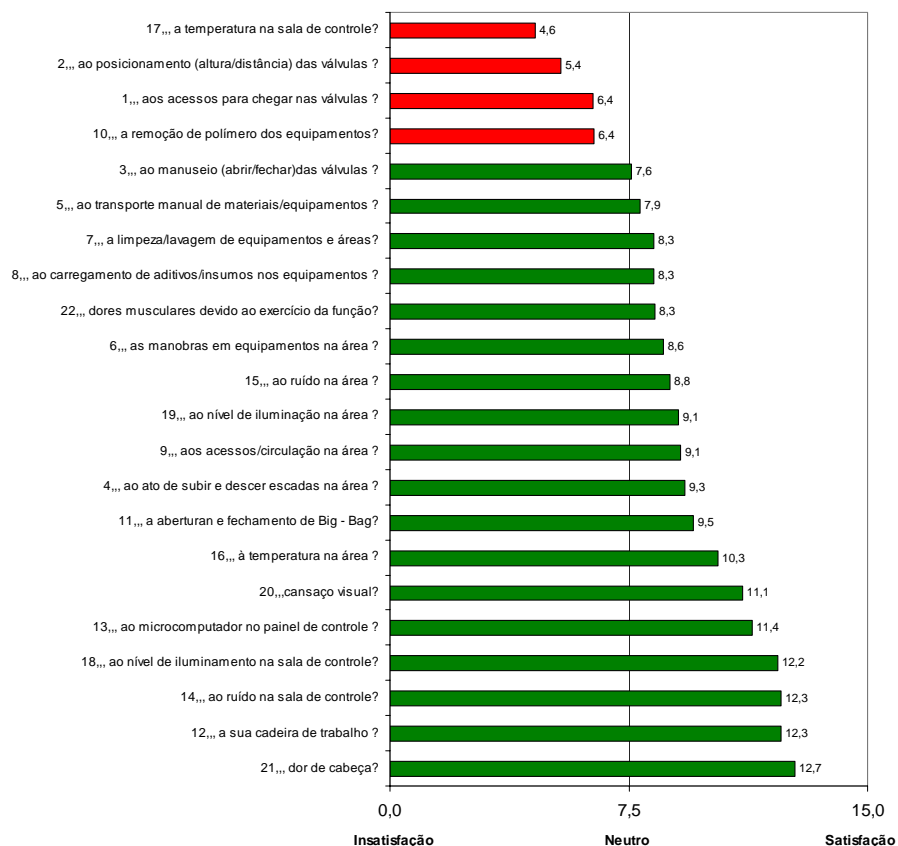


FIGURA 15 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta PE2 Piloto

i) Estireno

Verificou-se que as respostas, para “vestiário na sala de controle, limpeza de elementos e equipamentos na área, concentração na operação do painel de controle, espaço físico na sala de controle, posicionamento das válvulas, carregamento manual de aditivos/insumos /descarte, manuseio de válvulas, nível de iluminação na área, manobras em conexões/equipamentos na área e acesso as válvulas” ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 16. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “manuseio de

válvulas, carregamento de aditivos/insumos, ruído na sala na sala de controle e nível de iluminação na sala de controle”.

O vestiário disponível para os operadores é pequeno, assim, ocorrendo congestionamento em horário de troca de turno.

A limpeza de filtros (elementos) é necessária quando ocorre sua obstrução por impurezas no fluxo de determinado produto. Esse tipo de trabalho gera resíduos que sujam os uniformes e os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), causando desconforto aos operadores.

As queixas sobre a falta de concentração na operação do painel na sala de controle são decorrentes do fluxo de pessoas que transitam no local para solicitar Permissão de Trabalho (PT) para manutenção da planta e, também, da realização de reuniões na própria sala.

As queixas sobre o leiaute na sala de controle eram oriundas pela falta de espaço físico para preenchimento de relatórios e realização de reuniões mais reservadas.

O posicionamento, manuseio e acesso às válvulas são dificultados pela concepção do projeto que não definiu regras para realização dessas manobras (por exemplo: altura máxima do volante e distância entre outros equipamentos).

O carregamento manual de materiais foi verificado no descarte de polímeros, transporte de bombonas e tambores para o processo.

O baixo nível de iluminação na área operacional foi verificado em leituras de instrumentos, limpeza de filtros e trabalhos junto aos fornos.

As manobras em conexões são constantes na ilha de carregamento rodoviário, onde os operadores têm que conectá-las manualmente aos caminhões, com posterior retirada e guarda em local apropriado as quais são pesadas e de difícil manejo.

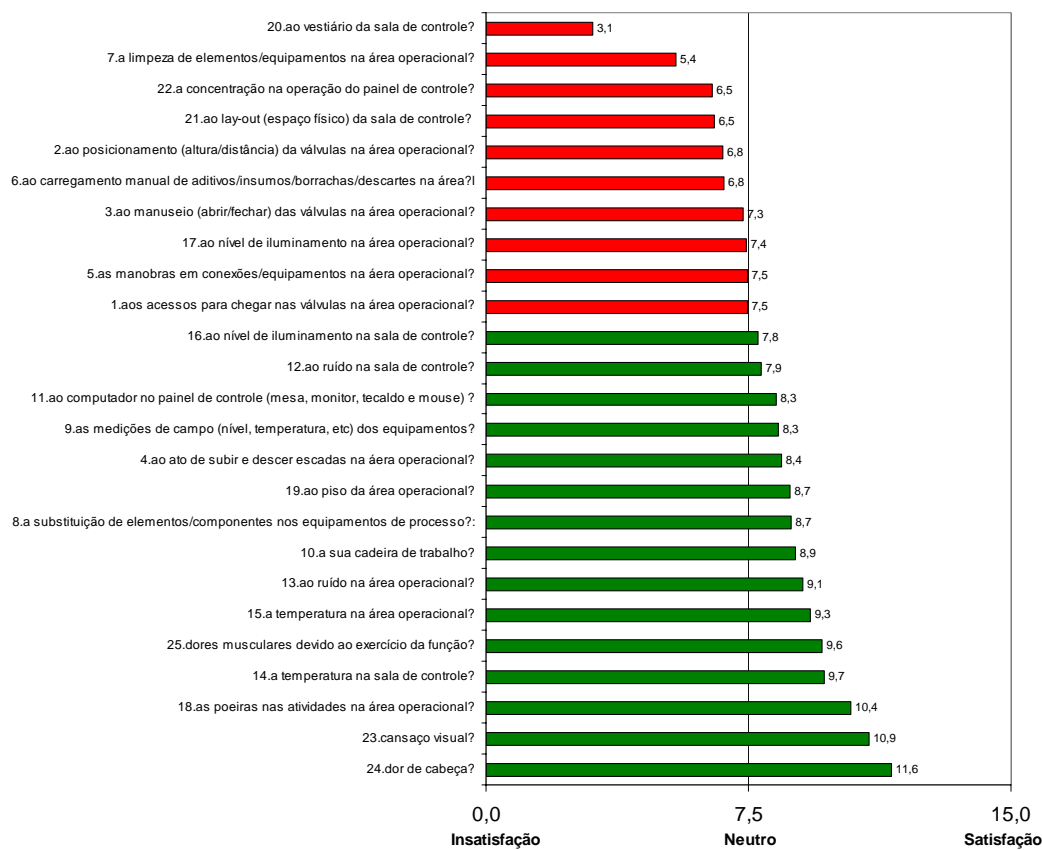


FIGURA 16 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Estireno

j) Poliestireno

Verificou-se que as respostas para “vestiário na sala de controle, concentração na operação do painel de controle, ruído na área e sala de controle”; ficaram abaixo da condição neutro, conforme FIG. 17. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “ruído na sala de controle e área”.

Com o vestiário disponível para os operadores é o mesmo da planta Estireno, ocorre também o acúmulo de pessoas no horário de troca de turno.

As queixas sobre a falta de concentração na operação do painel na sala de controle e a existência de ruído elevado são decorrentes do fluxo de pessoas que transitam no local para solicitar PT para manutenção da planta e, também, pela realização de reuniões na própria sala.

O ruído citado na área operacional decorre, principalmente, de equipamentos rotativos, como compressores, bombas, motores, etc.

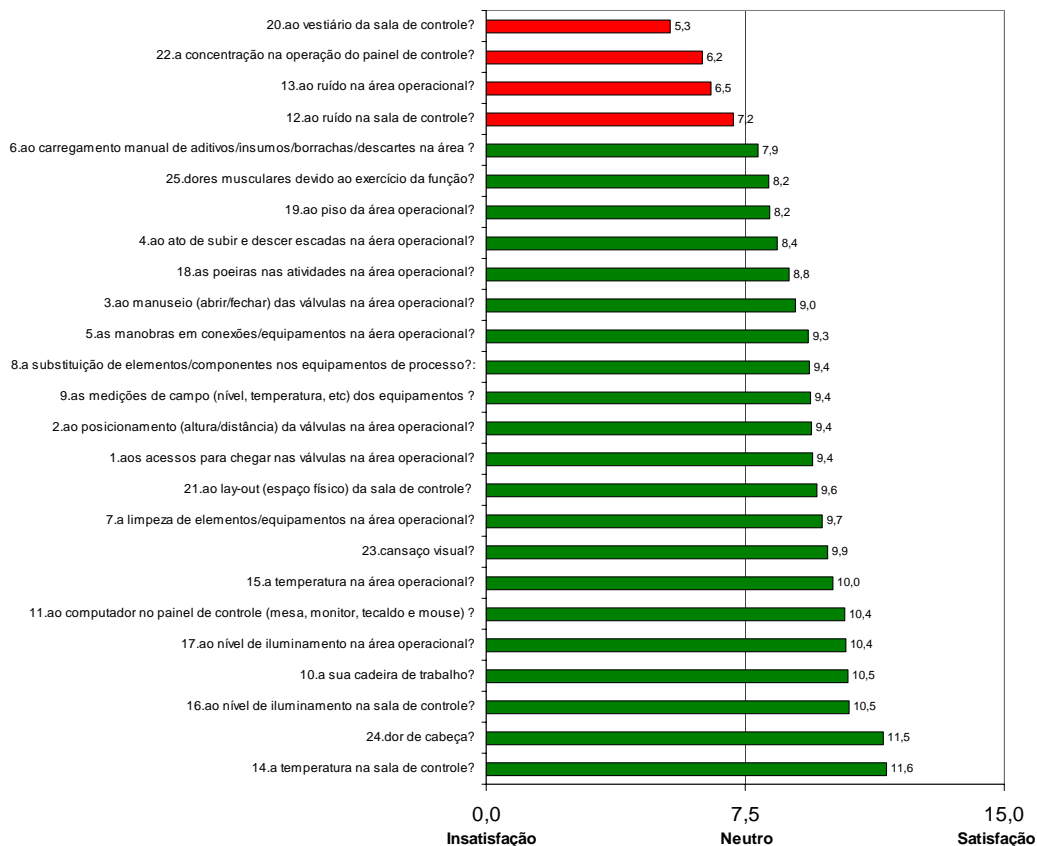


FIGURA 17 - Gráfico dos IDE com relação às insatisfações da planta Poliestireno

4.1.4 Diagrama de desconforto/dor

Os resultados dos diagramas aplicados nas empresas são apresentados por planta para melhor evidenciar as suas características com relação ao desconforto/dor. A percepção dos operadores é verificada através das médias, isto é, quanto maior a média, maior sua intensidade. Assim como analisado nos questionários será aplicado o Coeficiente de Variação (CV), referente ao final do turno, conforme APÊNDICE D.

Após a obtenção das diferenças de sensações de “desconforto/dor” nas trinta regiões do corpo humano, para cada planta, realizou-se o teste de Wilcoxon para verificar seus efeitos na percepção dos operadores. As regiões “pescoço, braço esquerdo, punho esquerdo, costa superior, costa inferior, coxa esquerda, joelho esquerdo, perna esquerda, tornozelo esquerdo,

pé esquerdo, pé direito, perna direita, bacia costas média, mão direita, braço direito, ombro direito e região cervical” (*), diferiram significativamente ao nível de 5% ($p < 0,05$) TAB. 17.

TABELA 17 – Análise descritiva e teste de Wilcoxon das regiões do corpo de acordo com nível de desconforto/dor dos operadores

Regiões do Corpo	Antes						Depois						p
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	28	0,20	7,50	3,13	1,73	55,44	52	3,01	1,65	3,01	1,65	54,93	0,10
Olhos	5	0,40	8,00	3,24	3,31	102,24	16	2,96	1,73	2,96	1,73	58,23	0,85
Pescoço	48	0,50	8,00	2,87	1,93	67,39	76	3,15	1,76	3,15	1,76	56,01	<0,01*
Ombro esquerdo	16	0,50	8,00	3,83	2,77	72,28	36	3,95	1,80	3,95	1,80	45,65	0,10
Braço esquerdo	11	0,30	8,00	3,34	2,40	71,96	36	3,28	1,97	3,28	1,97	60,17	0,01*
Cotovelo esquerdo	7	1,00	5,70	3,74	1,85	49,48	16	3,05	2,07	3,05	2,07	67,86	0,50
Antebraço esquerdo	4	0,80	6,30	3,43	2,83	82,59	21	3,03	2,00	3,03	2,00	65,91	0,47
Punho esquerdo	18	0,70	8,00	3,88	2,24	57,79	32	3,87	2,24	3,87	2,24	57,92	<0,01*
Mão esquerda	9	0,70	8,00	4,48	2,58	57,67	25	2,96	2,11	2,96	2,11	71,23	0,34
Costas superior	42	1,10	8,00	3,76	2,09	55,64	74	3,74	1,81	3,74	1,81	48,46	<0,01*
Costas inferior	45	0,30	8,00	3,31	2,02	61,14	84	3,54	1,89	3,54	1,89	53,46	<0,01*
Coxa esquerda	16	0,30	8,00	3,14	2,34	74,54	35	3,64	1,93	3,64	1,93	52,93	0,01*
Joelho esquerdo	20	0,70	7,90	3,90	2,06	52,86	41	3,88	2,28	3,88	2,28	58,63	<0,01*
Perna esquerda	21	0,50	7,80	2,72	1,91	70,12	57	3,66	1,86	3,66	1,86	50,83	<0,01*
Tornozelo esquerdo	17	0,40	8,00	3,31	2,12	64,04	28	3,74	2,05	3,74	2,05	54,66	0,02*
Pé esquerdo	21	0,50	7,70	3,52	1,87	53,21	50	3,48	2,00	3,48	2,00	57,33	0,05*
Pé direito	24	0,40	8,00	3,49	2,07	59,36	52	3,58	2,13	3,58	2,13	59,44	0,03*
Tornozelo direito	14	0,40	8,00	3,31	2,63	79,56	24	3,73	2,27	3,73	2,27	60,86	0,07
Perna direita	25	0,50	7,70	3,15	2,15	68,42	56	3,54	1,95	3,54	1,95	54,88	0,03*
Joelho direito	20	0,70	8,00	3,59	2,44	68,09	40	3,38	2,10	3,38	2,10	62,23	0,06
Coxa direita	16	0,70	8,00	4,13	2,39	57,75	37	3,61	2,07	3,61	2,07	57,37	0,17
Bacia	23	0,30	8,00	2,88	2,11	73,18	38	3,72	1,96	3,72	1,96	52,57	<0,01*
Costas médio	35	0,90	8,00	3,35	2,15	64,20	72	3,31	1,89	3,31	1,89	57,06	0,01*
Mão direita	13	0,70	8,00	4,19	2,94	70,02	31	3,48	2,45	3,48	2,45	70,29	0,03*
Punho direito	15	0,80	8,00	4,45	2,61	58,51	31	3,75	2,49	3,75	2,49	66,60	0,31
Antebraço direito	13	0,50	8,00	2,85	2,50	87,75	32	3,52	2,24	3,52	2,24	63,61	0,06
Cotovelo direito	6	0,90	8,00	4,82	3,09	64,05	14	3,79	2,69	3,79	2,69	70,82	0,11
Braço direito	16	0,70	8,00	3,83	2,75	71,83	39	3,22	1,96	3,22	1,96	60,75	0,03*
Ombro direito	17	0,90	8,00	3,61	2,60	72,17	38	4,00	1,79	4,00	1,79	44,71	0,04*
Região Cervical	39	0,80	8,00	3,78	2,10	55,43	68	3,83	1,96	3,83	1,96	51,26	<0,01*

*Teste de Wilcoxon significativo a 5%

As respostas do diagrama de desconforto/dor são representadas graficamente de duas maneiras: a primeira, onde constam os valores médios das **reclamações por região do corpo humano**, ordenados de forma decrescente das respostas pelo final do turno, tendo como “0” nenhum e “8” muito desconforto/dor. A priorização é dada para os valores maiores que a média 4 (ver APÊNDICE E); e a segunda, onde representa o **efeito da jornada de trabalho**, através da diferença entre as médias do final e início do turno, assim gerando um gráfico tipo radar, onde quanto mais afastado do centro, maior a intensidade de desconforto/dor para determinada região. Para identificar e priorizar as regiões que apresentam maior efeito sobre a jornada, utilizou-se como referência a média da planta, somada a um desvio padrão. Pode ocorrer em algumas situações que o funcionário termine o expediente com menor desconforto/dor do que no início, as mesmas não foram consideradas neste estudo, tendo em vista a necessidade da realização pesquisa mais aprofundado.

a) Planta Bulk1

Verificou-se que as respostas para as reclamações por região do corpo humano tiveram as maiores médias nos membros superiores, conforme APÊNDICE E. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para: “cabeça e pé esquerdo” (ver APÊNDICE D). Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões: “olhos, ombro esquerdo, joelho esquerdo, perna direita, bacia e antebraço direito”, conforme FIG. 18

As reclamações referentes aos membros superiores são justificadas, principalmente, pelos trabalhos no painel na sala de controle (atividade constante de controle do processo feita em microcomputador). O efeito da jornada de trabalho também pode ser justificado pela atividade realizada na sala de controle, a qual está impactando nos resultados da avaliação dos membros superiores, região de maior índice.

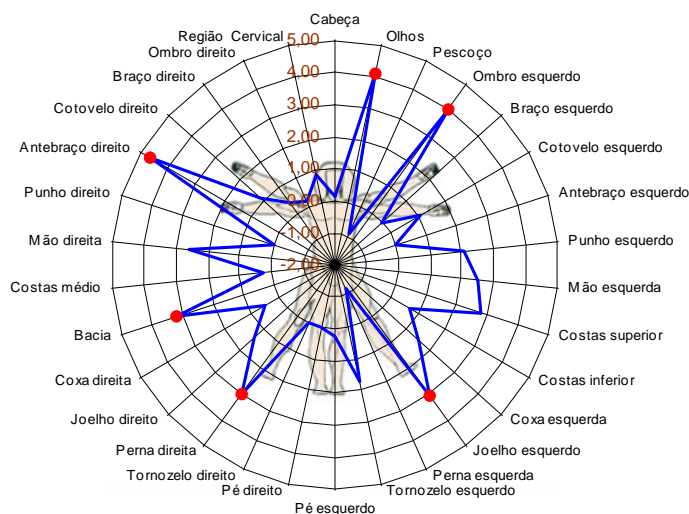


FIGURA 18 – Efeito da jornada de trabalho - planta Bulk1

b) Planta Bulk2

Verificou-se que nas respostas para as reclamações por região do corpo humano ocorreu uma distribuição das maiores médias entre os membros inferiores e superiores, conforme APÊNDICE E. Observou-se, também, grande variabilidade no CV, para: “joelho esquerdo, joelho direito e antebraço direito” (ver APÊNDICE D). Com relação ao efeito da jornada de

trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões: “coxa esquerda, perna esquerda, coxa direita e punho direito”, conforme FIG. 19

As reclamações referentes aos membros superiores e inferiores são justificadas respectivamente pelos trabalhos no painel na sala de controle e pelas atividades na área que requerem acesso aos equipamentos e instrumentos através de escadas. O efeito da jornada de trabalho, também pode ser justificado pelo o ato de subir e descer de escadas, o qual esta impactando nos resultados da avaliação dos membros inferiores, regiões de maior índice.

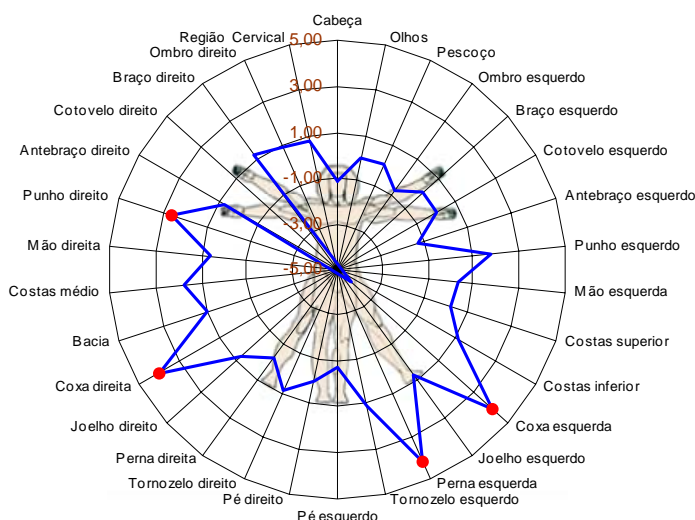


FIGURA 19 – Efeito da jornada de trabalho – planta Bulk2

c) Planta Piloto

Verificou-se que as respostas para as reclamações por região do corpo humano tiveram as maiores médias nos membros superiores, conforme APÊNDICE E. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “cabeça, mão direita e antebraço direito” (ver APÊNDICE D). Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas seguintes regiões: “perna direita, antebraço direito, cotovelo direito e braço direito”, conforme FIG. 20.

As reclamações referentes aos membros superiores podem ser justificadas devido aos trabalhos no painel na sala de controle e, principalmente, pelo elevado número de manobras manuais realizadas na área operacional, uma vez que essa planta está em constante mudança

de produção (testes). Essa demanda também é verificada no efeito da jornada de trabalho, a qual apresenta os maiores índices nos membros superiores.

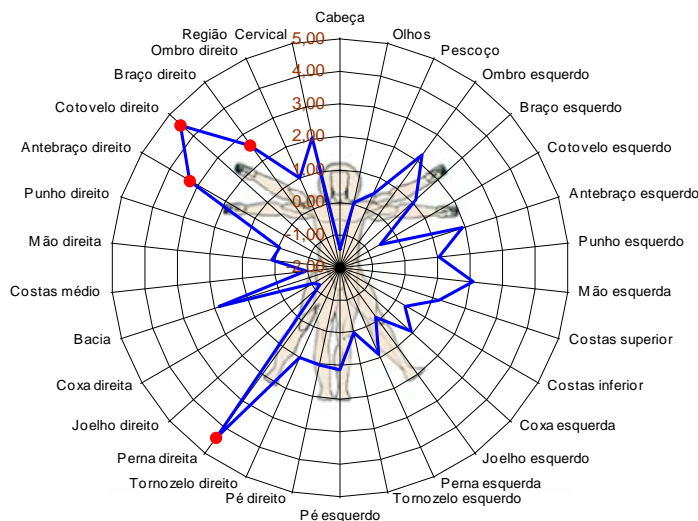


FIGURA 20 – Efeito da jornada de trabalho – planta Piloto

d) Planta Spherilene

Verificou-se que, nas respostas para as reclamações por região do corpo humano, ocorreu uma distribuição das maiores médias entre os membros inferiores e superiores, conforme APÊNDICE E. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “mão esquerda, joelho esquerdo e pé esquerdo” (ver APÊNDICE D). Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões: “mão direita, pescoço, punho esquerdo e coxa esquerda”, conforme FIG. 21.

As reclamações referentes aos membros superiores e inferiores são justificadas respectivamente pelos trabalhos no painel na sala de controle e pelas atividades nas áreas que requerem acesso aos equipamentos e instrumentos através de escadas, devido à planta ter grande quantidade de níveis pela necessidade de reação no sentido vertical, o que caracteriza as queixas sobre as “coxas”. Essa queixa também é verificada na “coxa esquerda” que tem o maior índice com relação ao efeito da jornada de trabalho, o que justifica o ato de subir e descer de escadas.

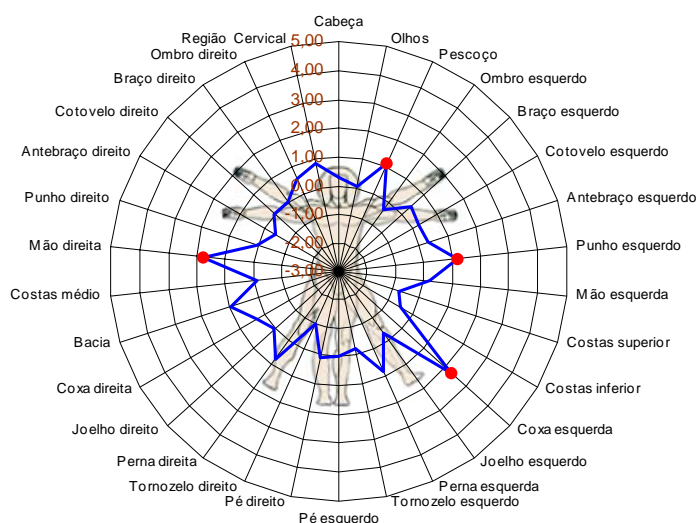


FIGURA 21 – Efeito da jornada de trabalho – planta Spherilene

e) Plantas Alta Pressão

Verificou-se que as respostas para as reclamações por região do corpo humano tiveram suas médias abaixo da condição de neutralidade (entre a escala nenhum e neutro), salvo alguns casos pontuais, conforme APÊNDICE E. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “cabeça, pescoço, ombro esquerdo, cotovelo esquerdo, punho esquerdo, mão esquerda, joelho esquerdo, pé direito, perna direita, mão direita, punho direito e cotovelo direito” (ver APÊNDICE D). Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões: “olhos, ombro esquerdo, antebraço esquerdo, mão esquerda, coxa esquerda e perna esquerda”, conforme FIG. 22.

As justificativas para o efeito da jornada de trabalho nos membros superiores estão relacionadas aos trabalhos no painel na sala de controle e as atividades na área que requerem abertura e fechamento manual de válvulas, devido aos grandes esforços necessários pela robustez destes bloqueios (alta pressão).

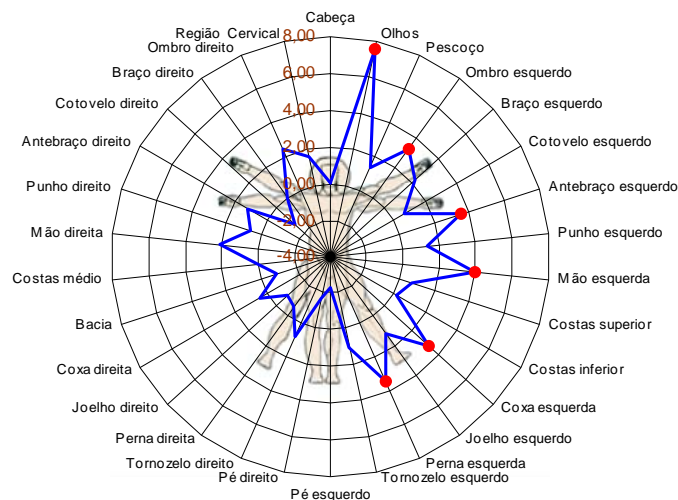


FIGURA 22 – Efeito da jornada de trabalho – plantas Alta Pressão

f) Planta PE1

Verificou-se que as respostas para as reclamações por região do corpo humano tiveram suas médias abaixo da condição de neutralidade (entre a escala nenhum e neutro), principalmente porque os operadores desta planta tiveram os menores índices de queixas de todas as outras pesquisadas (ver APÊNDICE E). Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “costas inferior, perna esquerda, pé esquerdo, pé direito, perna direita, bacia e região cervical”, conforme APÊNDICE D. Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões: “cabeça, pé esquerdo, bacia e costa média”, conforme FIG. 23.

Por ser uma das plantas com os menores índices de reclamações de desconforto/dor, cabe salientar que o efeito da jornada de trabalho representado nas regiões da bacia e costa média pode ser justificado pelo volume de carregamento manual de aditivos/insumos no processo, o que exige muito dos operadores no momento de rotacionar o tronco para esvaziar as sacarias nos equipamentos de mistura.

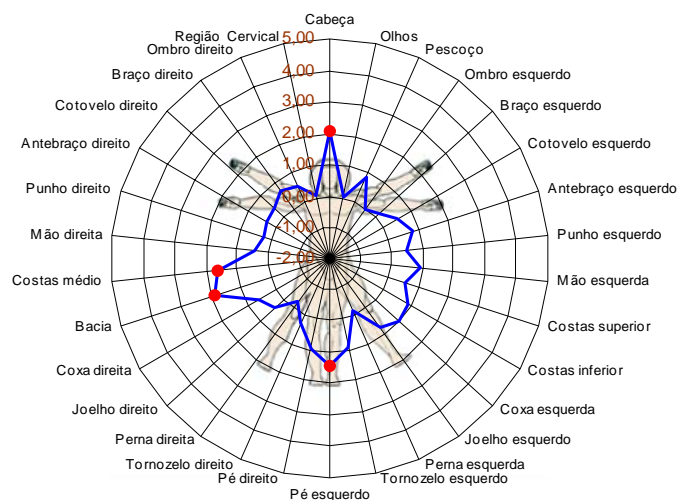


FIGURA 23 – Efeito da jornada de trabalho – planta PE1

g) Planta PE2 Comercial

Verificou-se que nas respostas para as reclamações por região do corpo humano ocorreu uma distribuição das maiores médias entre os membros inferiores e superiores, conforme APÊNDICE E. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “cabeça, pescoço, antebraço esquerdo, tornozelo esquerdo, tornozelo direito, antebraço direito e braço direito” (ver APÊNDICE D). Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões “braço esquerdo, antebraço esquerdo e perna esquerda”, conforme FIG. 24.

Constatou-se que a planta PE2 Comercial tem os maiores índices de reclamações de desconforto/dor entre as demais plantas analisadas, tendo em vista o baixo nível de automatização do processo (planta mais antiga, com 25 anos de operação) Assim, os operadores têm que realizar um volume grande de atividades na área operacional, como: transporte de materiais e equipamentos, carregamentos manuais de aditivos/insumos, manobras em válvulas, etc. Pode-se, também, justificar o efeito da jornada de trabalho sobre o “braço esquerdo e antebraço esquerdo” para essas atividades essencialmente manuais.

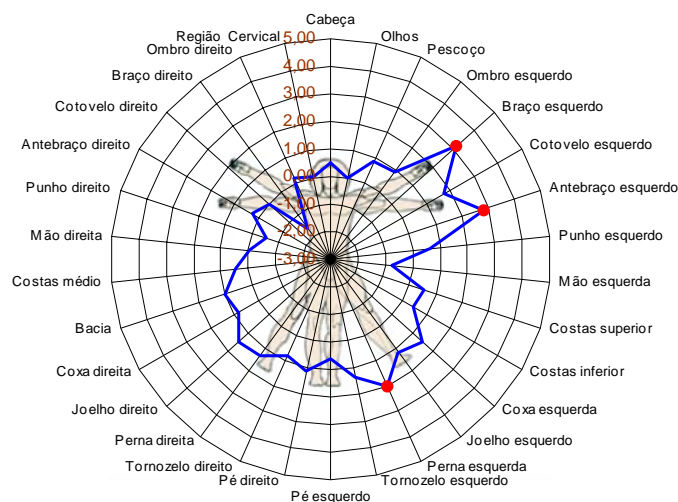


FIGURA 24 – Efeito da jornada de trabalho – planta PE2 Comercial

h) Planta PE2 Piloto

Verificou-se que as respostas para as reclamações por região do corpo humano tiveram as maiores médias nos membros inferiores, conforme APÊNDICE E. Observou-se, também, grande variabilidade no CV para “costas inferior, coxa esquerda e perna direita” (ver APÊNDICE D). Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões “coxa esquerda, joelho esquerdo, pé direito, tornozelo direito e coxa direita”, conforme FIG. 25.

As reclamações referentes aos membros inferiores podem ser justificadas pelo excesso de movimentação dos operadores para realizar as manobras na área operacional. Embora sendo uma planta piloto (pequena), a necessidade de testes e as alterações das configurações para troca de produto final são muito grandes. Pode-se, também, verificar essa demanda no efeito da jornada de trabalho, a qual apresenta um dos maiores índices para os membros inferiores. Cabe mencionar que, por ser uma planta antiga, existe, também, baixo nível de automatização do processo, principalmente nas válvulas de bloqueio e controle.

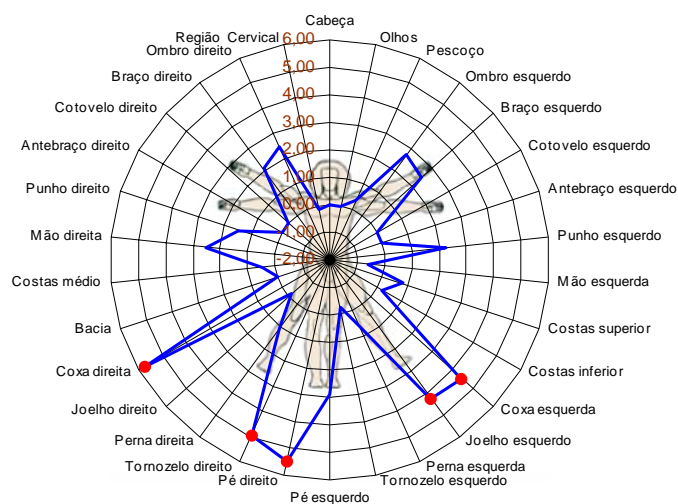


FIGURA 25 – Efeito da jornada de trabalho – planta PE2 Piloto

i) Planta Estireno

Verificou-se que as respostas para as reclamações por região do corpo humano tiveram suas médias abaixo da condição de neutralidade (entre a escala nenhum e neutro), com exceção do “cotovelo direito” (ver APÊNDICE E). Observou-se, também, grande variabilidade no CV para praticamente todas as regiões do corpo, conforme APÊNDICE D. Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões “antebraço direito, antebraço esquerdo e cotovelo direito”, conforme FIG. 26.

Observou-se, também, um baixo índice de reclamações nessa planta. O efeito da jornada de trabalho, contudo, pode ser justificado respectivamente pelos trabalhos no painel na sala de controle e pelas atividades manuais na área, como: manobras em válvulas, limpeza de elementos, carregamento de aditivos/insumos, etc.

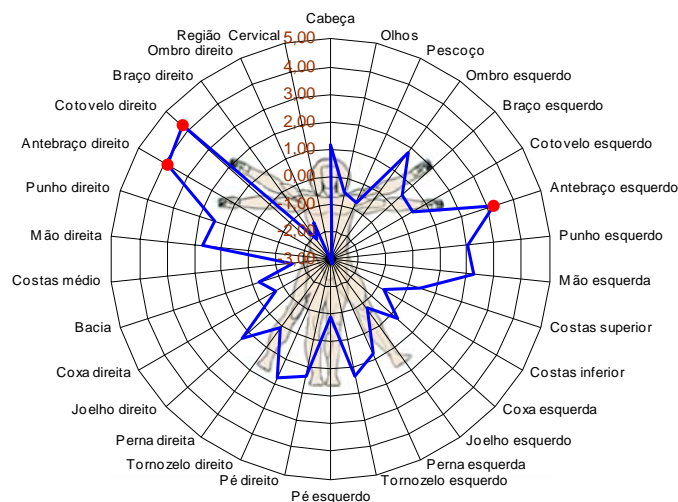


FIGURA 26 – Efeito da jornada de trabalho – planta Estireno

j) Planta Poliestireno

Verificou-se que as respostas para as reclamações por região do corpo humano tiveram suas médias abaixo da condição de neutralidade (entre a escala nenhum e neutro), com exceção do “tornozelo esquerdo, tornozelo direito e ombro direito” (ver APÊNDICE E). Observou-se, também, grande variabilidade no CV para praticamente todas as regiões do corpo, como na planta de Estireno, conforme APÊNDICE D. Com relação ao efeito da jornada de trabalho, constataram-se as maiores referências nas regiões “cotovelo esquerdo, antebraço esquerdo, perna esquerda, joelho direito, bacia e costas media”, conforme FIG. 27.

Observou-se no gráfico a seguir que o índice de desconforto/dor no início do turno é maior do que no final. Contudo, não foi possível considerar este índice, pois sua representatividade é baixa (somente uma frequência). Com relação ao efeito da jornada de trabalho, pode-se afirmar que os maiores índices são sobre os membros superiores, devido aos trabalhos no painel na sala de controle.

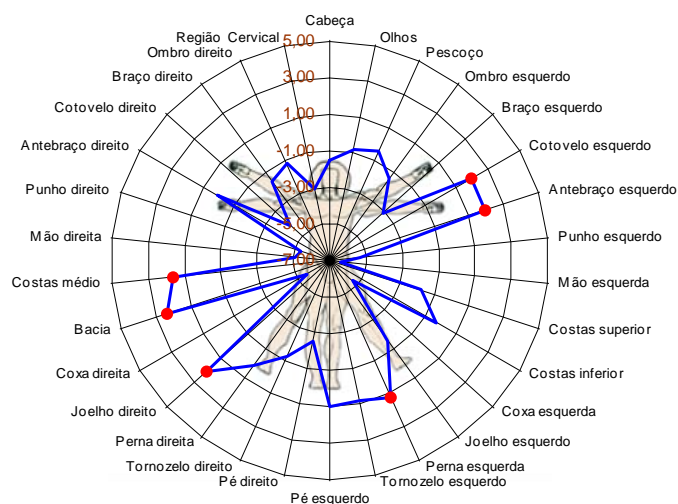


FIGURA 27 – Efeito da jornada de trabalho – planta Poliestireno

4.2 Resultados por comparação entre as plantas:

4.2.1 Questionários

Com base no teste de Kruskal Wallis, visualizou-se que as perguntas “carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos, cansaço visual e dor de cabeça” não apresentaram diferença estatística entre as plantas. As demais diferiram, significativamente, ao nível de 5%, TAB. 18.

TABELA 18 – Análise descritiva dos questionários de insatisfação-satisfação para todas plantas

Questões	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	p
Acessos para chegar nas válvulas ?	272	0,00	15,00	7,52	3,99	53,05	<0,01*
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	272	0,10	15,00	7,37	3,86	52,45	<0,01*
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	272	0,00	15,00	7,38	3,94	53,41	<0,01*
Ato de subir e descer escadas na área ?	272	0,00	15,00	8,60	3,79	44,07	<0,01*
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	221	0,00	15,00	8,17	4,07	49,80	<0,01*
Manobras em equipamentos ?	272	0,20	15,00	9,65	3,47	36,01	<0,01*
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	130	0,50	15,00	6,89	3,79	54,99	0,063
Sua cadeira ?	272	0,00	15,00	8,66	4,63	53,41	<0,01*
Micro computador no painel de controle ?	272	0,20	15,00	10,04	3,88	38,66	<0,01*
Ruído na sala de controle ?	272	0,00	15,00	7,87	4,47	56,84	<0,01*
Ruído na área ?	272	0,20	15,00	6,86	3,62	52,70	<0,01*
Temperatura na área ?	272	0,00	15,00	9,17	3,59	39,18	<0,01*
Temperatura na sala de controle?	272	0,00	15,00	10,18	3,90	38,33	<0,01*
Nível de iluminação na sala de controle ?	272	0,40	15,00	11,17	3,47	31,09	<0,01*
Nível de iluminação na área ?	272	0,00	15,00	8,53	4,16	48,72	<0,01*
Cansaço visual ?	272	0,20	15,00	10,22	3,61	35,32	0,620
Dor de cabeça ?	272	0,30	15,00	11,43	3,31	28,94	0,172
Dores musculares devido ao exercício da função ?	272	0,30	15,00	9,50	3,79	39,92	<0,01*

Variável de grupo (fator) Planta

*Teste de Kruskal Wallis significativo a 5%

Para verificar quais plantas diferiram entre si em relação às questões, utilizou-se o teste de Duncan. A seguir são apresentadas as comparações entre as plantas de acordo com cada questão aplicada, onde serão justificadas as questões com médias nas respostas entre a escala de insatisfeito a neutro (0 a 7,5 cm):

a) Questão – Acessos para chegar nas válvulas?

Para o acesso às válvulas, foram constatados os maiores problemas na planta Piloto (Grupo 1), seguida pelas plantas PE2 Comercial, PE2 Piloto, Alta Pressão e Bulk1 (Grupo 2), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 19.

TABELA 19 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação à questão de acesso as válvulas

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)			
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Braskem-PP	Piloto	21	3,533			
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39		5,790		
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6		6,383		
Braskem-PE	Alta Pressão	32		6,628		
Braskem-PP	Bulk1	30		6,814		
Innova	Estireno	26			7,481	
Braskem-PE	Spherilene	32			8,491	
Braskem-PP	Bulk2	27				9,359
Innova	Poliestireno	25				9,448
Braskem-PE1	PE1	34				9,862
	Sig.		1,000	0,184	0,095	0,058

A insatisfação para o acesso às válvulas nas plantas Piloto e PE2 Piloto é justificada pela miniaturização dessas unidades com relação às plantas industriais, pois não há espaço físico suficiente para uma boa distribuição e acesso. Nas plantas PE2 Comercial, Alta Pressão, Bulk1 e Estireno, foi possível justificar essa questão por erro de concepção de projeto, pois muitas válvulas tem seus acessos bloqueados ou distantes do acionamento dos operadores.

b) Questão – Posicionamento (altura/distância) das válvulas?

Para o posicionamento das válvulas, constataram-se os maiores problemas nas plantas Piloto, PE2 Comercial e PE2 Piloto (Grupo 1), seguidas pelas plantas de Estireno, Spherilene e

Bulk1 (Grupo 2), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 20.

TABELA 20 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao posicionamento das válvulas

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)				
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Braskem-PP	Piloto	21	3,724				
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	5,279				
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6	5,367				
Innova	Estireno	26		6,781			
Braskem-PE	Spherilene	32		7,378			
Braskem-PP	Bulk1	30		7,393			
Braskem-PE	Alta Pressão	32		7,578			
Braskem-PE1	PE1	34			9,121		
Innova	Poliestireno	25				9,424	
Braskem-PP	Bulk2	27					9,804
	Sig.		0,154	0,063	0,054	0,094	0,060

A justificativa de insatisfação para o posicionamento das válvulas nas plantas Piloto e PE2 Piloto é a mesma para a questão acesso às válvulas. Nas plantas PE2 Comercial, Estireno, Spherilene e Bulk1, foi possível justificar esta questão por erro de concepção de projeto, pois muitas válvulas têm seus volantes (peça de abertura/fechamento) acima das alturas dos operadores, o que é ergonomicamente incorreto.

c) Questão – Manuseio (abrir/fechar) das válvulas?

Para o manuseio de válvulas, constataram-se os maiores problemas nas plantas PE2 Comercial, Piloto, Alta Pressão e Estireno (Grupo 1), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 21.

TABELA 21 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao manuseio das válvulas

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)	
			Grupo 1	Grupo 2
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	5,277	
Braskem-PP	Piloto	21	5,748	
Braskem-PE	Alta Pressão	32	6,484	
Innova	Estireno	26	7,335	
Braskem-PP	Bulk1	30	7,558	
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6	7,600	
Braskem-PE	Spherilene	32	7,859	
Braskem-PE1	PE1	34		8,503
Innova	Poliestireno	25		8,952
Braskem-PP	Bulk2	27		9,059
	Sig.		0,058	0,062

As plantas Piloto e PE2 Piloto são unidades de teste de produtos, assim estando sob intensa mudança de processo, tornando as atividades dos operadores na área bastante dinâmica com relação às manobras em válvulas. Todas as plantas citadas não sofreram atualização na automatização das válvulas de bloqueio e controle, exigindo sempre a presença dos operadores nessas manobras.

d) Questão – Ato de subir e descer escadas na área?

Para o ato de subir e descer escadas na área, constataram-se os maiores problemas na planta PE2 Comercial (Grupo 1), seguida pela planta Spherilene (Grupo 2), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 22.

TABELA 22 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação as escadas na área

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	6,451		
Braskem-PE	Spherilene	32		7,156	
Braskem-PP	Bulk2	27			8,315
Innova	Estireno	26			8,431
Innova	Poliestireno	25			8,440
Braskem-PP	Piloto	21			8,743
Braskem-PP	Bulk1	30			9,157
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			9,267
Braskem-PE	Alta Pressão	32			10,381
Braskem-PE1	PE1	34			10,503
	Sig.		0,073	0,106	0,097

A reclamação na planta PE2 Comercial justifica-se tendo em vista que os degraus de algumas escadas têm altura superior ao padrão de projeto, assim exigindo maior esforço do operador no seu deslocamento. Quanto a Spherilene, como seu processo de reação (reatores) tem uma grande altura, existe a necessidade dos operadores se locomoverem pelas escadas nos diversos níveis da unidade, para realizar as manobras em válvulas, instrumentos e equipamentos.

e) Questão – Transporte manual de materiais/equipamentos?

Para o transporte manual de materiais/equipamentos, constataram-se os maiores problemas na planta Piloto, PE2 Comercial (Grupo 1), seguida pela planta Alta Pressão (Grupo 2), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 23. Cabe salientar que esta questão não foi aplicada na empresa Innova, plantas de Estireno e Poliestireno.

TABELA 23 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao transporte de materiais

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)			
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Braskem-PP	Piloto	21	5,981			
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	6,341			
Braskem-PE	Alta Pressão	26		7,442		
Braskem-PE2	PE2 Piloto	32		7,763		
Braskem-PE1	PE1	30			8,060	
Braskem-PP	Bulk1	6				9,067
Braskem-PP	Bulk2	27				9,230
Braskem-PE	Spherilene	25				10,416
	Sig.	34				10,500

Na planta Piloto, identificou-se a necessidade de movimentação de materiais, como: bombonas de óleo, cilindros de gás, coletores de amostra para envio ao laboratório, etc., devido aos constantes testes operacionais. A planta PE2 Comercial exige alimentação manual de aditivos/insumos, ocorrendo, deste modo, o deslocamento desses materiais da sua origem até os equipamentos de processo. Nas plantas Alta Pressão, há necessidade de movimentação das rotativas sob os silos de mistura.

f) Questão – Manobras em equipamentos?

Para as manobras em equipamentos, constatou-se o maior problema na planta Estireno (Grupo 1), a qual apresentou média inferior ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito/satisfeito), ver TAB. 24.

TABELA 24 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação a manobras em equipamentos

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Innova	Estireno	26	7,481		
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39		8,464	
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			8,600
Innova	Poliestireno	25			9,320
Braskem-PP	Bulk1	30			9,530
Braskem-PE	Alta Pressão	32			9,775
Braskem-PP	Piloto	21			9,929
Braskem-PP	Bulk2	27			10,711
Braskem-PE	Spherilene	32			10,856
Braskem-PE1	PE1	34			10,900
	Sig.		0,053	0,063	0,059

As manobras em equipamentos (conexões) na planta Estireno são justificadas pela constante necessidade dos operadores realizarem conexões manuais dos mangotes aos caminhões, na ilha de carregamento rodoviário.

g) Questão – Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos?

Para o carregamento de aditivos/insumos, constataram-se os maiores problemas na planta PE2 Comercial e Estireno (Grupo 1), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 25. Cabe salientar que essa questão não foi aplicada na empresa Innova, plantas Estireno e Poliestireno.

TABELA 25 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao carregamento de insumos nos equipamentos

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)
			Grupo 1
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	5,479
Innova	Estireno	26	6,804
Braskem-PE1	PE1	34	7,597
Innova	Poliestireno	25	7,868
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6	8,300
	Sig.		0,051

Na planta PE2 Comercial, alguns aditivos e insumos ainda são introduzidos no processo manualmente, ocasionando insatisfações nos operadores. Com relação à planta de Estireno, observou-se o descarte de polímeros, transporte de bombonas e tambores para o processo.

h) Questão – Sua cadeira?

Para a cadeira de trabalho, constataram-se os maiores problemas nas plantas Piloto, Bulk1 e Bulk2 (Grupo 1), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 26.

TABELA 26 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação a cadeira de trabalho

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Braskem-PP	Piloto	21	5,538		
Braskem-PP	Bulk1	30	5,697		
Braskem-PP	Bulk2	27	5,848		
Innova	Estireno	26		8,850	
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39		8,859	
Braskem-PE1	PE1	34		9,150	
Braskem-PE	Spherilene	32			10,375
Innova	Poliestireno	25			10,472
Braskem-PE	Alta Pressão	32			11,138
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			12,283
	Sig.		0,825	0,129	0,187

As três plantas identificadas estão localizadas no mesmo prédio e têm os mesmos tipos de móveis. Conforme mencionado anteriormente, as cadeiras da sala de controle eram de diversos tipos, recuperadas e algumas sem regulagem de altura do assento, o que causava desconforto e má postura dos operadores do painel de controle.

i) Questão – Microcomputador no painel de controle?

Para o microcomputador no painel de controle, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 27.

TABELA 27 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao microcomputador no painel de controle

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)	
			Grupo 1	Grupo 2
Innova	Estireno	26	8,285	
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	8,287	
Braskem-PP	Bulk2	27		10,019
Braskem-PP	Piloto	21		10,210
Braskem-PP	Bulk1	30		10,287
Innova	Poliestireno	25		10,384
Braskem-PE1	PE1	34		10,468
Braskem-PE	Spherilene	32		11,119
Braskem-PE	Alta Pressão	32		11,263
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6		11,383
	Sig.		0,113	0,335

Não se observaram níveis de insatisfação para este item, principalmente porque os monitores são de tamanhos grandes e os periféricos estavam bem distribuídos (mouse e teclado).

j) Questão – Ruído na sala de controle?

Para o ruído na sala de controle, constataram-se os maiores problemas na planta Spherilene (Grupo 1), seguida da Alta Pressão (Grupo 2) e Poliestireno (Grupo 3), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 28.

TABELA 28 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao ruído na sala de controle

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)					
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Braskem-PE	Spherilene	32	4,019					
Braskem-PE	Alta Pressão	32		4,913				
Innova	Poliestireno	25			7,164			
Innova	Estireno	26				7,873		
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39					8,359	
Braskem-PP	Bulk1	30					8,497	
Braskem-PP	Bulk2	27					8,596	
Braskem-PP	Piloto	21						9,948
Braskem-PE1	PE1	34						11,018
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6						12,267
	Sig.		0,465	0,067	0,306	0,134	0,052	0,073

As plantas Spherilene e Alta Pressão estão localizadas no mesmo espaço físico, o que justifica os valores próximos. Esta questão é impactada pelo ruído desconfortável do sistema de ar condicionado (dutos). Com relação à planta de Poliestireno, as queixas baseiam-se no fluxo

constante de pessoas junto à sala de controle, causando elevação dos níveis de ruído. Podemos citar que o limite recomendado para este tipo de trabalho é 65 dB (NBR-10152; 1987).

k) Questão – Ruído na área?

Para o ruído na área, constataram-se os maiores problemas na planta PE2 Comercial (Grupo 1), seguido da Alta Pressão (Grupo 2), Bulk1 (Grupo 3), Poliestireno (Grupo 4), PE1, Spherilene e Bulk2 (Grupo 4), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 29.

TABELA 29 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao ruído na área

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)				
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	4,808				
Braskem-PE	Alta Pressão	32		5,353			
Braskem-PP	Bulk1	30			6,347		
Innova	Poliestireno	25				6,496	
Braskem-PE1	PE1	34					7,150
Braskem-PE	Spherilene	32					7,456
Braskem-PP	Bulk2	27					7,500
Braskem-PP	Piloto	21					8,705
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6					8,800
Innova	Estireno	26					9,069
	Sig.		0,149	0,077	0,051	0,056	0,116

Os ruídos citados nas áreas operacionais são decorrentes dos equipamentos de processo (compressores, bombas, motores, linhas de transporte pneumático, etc). Tendo em vista a dificuldade técnica para isolamento acústico destes sistemas, a preservação dos operadores é feita pela utilização de protetores auriculares, principalmente porque, em alguns casos, os níveis estão acima do limite permitido pela legislação que é de 85 dB para oito horas de trabalho, conforme Anexo 1 da NR-15 (MTE; 2004a).

l) Questão – Temperatura na área?

Para a temperatura na área, constatou-se o maior problema na planta PE2 Comercial (Grupo 1), a qual apresentou média inferior ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 30.

TABELA 30 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação a temperatura na área

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	7,082		
Braskem-PE	Alta Pressão	32		7,809	
Braskem-PP	Bulk2	27			8,896
Braskem-PP	Piloto	21			9,252
Innova	Estireno	26			9,265
Braskem-PP	Bulk1	30			9,553
Innova	Poliestireno	25			10,032
Braskem-PE	Spherilene	32			10,091
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			10,300
Braskem-PE1	PE1	34			10,879
	Sig.		0,069	0,066	0,117

A questão da temperatura na área para a planta PE2 Comercial é justificada pela necessidade dos operadores realizarem manobras nas extrusoras, que geram radiação, devido ao sistema de aquecimento dos polímeros para fundição e como o isolamento térmico não cobre todo o equipamento ocorre o aquecimento do ambiente. Lembramos que não existe limite de tolerância especificado na NR-17 – Ergonomia (MTE; 2004b), somente na para condição de insalubridade, Anexo 3 da NR-15 – Atividades e operações insalubres (MTE; 2004a).

m) Questão – Temperatura na sala de controle?

Para a temperatura na sala de controle, constatou-se o maior problema na planta PE2 Piloto (Grupo 1), a qual apresentou média inferior ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 31.

TABELA 31 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação a temperatura na sala de controle

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)				
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6	4,567				
Braskem-PE	Alta Pressão	32		8,184			
Braskem-PE	Spherilene	32		8,288			
Braskem-PP	Piloto	21			8,648		
Innova	Estireno	26				9,673	
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39					10,854
Braskem-PP	Bulk2	27					11,374
Braskem-PP	Bulk1	30					11,513
Innova	Poliestireno	25					11,580
Braskem-PE1	PE1	34					12,264
	Sig.		1,000	0,225	0,060	0,128	0,264

A alta temperatura na sala de controle para a planta PE2 Piloto é mencionada devido à baixa capacidade do sistema de ar condicionado em função da área de troca térmica. Para esta questão temos como limite de tolerância à temperatura efetiva entre 20 a 23°C, conforme especificado na NR-17 – Ergonomia (MTE; 2004b)

n) Questão – Nível de iluminação na sala de controle?

Para o nível de iluminação na sala de controle, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 32.

TABELA 32 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao nível de iluminamento na sala de controle

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Innova	Estireno	26	7,762		
Innova	Poliestireno	25		10,500	
Braskem-PP	Bulk1	30		10,827	
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39		10,828	
Braskem-PE	Alta Pressão	32			11,356
Braskem-PP	Piloto	21			11,400
Braskem-PE1	PE1	34			11,788
Braskem-PP	Bulk2	27			12,170
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			12,183
Braskem-PE	Spherilene	32			13,206
	Sig.		1,000	0,161	0,111

Não se observou nível de insatisfação para este item, principalmente porque os operadores preferem ambientes não muito claros para leitura dos comandos nos monitores. Cabe salientar, contudo, que para realização desse tipo de atividade é necessário maior nível de iluminação. O limite mínimo de iluminamento para salas de controle é de 500 lux (NBR-5413; 1992).

o) Questão – Nível de iluminação na área?

Para o nível de iluminação na área, constataram-se os maiores problemas na planta Piloto e PE2 Comercial (Grupo 1), seguida da de Estireno (Grupo 2), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 33.

TABELA 33 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao nível de iluminação na área

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)			
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Braskem-PP	Piloto	21	5,981			
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	6,341			
Innova	Estireno	26		7,442		
Braskem-PE	Alta Pressão	32		7,763		
Braskem-PP	Bulk1	30			8,060	
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6				9,067
Braskem-PP	Bulk2	27				9,230
Innova	Poliestireno	25				10,416
Braskem-PE1	PE1	34				10,500
Braskem-PE	Spherilene	32				10,741
	Sig.		0,125	0,190	0,070	0,220

O baixo nível de iluminação nessas plantas no período da noite decorre da má distribuição das luminárias para os instrumentos com necessidade de leitura e também devido a lâmpadas queimadas. Para a condição de leitura de instrumentos temos como limite mínimo 200 lux, conforme NBR-5413 (1992).

p) Questão – Cansaço visual?

Para o cansaço visual, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão médio da escala utilizada (muito/nenhum), ver TAB. 34.

TABELA 34 – Grupos de plantas indexados pela intensidade do cansaço visual

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan
			(nível de significância = 5%)
			Grupo 1
Braskem-PP	Bulk1	30	9,200
Braskem-PP	Bulk2	27	9,626
Braskem-PP	Piloto	21	9,724
Innova	Poliestireno	25	9,872
Braskem-PE	Spherilene	32	10,188
Braskem-PE	Alta Pressão	32	10,238
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	10,600
Innova	Estireno	26	10,946
Braskem-PE1	PE1	34	11,044
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6	11,083
	Sig.		0,167

Não se observou nível alto de cansaço visual, mesmo para os operadores que trabalham nos painéis de controle.

q) Questão – Dor de cabeça?

Para a dor de cabeça, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão médio da escala utilizada (muito/nenhum), ver TAB. 35.

TABELA 35 – Grupos de plantas indexados pela intensidade da dor de cabeça

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)	
			Grupo 1	Grupo 2
Braskem-PP	Piloto	21	10,514	
Braskem-PP	Bulk1	30		10,593
Braskem-PP	Bulk2	27		10,644
	Spherilene	32		11,131
Braskem-PE				
Braskem-PE	Alta Pressão	32		11,475
Innova	Poliestireno	25		11,504
Innova	Estireno	26		11,588
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39		11,628
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6		12,733
Braskem-PE1	PE1	34		12,944
	Sig.		0,066	0,050

Não se observou nível alto de dor de cabeça, mesmo para os operadores que trabalham nos painéis de controle.

r) Questão – Dores musculares devido ao exercício da função?

Para as dores musculares, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão médio da escala utilizada (muito/nenhum), ver TAB. 36.

TABELA 36 – Grupos de plantas indexados pela intensidade de dores musculares

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	7,908		
Innova	Poliestireno	25		8,180	
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6		8,317	
Braskem-PP	Piloto	21		8,429	
Braskem-PE	Alta Pressão	32		9,150	
Braskem-PE	Spherilene	32			9,481
Innova	Estireno	26			9,612
Braskem-PP	Bulk1	30			10,163
Braskem-PP	Bulk2	27			10,726
Braskem-PE1	PE1	34			11,888
	Sig.		0,090	0,054	0,057

Não se observou nível alto de dores musculares, contudo é necessária uma verificação de desconforto/dor por região do corpo de acordo com o estudo realizado (ver item 4.1.4).

4.2.2 Questionários por constructos

Os constructos foram montados a partir das questões que estão relacionadas a uma mesma categoria de problema como: posto de trabalho, variáveis ambientais e dores no corpo.

Com base no teste de Kruskal Wallis, foi visto que o construto “Dor” (TAB. 37) não apresentou diferença estatística entre as plantas. As demais tiveram grande variação nas respostas.

TABELA 37 – Análise descritiva dos questionários de insatisfação-satisfação por constructos para todas as plantas

Teste de Kruskal Wallis	Frequencia	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	p
Resp. - Posto	272	0	15	8,29	4,09	49,29	<0,01*
Resp. - Ambiente	272	0	15	8,97	4,13	46,11	<0,01*
Resp. - Dor	272	0,2	15	10,38	3,66	35,24	0,002

Variável de grupo (fator) Planta

*Teste de Kruskal Wallis significativo a 5%

São apresentadas, a seguir, as comparações pelo método de Duncan entre os construtos de acordo com os agrupamentos das questões aplicadas, onde serão justificados os construtos com médias nas respostas entre a escala de insatisfeito a neutro (0 a 7,5 cm):

a) Constructo - posto de trabalho

Para o constructo posto de trabalho, verificou-se o maior problema na planta Piloto e PE2 Comercial (Grupo 1), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 38.

TABELA 38 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao posto de trabalho

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)			
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Braskem-PP	Piloto	168	5,92			
Braskem-PE2	PE2 Comercial	351	6,69			
Innova	Estireno	208		7,68		
Braskem-PP	Bulk1	240		8,16		
Braskem-PE2	PE2 Piloto	54			8,56	
Braskem-PE	Alta Pressão	256			8,85	
Braskem-PP	Bulk2	216				9,13
Braskem-PE	Spherilene	256				9,20
Innova	Poliestireno	200				9,29
Braskem-PE1	PE1	306				9,44
	Sig.		0,06	0,25	0,12	0,07

A planta Piloto foi concebida para realização de testes operacionais com o processo industrial em tamanho reduzido, o que torna o espaço físico pequeno, dificultando os acessos e manobras em instrumentos, válvulas e equipamentos. Com relação à planta PE2 Comercial, esta questão é justificada por ser a unidade mais antiga das pesquisadas, assim não contemplando incrementos de tecnologia e visão de acessibilidade na operação do processo.

b) Constructo - ambiente

Para o constructo ambiente que compreende as variáveis de ruído, temperatura e iluminação, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 39.

TABELA 39 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao Ambiente

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)			
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Braskem-PE	Alta Pressão	192	7,56			
Braskem-PE2	PE2 Comercial	234		8,05		
Innova	Estireno	156			8,51	
Braskem-PE	Spherilene	192			8,97	
Braskem-PP	Piloto	126			8,99	
Braskem-PP	Bulk1	180			9,13	
Innova	Poliestireno	150			9,36	
Braskem-PE2	PE2 Piloto	36			9,53	
Braskem-PP	Bulk2	162				9,63
Braskem-PE1	PE1	204				10,60
	Sig.		0,08	0,06	0,06	0,06

c) Constructo – desconforto/dor

Para o constructo desconforto/dor retirado do questionário, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (0 cm para muito e 15 cm para nenhum), ver TAB. 40.

TABELA 40 – Grupos de plantas indexados pela intensidade de Desconforto/Dor

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)	
			Grupo 1	Grupo 2
Braskem-PP	Piloto	63	9,56	
Innova	Poliestireno	75	9,85	
Braskem-PP	Bulk1	90	9,99	
Braskem-PE2	PE2 Comercial	117	10,05	
Braskem-PE	Spherilene	96	10,27	
Braskem-PE	Alta Pressão	96	10,29	
Braskem-PP	Bulk2	81	10,33	
Braskem-PE2	PE2 Piloto	18		10,71
Innova	Estireno	78		10,72
Braskem-PE1	PE1	102		11,96
	Sig.		0,14	0,07

4.2.3 Questionários por tipo de serviço

As questões por tipo de serviço foram montados a partir das questões com similaridade, sintetizado em grupos como: manobras em válvulas, posto de trabalho na área operacional, posto de trabalho na sala de controle, variáveis ambientais na área operacional, variáveis ambientais na sala de controle, dores no corpo nas atividades na área operacional e dores no corpo nas atividades na sala de controle.

Pelo teste de Kruskal Wallis (TAB. 41), ficou claro que os tipos de serviços e o desconforto/dor no trabalho da sala de controle não apresentaram diferença estatística entre as plantas. As demais tiveram grande variação nas respostas.

TABELA 41 – Análise descritiva dos questionários de insatisfação-satisfação por tipo de serviço para todas plantas

Teste de Kruskal Wallis	Frequencia	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrê	CV	p
Manobras em valvulas	272	0,2	15	7,419926	3,365469	45,36	<0,01*
Posto - área operacional (**)	272	0,266667	15	8,614461	2,845734	33,03	<0,01*
Posto - sala de controle	272	0,2	15	9,352592	3,499485	37,42	<0,01*
Ambiente - sala de controle	272	1,6	15	9,680858	2,783308	28,75	<0,01*
Ambiente - área operacional	272	0,2	15	8,24913	2,867512	34,76	<0,01*
Desconforto/dor - sala de controle	272	0,25	15	10,825	2,895269	26,75	0,154
Desconforto/dor - área operacional	272	0,3	15	9,502206	3,793692	39,92	<0,01*

Variável de grupo (fator) Planta

*Teste de Kruskal Wallis significativo a 5%

** Exceto manobras em válvulas

São apresentadas, a seguir, as comparações pelo método de Duncan entre os tipos de serviço de acordo com os agrupamentos das questões aplicadas, onde serão justificados os tipos de serviço com médias nas respostas entre a escala de insatisfeito a neutro (0 a 7,5 cm):

a) Atividade – Manobras em válvulas

Para os serviços de manobras em válvulas, verificou-se o maior problema na planta Piloto (Grupo 1), seguida da PE2 Comercial (Grupo 2), PE2 Piloto e Alta Pressão (Grupo 3) e Estireno e Bulk1 (Grupo 4), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 42.

TABELA 42 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação às manobras em válvulas

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)				
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Braskem-PP	Piloto	21	4,33				
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39		5,45			
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			6,45		
Braskem-PE	Alta Pressão	32			6,90		
Innova	Estireno	26				7,20	
Braskem-PP	Bulk1	30				7,26	
Braskem-PE	Spherilene	32					7,91
Braskem-PE1	PE1	34					9,16
Innova	Poliestireno	25					9,27
Braskem-PP	Bulk2	27					9,41
	Sig.		0,236	0,087	0,171	0,056	0,148

Assim como nas questões referentes ao acesso, posicionamento e manuseio de válvulas, este tipo de serviço (manobras em válvulas) traz alguns problemas como: falta de espaço físico nas plantas (Piloto e PE2 Piloto), excesso de acionamentos manuais devido à falta de automatização para as principais válvulas (mais utilizadas), e erros de concepção de projeto na localização das válvulas visando sua utilização pelos operadores (escondidas, obstruídas, altura elevada, etc).

b) Atividade – Posto – área operacional

Para os serviços na área operacional (exceto manobras em válvulas), verificou-se o maior problema na planta PE2 Comercial (Grupo 1), a qual apresentou média inferior ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 43.

TABELA 43 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação as atividades na área operacional

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	6,69		
Innova	Estireno	26		7,57	
Braskem-PP	Piloto	21			7,86
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			8,50
Innova	Poliestireno	25			8,54
Braskem-PP	Bulk1	30			9,19
Braskem-PE	Alta Pressão	32			9,23
Braskem-PE1	PE1	34			9,45
Braskem-PE	Spherilene	32			9,47
Braskem-PP	Bulk2	27			9,64
	Sig.		0,19	0,05	0,07

O grande impacto nesta questão é a planta PE2 Comercial, que conforme comentado anteriormente, é a mais antiga e não apresenta melhorias tecnológicas ao longo do tempo, tendo em vista os requisitos de segurança, acessibilidade, ergonomia e automatização de instrumentos e equipamentos.

c) Atividade – Posto – sala de controle

Para os serviços na sala de controle, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 44.

TABELA 44 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação às atividades na sala de controle

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Braskem-PP	Piloto	21	7,87		
Braskem-PP	Bulk2	27	7,93		
Braskem-PP	Bulk1	30	7,99		
Innova	Estireno	26		8,57	
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39		8,57	
Braskem-PE1	PE1	34			9,81
Innova	Poliestireno	25			10,43
Braskem-PE	Spherilene	32			10,75
Braskem-PE	Alta Pressão	32			11,20
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			11,83
	Sig.		0,10	0,06	0,08

d) Atividade – Ambiente – sala de controle

Para as variáveis ambientais (ruído, temperatura e iluminamento), não foram apresentadas médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 45.

TABELA 45 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao ambiente sala de controle

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)				
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Braskem-PE	Alta Pressão	32	8,15				
Innova	Estireno	26		8,30			
Braskem-PE	Spherilene	32			8,50		
Innova	Poliestireno	25				9,23	
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6				9,67	
Braskem-PP	Piloto	21					10,00
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39					10,01
Braskem-PP	Bulk1	30					10,28
Braskem-PP	Bulk2	27					10,71
Braskem-PE1	PE1	34					11,69
	Sig.		0,09	0,06	0,05	0,11	0,06

e) Atividade – ambiente – área operacional

Para as variáveis ambientais (ruído, temperatura e iluminamento), verificou-se o maior problema na planta PE2 Comercial (Grupo 1), seguida da Alta Pressão (Grupo 2), as quais apresentaram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (insatisfeito / satisfeito), ver TAB. 46.

TABELA 46 – Grupos de plantas indexados pela insatisfação com relação ao ambiente área operacional

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	6,08		
Braskem-PE	Alta Pressão	32		6,98	
Braskem-PP	Piloto	21			7,98
Braskem-PP	Bulk1	30			7,99
Braskem-PP	Bulk2	27			8,54
Innova	Estireno	26			8,73
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6			9,39
Braskem-PE	Spherilene	32			9,43
Innova	Poliestireno	25			9,50
Braskem-PE1	PE1	34			9,51
	Sig.		0,275	0,057	0,115

A planta PE2 Comercial teve citações de insatisfação nos trabalhos juntos as extrusoras, devido à radiação do calor, ruído elevado nos equipamentos de processo e deficiência de iluminação no período da noite para leitura de instrumentos. As plantas de Alta Pressão têm seu maior índice de insatisfação no ruído dos equipamentos de processo (compressores,

motores, bombas, etc) e linhas de transferência por transporte pneumático, tendo em vista que trabalha com altíssimas pressões manométricas.

f) Atividade – desconforto/dor – sala de controle

Para percepção de desconforto/dor na sala de controle, não foram apresentadas médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (muito / nenhum) ou seja, eles tendem a ter pouco dor em função do trabalho, ver TAB. 47.

TABELA 47 – Grupos de plantas indexados pela intensidade de dor nas atividades na sala de controle

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)	
			Grupo 1	Grupo 2
Braskem-PP	Bulk1	30	9,90	
Braskem-PP	Piloto	21		10,12
Braskem-PP	Bulk2	27		10,14
Braskem-PE	Spherilene	32		10,66
Innova	Poliestireno	25		10,69
Braskem-PE	Alta Pressão	32		10,86
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39		11,11
Innova	Estireno	26		11,27
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6		11,91
Braskem-PE1	PE1	34		11,99
	Sig.		0,056	0,077

g) Atividade – desconforto/dor – área operacional

Para percepção de desconforto/dor na área operacional, também não ocorreram médias inferiores ao padrão de neutralidade da escala utilizada (muito / nenhum), ver TAB. 48.

TABELA 48 – Grupos de plantas indexados pela intensidade de dor nas atividades na área operacional

Empresa	Planta	Frequência	Teste de Duncan (nível de significância = 5%)		
			Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Braskem-PE2	PE2 Comercial	39	7,91		
Innova	Poliestireno	25		8,18	
Braskem-PE2	PE2 Piloto	6		8,32	
Braskem-PP	Piloto	21		8,43	
Braskem-PE	Alta Pressão	32		9,15	
Braskem-PE	Spherilene	32			9,48
Innova	Estireno	26			9,61
Braskem-PP	Bulk1	30			10,16
Braskem-PP	Bulk2	27			10,73
Braskem-PE1	PE1	34			11,89
	Sig.		0,09	0,05	0,06

4.3 Discussão dos resultados

Observou-se que a planta PE2 Comercial apresentou, em grande parte das questões, os piores índices de insatisfação (manobras em válvulas, transporte manual de materiais, questões ambientais na área operacional, etc). Para as plantas de Alta Pressão constatou-se grande índice de insatisfação para as questões ambientais (ruído e temperatura). A planta PE2 Comercial e Alta Pressão são as mais antigas, tem 25 e 20 anos de operação, respectivamente. Segundo De Keyser⁸ (1989 *apud* DUARTE, 1994), as instalações mais antigas são saturadas (ampliadas) porque elas não foram concebidas com previsão de aumentos de capacidade produtiva. Os aumentos de capacidade feitos de forma parcial levam a uma utilização de determinados equipamentos acima da capacidade nominal, fazendo com que os riscos de deterioração sejam elevados. Nessas situações, o operador em algumas vezes encontra-se em uma situação de conflito, já que deve conciliar a exigência de produção com a exigência de segurança e preservação dos equipamentos, que em plantas nestas condições, podem estar em situações de risco.

O fato de ter um número elevado de trabalhos manuais na planta PE2 Comercial justifica a pior condição na questão de dores musculares no exercício da função, bem como o desgaste nas atividades na área operacional. Chaffin (2001) comenta que o ato de elevar, empurrar ou puxar manualmente um objeto tem sido uma preocupação contínua daqueles que planejam o uso eficaz da força de trabalho, e também daqueles que procuram prevenir lesões e doenças no trabalho.

Ainda sobre estas duas plantas, notaram-se que as condições de insatisfação não se devem somente à idade das plantas, mas também, a importação da tecnologia, pois ambas tiveram origem (licenciadora e projeto básico) diferente da maioria, sendo concebidas no E.U.A e no Japão. Isto pode ser atribuído às diferentes necessidades culturais entre esses países e o Brasil e também à possibilidade de redução de custos na automatização de processos durante a etapa de projeto. Wisner (1994) escreveu que a antropotecnologia ou adaptação da tecnologia à realidade do país comprador é definida por analogia com a ergonomia (adaptação do trabalho ao homem). Em Vidal (2002 *apud* Wisner, 1994) é citado que os processos de transferência de tecnologia são, na maior parte das vezes, parciais. Os equipamentos são importados, mas a organização, os serviços de manutenção, a formação dos operadores ou técnicos e a documentação que acompanha os dispositivos técnicos são inadequados ou incompletos. O

domínio de uma tecnologia transferida só é possível quando os dispositivos técnicos, a organização do trabalho e a formação dos trabalhadores sofrem um processo global de reconcepção que leva em consideração as dificuldades locais e os recursos naturais e industriais disponíveis como trunfos para manter a variabilidade sob controle. Assim, verifica-se que durante a etapa de projeto básico é muito importante que a projetista conheça os modelos de organização do trabalho, modos operatórios e condições climáticas do país onde será construída a unidade petroquímica. Deve-se considerar que maneira de operar um sistema pode diferir entre países. Portanto, o arranjo do desenho de um painel de controle em um país pode não ser efetivo para operadores de uma planta de um país diferente, especialmente em operações de emergência (ATTWOOD, 2004).

A planta Piloto apresentou, também, níveis de insatisfação grandes com relação às questões de manobras em válvulas e transporte de materiais. Constatou-se que por ser uma planta de dimensões pequenas, foi concebida com pouco espaço físico e com concentração de tubulações, instrumentos e válvulas muito próximas uma das outras. Essa redução está adequada à dimensão da planta, mas não a operação pelo ser humano. Segundo Grandjean (1998), o conhecimento do espaço que as mãos e braços necessitam para a apreensão (agarrar) e movimento são uma importante premissa para o planejamento de controles, comandos, ferramentas, etc. O espaço para alcance diferente do recomendado requer movimentos secundários do tronco, o que reduz a segurança da operação e aumenta o risco de problemas nas costas e nos ombros. Este fato é justificado pelo resultado no constructo desconforto/dor obtido na planta Piloto, o qual, mesmo estando acima da condição de neutralidade, apresentou o pior índice entre as demais plantas.

A planta Bulk2 teve durante sua concepção (projeto básico e parte do projeto de detalhamento), a participação de engenheiros de processo e operadores, os quais tinham experiência com a planta Bulk1, na mesma unidade. Desta maneira, houve habilidade de abordar as questões de acessibilidade aos instrumentos e válvulas, espaço físico e distribuição dos equipamentos de processo no melhor leiaute possível. O resultado é que a planta Bulk2 obteve a melhor performance com relação às atividades exercidas na área operacional. A participação consciente dos operadores na etapa de projeto é explicada por Attwood (2004), que considera um fator importante à troca de experiências dos mesmos com os projetistas visando atender suas expectativas e a facilitar suas rotinas de trabalho.

⁸ KEYSER, V. L'erreur humaine. La Recherche, n° 216, 1444-1455, 1989.

Para sintetizar os resultados encontrados neste trabalho de acordo com a percepção dos operadores, elaborou-se a partir das cinco questões com maior demanda de insatisfação por planta (ver item 4.1.3 de “a” a “j”), o ranking dos itens com maior incidência de repetição, os “10 mais”, das unidades pesquisadas (FIG. 28). Algumas fotos que representam melhor estes itens estão inseridas no APÊNDICE F.

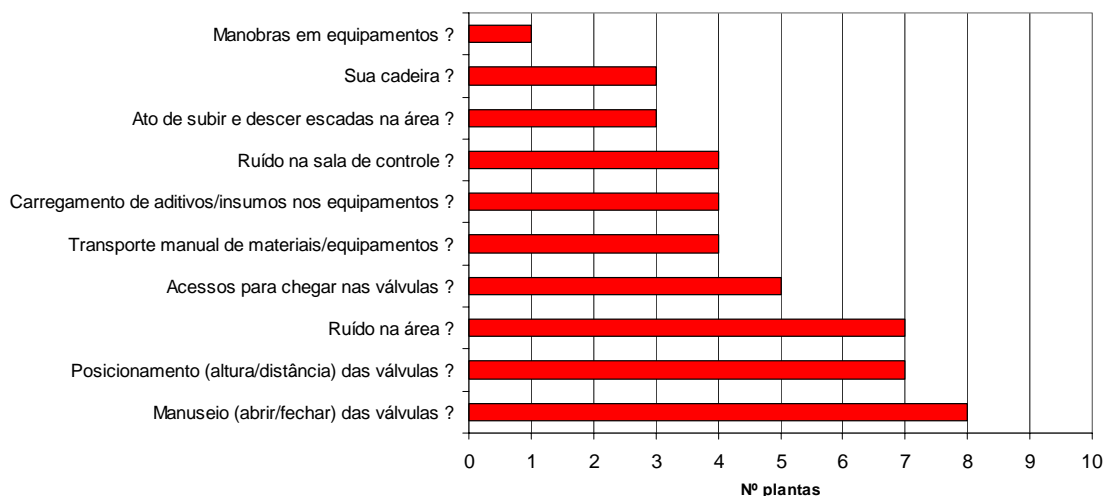


FIGURA 28 – Ranking das maiores incidências de insatisfação em todas as plantas

Observou-se na FIG. 28, que as manobras em válvulas (acesso, manuseio e posicionamento) estão entre as principais demandas de insatisfação dos operadores, ou seja, a maioria das plantas pesquisadas convive com estes problemas de padronização por parte do projeto da altura máxima do volante e distância entre outros equipamentos. Da mesma maneira, é verificado que as reclamações sobre o transporte manual de materiais e carregamento manual de aditivos/insumos aparecem neste ranking em 40% das unidades, o que mostra que os projetistas não consideram alternativas para reduzir os esforços ou mesmo a intensidade de manobras neste sentido. Estes cinco itens de insatisfação estão entre os seis mais reclamados deste *ranking*, este tipo de resultado pode ajudar os responsáveis dos futuros projetos de plantas petroquímicas a concentrar seus esforços na eliminação ou redução destes itens de demanda ergonômica. Podemos ainda realizar um outro comparativo com a planta Bulk2 que teve parcialmente implementado os conceitos de ergonomia em seu projeto, no gráfico do item 4.1.3 – “b”, visualiza-se que para as demandas citadas na FIG. 28, aparecem somente acima do décimo item de reclamação (estando acima da condição de neutralidade para

satisfeito), isto comprova que uma atenção aos fatores humanos na operação de unidades de processo pode reduzir o impacto sobre os operadores e conseqüentemente sobre sua saúde.

O ruído na área operacional também é motivo de reclamação, contudo os meios para seu controle (atenuação) são extremamente difíceis de serem implementados, pois como as maiores fontes deste desequilíbrio são os equipamentos rotativos e os mesmos são adquiridos de um variado número de fornecedores, tornando sua resolução bem mais complexa, sem contar que a quantidade de equipamentos com níveis elevados de ruído pode ser muito grande.

Para as demandas de ruído na sala de controle e cadeira do operador no painel, as possibilidades de melhorias ou adequação para os futuros projetos são extremamente viáveis de serem implementadas tendo em vista que dependem de simples especificações aos fornecedores (moveis e equipamentos adaptados ao conforto do homem) e planejamento do leiaute da sala.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

Nos dez projetos das unidades petroquímicas estudadas, as questões básicas de segurança (proteção contra incêndio, distância entre as construções, tipos de construções, especificações de segurança para equipamentos e instrumentos e válvulas de alívio), foram consideradas como uma parte integral das diretrizes ou critérios do projeto. Contudo, os conceitos de ergonomia, até os dias atuais, não são objetos de referências ou mesmo de diretrizes nos projetos básicos ou de detalhamento da unidade. Assim, muitos desajustes são encontrados na operação e na manutenção das plantas depois de sua implementação o que se reflete nos níveis de insatisfação dos operadores. Nas plantas estudadas, problemas relacionados a manobras em válvulas, transporte manual de materiais, carregamento e colocação manual de aditivos/insumos e ruído elevado foram elencados como os mais graves, na maioria das plantas. Cabe salientar que os custos para reduzir estes problemas após o início do processo em uma planta petroquímica pode chegar a 20% do custo do projeto, o que não ocorreria caso fosse identificado e solucionada na fase de conceituação ou definição das diretrizes do projeto, em torno de 0,5 % do custo (Auburn Engineers, 2001⁹ *apud* GUIMARÃES, 2004).

Cabe ressaltar que a identificação destes problemas é crucial para a melhoria de projetos. Mesmo que o processo técnico deva ser modificado, e novas tecnologias incorporadas, é essencial observar e analisar as condições inseguras e de desconforto físico, e principalmente as estratégias que os operadores empregam para enfrentar os problemas de seu dia a dia em uma unidade para que isto não se repita em novos projetos. Na planta Bulk2, por exemplo, este tipo de abordagem, “aprender com os erros”, foi adotada, e mesmo sem uma sistematização ou programa focado em ergonomia, resultados positivos foram observados nos postos de trabalho. Os postos da Bulk 2 foram justamente os que apresentaram os menores índices de insatisfação das plantas pesquisadas. Desta forma, pode-se concluir que um fator importante de projeto é a comparação das futuras unidades de produção ou mesmo as ampliações, com as já existentes que apresentem características semelhantes.

O lucro de um sistema de produção é fortemente impactado pelas pessoas que nele trabalham. Para otimizar a performance dessas pessoas e suas capacidades, há a necessidade de uma compatibilidade dos seres humanos com as máquinas e sistemas digitais de controle. Muitas

⁹ AUBURN ENGINEERS, Inc. Discussão via Internet. Auburn, Alabama, 2001

situações, como aquelas já mencionadas, que foram consideradas problemáticas podem ter sido causadas por falta da devida atenção à interface do projeto homem-máquina. Assim, é imperativo que, além dos aspectos técnicos e financeiros, o fator humano também seja levado em conta na concepção de um sistema.

Os vendedores e fornecedores de postos, ferramentas e equipamentos deveriam, também, ser informados da importância da ergonomia no desenvolvimento de um produto. Um simples protótipo em sistema tridimensional ou uma simulação a ser usado na fase de teste pelo futuro usuário, pode oferecer um método barato e efetivo para melhorar a performance dos equipamentos.

Cabe ressaltar que este trabalho de levantamento das demandas ergonômicas em diversas plantas petroquímicas, pode servir de referência para os profissionais que estudam a viabilidade de novos projetos, dando conhecimento dos itens de insatisfação, desconforto, condições inseguras e riscos de segurança em unidades existentes, visando eliminar ou corrigir possíveis inserções dos mesmos em projetos de leiaute ou detalhamento. Deve-se notar, no entanto, que o grande desafio para os ergonomistas dentro das organizações seria o de motivar **pessoas chaves** no gerenciamento de projetos para implementar os conceitos de ergonomia na preparação do processo de negócio e na execução dos projetos. Isso significa que as ferramentas e técnicas da engenharia para aplicação voltada ao bem estar do ser humano, precisam ser desenvolvidas e treinadas com os grupos de profissionais que tenham um papel essencial, na concepção e construção de unidades petroquímicas.

É importante notar que muitas das demandas ergonômicas, tais como: manobras em válvulas (acesso, manuseio e posicionamento), transporte de materiais e equipamentos, cadeiras em salas de controle, carregamento de aditivos nos equipamentos, entre outras, apontadas nesta pesquisa já foram solucionadas ou estão sendo tratadas nas empresas pesquisadas e poderão ser foco de trabalhos futuros de diagnose e ações de melhorias em plantas petroquímicas.

5.2 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

a) Complementar as etapas da AMT não inseridas neste trabalho, visando quantificar e medir através de ferramentas apropriadas as situações mais críticas, com relação à insatisfação dos operadores, observando a intensidade x frequência das demandas ergonômicas;

- b) Buscar, em outras unidades petroquímicas, situações onde os conceitos de fator humano ou ergonomia foram aplicados nas etapas de projeto básico ou de detalhamento;
- c) Exemplificar soluções para as demandas de insatisfação levantadas pelos operadores em unidades petroquímicas para que sirva de referência para novos projeto ou ampliações;
- d) Investigar o impacto que as atividades de maior desconforto/dor têm sobre os trabalhadores de processo petroquímicos;
- e) Investigar e quantificar a influência que as manobras em válvulas têm sobre a rotina dos operadores de área.

REFERÊNCIAS

ATTWOOD, D. A.; DEEB, J. M.; REECE, M. E. D. **Ergonomic solutions for the process industries**. Burlington: Elsevier, 2004.

BRASKEM. Empresa. Disponível em: <<http://www.braskem.com.br/index-112.htm>>. Acesso em: 04-09-2003.

CALLEGARI-JAQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Ergo, 2001.

CRONBACH, L. J. **Revista Psychometrika: coefficient alpha and the internal structure of tests**. ed. 16, p. 297-334, 1951.

DANIELLOU, F. **A ergonomia em busca, de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo, Edgard Blucher, 2004.

DUARTE, F. **Ergonomia & Projeto: na industria de processo continuo**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2001.

DUARTE, F. **A análise ergonômica do trabalho e a determinação de efetivos: estudo da modernização tecnológica de uma refinaria de petróleo no Brasil**. Rio de Janeiro, 1994. 147 f. Tese (Doutorado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DUL, J; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

FERREIRA, L. L.; IGUTI, A. M. **O trabalho dos petroleiros: perigoso, complexo, continuo e coletivo**. Santos. Página Aberta, 1994.

ERGONOMIC Design for People at Work. New York: Van Nostrand Reinhold Company, v.1, 1983

FOGLIATTO, F; GUIMARÃES, L. B. M. **Revista Produto & Produção:** Design macroergonômico: uma proposta metodológica para projeto de produto. Porto Alegre: FEENG, v. 3, nº3, pág. 1-15, out.1999.

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

GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia de processo:** historia, ambiente e segurança. Porto Alegre: FEEng-PPGEP-UFRGS, 2001. v. 1. Série monográfica em ergonomia.

GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia de processo:** macroergonomia, organização do trabalho. Porto Alegre: FEEng-PPGEP-UFRGS, 2004. v. 2. Série monográfica em ergonomia.

GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia Cognitiva.** Porto Alegre: FEEng-PPGEP-UFRGS, 2004a. v. 2. Série monográfica em ergonomia.

GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia de produto:** antropometria, fisiologia e biomecânica. Porto Alegre: FEEng-PPGEP-UFRGS, 2001b. v. 1. Série monográfica em ergonomia.

GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia de produto:** evolução dos objetos, funções do produto, design ergonômico, ferramentas para design de produto. Porto Alegre: FEEng-PPGEP-UFRGS, 2001a. v. 2. Série monográfica em ergonomia.

GUIMARÃES, L. B. M. **Revista Produto & Produção:** Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT): Modelo de Implementação e Avaliação de um Programa de Ergonomia na Empresa. Porto Alegre, 2003. [não publicado]

HENDRICK, H. W.; KLEINER, B. M. **Macroergonomics an introduction to work system design.** Santa Monica, CA: Published by the Human Factors and Ergonomics Society, 2001.

IIDA, I. **Ergonomia:** projeto e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 1990.

INNOVA. Empresa. Disponível em: <<http://www.innova.ind.br/>>. Acesso em: 04-09-2003.

INTERNATIONAL STANDAD ORGANISATION (ISO). ISO-6385:Ergonomic principles in the design of work systems, 1983.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. **NR 15 – Atividades e operações insalubres**. Disponível em <<http://www.mte.gov.br>>. Acessada em 12-10-2004a.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. **NR 17 – Ergonomia**. Disponível em <<http://www.mte.gov.br>>. Acessada em 20-10-2004b.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. **Políticas do Ministério do Trabalho em Ergonomia**. Disponível em < www.mte.gov.br/Empregador/segsau/Publicacoes/Ergonomia/Conteudo/694.pdf >. Acessada em 20-10-2004c.

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

NBR 5413 - **Iluminância de interiores**. Associação Brasileira de Normas Técnicas; Brasil, 1992.

NBR 10152 - **Níveis de ruído para conforto acústico**. Associação Brasileira de Normas Técnicas; Brasil, 1987.

RENSINK, H. J. T.; UDEN, M. E. J. V. **PTQ: Human factors engineering in petrochemical projects: Part I**, July 1998. Disponível em: <http://www.eptq.com/Pages/Articles/PDF_Files/PTQ98314.pdf >. Acesso em: 10-08-2004.

RENSINK, H. J. T.; UDEN, M. E. J. V. **PTQ: Human factors engineering in petrochemical projects: Part II**, April 1999. Disponível em: <http://www.eptq.com/Pages/Articles/PDF_Files/PTQ99215.pdf>. Acesso em: 10-08-2004.

SANDERS, M. S.; McCormick, E. J. **Human factors in engineering and design**. New York, McGraw-Hill, 1993.

SANTOS, V.; ZAMBERLAN, M. **Projeto ergonômico de salas de controle**. São Paulo: Fundacion Mapfre-Sucursal Brasil, 1992.

SAOUAYA, R. Avaliação das demandas de usuários operadores e engenheiros na elaboração de uma interface gráfica de um sistema supervisório (SDCD) de uma planta petroquímica. Porto Alegre, 1994. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ergonomia) - PPGEP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SLACK, N. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

VIDAL, M. C. R. **Ergonomia na empresa: útil, prática e aplicada.** Rio de Janeiro: Ed. Virtual Científica, 2002.

WISNER, A. **A Inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia.** São Paulo: Editora da UNESP, 1994.

APÊNDICES

APÊNDICE A

(Resumo dos processos produtivos por plantas)

APÊNDICE A – Resumo dos processos produtivos por planta.

a) Plantas Bulk 1 e Bulk 2 e Piloto

Estas plantas foram concebidas para produzir Polipropileno (PP). Os monômeros utilizados são fornecidos pela Copesul, chegando às Plantas de Polipropileno da Braskem por tubovias, assim como as utilidades (vapor, nitrogênio e águas potável, industrial e de combate a incêndio) e o eteno utilizado na produção de comonômeros.

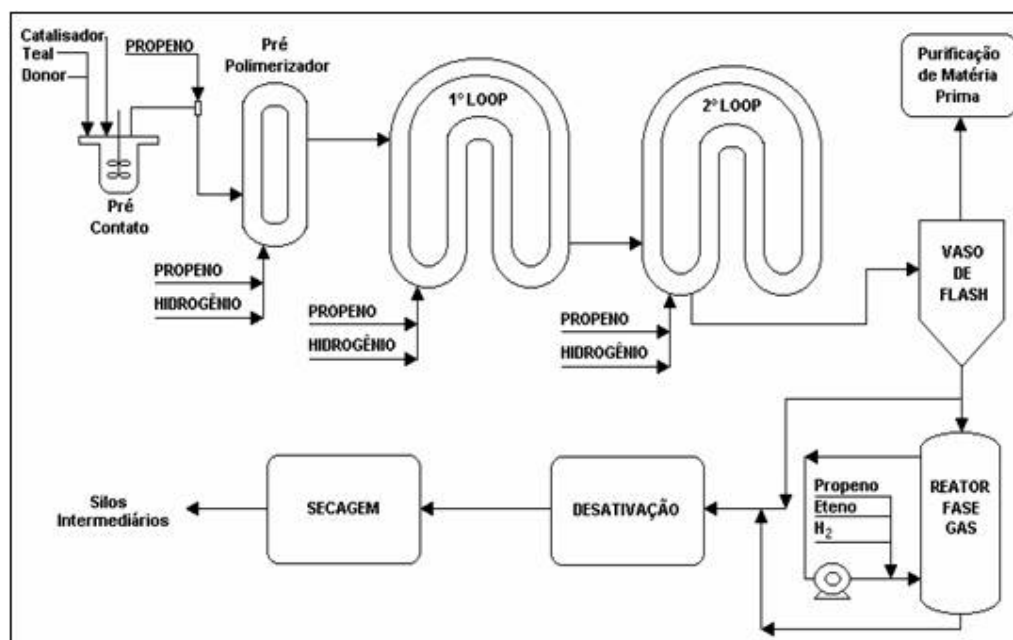


FIGURA x – Diagrama de processo Bulk1, Bulk2 e Piloto.

Para a polimerização do propeno, é utilizado um catalisador, o qual é constituído de cloreto de titânio suportado em cloreto de magnésio. Como co-catalisador, é utilizado um alquilalumínio, que também neutraliza alguns venenos da reação presentes nas matérias-primas. A estereoespecificidade é regulada por um doador de elétrons (donor) para o controle do teor de atático no PP.

A ativação do sistema catalítico é realizado no pré-contato, onde são alimentados o catalisador, o co-catalisador e o donor. A seguir, é realizada uma pré-polimerização com

propeno. Estas etapas são necessárias para obter-se uma melhor performance do catalisador em termos de rendimento, isotaticidade e morfologia do polímero.

A finalidade da pré-polimerização é encapsular a partícula de catalisador com uma pequena camada de polímero. Esta “capa” protegerá o catalisador ao entrar nos reatores maiores que operam em maior temperatura, evitando sua explosão e conseqüente geração de finos.

A reação de polimerização é realizada em monômero líquido, dispensando a utilização de solvente. Esta tecnologia utiliza dois reatores de polimerização tipo “loop” em série, operando de 60 a 80 °C e de 35 a 40 Kgf/cm² de pressão. A obtenção de produtos bimodais é possível com a diferença de condições de reação entre os dois “loops”.

Após a polimerização, a lama resultante da reação, com cerca de 50 % de polímero, passa pela etapa de separação dos monômeros não-reagidos. Através da expansão *flash*, ocorre a evaporação da fase líquida pela redução da pressão.

Essa corrente gasosa (monômero) passa por um ciclone para a separação do polímero, sendo a seguir condensada para reutilização nos reatores de polimerização. O polímero pode ir para a etapa de desativação ou para um reator fase gás.

No reator fase gás de leito fluidizado, é alimentado o comonômero (eteno) com o propeno para a formação de uma fase borracha no polímero formado nos *loops*, aumentando assim a resistência ao impacto do PP (copolímero heterofásico). Apenas uma das plantas da Unidade (“Bulk” 1) dispõe do reator fase gás, ou seja, apenas esta pode fabricar Copolímero Heterofásico. Portanto, a Bulk 2 faz apenas PP Homopolímero e PP Copolímero Randômico, com o comonômero sendo acrescido nos “loops”.

O PP vindo do *flash* ou do reator fase gás passa por um filtro mangas onde os monômeros ainda presentes são separados e filtrados. O polímero passa para a unidade de desativação *steamer* onde uma corrente de vapor desativa o catalisador presente no polímero e remove os monômeros residuais não-reagidos. Após a desativação, o PP é seco pela circulação de nitrogênio levemente aquecido em um secador *dryer*.

O polímero em forma de esferas é aditivado (sílica e amidas) e extrudado na unidade de acabamento e granulação. Eventualmente, são utilizados peróxidos orgânicos na extrusão para

alterar propriedade do produto final. O Polipropileno, na forma de grânulos, é então ensacado para ser comercializado.

A Planta Piloto Spheripol reproduz a planta Bulk 1 em escala 100 vezes menor, podendo produzir resinas de todas as famílias de Polipropileno (Homo, Raco e Heco), visando desenvolvimento de processos e de produtos. À exceção de algumas recuperações de matérias-primas, a planta Bulk 1 possui o mesmo fluxo de processo da planta industrial, possibilitando a geração de lotes semicomerciais para testes em clientes ou mesmo para pré-comercialização de novas resinas, em função de sua capacidade de produção.

b) Planta Spherilene

O processo Spherilene foi concebido para produzir polietileno de baixa densidade linear (PEBDL) e polietileno de alta densidade (PEAD), com capacidade de produção de 260 mil ton/ano de resina.

Os monômeros necessários para a polimerização são fornecidos pela Copesul diretamente ao processo, no caso de eteno e hidrogênio, e para vasos pulmões internos, no caso do propano, propeno, buteno e hexeno.

Primeiramente, um complexo catalítico de 4ª geração é alimentado em reatores tipo “loop” em série a baixa temperatura com fase líquida em propano, pressão 27 barg a 50°C. Nestes reatores, alimenta-se também monômero, o qual reage com o catalisador numa reação branda chamada de pré-polimerização.

O catalisador pré-polimerizado chega então ao primeiro reator de polimerização em fase gás onde, à pressão de 20 a 30 barg e temperatura de 70 a 80°C, o catalisador começa a promover a polimerização do eteno. Para controlar a qualidade final do produto, densidade e peso molecular, alimenta-se buteno, hexeno e hidrogênio ao reator.

No processo de polimerização em fase gás, o polímero formado é mantido fluidizado através de um compressor de recirculação de gases. Um trocador de calor em série com o circuito é

responsável pela retirada do calor produzido pela reação. O primeiro reator é responsável de 15 a 30% da reação total.

Através de um sistema de controle de nível, o polímero é descarregado para um filtro separador de gás e polímero operando a cerca de 2 barg. Os gases que saem pelo topo deste filtro são recomprimidos por um compressor alternativo de dois estágios e passam por sistema de torres para separação de propano. O propano separado é realimentado aos reatores “loops”, os monômeros restantes são retornados ao sistema do primeiro reator.

O polímero presente no filtro é, então, alimentado ao segundo reator através de um sistema constituído de dois vasos chamados “PIF-POF”. Neste sistema, enquanto um vaso está recebendo polímero do filtro, a cerca de 2 barg, o outro está descarregando este ao segundo reator fase gás, de 20 a 30 barg. A vantagem deste sistema é possibilitar a operação com atmosferas diferentes nos dois reatores.

No segundo reator, operado a temperaturas, pressões e composições semelhantes ao primeiro, é produzido cerca de 80% do polietileno com controle de densidade e peso molecular.

A corrente de gás e polímero que deixa este reator pelo controle de nível é separada num segundo filtro separador operado a cerca de 2 barg. Enquanto o gás separado é recomprimido e retornado ao segundo reator por um compressor alternativo, o polímero segue para desativação do catalisador com vapor e posterior secagem com nitrogênio.

O polímero final em forma de esferas de 2 mm é colocado através de um transporte pneumático com nitrogênio nos silos intermediários. Através dos silos intermediários, o polímero segue para a aditivação, onde, em dois misturadores contínuos, recebe agentes antioxidantes, antiestáticos e outros aditivos.

As esferas aditivadas são então alimentadas em duas extrusoras para homogeneização do produto com seus aditivos. A extrusora granula o polímero fundido, extrudando-o através de uma matriz, cujos filamentos originados são cortados e enviados aos silos finais através do transporte pneumático em fase densa, para a mistura final e análise de controle de qualidade.

Dos silos finais, o grânulo é ensacado por ensacadeiras automáticas e disposto para armazenamento.

c) Plantas Alta Pressão

A planta Tubular e Autoclave produzem polietileno de alta densidade (PEAD). O Etileno é fornecido para a Braskem-PE pela Central de Matérias Primas Copesul, através de tubulação que é controlada através de uma válvula de controle de pressão, sendo então distribuído para as duas unidades.

Na planta Tubular, o etileno puro que é succionado pelo compressor primário se mistura com a corrente de descarga do compressor de gás de expansão, originária da recompressão do gás separado no vaso alimentador do extrusor. A corrente é comprimida para 250 Kgf/cm² pelo compressor primário, juntando-se com a corrente de gás que vem do reciclo na sucção do compressor secundário. Os modificadores, normalmente propeno e buteno, são adicionados neste ponto, se requeridos. A corrente de etileno é então dividida em duas partes, cada uma seguindo separadamente através do compressor secundário, com pontos de equalização de pressões na seção interestagiária e descarga. Em cada corrente, é injetada uma quantidade controlada de ar de instrumentação seco, que denominamos de ar catalisador. O etileno é comprimido para aproximadamente 2.900 Kgf/cm² no compressor secundário e entra no reator através das três válvulas alimentadoras. Aproximadamente, metade desta corrente corresponde à alimentação frontal, enquanto que a outra metade se divide pelas duas alimentações laterais do reator. Na primeira seção do reator, o etileno é aquecido até o ponto de autopolimerização, aproximadamente 185°C. Esse processo é realizado através de vapor de 21Kgf/cm² injetado na jaqueta da seção de pré-aquecimento no mesmo sentido da corrente do gás. A reação exotérmica eleva a temperatura até o ponto normal de operação, em torno de 290°C a 325°C. A temperatura é drasticamente reduzida pela injeção de gás frio em 2 entradas laterais do reator. O objetivo das injeções é o aumento da conversão em polímero, através do resfriamento da reação. Após cada entrada lateral, a temperatura do reator se eleva novamente até os valores de picos normais de reação. Depois de cada elevação de temperatura, após a segunda entrada lateral, a temperatura começa a cair, passando à mistura gás-polímero através da seção de resfriamento. A mistura é direcionada, então, para o separador de alta pressão através da válvula de controle de pressão e via resfriador de produto. A conversão de etileno em polímero em cada passagem pelo reator é normalmente de 24 a 26%.

No separador de alta pressão, que opera a aproximadamente 280 Kgf/cm², a maior parte do etileno não-reagido é separada do polímero fundido. A corrente de gás do separador é direcionada para o sistema de reciclo, consistindo de duas baterias sequenciais de trocadores. Primeiramente, a corrente passa pelos trocadores do reciclo quente, sendo resfriada com água temperada para aproximadamente 80°C. O etileno que sai dos dois trocadores do reciclo quente é direcionado para um vaso separador de cera para remoção das ceras que tenham sido condensadas nos trocadores. O gás que deixa o separador é dividido em duas correntes direcionadas paralelamente para os trocadores de reciclo frio, os quais têm duas seções distintas. Na primeira sessão, o gás é resfriado com água de resfriamento até aproximadamente 45°C e na segunda, com água de gelada até aproximadamente 30°C. As correntes se unem novamente entrando no separador de reciclo frio, onde mais cera é separada. A cera separada no fundo dos dois separadores é drenada periodicamente para o tambor de cera para remoção posterior.

Na unidade autoclave, o etileno puro se mistura com a corrente de descarga do compressor de gás de expansão, originária da recompressão do gás separado no vaso alimentador do extrusor. A corrente combinada é comprimida para 247Kgf/cm² pelo compressor primário, juntando-se com a corrente de gás de reciclo na sucção do compressor secundário. Os modificadores são adicionados neste ponto se requeridos.

A corrente de etileno segue, então, através do compressor secundário, com pontos de equalização de pressões na sessão interestagiária e descarga. O etileno é comprimido para 1.400 Kgf/cm² a 2464 Kgf/cm² no compressor secundário e entra nos reatores autoclaves dotados de agitadores, através das 4 válvulas alimentadoras para o reator 1 e 1 válvula para o reator 2. Os catalisadores, peróxidos orgânicos, que fornecem os radicais livres para início de reação são injetados em três níveis no reator 1 e dois níveis para o reator 2 através de 5 bombas intensificadoras. A injeção de catalisadores é responsável pelo controle de temperatura de reação. A quantidade injetada depende da velocidade dos intensificadores, a qual é comandada por controladores automáticos de temperatura.

A mistura do polietileno fundido, etileno não reagido ao sair do reator 2, passa pela válvula controladora de pressão, onde sua pressão é reduzida e vai para o separador de alta pressão passando pelo resfriador de produto. A conversão de etileno em polímero em cada passagem pelo reator é normalmente de 15% a 24%. No separador de alta pressão que opera

normalmente a 280 Kgf/cm², a maior parte do etileno não-reagido é separada do polímero fundido. A corrente de gás do separador de alta pressão é direcionada através do sistema de reciclo, consistindo de duas linhas seqüenciais de trocadores de calor. Primeiramente, a corrente passa pelos trocadores do reciclo quente, onde é resfriada com água temperada a aproximadamente 79°C. As correntes de saída dos dois trocadores do reciclo quente se unem e entram no separador de reciclo quente para remoção das ceras que tenham sido condensadas nos trocadores. O gás que deixa o separador é dividido em duas correntes direcionadas paralelamente para os trocadores do reciclo frio. O gás é resfriado com água de resfriamento de até aproximadamente 37° C ou com água gelada. As correntes se unem novamente e entram no separador do reciclo frio, onde mais cera é separada. A cera separada no fundo dos dois separadores é drenada periodicamente para o tambor de cera para remoção posterior.

Nas duas plantas (Tubular e Autoclave), o polímero fundido e saturado com etileno é retirado do separador de alta pressão através de uma válvula de controle de nível e direcionado para o vaso alimentador do extrusor, o qual opera a aproximadamente 0,40 Kgf/cm². O etileno separado adicionalmente é reciclado para o compressor de gás de expansão. O gás de expansão é recomprimido para aproximadamente 42 Kgf/cm² e combinado com a corrente de etileno puro alimentado o compressor primário.

O polímero fundido e separado do gás no alimentador do extrusor flui do vaso para o extrusor de produto. O extrusor granula o polietileno fundido e extruda-o através de uma matriz, originando filamentos que são cortados por um conjunto de facas rotativas imersas em água. A água da sessão de corte ou granulação resfria os grânulos e os carrega até a peneira de aglomerados/separador de água. Neste equipamento, em um primeiro estágio, é removida a água e, em um segundo, são removidos os aglomerados. Os grânulos úmidos são direcionados para o secador centrífugo. Após a secagem, alimentam o sistema de pesagem e são transportados pneumáticamente para os silos de armazenagem e, posteriormente, para o ensaque ou carregamento a granel em caminhões especiais.

d) Planta PE 1

O processo de produção de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL) ocorre em leito fluidizado à baixa pressão. As partículas de

polímero são formadas em um meio onde a fluidização é uma mistura de etileno, buteno ou hexeno, hidrogênio, nitrogênio e catalisador. Todas as matérias-primas alimentadas nos reatores passam, inicialmente, por um processo de purificação para a remoção de impurezas nocivas ao processo. O polímero é retirado do reator na forma de pó, desgaseificado e transportado pneumáticamente para as etapas seguintes de granulação e ensaque.

O reator foi projetado de forma a garantir boa homogeneidade e temperatura constante do leito fluidizado. As condições de reação são bastante estáveis, com pressão de operação de 20 a 25 Kgf/cm² e temperatura de 85 a 120 °C. Nestas condições, as partículas de polímero crescem atingindo formas e tamanhos uniformes, com um tamanho médio de 500 a 700 micra e tempo de residência de 3 a 5 horas.

As características do projeto do reator e do catalisador utilizado permitem que a quantidade de aglomerados produzidos seja praticamente nula e que não haja formação de depósitos nas paredes do reator ou em outros equipamentos de processo, com garantia de uma excelente performance operacional.

Todo o pó retirado do reator passa por um sistema de purga com nitrogênio onde são removidos os gases residuais. Em seguida, esses gases passam por um sistema de recuperação de gases, onde os mais pesados retornam ao reator e são utilizados como gás de transporte para o desgaseificador. A parte excedente desses gases é encaminhada para queima no flare.

A baixa perda de carga do reator permite que a razão de compressão seja reduzida, facultando significativamente economia de energia.

O pó de polímero que sai do reator é tratado por uma purga de nitrogênio para remover os traços do gás residual do processo e neutralizar a ação dos catalisadores no desgaseificador e deste para a extrusora e granuladora. O desgaseificador alimenta a extrusora através de um dosador, juntamente com qualquer material em grãos que necessite de reprocessamento, para um extrusor onde é fundido junto com aditivos específicos para o “grade” em produção.

O material fundido efluente da extrusão através dos orifícios da matriz é então granulado numa câmara imersa em água e submetido à secagem. A seguir, este material é transportado pneumáticamente para silos de homogeneização/armazenamento e ensacado. Nas extrusoras,

a pressão máxima desenvolvida ocorre na descarga da bomba de polímero e é da ordem de 270 Kgf/cm^2 . A temperatura máxima que o polímero fundido pode atingir é da ordem de 240°C .

O polímero em grãos é acondicionado em sacos de 25 Kgf, através de ensacadeira automática, ou em containers flexíveis de 1250 Kgf (big-bag).

e) Planta PE 2 Comercial

A produção de polietileno de alta densidade (PEAD), na planta de polietileno 2 da Braskem, utiliza o processo em suspensão em um reator CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor), onde as matérias-primas gasosas purificadas, catalisador, co-catalisador, aditivo e solvente (n-hexano) são alimentadas para o reator, e uma suspensão de polietileno no solvente é formada pela reação de polimerização.

A polimerização ocorre continuamente em dois reatores, mantidos em agitação, sob controle de pressão, temperatura, concentração de reagentes, catalisador e aditivos.

A suspensão sai dos reatores e segue para o vaso de expansão onde os gases dissolvidos na suspensão (eteno, hidrogênio, buteno não-reagidos) expandem-se. Esses gases saem no topo do vaso e seguem para os compressores e a partir desses são enviados de retorno para os reatores.

A suspensão de polímero do vaso de expansão é alimentada em centrífugas, onde há a separação do polímero úmido e do n-hexano. O bolo de polímero úmido é transferido para a área de secagem e o solvente segue para a área de destilação para a separação dos subprodutos.

A umidade do bolo de polímero é removida em três secadores. Após a secagem, o pó é transferido para a seção de ensaque. Na área de peletização, o pó de polietileno é misturado com vários tipos de aditivos adequados à aplicação final nos clientes e depois é peletizado, homogeneizado e ensacado.

h) Planta de Polietileno 2 - Piloto

O catalisador é recebido da unidade de catalisador da planta industrial PE 2 e vai para o vaso de armazenagem. O catalisador reduzido alimenta o reator de pré-polimerização em batelada. O objetivo da pré-polimerização é formar uma camada envoltória de polímero ao redor das partículas de catalisador para reduzir o tempo de indução na polimerização. Além do catalisador alimenta-se também aditivos anti-estáticos para funcionar como um terminador de cadeia, o que impede o crescimento excessivo da cadeia nesta etapa. O pré-polímero sai do reator com uma concentração maior do que a desejada para utilização durante reação de polimerização, então a sua diluição é feita no vaso com solvente hexano. A alimentação do pré-polímero diluído para os reatores de polimerização é feita através de bombeamento. São também alimentados aos reatores de polimerização o eteno (monômero), hidrogênio (controle de peso molecular) e buteno (comonômero na produção de copolímeros). A lama que sai dos reatores vai alimentar o vaso de expansão. Neste vaso, que trabalha com uma pressão baixa (em torno de 0,04 Kgf/cm²), ocorre o flasheamento e as matérias-primas não reagidas, tais como hidrogênio, eteno e buteno, passam para fase gasosa e saem pela linha de topo do vaso. A lama (polietileno + hexano) é, então bombeada para a centrífuga. Pelo fundo desta sai o pó ainda úmido que vai por gravidade para o secador de leito fluidizado. Este secador funciona como um sistema fechado com um permutador externo que faz o aquecimento do nitrogênio que retorna para o sistema. O pó vindo do secador é transportado através da rosca transportadora e alimenta o silo de armazenamento, e daí para ensaque em Big-Bag. No caso de PEAD o pó já em Big bag é retornado para o silo da extrusora para ser aditivado e pelletizado.

i) Planta de Estireno

O estireno é formado a partir da desidrogenação catalítica do etilbenzeno (EB). Os reatores operam a pressões subatmosféricas (vácuo), podendo, entretanto, operar sob pressão, mas com perda de rendimento do catalisador. A reação é endotérmica, ocorrendo em dois reatores em série, com rea aquecimento intermediário da carga. A unidade é composta por uma sessão de

reação/recuperação de condensado e compressão de “off gás” e por uma sessão de destilação dos produtos da reação.

O etilbenzeno fresco, juntamente com o EB de reciclo da unidade, é vaporizado com vapor de baixa no vaporizador de EB, de onde esta mistura é enviada ao superaquecedor de EB/vapor e daí ao misturador estático na base do 1º reator. O vapor utilizado na unidade tem, entre outras, a função de aquecer a carga de EB para os reatores até a temperatura de reação. O vapor de baixa é pré-aquecido na zona de convecção do forno superaquecedor de vapor e logo após entra na serpentina A, onde é aquecido com temperatura controlada. Esse vapor passa pelo reaquecedor intermediário da carga, montado internamente no topo do 2º reator, e reaquece a mistura reacional que sai do primeiro reator. O vapor deixa o reaquecedor e volta ao forno para ser novamente superaquecido. Na saída da serpentina B do forno, o vapor com temperatura controlada é conduzido ao misturador estático e misturado à corrente de EB/vapor primário proveniente do vaporizador de EB. Na carga do 1º reator, a relação vapor/EB e a temperatura são controladas. A corrente que deixa o 1º reator apresenta uma conversão de aproximadamente 43%. Este efluente é reaquecido e passa pelo segundo leito catalítico, com temperatura controlada, atingindo a conversão final.

A mistura desidrogenada, contendo aproximadamente 2% de Benzeno, 3,0% de Tolueno, 35% de Etilbenzeno e 60% de estireno, é alimentada na sessão de destilação para separar o estireno. Essa sessão compõe-se de três colunas de destilação. A primeira, operada a vácuo, separa o etilbenzeno, o benzeno e o tolueno que saem no topo e o estireno, o alfa-metil-estireno e os polímeros e os pesados que saem no fundo. A segunda, operada sob pressão, separa os produtos oriundos do topo da Coluna de EB/SM, produzindo, no topo, Benzeno/Tolueno que é comercializado e, no fundo, EB que retorna para a reação. A terceira, operada sob vácuo, tem como função separar estireno, no topo, dos pesados (TAR de SM e alfa-metil-estireno) no fundo, utilizado como óleo de queima. Sendo o estireno armazenado em tanques para uso cativo na produção e o restante comercializado via transporte rodoviário.

f) Planta de Poliestireno

A Planta de Poliestireno possui duas unidades distintas: uma para produção de poliestireno cristal (GPPS) e outra para produção de poliestireno de alto impacto (HIPS).

A unidade de poliestireno de cristal recebe a matéria-prima, estireno que entra na unidade e passa por duas Torres de Alumina (uma em stand-by), cujo objetivo é retirar impurezas (TBC) do monômero, segue para um misturador estático em linha, onde é mesclado com demais aditivos, a solução segue para o pré-polimerizador. Neste equipamento, o estireno com aditivos é convertido até alcançar cerca de 30% de PS formado, estireno parcialmente polimerizado. Antes de entrar no reator principal, passa por outro misturador estático, onde mais algum aditivo pode ser adicionado a corrente. Também entra neste ponto uma corrente de reciclo do condensador com estireno recuperado. No reator principal se completa a reação de polimerização até um valor de cerca de 70% de conversão. O produto do reator, segue para uma série de dois devolatilizadores que tem por finalidade retirar o monômero não reagido. Estes equipamentos trabalham a alto vácuo e alta temperatura. O produto final sai dos devolatilizadores com cerca de 100 ppm de estireno residual, sendo dirigido para a seção de peletização. As correntes de topo dos Devolatilizadores consistem de estireno monômero, incondensáveis, dímeros e trímeros. Dímeros e trímeros são pequenas moléculas de poliestireno, indesejáveis quando presentes em grande quantidade. Estas correntes seguem para condensadores em série, onde se separa o óleo mineral para retorno ao processo, se retira dímeros e trímeros para utilização como combustível para os fornos, retornando o estireno e solvente para o processo. A seção de peletização transforma a massa polimérica em pellets, que é a forma como o polímero é entregue ao cliente. A solução polimérica, altamente viscosa, passa por uma matriz que molda a solução na forma de “espaguete” passando a seguir pela peletizadora (corte com água), que o corta na forma de pequenos cilindros. Os pellets são secos no secador e enviados para silos. Nos silos, o produto é certificado, e enviado para a seção de acabamento, onde o produto é ensacado ou colocado em big-bags / caixas ou enviado para o silo de carregamento a granel;

Na unidade de poliestireno de alto impacto, a borracha recebida em fardos é moída e alimentada juntamente com estireno em um vaso dissolvedor, o qual é continuamente agitado e aquecido. Esta etapa é preparada em bateladas, a solução de borracha então segue para um tanque de acúmulo, que tem por objetivo homogeneizar a solução e permitir que o processo possa operar continuamente, no pré-polimerizador são adicionados os aditivos à solução de borracha: Uma corrente de estireno reciclo também entra neste equipamento. A solução é então aquecida e homogeneizada, sendo enviada para o primeiro de uma série de três reatores. Antes de chegar ao primeiro reator, a solução recebe, em um misturador estático em linha, catalisador. Este reator possui três estágios de reação, onde a temperatura é controlada por

camisas de óleo quente. A solução sai com cerca de 25-30 % de polímero formado deste reator. A corrente de fundo do primeiro reator entra pelo topo do segundo reator, que possui dois estágios de reação, também com camisas de óleo para controle da temperatura. Este reator opera com temperaturas mais elevadas do que o primeiro. A solução sai com cerca de 50% de poliestireno, seguindo adiante, no terceiro reator, a solução é aquecida ainda mais nos dois estágios seguintes. Ao sair deste reator, o polímero está com cerca de 65-70 % de conversão. Esta corrente segue para os devolatilizadores, onde o que não foi reagido é separado do polímero e reciclado ao processo. A separação ocorre devido às condições de alta temperatura e vácuo em que se opera estes equipamentos. Pelo fundo o produto segue para a peletização com aproximadamente 150 ppm de estireno. As correntes de topo seguem para um condensador, onde são condensadas e purificadas, retornando ao processo. Na seção de peletização, a massa polimérica passa primeiramente por um filtro, com a finalidade de reter géis (pontos duros) que podem ter se formado devido a possibilidade de ocorrer reações secundárias na fase borracha na reação. A seguir passa pela matriz, sendo o “espaguete” resfriado em uma banheira com água, e depois cortado na peletizadora. Os pellets são enviados para os silos de estocagem. Dos silos de estocagem o produto segue para entrega a granel ou acabamento, onde é ensacado para a entrega aos consumidores.

APÊNDICE B

(Modelos dos questionários relativos a demandas ergonômicas)

APÊNDICE B: Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica, aplicado nas plantas Bulk1, Bulk2 e Piloto.

QUESTIONÁRIO SOBRE ERGONOMIA – OPP QUÍMICA

(Operação OPP – PP)

Data: ___ / ___ / ___

Prezado amigo!

Sua opinião sobre o seu trabalho É MUITO IMPORTANTE. Solicitamos, então, que você preencha os dados solicitados, senhas (para que no futuro consigamos comparar sua opinião) e marque com um X, na linha, a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados. Não coloque o seu nome no questionário. As informações são sigilosas e servirão para o trabalho que a OPP está desenvolvendo com a ERGOSEG para melhoria nas condições ambientais e postos de trabalho (Projeto Macroergonômico).

Muito obrigado.

Idade: ___ Tempo de empresa: ___ Grupo: ___ Horário: 8-16 16-24 0-8

Local(is) de trabalho: Área Sala Controle

Senha 1: _____

Planta(s): Piloto Bulk 1 Bulk 2

Senha 2: _____

Exemplo:

1. Você esta com a Seleção brasileira de futebol ?

insatisfeito

neutro

satisfeito

Marque na linha qual a sua opinião com relação às perguntas e justifique (obrigatório) em função das questões ergonômicas, quando a resposta estiver entre a condição “insatisfeito e neutro”:

Como você se sente em relação (esforços físicos)?

2. aos acessos para chegar nas válvulas na área operacional ?

insatisfeito

neutro

satisfeito

ESCALA COM ANCORAS E QUADRO JUSTIFIQUE - REPETE PARA TODAS AS QUESTÕES

3. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas na área operacional ?
4. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas na área operacional ?
5. ao ato de subir e descer escadas na área operacional ?
6. ao transporte manual de materiais/equipamentos na área operacional ?
7. as manobras em equipamentos na área operacional ?
8. a coleta de amostras na área operacional ?
9. aos trabalhos nas paradas de plantas ?

Como você se sente em relação (postura)?

10. a sua mesa de trabalho ?
11. a sua cadeira de trabalho ?
12. ao micro computador no painel de controle (altura do monitor, altura / distância do teclado e mouse) ?

Como você se sente em relação (desconforto)?

13. a falta de concentração na operação do painel de controle devido a grande movimentação e conversas de fundo ?
14. ao ruído na sala de controle ?
15. ao ruído na área operacional ?
16. ao ruído interno no micro ônibus do turno ?
17. a temperatura na área operacional ?
18. a temperatura na sala de controle?
19. a temperatura nas salas localizadas na área ?
20. a diferença de temperatura entre sala de controle e área ?
21. ao nível de iluminação na sala de controle ?

2. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas na área operacional ?
3. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas na área operacional ?
4. ao ato de subir e descer escadas na área operacional ?
5. ao transporte manual de materiais/equipamentos na área operacional ?
6. as manobras em equipamentos na área operacional ?
7. a coleta de amostras na área operacional ?
8. aos trabalhos nas paradas de plantas ?

Como você se sente em relação (postura)?

9. a sua mesa de trabalho ?
10. a sua cadeira de trabalho ?
11. ao micro computador no painel de controle (altura do monitor, altura / distância do teclado e mouse) ?

Como você se sente em relação (desconforto)?

12. a falta de concentração na operação do painel de controle devido a grande movimentação e conversas de fundo ?
13. ao ruído na sala de controle ?
14. ao ruído na área operacional ?
15. ao ruído interno no micro ônibus do turno ?
16. a temperatura na área operacional ?
17. a temperatura na sala de controle?

18. a temperatura nas salas localizadas na área ?
19. a diferença de temperatura entre sala de controle e área ?
20. ao nível de iluminação na sala de controle ?
21. ao nível de iluminação na área operacional ?

Como você se sente em relação (cansaço físico)?

22. em relação ao turno das 0:00 as 08:00 h ?

23. ao turno das 08:00 as 16:00 h ?

ATENÇÃO MUDANÇA DE ESCALA

Justifique (obrigatório) quando a resposta estiver entre a condição “muito e médio”:

No seu trabalho você sente

24. cansaço visual ?

muito

médio

nenhum

25. dor de cabeça ?

26. dores musculares devido ao exercício da função ?

Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica, aplicado na planta PE1.

QUESTIONÁRIO SOBRE ERGONOMIA – BRASKEM - CAMAÇARI

(Operação Braskem – PE 1)

Data: ___ / ___ / ___

Prezado amigo!

Visando melhorar suas condições de trabalho, solicitamos que você marque com um risco na linha, a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados. As informações são sigilosas e servirão para auxiliar o trabalho que a Braskem está desenvolvendo com a ERGOSEG na melhoria nas condições ambientais e postos de trabalho (Projeto Macroergonômico).

Muito obrigado.

Idade: ____ Tempo de empresa: ____ Grupo: ____ Horário: 7-15 15-23 23-7

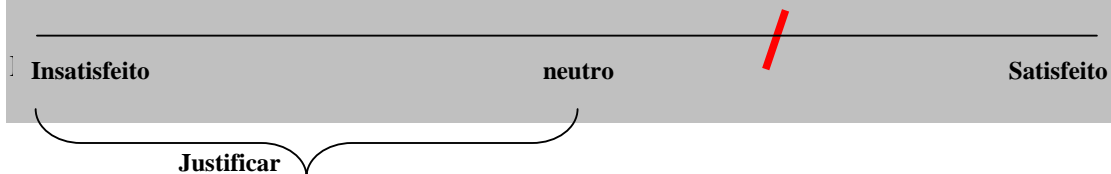
Local(is) de trabalho: Área Sala Controle

Senha 1: _____

Senha 2: _____

Exemplo:

0. Eleições presidenciais



Marque na linha (com um risco) qual a sua opinião com relação às perguntas e justifique (**obrigatório**) em função das questões ergonômicas, quando a resposta estiver entre a condição “**Insatisfeito e Neutro**”:

Como você se sente em relação (esforços físicos)?

1. aos acessos para chegar nas válvulas na área operacional ?

insatisfeito _____ neutro _____ satisfeito

ESCALA COM ANCORAS E QUADRO JUSTIFIQUE - REPETE PARA TODAS AS QUESTÕES

2. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas na área operacional ?
3. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas na área operacional ?
4. ao ato de subir e descer escadas na área operacional ?
5. ao transporte manual de materiais/equipamentos na área operacional ?
6. as manobras em equipamentos na área operacional ?
7. a coleta de amostra na área operacional ?
8. ao carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos de processo ?
9. aos acessos/circulação na área operacional ?
10. a remoção de polímeros dos equipamentos ?
11. a substituição de elementos/componentes nos equipamentos de processo ?

Como você se sente em relação (postura)?

12. a sua cadeira de trabalho ?
13. ao micro computador no painel de controle (altura do monitor, altura / distância do teclado e mouse) ?

Como você se sente em relação (desconforto)?

14. ao ruído na sala de controle ?
15. ao ruído na área operacional ?
16. a temperatura na área operacional ?
17. a temperatura na sala de controle?
18. ao nível de iluminação na sala de controle ?
19. ao nível de iluminação na área operacional ?

ATENÇÃO MUDANÇA DE ESCALA

Justifique (obrigatório) quando a resposta estiver entre a condição “muito e médio”:

No seu trabalho você sente?

20. cansaço visual ?

muito

médio

nenhum

21. dor de cabeça ?

22. dores musculares devido ao exercício da função ?

Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica, aplicado na planta PE2 Comercial.

QUESTIONÁRIO SOBRE ERGONOMIA – BRASKEM - CAMAÇARI

(Operação Braskem – PE 2 Comercial)

Data: ___ / ___ / ___

Prezado amigo!

Visando melhorar suas condições de trabalho, solicitamos que você marque com um risco na linha, a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados. As informações são sigilosas e servirão para auxiliar o trabalho que a Braskem está desenvolvendo com a ERGOSEG na melhoria nas condições ambientais e postos de trabalho (Projeto Macroergonômico).

Muito obrigado.

Idade: ___ **Tempo de empresa:** ___ **Grupo:** ___ **Horário:** 7-15 15-23 23-7

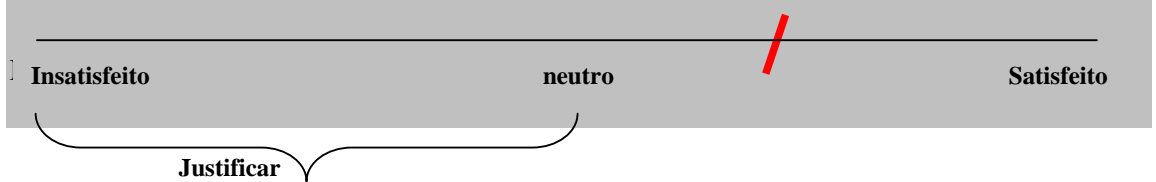
Local(is) de trabalho: Área Sala Controle

Senha 1: _____

Senha 2: _____

Exemplo:

0. Futebol Brasileiro



Marque na linha (com um risco) qual a sua opinião com relação às perguntas e justifique (**obrigatório**) em função das questões ergonômicas, quando a resposta estiver entre a condição “**Insatisfeito e Neutro**”:

Como você se sente em relação (esforços físicos)?

1. aos acessos para chegar nas válvulas na área operacional ?

insatisfeito _____ neutro _____ satisfeito

ESCALA COM ANCORAS E QUADRO JUSTIFIQUE - REPETE PARA TODAS AS QUESTÕES

2. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas na área operacional ?
3. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas na área operacional ?
4. ao ato de subir e descer escadas na área operacional ?
5. ao transporte manual de materiais/equipamentos na área operacional ?
6. as manobras em equipamentos na área operacional ?
7. a limpeza/lavagem de equipamentos e áreas ?
8. ao carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos de processo ?
9. aos acessos/circulação na área operacional ?
10. a remoção de polímeros dos equipamentos ?
11. a utilização de rádio junto ao torax ?

Como você se sente em relação (postura)?

12. a sua cadeira de trabalho ?
13. ao micro computador no painel de controle (altura do monitor, altura / distância do teclado e mouse) ?

Como você se sente em relação (desconforto)?

14. ao ruído na sala de controle ?
15. ao ruído na área operacional ?
16. a temperatura na área operacional ?
17. a temperatura na sala de controle?
18. ao nível de iluminação na sala de controle ?
19. ao nível de iluminação na área operacional ?

ATENÇÃO MUDANÇA DE ESCALA

Justifique (obrigatório) quando a resposta estiver entre a condição “muito e médio”:

No seu trabalho você sente

20. cansaço visual ?

muito

médio

nenhum

21. dor de cabeça ?

22. dores musculares devido ao exercício da função ?

Como você se sente em relação (concentração)

28. a quantidade de alarmes no SDCD ?

insatisfeito

neutro

satisfeito

29. a receber chamadas telefônicas na sala de controle ?

Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica, aplicado na planta PE2 Piloto.

QUESTIONÁRIO SOBRE ERGONOMIA – BRASKEM - CAMAÇARI

(Operação Braskem – PE 2 Piloto)

Data: ___ / ___ / ___

Prezado amigo!

Visando melhorar suas condições de trabalho, solicitamos que você marque com um risco na linha, a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados. As informações são sigilosas e servirão para auxiliar o trabalho que a Braskem está desenvolvendo com a ERGOSEG na melhoria nas condições ambientais e postos de trabalho (Projeto Macroergonômico).

Muito obrigado.

Idade: ___ **Tempo de empresa:** ___ **Grupo:** ___ **Horário:** 7-15 15-23 23-7

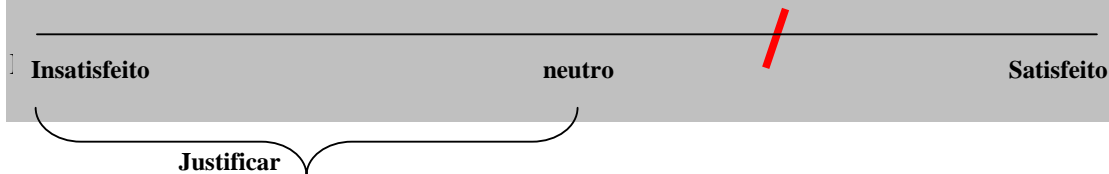
Local(is) de trabalho: Área Sala Controle

Senha 1: _____

Senha 2: _____

Exemplo:

0. Futebol Brasileiro



Marque na linha (com um risco) qual a sua opinião com relação às perguntas e justifique (**obrigatório**) em função das questões ergonômicas, quando a resposta estiver entre a condição “**Insatisfeito e Neutro**”:

Como você se sente em relação (esforços físicos) ?

1. aos acessos para chegar nas válvulas na área operacional ?

insatisfeito _____ neutro _____ satisfeito

ESCALA COM ANCORAS E QUADRO JUSTIFIQUE - REPETE PARA TODAS AS QUESTÕES

2. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas na área operacional ?
3. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas na área operacional ?
4. ao ato de subir e descer escadas na área operacional ?
5. ao transporte manual de materiais/equipamentos na área operacional ?
6. as manobras em equipamentos na área operacional ?
7. a limpeza/lavagem de equipamentos e áreas ?
8. ao carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos de processo ?
9. aos acessos/circulação na área operacional ?
10. a remoção de polímeros dos equipamentos ?
11. a abertura e fechamento de Big-Bag ?

Como você se sente em relação (postura)?

12. a sua cadeira de trabalho ?
13. ao micro computador no painel de controle (altura do monitor, altura / distância do teclado e mouse) ?

Como você se sente em relação (desconforto)?

14. ao ruído na sala de controle ?
15. ao ruído na área operacional ?
16. a temperatura na área operacional ?
17. a temperatura na sala de controle?
18. ao nível de iluminação na sala de controle ?
19. ao nível de iluminação na área operacional ?

ATENÇÃO MUDANÇA DE ESCALA

Justifique (obrigatório) quando a resposta estiver entre a condição “muito e médio”:

No seu trabalho você sente

20. cansaço visual ?

muito

médio

nenhum

21. dor de cabeça ?

22. dores musculares devido ao exercício da função ?

2. ao posicionamento (altura/distância) das válvulas na área operacional ?
3. ao manuseio (abrir/fechar) das válvulas na área operacional ?
4. ao ato de subir e descer escadas na área operacional ?
5. as manobras em conexões/equipamentos na área operacional ?
6. ao carregamento manual de aditivos/insumos/borrachas/descartes na área operacional ?
7. a limpeza de elementos/equipamentos na área operacional ?
8. a substituição de elementos/componentes nos equipamentos de processo ?
9. as medições de campo (nível, temperatura, pressão, etc) nos equipamentos de processo ?

Como você se sente em relação (postura)?

10. a sua cadeira de trabalho ?
11. ao computador no painel de controle (mesa, monitor, teclado e mouse) ?

Como você se sente em relação (desconforto)?

12. ao ruído na sala de controle ?
13. ao ruído na área operacional ?
14. a temperatura na sala de controle ?
15. a temperatura na área operacional ?
16. ao nível de iluminação na sala de controle ?
17. ao nível de iluminação na área operacional ?
18. a poeiras nas atividades na área operacional ?
19. ao piso da área operacional ?
20. ao vestiário da sala de controle ?

APÊNDICE C

(Análise descritiva dos resultados dos questionários por planta

APÊNDICE C – Análise descritiva dos resultados dos questionários por planta.

a) Bulk1

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	30	0,40	14,60	6,81	3,99	58,61
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	30	0,70	14,80	7,39	3,67	49,69
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	30	0,43	14,80	7,56	3,99	52,85
Ato de subir e descer escadas na área ?	30	3,50	14,70	9,16	3,11	33,96
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	30	0,80	14,80	8,88	3,23	36,42
Manobras em equipamentos ?	30	0,50	14,60	9,53	3,93	41,24
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	0					
Sua cadeira ?	30	0,00	14,70	5,70	4,84	84,98
Micro computador no painel de controle ?	30	0,90	14,80	10,29	4,10	39,82
Ruído na sala de controle ?	30	1,10	14,60	8,50	3,75	44,12
Ruído na área ?	30	0,40	14,50	6,35	3,38	53,23
Temperatura na área ?	30	1,20	14,80	9,55	3,04	31,82
Temperatura na sala de controle?	30	4,00	14,90	11,51	3,06	26,54
Nível de iluminação na sala de controle ?	30	0,80	14,70	10,83	3,53	32,61
Nível de iluminação na área ?	30	0,50	14,60	8,06	4,25	52,78
Cansaço visual ?	30	1,80	14,80	9,20	4,03	43,76
Dor de cabeça ?	30	3,80	14,90	10,59	3,71	35,03
Dores musculares devido ao exercício da função ?	30	5,70	14,80	10,16	3,19	31,35

b) Bulk2

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	27	0,00	14,70	9,36	3,61	38,54
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	27	0,90	14,80	9,80	3,16	32,26
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	27	0,00	14,70	9,06	3,01	33,17
Ato de subir e descer escadas na área ?	27	0,50	14,60	8,31	3,95	47,47
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	27	5,10	14,50	9,89	2,79	28,16
Manobras em equipamentos ?	27	4,60	14,60	10,71	3,03	28,25
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	0					
Sua cadeira ?	27	0,00	14,70	5,85	5,08	86,82
Micro computador no painel de controle ?	27	0,70	14,70	10,02	3,93	39,25
Ruído na sala de controle ?	27	0,00	14,70	8,60	4,74	55,19
Ruído na área ?	27	0,80	14,70	7,50	2,98	39,67
Temperatura na área ?	27	0,90	14,60	8,90	2,89	32,54
Temperatura na sala de controle?	27	1,10	15,00	11,37	3,40	29,92
Nível de iluminação na sala de controle ?	27	4,60	15,00	12,17	2,90	23,84
Nível de iluminação na área ?	27	0,00	14,80	9,23	4,20	45,46
Cansaço visual ?	27	0,70	15,00	9,63	3,32	34,46
Dor de cabeça ?	27	4,20	14,90	10,64	3,57	33,51
Dores musculares devido ao exercício da função ?	27	3,10	15,00	10,73	3,67	34,20

c) Piloto

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	21	0,20	9,70	3,53	2,78	78,55
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	21	0,10	8,90	3,72	2,79	74,81
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	21	0,30	13,60	5,75	4,26	74,14
Ato de subir e descer escadas na área ?	21	0,30	14,50	8,74	4,18	47,83
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	21	0,30	14,00	4,91	4,13	84,00
Manobras em equipamentos ?	21	0,20	14,50	9,93	3,49	35,11
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	0					
Sua cadeira ?	21	0,20	14,80	5,54	4,74	85,59
Micro computador no painel de controle ?	21	0,20	15,00	10,21	4,06	39,81
Ruído na sala de controle ?	21	1,80	14,40	9,95	3,55	35,66
Ruído na área ?	21	0,20	14,80	8,70	4,02	46,19
Temperatura na área ?	21	0,20	14,80	9,25	3,82	41,27
Temperatura na sala de controle?	21	0,20	14,70	8,65	4,81	55,58
Nível de iluminação na sala de controle ?	21	0,80	14,80	11,40	3,33	29,25
Nível de iluminação na área ?	21	0,20	14,50	5,98	4,47	74,72
Cansaço visual ?	21	0,20	14,80	9,72	4,33	44,53
Dor de cabeça ?	21	0,30	15,00	10,51	3,92	37,24
Dores musculares devido ao exercício da função ?	21	0,30	14,80	8,43	4,16	49,40

d) Spherilene

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	32	0,60	14,70	8,49	4,40	51,85
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	32	0,50	14,50	7,38	3,75	50,84
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	32	1,80	14,50	7,86	3,87	49,19
Ato de subir e descer escadas na área ?	32	0,00	14,50	7,16	3,95	55,18
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	32	2,50	14,60	10,40	3,54	34,01
Manobras em equipamentos ?	32	7,50	14,70	10,86	2,63	24,24
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	0					
Sua cadeira ?	32	0,40	14,70	10,38	4,72	45,50
Micro computador no painel de controle ?	32	0,50	14,60	11,12	4,29	38,58
Ruído na sala de controle ?	32	0,10	14,50	4,02	3,35	83,30
Ruído na área ?	32	0,70	14,60	7,46	3,42	45,85
Temperatura na área ?	32	4,40	14,70	10,09	3,49	34,61
Temperatura na sala de controle?	32	0,50	14,70	8,29	4,17	50,29
Nível de iluminação na sala de controle ?	32	8,60	15,00	13,21	1,76	13,34
Nível de iluminação na área ?	32	4,20	14,70	10,74	3,21	29,93
Cansaço visual ?	32	5,40	14,60	10,19	2,98	29,22
Dor de cabeça ?	32	2,40	14,70	11,13	3,29	29,52
Dores musculares devido ao exercício da função ?	32	1,90	14,70	9,48	3,65	38,45

e) Alta Pressão

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	32	0,60	14,60	6,63	3,40	51,37
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	32	0,60	14,50	7,58	3,64	48,04
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	32	0,50	14,40	6,48	3,92	60,42
Ato de subir e descer escadas na área ?	32	6,20	14,60	10,38	2,69	25,92
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	32	0,50	14,60	7,54	3,91	51,79
Manobras em equipamentos ?	32	3,90	14,80	9,78	3,28	33,57
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	0					
Sua cadeira ?	32	0,50	14,60	11,14	3,38	30,39
Micro computador no painel de controle ?	32	0,80	14,80	11,26	3,48	30,87
Ruído na sala de controle ?	32	0,00	14,70	4,91	3,61	73,47
Ruído na área ?	32	0,30	9,60	5,35	2,97	55,47
Temperatura na área ?	32	0,40	14,60	7,81	4,19	53,68
Temperatura na sala de controle?	32	0,60	14,70	8,18	4,70	57,42
Nível de iluminação na sala de controle ?	32	4,00	14,90	11,36	3,31	29,12
Nível de iluminação na área ?	32	0,50	14,80	7,76	4,40	56,62
Cansaço visual ?	32	0,50	14,70	10,24	4,03	39,35
Dor de cabeça ?	32	0,50	14,80	11,48	3,85	33,57
Dores musculares devido ao exercício da função ?	32	0,50	15,00	9,15	3,61	39,42

f) PE1

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	34	1,00	15,00	9,86	4,27	43,26
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	34	0,80	15,00	9,12	4,40	48,23
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	34	0,80	15,00	8,50	4,37	51,45
Ato de subir e descer escadas na área ?	34	3,10	15,00	10,50	3,31	31,54
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	34	0,00	15,00	8,82	4,20	47,65
Manobras em equipamentos ?	34	3,10	15,00	10,90	2,93	26,88
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	34	0,90	15,00	7,60	3,95	52,04
Sua cadeira ?	34	0,80	15,00	9,15	4,69	51,30
Micro computador no painel de controle ?	34	0,90	15,00	10,47	3,49	33,33
Ruído na sala de controle ?	34	4,90	15,00	11,02	3,02	27,43
Ruído na área ?	34	0,70	15,00	7,15	4,22	59,04
Temperatura na área ?	34	3,20	15,00	10,88	2,81	25,86
Temperatura na sala de controle?	34	7,70	15,00	12,26	2,23	18,18
Nível de iluminação na sala de controle ?	34	0,80	15,00	11,79	3,42	28,99
Nível de iluminação na área ?	34	2,00	15,00	10,50	3,62	34,50
Cansaço visual ?	34	1,10	15,00	11,04	3,58	32,37
Dor de cabeça ?	34	2,50	15,00	12,94	2,66	20,55
Dores musculares devido ao exercício da função ?	34	6,60	15,00	11,89	2,82	23,72

g) PE2 Comercial

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	39	0,50	11,90	5,79	2,78	47,99
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	39	0,50	11,20	5,28	2,88	54,59
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	39	0,00	11,10	5,28	3,12	59,04
Ato de subir e descer escadas na área ?	39	0,60	14,60	6,45	3,77	58,41
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	39	0,70	14,40	6,35	4,01	63,19
Manobras em equipamentos ?	39	1,40	14,50	8,46	3,66	43,26
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	39	0,80	13,90	5,48	3,51	64,06
Sua cadeira ?	39	0,60	15,00	8,86	3,82	43,15
Micro computador no painel de controle ?	39	0,80	15,00	8,29	3,64	43,87
Ruído na sala de controle ?	39	0,00	15,00	8,36	4,60	55,08
Ruído na área ?	39	0,50	14,50	4,81	3,24	67,34
Temperatura na área ?	39	0,00	14,60	7,08	3,79	53,47
Temperatura na sala de controle?	39	5,30	15,00	10,85	2,62	24,12
Nível de iluminação na sala de controle ?	39	1,80	15,00	10,83	2,90	26,75
Nível de iluminação na área ?	39	0,00	14,50	6,34	3,98	62,69
Cansaço visual ?	39	1,60	15,00	10,60	3,70	34,89
Dor de cabeça ?	39	1,10	15,00	11,63	3,21	27,62
Dores musculares devido ao exercício da função ?	39	0,30	14,70	7,91	4,17	52,75

h) PE2 Piloto

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	6	1,10	12,00	6,38	3,94	61,73
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	6	1,60	13,50	5,37	4,52	84,15
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	6	1,60	13,40	7,60	4,85	63,80
Ato de subir e descer escadas na área ?	6	2,00	13,40	9,27	4,22	45,54
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	6	2,00	13,50	7,85	4,61	58,75
Manobras em equipamentos ?	6	2,30	13,70	8,60	4,42	51,38
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	6	1,70	13,60	8,30	5,32	64,08
Sua cadeira ?	6	8,10	13,50	12,28	2,09	17,05
Micro computador no painel de controle ?	6	7,20	13,60	11,38	2,80	24,63
Ruído na sala de controle ?	6	7,60	13,50	12,27	2,31	18,86
Ruído na área ?	6	7,30	13,00	8,80	2,22	25,24
Temperatura na área ?	6	7,70	13,50	10,30	2,70	26,17
Temperatura na sala de controle?	6	0,00	13,60	4,57	5,13	112,37
Nível de iluminação na sala de controle ?	6	7,90	13,70	12,18	2,17	17,85
Nível de iluminação na área ?	6	1,50	13,40	9,07	4,41	48,64
Cansaço visual ?	6	7,30	13,60	11,08	2,73	24,61
Dor de cabeça ?	6	10,60	14,00	12,73	1,24	9,75
Dores musculares devido ao exercício da função ?	6	5,80	13,50	8,32	3,02	36,34

i) Estireno

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	26	0,50	13,50	7,48	3,37	44,99
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	26	0,60	13,40	6,78	2,94	43,31
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	26	0,60	14,20	7,33	3,83	52,18
Ato de subir e descer escadas na área ?	26	2,50	13,00	8,43	3,13	37,13
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	0					
Manobras em equipamentos ?	26	0,20	13,00	7,48	3,64	48,66
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	26	0,60	14,00	6,80	3,81	56,03
Sua cadeira ?	26	2,50	15,00	8,85	3,05	34,42
Micro computador no painel de controle ?	26	0,60	14,70	8,28	3,87	46,67
Ruído na sala de controle ?	26	1,90	14,50	7,87	4,10	52,07
Ruído na área ?	26	2,70	14,50	9,07	2,81	31,03
Temperatura na área ?	26	0,40	14,60	9,27	3,49	37,67
Temperatura na sala de controle?	26	1,50	15,00	9,67	3,71	38,37
Nível de iluminação na sala de controle ?	26	0,40	15,00	7,76	4,22	54,42
Nível de iluminação na área ?	26	0,60	14,50	7,44	3,47	46,63
Cansaço visual ?	26	4,00	14,90	10,95	3,04	27,80
Dor de cabeça ?	26	6,00	15,00	11,59	2,69	23,19
Dores musculares devido ao exercício da função ?	26	1,90	14,80	9,61	3,99	41,51

j) Poliestireno

	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Acessos para chegar nas válvulas ?	25	4,20	15,00	9,45	3,18	33,63
Posicionamento (altura/distância) das válvulas ?	25	0,80	15,00	9,42	3,33	35,31
Manuseio (abrir/fechar) das válvulas ?	25	1,00	15,00	8,95	3,40	38,04
Ato de subir e descer escadas na área ?	25	0,00	15,00	8,44	4,20	49,78
Transporte manual de materiais/equipamentos ?	0					
Manobras em equipamentos ?	25	1,10	15,00	9,32	3,24	34,76
Carregamento de aditivos/insumos nos equipamentos ?	25	0,50	15,00	7,87	3,11	39,46
Sua cadeira ?	25	3,50	15,00	10,47	3,37	32,17
Micro computador no painel de controle ?	25	4,60	15,00	10,38	3,52	33,92
Ruído na sala de controle ?	25	0,10	15,00	7,16	4,67	65,16
Ruído na área ?	25	0,40	13,10	6,50	3,67	56,53
Temperatura na área ?	25	1,60	15,00	10,03	3,30	32,85
Temperatura na sala de controle?	25	6,00	15,00	11,58	2,72	23,50
Nível de iluminação na sala de controle ?	25	0,70	15,00	10,50	3,85	36,66
Nível de iluminação na área ?	25	4,40	15,00	10,42	2,74	26,34
Cansaço visual ?	25	0,50	15,00	9,87	3,65	36,93
Dor de cabeça ?	25	7,60	15,00	11,50	2,66	23,15
Dores musculares devido ao exercício da função ?	25	0,40	15,00	8,18	3,53	43,21

APÊNDICE D

(Análise descritiva dos resultados dos diagramas de desconforto/dor por planta

APÊNDICE D – Análise descritiva dos diagramas de desconforto/dor por planta

a) Bulk1

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	7	1,20	7,70	3,73	2,44	65,42	4	2,80	4,60	3,60	0,94	26,06	0,13
Olhos	1	4,10	4,10	4,10			0						4,10
Pescoço	8	1,00	4,20	3,05	1,19	38,99	5	2,10	6,30	3,98	1,51	38,04	-0,93
Ombro esquerdo	1	4,00	4,00	4,00			0						4,00
Braço esquerdo	1	5,10	5,10	5,10			1	5,10	5,10	5,10			0,00
Cotovelo esquerdo	2	5,90	7,00	6,45	0,78	12,06	1	5,40	5,40	5,40			1,05
Antebraço esquerdo	0						0						0,00
Punho esquerdo	1	2,00	2,00	2,00			0						2,00
Mão esquerda	1	2,50	2,50	2,50			0						2,50
Costas superior	2	4,00	5,40	4,70	0,99	21,06	2	1,60	2,20	1,90	0,42	22,33	2,80
Costas inferior	8	1,80	5,40	3,16	1,09	34,59	4	0,30	4,80	2,53	1,92	76,21	0,64
Coxa esquerda	2	2,10	3,40	2,75	0,92	33,43	2	0,40	2,10	1,25	1,20	96,17	1,50
Joelho esquerdo	1	3,00	3,00	3,00			0						3,00
Perna esquerda	2	3,00	3,30	3,15	0,21	6,73	1	4,40	4,40	4,40			-1,25
Tornozelo esquerdo	1	4,70	4,70	4,70			1	3,00	3,00	3,00			1,70
Pé esquerdo	2	1,50	3,20	2,35	1,20	51,15	2	1,50	2,80	2,15	0,92	42,76	0,20
Pé direito	1	3,70	3,70	3,70			1	3,70	3,70	3,70			0,00
Tornozelo direito	0						0						0,00
Perna direita	1	2,90	2,90	2,90			0						2,90
Joelho direito	1	2,80	2,80	2,80			1	1,40	1,40	1,40			1,40
Coxa direita	1	4,30	4,30	4,30			1	3,80	3,80	3,80			0,50
Bacia	1	4,30	4,30	4,30			2	0,30	2,00	1,15	1,20	104,53	3,15
Costas médio	4	1,40	3,80	2,50	1,00	40,00	2	1,20	3,40	2,30	1,56	67,64	0,20
Mão direita	1	2,60	2,60	2,60			0						2,60
Punho direito	0						0						0,00
Antebraço direito	1	5,10	5,10	5,10			1	0,50	0,50	0,50			4,60
Cotovelo direito	2	2,30	2,90	2,60	0,42	16,32	1	1,50	1,50	1,50			1,10
Braço direito	2	2,00	2,90	2,45	0,64	25,98	2	1,60	2,50	2,05	0,64	31,04	0,40
Ombro direito	3	1,90	2,90	2,50	0,53	21,17	2	1,90	2,80	2,35	0,64	27,08	0,15
Região Cervical	6	1,60	5,30	3,53	1,47	41,58	3	2,10	3,70	2,67	0,90	33,61	0,87

b) Bulk2

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	5	2,40	5,90	4,32	1,30	30,02	4	3,60	7,50	5,48	1,60	29,16	-1,16
Olhos	0						0						0,00
Pescoço	5	1,70	5,70	3,34	1,50	44,84	5	1,20	7,40	3,32	2,40	72,33	0,02
Ombro esquerdo	2	6,10	7,40	6,75	0,92	13,62	2	7,40	7,60	7,50	0,14	1,89	-0,75
Braço esquerdo	0						0						0,00
Cotovelo esquerdo	1	5,70	5,70	5,70			1	5,70	5,70	5,70			0,00
Antebraço esquerdo	1	5,00	5,00	5,00			1	6,30	6,30	6,30			-1,30
Punho esquerdo	2	4,60	5,00	4,80	0,28	5,89	2	2,00	4,10	3,05	1,48	48,69	1,75
Mão esquerda	1	2,50	2,50	2,50			1	2,20	2,20	2,20			0,30
Costas superior	8	2,80	7,40	4,79	1,45	30,32	7	2,40	7,40	4,59	1,54	33,58	0,20
Costas inferior	8	1,90	6,20	4,05	1,45	35,71	5	1,50	5,10	2,96	1,60	54,14	1,09
Coxa esquerda	2	3,90	4,30	4,10	0,28	6,90	0						4,10
Joelho esquerdo	3	2,40	7,60	5,87	3,00	51,17	3	1,60	7,60	5,17	3,16	61,09	0,70
Perna esquerda	2	3,90	4,50	4,20	0,42	10,10	0						4,20
Tornozelo esquerdo	3	2,00	5,20	4,03	1,77	43,82	3	2,00	4,10	2,93	1,07	36,45	1,10
Pé esquerdo	4	1,80	6,50	4,43	1,95	44,11	2	3,90	6,50	5,20	1,84	35,36	-0,78
Pé direito	6	2,20	7,40	4,70	1,91	40,62	4	3,00	6,70	4,70	1,71	36,32	0,00
Tornozelo direito	3	3,10	7,50	5,33	2,20	41,26	3	2,20	6,80	4,57	2,30	50,43	0,77
Perna direita	4	3,30	7,60	4,80	1,91	39,78	2	3,30	6,90	5,10	2,55	49,91	-0,30
Joelho direito	4	2,40	7,60	5,13	2,81	54,85	4	1,60	7,50	4,53	3,11	68,62	0,60
Coxa direita	1	4,00	4,00	4,00			0						4,00
Bacia	4	2,70	6,20	4,28	1,45	33,97	2	2,70	4,00	3,35	0,92	27,44	0,93
Costas médio	4	2,10	6,10	4,15	1,63	39,37	3	1,50	4,10	2,40	1,47	61,38	1,75
Mão direita	1	4,40	4,40	4,40			2	2,10	5,60	3,85	2,47	64,28	0,55
Punho direito	1	4,60	4,60	4,60			1	2,00	2,00	2,00			2,60
Antebraço direito	3	1,60	5,60	3,20	2,12	66,14	3	1,60	3,10	2,53	0,81	32,15	0,67
Cotovelo direito	0						1	5,80	5,80	5,80			-5,80
Braço direito	1	5,40	5,40	5,40			1	4,20	4,20	4,20			1,20
Ombro direito	1	5,20	5,20	5,20			1	4,30	4,30	4,30			0,90
Região Cervical	6	1,90	7,40	4,35	1,96	45,16	5	1,30	7,40	3,58	2,30	64,17	0,77

c) Piloto

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	3	1,70	4,10	2,53	1,36	53,59	2	3,20	4,70	3,95	1,06	26,85	-1,42
Olhos	0						0						0,00
Pescoço	6	1,70	4,60	3,58	1,06	29,61	4	1,40	4,00	3,10	1,20	38,80	0,48
Ombro esquerdo	3	2,50	4,90	4,00	1,31	32,69	2	1,50	2,00	1,75	0,35	20,20	2,25
Braço esquerdo	3	2,00	4,60	3,23	1,31	40,36	2	2,00	2,30	2,15	0,21	9,87	1,08
Cotovelo esquerdo	3	2,00	3,10	2,40	0,61	25,34	2	2,30	3,70	3,00	0,99	33,00	-0,60
Antebraço esquerdo	2	1,70	2,10	1,90	0,28	14,89	0						1,90
Punho esquerdo	4	2,90	7,50	4,85	1,96	40,49	3	1,50	6,30	3,87	2,40	62,09	0,98
Mão esquerda	2	2,00	2,10	2,05	0,07	3,45	0						2,05
Costas superior	6	2,60	5,60	4,68	1,19	25,42	5	1,80	6,00	3,52	1,88	53,39	1,16
Costas inferior	5	2,50	5,80	4,38	1,63	37,29	3	1,90	5,60	4,07	1,93	47,45	0,31
Coxa esquerda	4	1,50	5,30	3,83	1,65	43,19	2	1,90	3,90	2,90	1,41	48,77	0,93
Joelho esquerdo	6	2,10	6,30	3,92	1,36	34,61	5	2,30	6,30	4,10	1,43	34,79	-0,18
Perna esquerda	4	1,90	3,90	3,18	0,88	27,62	1	2,30	2,30	2,30			0,88
Tornozelo esquerdo	0						0						0,00
Pé esquerdo	1	3,90	3,90	3,90			1	2,80	2,80	2,80			1,10
Pé direito	1	3,50	3,50	3,50			1	2,50	2,50	2,50			1,00
Tornozelo direito	1	2,40	2,40	2,40			1	1,40	1,40	1,40			1,00
Perna direita	1	4,40	4,40	4,40			0						4,40
Joelho direito	5	1,50	5,60	3,40	1,59	46,74	3	3,00	6,60	4,60	1,83	39,85	-1,20
Coxa direita	4	1,80	4,80	3,23	1,55	47,93	1	4,30	4,30	4,30			-1,08
Bacia	2	1,50	2,20	1,85	0,49	26,76	0						1,85
Costas médio	6	2,30	6,40	4,70	1,48	31,41	4	4,40	6,80	5,68	0,99	17,47	-0,98
Mão direita	3	1,70	7,40	4,10	2,95	72,06	2	1,00	7,10	4,05	4,31	106,50	0,05
Punho direito	3	4,00	7,00	5,03	1,70	33,85	2	3,80	6,40	5,10	1,84	36,05	-0,07
Antebraço direito	3	1,90	7,70	4,27	3,04	71,33	1	1,00	1,00	1,00			3,27
Cotovelo direito	1	4,50	4,50	4,50			0						4,50
Braço direito	2	4,50	5,10	4,80	0,42	8,84	1	2,20	2,20	2,20			2,60
Ombro direito	4	2,30	7,60	4,70	2,20	46,84	1	3,70	3,70	3,70			1,00
Região Cervical	6	2,30	7,60	4,87	1,84	37,81	3	1,50	4,10	2,83	1,30	45,93	2,03

d) Spherilene

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	5	2,00	4,00	2,82	0,91	32,35	4	1,20	4,00	2,53	1,23	48,76	0,30
Olhos	0						0						0,00
Pescoço	8	2,60	5,50	3,49	1,05	29,97	5	1,40	4,20	2,36	1,14	48,18	1,13
Ombro esquerdo	4	2,50	5,80	4,25	1,74	41,05	3	2,60	5,60	4,57	1,70	37,31	-0,32
Braço esquerdo	1	5,90	5,90	5,90			1	5,50	5,50	5,50			0,40
Cotovelo esquerdo	1	5,70	5,70	5,70			1	5,50	5,50	5,50			0,20
Antebraço esquerdo	1	5,70	5,70	5,70			1	5,40	5,40	5,40			0,30
Punho esquerdo	2	5,60	6,20	5,90	0,42	7,19	3	2,50	6,20	4,77	1,99	41,66	1,13
Mão esquerda	2	1,90	5,90	3,90	2,83	72,52	2	2,00	5,50	3,75	2,47	66,00	0,15
Costas superior	6	1,60	5,60	3,65	1,54	42,19	4	3,10	5,90	4,48	1,38	30,88	-0,83
Costas inferior	9	1,50	3,60	2,57	0,67	26,14	5	2,50	3,90	3,10	0,62	20,02	-0,53
Coxa esquerda	1	6,30	6,30	6,30			2	2,50	5,60	4,05	2,19	54,12	2,25
Joelho esquerdo	4	1,20	5,40	2,73	1,91	70,23	3	2,50	3,80	3,03	0,68	22,44	-0,31
Perna esquerda	6	2,80	7,00	4,27	1,70	39,82	3	1,70	4,60	3,43	1,53	44,59	0,83
Tornozelo esquerdo	4	2,00	3,40	2,65	0,57	21,68	2	2,40	3,40	2,90	0,71	24,38	-0,25
Pé esquerdo	4	2,00	6,50	3,58	2,08	58,07	2	3,60	3,60	3,60	0,00	0,00	-0,02
Pé direito	4	1,70	5,70	3,40	1,67	49,16	2	2,60	4,10	3,35	1,06	31,66	0,05
Tornozelo direito	2	3,00	3,40	3,20	0,28	8,84	1	4,20	4,20	4,20			-1,00
Perna direita	6	2,00	6,60	4,03	1,77	43,81	3	1,60	5,40	3,30	1,93	58,52	0,73
Joelho direito	1	2,90	2,90	2,90			1	2,90	2,90	2,90			0,00
Coxa direita	1	5,80	5,80	5,80			1	5,50	5,50	5,50			0,30
Bacia	3	3,00	5,90	4,10	1,57	38,33	2	2,50	3,80	3,15	0,92	29,18	0,95
Costas médio	6	1,40	3,10	2,22	0,70	31,44	3	1,50	3,10	2,37	0,81	34,15	-0,15
Mão direita	1	1,70	1,70	1,70			0						1,70
Punho direito	0						0						0,00
Antebraço direito	1	4,90	4,90	4,90			1	5,40	5,40	5,40			-0,50
Cotovelo direito	0						0						0,00
Braço direito	0						0						0,00
Ombro direito	2	2,40	2,70	2,55	0,21	8,32	1	2,00	2,00	2,00			0,55
Região Cervical	6	1,90	5,50	3,47	1,28	36,79	4	2,40	2,90	2,63	0,21	7,85	0,84

e) Alta Pressão

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	6	1,50	6,20	3,43	1,77	51,57	3	1,80	5,00	3,43	1,60	46,63	0,00
Olhos	1	7,60	7,60	7,60			0						7,60
Pescoço	9	1,50	8,00	3,58	2,19	61,23	5	1,30	4,00	2,32	1,13	48,90	1,26
Ombro esquerdo	2	1,80	4,60	3,20	1,98	61,87	0						3,20
Braço esquerdo	5	1,50	3,50	2,20	0,82	37,48	0						2,20
Cotovelo esquerdo	2	1,60	5,00	3,30	2,40	72,85	1	2,60	2,60	2,60			0,70
Antebraço esquerdo	1	3,50	3,50	3,50			0						3,50
Punho esquerdo	4	1,90	7,60	4,18	2,58	61,82	1	2,90	2,90	2,90			1,28
Mão esquerda	3	1,70	7,70	4,00	3,24	80,89	0						4,00
Costas superior	8	1,90	5,30	3,09	1,28	41,46	2	1,10	3,60	2,35	1,77	75,22	0,74
Costas inferior	8	1,30	4,90	2,89	1,41	48,75	5	1,00	5,70	2,72	2,00	73,50	0,17
Coxa esquerda	5	1,50	4,50	3,18	1,16	36,36	0						3,18
Joelho esquerdo	3	1,90	5,90	3,60	2,07	57,40	1	2,40	2,40	2,40			1,20
Perna esquerda	4	1,60	4,90	3,45	1,37	39,64	0						3,45
Tornozelo esquerdo	2	3,00	4,30	3,65	0,92	25,18	1	2,60	2,60	2,60			1,05
Pé esquerdo	8	1,60	6,70	3,79	1,76	46,52	2	5,60	6,70	6,15	0,78	12,65	-2,36
Pé direito	8	1,30	6,50	3,53	1,87	53,18	2	4,80	5,50	5,15	0,49	9,61	-1,63
Tornozelo direito	2	2,80	4,10	3,45	0,92	26,64	1	2,70	2,70	2,70			0,75
Perna direita	5	1,20	5,90	3,08	1,82	59,04	1	3,70	3,70	3,70			-0,62
Joelho direito	3	2,20	4,60	3,40	1,20	35,29	1	4,20	4,20	4,20			-0,80
Coxa direita	6	1,60	5,50	3,15	1,31	41,57	1	2,70	2,70	2,70			0,45
Bacia	3	2,50	3,00	2,67	0,29	10,83	2	3,00	4,10	3,55	0,78	21,91	-0,88
Costas médio	11	1,30	5,10	2,45	1,10	45,01	4	1,30	4,00	2,50	1,17	46,99	-0,05
Mão direita	4	1,00	7,70	3,23	3,08	95,55	2	1,00	1,40	1,20	0,28	23,57	2,03
Punho direito	4	2,00	7,70	4,00	2,55	63,80	1	3,40	3,40	3,40			0,60
Antebraço direito	4	1,50	4,90	3,08	1,49	48,55	1	1,90	1,90	1,90			1,18
Cotovelo direito	3	1,70	6,10	3,33	2,41	72,27	1	4,70	4,70	4,70			-1,37
Braço direito	6	1,50	3,10	2,23	0,65	29,25	1	2,30	2,30	2,30			-0,07
Ombro direito	4	2,10	4,80	3,85	1,20	31,20	2	1,20	1,60	1,40	0,28	20,20	2,45
Região Cervical	4	3,00	4,50	3,88	0,63	16,37	4	1,40	4,10	2,38	1,19	49,98	1,50

f) PE1

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	2	2,00	3,00	2,50	0,71	28,28	2	0,20	0,70	0,45	0,35	78,57	2,05
Olhos	0						0						0,00
Pescoço	5	1,20	2,90	1,90	0,69	36,27	3	0,60	1,60	1,07	0,50	47,19	0,83
Ombro esquerdo	3	1,10	2,20	1,50	0,61	40,55	2	1,00	2,20	1,60	0,85	53,03	-0,10
Braço esquerdo	2	1,30	1,40	1,35	0,07	5,24	1	1,20	1,20	1,20			0,15
Cotovelo esquerdo	2	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	1	1,00	1,00	1,00			0,50
Antebraço esquerdo	1	1,60	1,60	1,60			1	0,80	0,80	0,80			0,80
Punho esquerdo	2	1,60	2,00	1,80	0,28	15,71	2	0,70	2,00	1,35	0,92	68,09	0,45
Mão esquerda	1	1,60	1,60	1,60			1	0,70	0,70	0,70			0,90
Costas superior	7	1,60	5,60	3,01	1,42	47,05	4	1,10	5,60	2,50	2,09	83,46	0,51
Costas inferior	8	0,50	4,90	2,58	1,40	54,40	5	0,90	3,10	1,70	0,88	51,78	0,88
Coxa esquerda	1	1,70	1,70	1,70			1	0,70	0,70	0,70			1,00
Joelho esquerdo	2	1,20	1,70	1,45	0,35	24,38	1	0,70	0,70	0,70			0,75
Perna esquerda	3	1,60	6,00	3,10	2,51	81,03	2	0,60	6,00	3,30	3,82	115,71	-0,20
Tornozelo esquerdo	1	1,60	1,60	1,60			1	0,70	0,70	0,70			0,90
Pé esquerdo	4	1,10	3,70	2,03	1,15	56,93	1	0,60	0,60	0,60			1,43
Pé direito	5	1,00	3,80	1,82	1,13	62,21	2	0,60	1,20	0,90	0,42	47,14	0,92
Tornozelo direito	2	1,00	1,20	1,10	0,14	12,86	2	0,50	1,20	0,85	0,49	58,23	0,25
Perna direita	4	1,00	5,90	2,40	2,34	97,60	3	0,90	5,90	2,67	2,80	105,16	-0,27
Joelho direito	3	1,10	1,50	1,27	0,21	16,43	2	0,70	1,10	0,90	0,28	31,43	0,37
Coxa direita	1	1,30	1,30	1,30			1	0,70	0,70	0,70			0,60
Bacia	5	1,50	6,40	3,14	2,09	66,52	4	0,90	1,50	1,28	0,29	22,53	1,87
Costas médio	6	0,50	6,30	2,60	1,99	76,61	4	0,90	1,30	1,03	0,19	18,47	1,58
Mão direita	1	1,10	1,10	1,10			1	0,70	0,70	0,70			0,40
Punho direito	1	1,00	1,00	1,00			1	0,80	0,80	0,80			0,20
Antebraço direito	1	1,20	1,20	1,20			1	0,90	0,90	0,90			0,30
Cotovelo direito	1	1,30	1,30	1,30			1	0,90	0,90	0,90			0,40
Braço direito	1	1,40	1,40	1,40			1	0,70	0,70	0,70			0,70
Ombro direito	1	1,40	1,40	1,40			1	0,90	0,90	0,90			0,50
Região Cervical	5	1,40	5,70	2,68	1,87	69,63	3	0,80	5,70	2,63	2,67	101,49	0,05

g) PE2 Comercial

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	11	0,80	5,50	2,85	1,52	53,16	5	1,30	4,00	2,36	1,32	56,10	0,49
Olhos	0						0						0,00
Pescoço	16	0,80	8,00	3,64	1,99	54,65	12	1,00	8,00	2,73	2,29	83,86	0,91
Ombro esquerdo	12	2,20	8,00	4,79	1,67	34,89	4	1,20	8,00	3,83	3,15	82,30	0,97
Braço esquerdo	7	3,30	5,90	4,31	1,07	24,73	1	1,20	1,20	1,20			3,11
Cotovelo esquerdo	1	1,70	1,70	1,70			0						1,70
Antebraço esquerdo	5	2,20	7,80	4,06	2,17	53,44	1	1,20	1,20	1,20			2,86
Punho esquerdo	7	2,90	7,70	5,09	1,73	33,93	5	1,10	7,00	4,50	2,37	52,61	0,59
Mão esquerda	4	2,80	7,80	5,50	2,05	37,35	3	5,70	7,50	6,30	1,04	16,50	-0,80
Costas superior	17	2,30	8,00	5,05	1,94	38,45	12	1,60	8,00	4,48	2,42	53,97	0,58
Costas inferior	16	1,40	8,00	5,03	2,07	41,11	10	1,80	8,00	4,61	2,45	53,24	0,42
Coxa esquerda	8	2,10	7,80	5,01	1,70	33,86	6	0,30	7,50	3,52	2,47	70,31	1,50
Joelho esquerdo	8	1,80	7,90	5,31	1,69	31,79	5	1,00	7,90	4,16	2,73	65,54	1,15
Perna esquerda	13	1,50	7,80	4,51	1,86	41,16	7	1,00	7,80	2,43	2,42	99,73	2,08
Tornozelo esquerdo	5	2,00	7,90	5,06	2,78	54,89	3	1,10	7,90	3,67	3,69	100,74	1,39
Pé esquerdo	9	2,50	7,70	4,52	1,94	42,95	7	1,80	7,70	3,91	1,82	46,54	0,61
Pé direito	10	1,80	7,30	4,38	1,83	41,89	8	1,20	7,70	3,20	2,09	65,19	1,18
Tornozelo direito	6	1,80	7,00	4,33	2,26	52,07	3	1,00	7,70	3,50	3,66	104,55	0,83
Perna direita	15	1,70	7,00	4,53	1,94	42,87	9	1,00	7,70	3,20	2,61	81,65	1,33
Joelho direito	10	2,10	8,00	5,20	1,90	36,62	7	1,20	8,00	3,71	2,91	78,25	1,49
Coxa direita	10	1,90	8,00	5,22	1,89	36,21	8	1,60	8,00	4,40	2,59	58,89	0,82
Bacia	12	2,80	8,00	5,14	1,87	36,29	9	1,50	8,00	4,09	2,61	63,77	1,05
Costas médio	14	1,90	8,00	4,96	2,13	42,88	11	1,80	8,00	4,54	2,50	55,09	0,42
Mão direita	8	2,50	8,00	5,44	2,03	37,35	5	1,50	8,00	5,52	2,49	45,19	-0,08
Punho direito	11	0,80	8,00	4,95	2,36	47,70	7	1,60	8,00	5,49	2,49	45,46	-0,54
Antebraço direito	7	2,10	8,00	4,74	2,60	54,78	4	1,00	8,00	4,45	3,76	84,59	0,29
Cotovelo direito	1	8,00	8,00	8,00			1	8,00	8,00	8,00			0,00
Braço direito	9	0,90	8,00	4,08	2,04	50,15	3	1,30	8,00	5,70	3,81	66,87	-1,62
Ombro direito	13	1,70	8,00	4,83	1,86	38,50	4	1,00	8,00	4,63	3,79	82,02	0,21
Região Cervical	16	1,60	8,00	4,93	2,13	43,12	11	1,10	8,00	4,87	2,50	51,21	0,06

h) PE2 Piloto

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	0						0						0,00
Olhos	0						0						0,00
Pescoço	2	2,40	4,30	3,35	1,34	40,10	2	1,30	4,60	2,95	2,33	79,10	0,40
Ombro esquerdo	1	2,70	2,70	2,70			0						2,70
Braço esquerdo	1	4,20	4,20	4,20			1	1,70	1,70	1,70			2,50
Cotovelo esquerdo	0						0						0,00
Antebraço esquerdo	0						0						0,00
Punho esquerdo	1	4,00	4,00	4,00			1	1,80	1,80	1,80			2,20
Mão esquerda	1	2,40	2,40	2,40			1	3,00	3,00	3,00			-0,60
Costas superior	4	2,60	3,00	2,85	0,19	6,72	2	1,60	2,50	2,05	0,64	31,04	0,80
Costas inferior	2	2,00	4,20	3,10	1,56	50,18	2	1,10	4,80	2,95	2,62	88,69	0,15
Coxa esquerda	2	2,70	6,20	4,45	2,47	55,62	0						4,45
Joelho esquerdo	2	4,10	4,50	4,30	0,28	6,58	0						4,30
Perna esquerda	3	3,10	6,20	4,17	1,76	42,28	1	3,50	3,50	3,50			0,67
Tornozelo esquerdo	4	2,70	5,00	3,75	1,01	27,06	2	3,40	4,60	4,00	0,85	21,21	-0,25
Pé esquerdo	3	4,00	5,50	4,77	0,75	15,75	1	1,90	1,90	1,90			2,87
Pé direito	2	5,30	5,70	5,50	0,28	5,14	0						5,50
Tornozelo direito	1	5,00	5,00	5,00			0						5,00
Perna direita	2	2,80	6,00	4,40	2,26	51,43	1	3,30	3,30	3,30			1,10
Joelho direito	3	2,50	4,70	3,33	1,19	35,79	1	3,50	3,50	3,50			-0,17
Coxa direita	1	5,80	5,80	5,80			0						5,80
Bacia	0						0						0,00
Costas médio	2	1,70	2,60	2,15	0,64	29,60	1	1,70	1,70	1,70			0,45
Mão direita	1	2,50	2,50	2,50			0						2,50
Punho direito	1	3,50	3,50	3,50			2	1,30	2,70	2,00	0,99	49,50	1,50
Antebraço direito	0						0						0,00
Cotovelo direito	0						0						0,00
Braço direito	1	3,30	3,30	3,30			1	1,20	1,20	1,20			2,10
Ombro direito	1	2,50	2,50	2,50			0						2,50
Região Cervical	2	3,60	4,70	4,15	0,78	18,74	2	4,00	4,50	4,25	0,35	8,32	-0,10

i) Estireno

Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	5	1,50	4,70	2,54	1,31	51,45	2	0,20	2,60	1,40	1,70	121,22	1,14
Olhos	5	1,50	5,00	2,66	1,40	52,54	2	0,90	5,40	3,15	3,18	101,02	-0,49
Pescoço	6	0,70	8,00	2,87	3,06	106,65	5	0,50	8,00	3,62	2,98	82,24	-0,75
Ombro esquerdo	3	1,00	4,00	2,27	1,55	68,54	1	0,50	0,50	0,50			1,77
Braço esquerdo	7	0,70	7,00	3,21	2,41	75,00	2	0,30	5,20	2,75	3,46	125,99	0,46
Cotovelo esquerdo	1	0,40	0,40	0,40			0						0,40
Antebraço esquerdo	4	1,00	5,80	3,20	2,24	70,02	0						3,20
Punho esquerdo	4	0,30	4,60	1,98	1,84	93,21	0						1,98
Mão esquerda	5	0,60	5,50	2,22	2,03	91,62	0						2,22
Costas superior	5	1,20	3,80	2,20	0,99	45,00	1	1,80	1,80	1,80			0,40
Costas inferior	7	0,70	5,30	2,46	1,91	77,89	2	1,50	5,00	3,25	2,47	76,15	-0,79
Coxa esquerda	2	1,60	2,90	2,25	0,92	40,86	2	1,20	2,80	2,00	1,13	56,57	0,25
Joelho esquerdo	5	0,50	8,00	2,90	3,17	109,32	1	3,70	3,70	3,70			-0,80
Perna esquerda	9	0,60	8,00	3,27	2,13	65,12	3	1,30	3,20	2,50	1,04	41,76	0,77
Tornozelo esquerdo	3	0,60	2,20	1,37	0,80	58,69	0						1,37
Pé esquerdo	5	0,70	4,10	2,10	1,47	70,07	1	3,00	3,00	3,00			-0,90
Pé direito	7	0,40	8,00	2,73	2,79	102,17	2	0,40	2,30	1,35	1,34	99,52	1,38
Tornozelo direito	3	0,30	5,60	2,10	3,03	144,36	1	0,40	0,40	0,40			1,70
Perna direita	9	0,70	4,90	2,52	1,59	62,96	4	0,50	4,70	2,43	1,83	75,54	0,10
Joelho direito	6	0,50	3,20	1,32	0,97	73,54	0						1,32
Coxa direita	3	1,60	3,60	2,27	1,15	50,94	2	1,50	4,40	2,95	2,05	69,51	-0,68
Bacia	2	0,60	2,00	1,30	0,99	76,15	1	1,60	1,60	1,60			-0,30
Costas médio	8	0,60	5,50	2,66	2,04	76,47	2	3,50	5,10	4,30	1,13	26,31	-1,64
Mão direita	4	0,50	4,50	1,65	1,91	115,89	0						1,65
Punho direito	4	0,30	3,80	1,43	1,61	112,92	0						1,43
Antebraço direito	5	1,00	8,00	3,76	2,93	77,94	0						3,76
Cotovelo direito	2	0,40	8,00	4,20	5,37	127,95	0						4,20
Braço direito	7	0,50	6,00	2,87	2,31	80,57	3	1,50	8,00	5,00	3,28	65,57	-2,13
Ombro direito	3	0,70	4,50	2,33	1,96	83,80	2	1,00	6,80	3,90	4,10	105,16	-1,57
Região Cervical	4	0,50	4,60	1,83	1,87	102,55	1	5,00	5,00	5,00			-3,18

j) Poliestireno

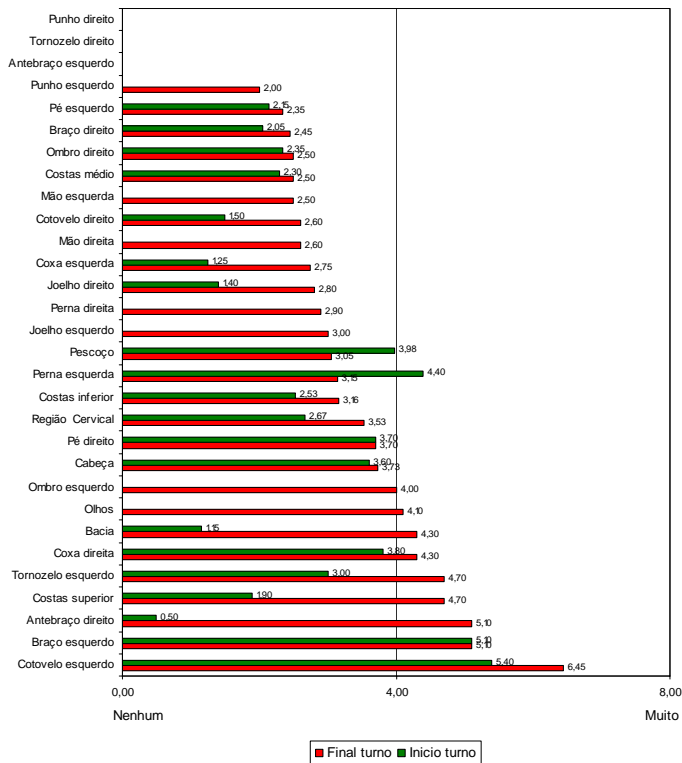
Região do Corpo	Final turno						Início turno						Efeito Jornada (Final-Início)
	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	Frequência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV	
Cabeça	8	0,40	5,90	2,19	1,80	82,27	2	3,60	3,80	3,70	0,14	3,82	-1,51
Olhos	9	0,80	4,70	2,49	1,20	48,27	3	0,40	8,00	3,30	4,11	124,46	-0,81
Pescoço	11	0,60	5,40	2,28	1,70	74,39	2	0,90	4,60	2,75	2,62	95,14	-0,47
Ombro esquerdo	5	2,20	5,00	3,56	1,19	33,39	2	2,10	8,00	5,05	4,17	82,61	-1,49
Braço esquerdo	9	0,30	8,00	2,97	2,64	88,85	2	4,20	8,00	6,10	2,69	44,05	-3,13
Cotovelo esquerdo	3	1,30	2,50	1,87	0,60	32,29	0						1,87
Antebraço esquerdo	6	0,50	5,30	1,82	1,77	97,38	0						1,82
Punho esquerdo	5	0,90	8,00	2,62	3,03	115,59	1	8,00	8,00	8,00			-5,38
Mão esquerda	5	0,40	2,20	1,62	0,72	44,17	1	8,00	8,00	8,00			-6,38
Costas superior	11	0,50	5,30	2,25	1,59	70,34	3	1,50	8,00	4,07	3,46	85,05	-1,81
Costas inferior	13	0,60	8,00	3,62	2,47	68,36	4	1,30	8,00	3,90	2,88	73,93	-0,28
Coxa esquerda	8	0,40	8,00	2,64	2,46	93,42	1	8,00	8,00	8,00			-5,36
Joelho esquerdo	7	1,00	8,00	3,56	2,82	79,41	1	5,20	5,20	5,20			-1,64
Perna esquerda	11	0,30	8,00	2,94	2,30	78,24	3	0,50	4,00	1,83	1,89	103,25	1,10
Tornozelo esquerdo	5	1,30	8,00	4,82	2,63	54,60	4	0,40	8,00	4,08	3,11	76,39	0,75
Pé esquerdo	10	0,40	8,00	2,96	2,61	88,11	2	0,50	3,50	2,00	2,12	106,07	0,96
Pé direito	8	0,50	8,00	3,28	2,81	85,90	2	3,60	8,00	5,80	3,11	53,64	-2,53
Tornozelo direito	4	1,40	8,00	4,55	2,90	63,76	2	3,70	8,00	5,85	3,04	51,98	-1,30
Perna direita	9	0,60	5,70	2,60	1,78	68,42	2	0,90	4,20	2,55	2,33	91,51	0,05
Joelho direito	4	0,70	3,10	2,00	0,99	49,33	0						2,00
Coxa direita	9	0,60	8,00	2,41	2,30	95,54	1	8,00	8,00	8,00			-5,59
Bacia	6	0,90	5,50	2,67	1,82	68,27	1	0,30	0,30	0,30			2,37
Costas médio	11	0,50	6,20	2,94	1,65	56,13	1	1,30	1,30	1,30			1,64
Mão direita	7	0,40	8,00	2,91	2,41	82,84	1	8,00	8,00	8,00			-5,09
Punho direito	6	0,50	8,00	2,63	2,81	106,73	1	8,00	8,00	8,00			-5,37
Antebraço direito	7	0,60	3,80	2,11	1,25	59,29	1	2,00	2,00	2,00			0,11
Cotovelo direito	4	1,50	8,00	3,93	2,88	73,29	1	8,00	8,00	8,00			-4,08
Braço direito	10	0,50	8,00	3,09	2,35	76,04	3	2,30	8,00	4,83	2,90	60,05	-1,74
Ombro direito	6	3,00	6,70	4,37	1,26	28,92	3	4,20	8,00	5,53	2,14	38,65	-1,17
Região Cervical	13	0,90	6,60	3,03	2,01	66,21	3	5,00	8,00	6,03	1,70	28,24	-3,00

APÊNDICE E

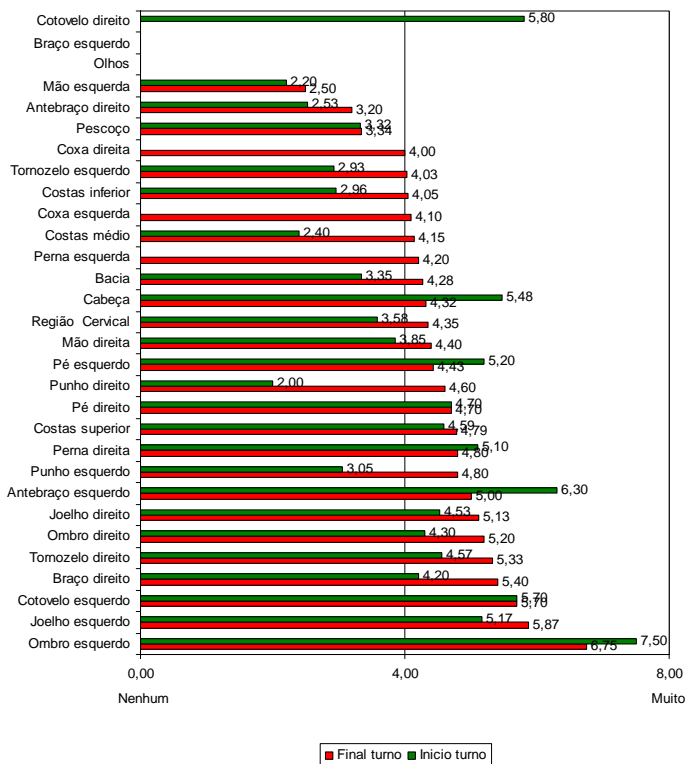
(Gráfico de desconforto/dor com as médias de cada região do corpo por planta no início e final da jornada de trabalho)

APÊNDICE E – Gráfico de desconforto/dor com as médias de cada região do corpo por planta no início e final da jornada de trabalho

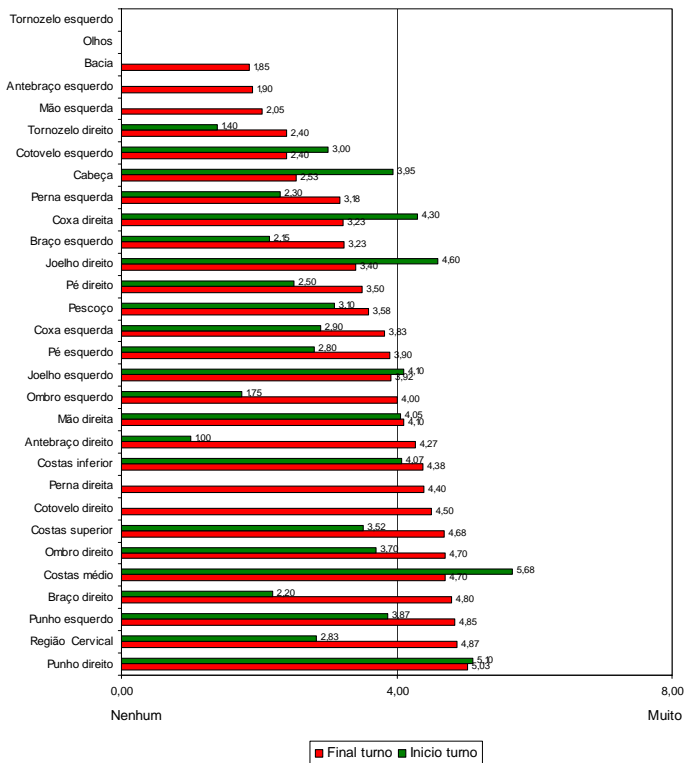
a) Bulk1



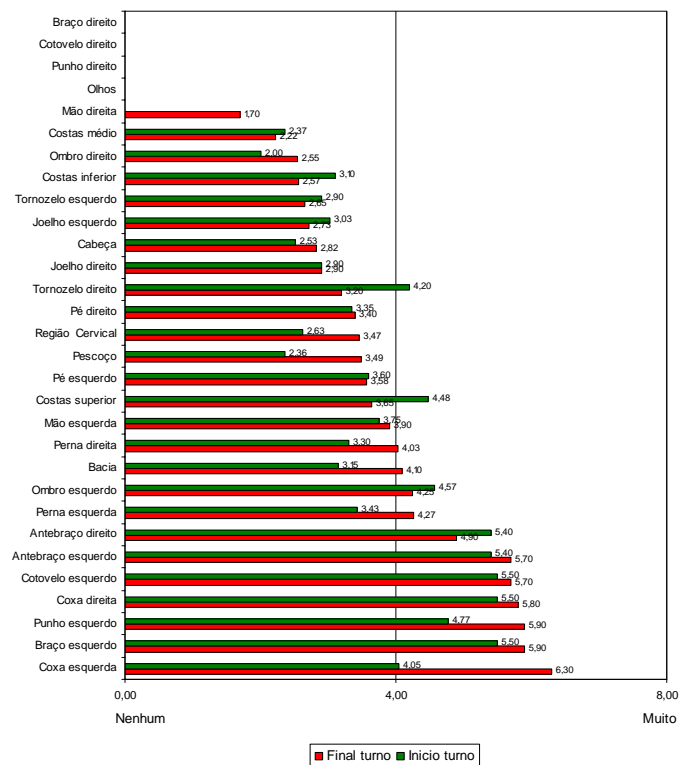
b) Bulk2



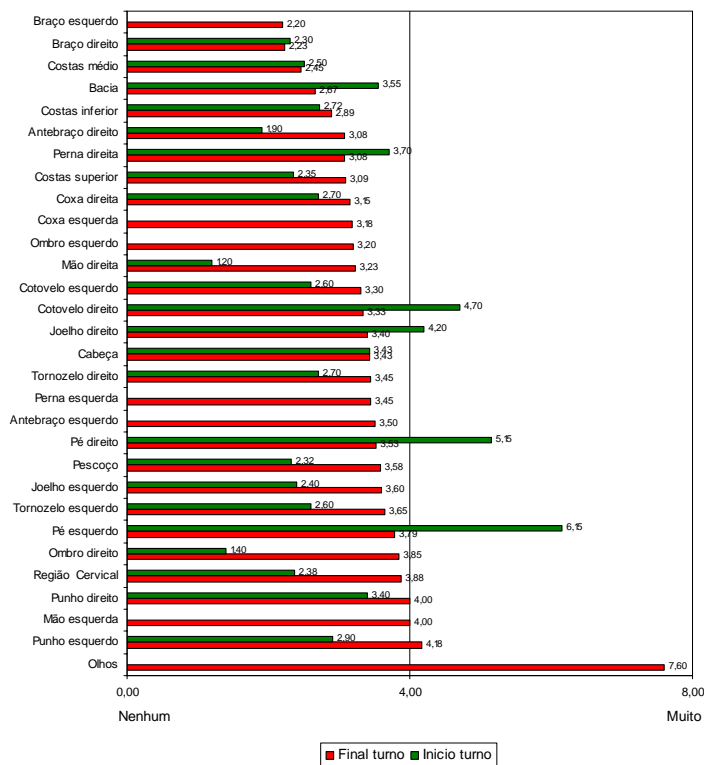
c) Piloto



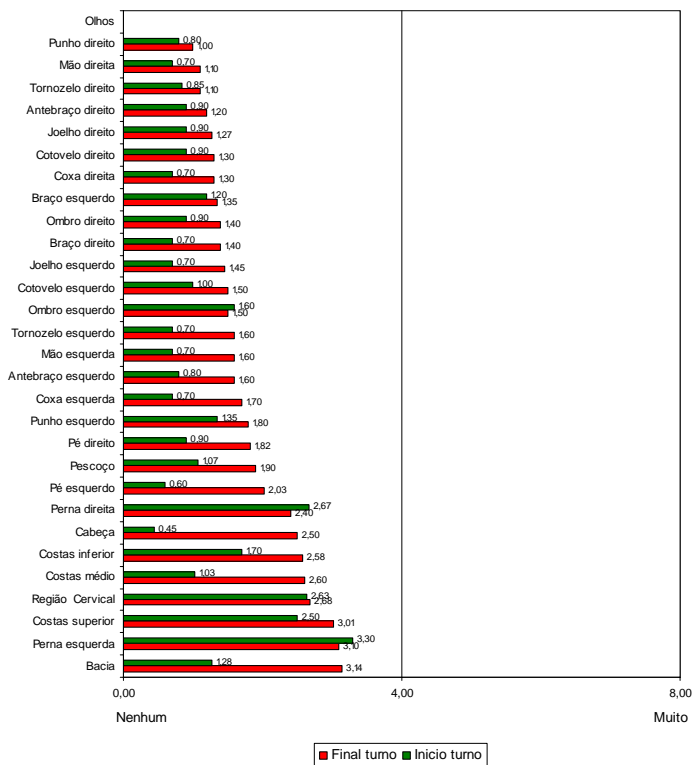
d) Spherilene



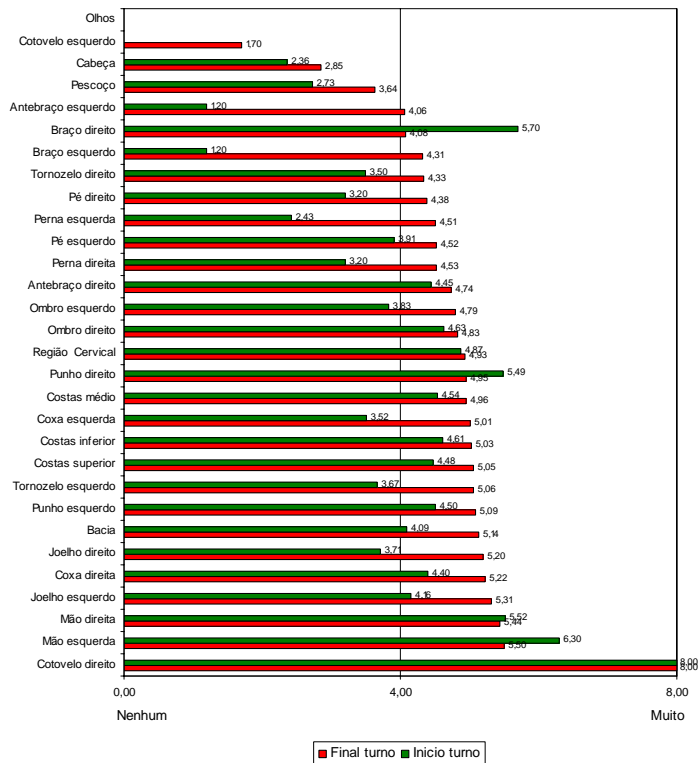
e) Alta Pressão



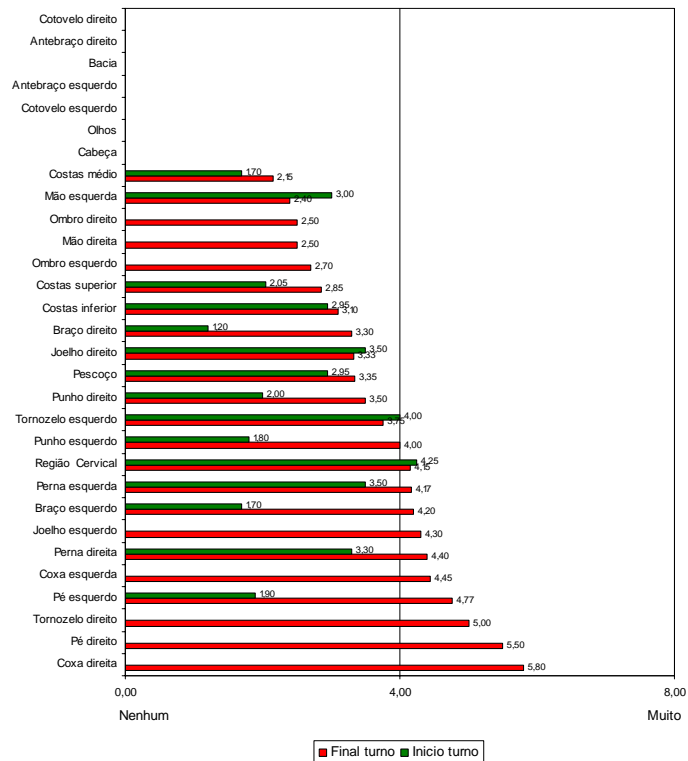
f) PE1



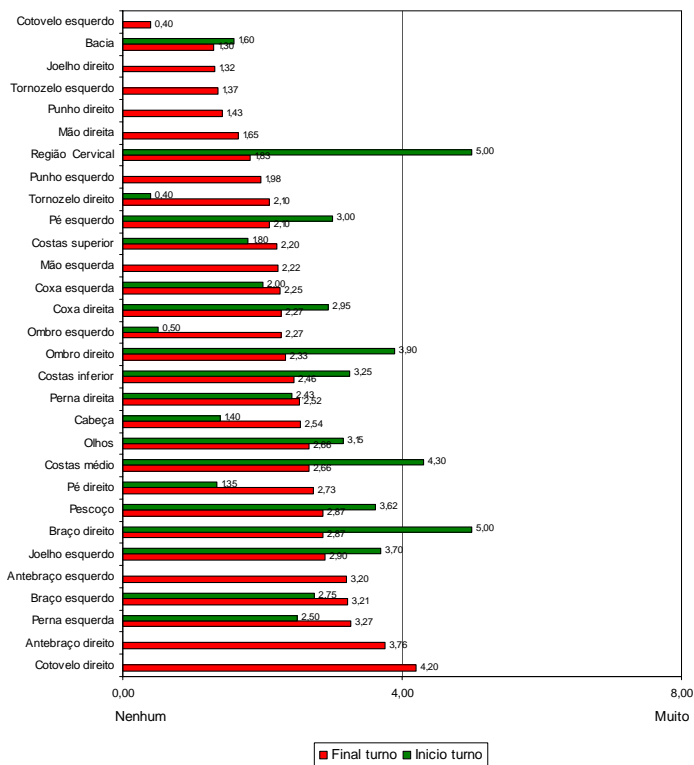
g) PE2 Comercial



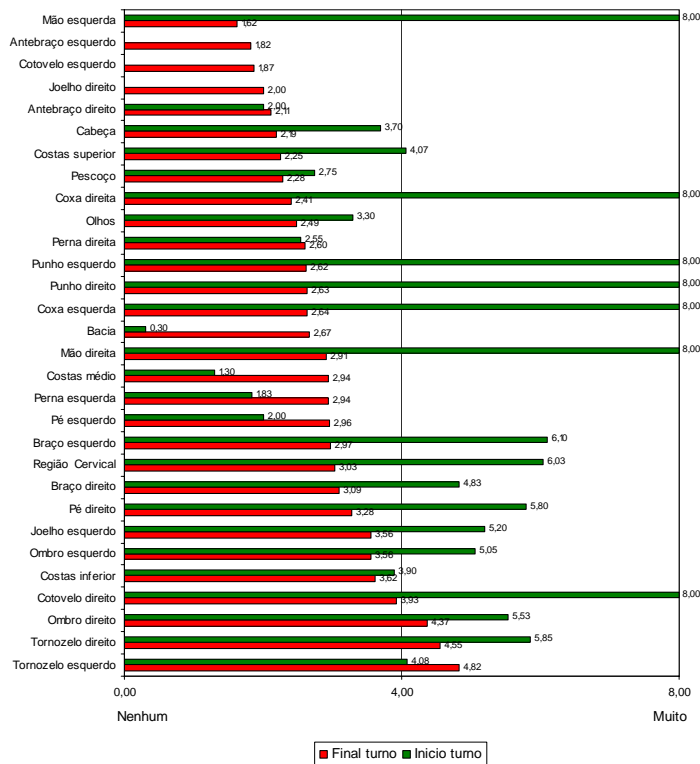
h) PE2 Piloto



i) Estireno



j) Poliestireno



APÊNDICE F

**(Fotos dos principais itens de demanda ergonômica verificados nas unidades
petroquímicas)**

APÊNDICE F – Fotos dos principais itens de demanda ergonômica verificados nas unidades petroquímicas:

a) Acesso, posicionamento e manuseio de válvulas:



b) Transporte manual de materiais e equipamentos:



c) Carregamento de aditivos e insumos nos equipamentos:



d) Ato de subir e descer escadas:



f) Cadeiras



e) Manobras em equipamentos:



ANEXOS

ANEXO A

(Carta de Consentimento Braskem)

**Braskem S.A.**

Il Pólo Petroquímico - BR 386
Rodovia Tabai-Canoas Km 419
Via de Contorno 1216
Complexo Básico
95853 000 Triunfo - RS - Brasil
Fone 55.51.457.5400
Fax 55.51.457.5454
www.braskem.com.br

Braskem

RQSM-046/2004

Triunfo, 30 de novembro de 2004

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Área PPGE - Ergonomia

Senhores

Conforme solicitação do Mestrando Laurence Adorno, autorizamos o mesmo a inserir as informações do levantamento do Processo Macroergonômico realizados nas Unidades Petroquímicas da Braskem, bem como utilizar o nome desta empresa em sua dissertação de mestrado.

Atenciosamente

Angelo Alfredo Baldo
Gerente Segurança, Saúde e Meio Ambiente

ANEXO B

(Carta de Consenso Innova)



INNOVA S.A.
Rod. Tabal/Canoas - BR 386 - Km 419 - Pólo Petroquímico
Fone (51) 457 5800 - Fax (51) 457 5829
95853-000 - Triunfo/RS - Brasil
www.innova.ind.br

Triunfo, 30 de novembro de 2004.

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Área PPGEF- Ergonomia

Senhores

Conforme solicitação do Mestrando Laurence Adorno, autorizamos o mesmo a inserir as informações do levantamento do processo Macroergonômico realizados nas unidades da Inova S.A, bem como o nome desta empresa em sua dissertação de mestrado.

Atenciosamente,

Paulo Roberto Matielo Lemos
Responsável por seg. Saúde e Meio Ambiente