

# **DESIGN MACROERGONÔMICO DE POSTOS DE TRABALHO: APLICAÇÃO NO PROJETO DE CABINES DE PEDÁGIO**

**Flávio S. Fogliatto, Ph.D.**

**Lia B. de Macedo Guimarães, Ph.D.**

**Flávio Belmonte, M.Sc.**

**Andréia Leal, Mestranda**

**Daniela Fischer, Mestranda**

**Júlio Vanderlinden, Mestrando**

**Marcelo H. C. Moutinho Silva, Mestrando**

Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP)

PPGEP – UFRGS - Praça Argentina, 9, 2º Andar, Sala LOPP

Porto Alegre, RS 90040-020

[ffogliatto@ppgep.ufrgs.br](mailto:ffogliatto@ppgep.ufrgs.br); [liabmg@vortex.ufrgs.br](mailto:liabmg@vortex.ufrgs.br)

## **ABSTRACT:**

This paper presents an application of *Macroergonomics Design*, a methodology for the design and implementation of work stations proposed by Fogliatto & Guimarães (1999), in the design of a toll booth in Brazil. The methodology grounds on Macroergonomics concepts. The main idea is to favour work station designs that are essentially worker-driven, with key design features selected to best meet workers' ergonomic requirements. To capture those requirements and translate them into the design appropriately, a seven-step procedure is suggested; its implementation is exemplified in the case study.

**KEY-WORDS:** Work station design, Macroergonomics, Toll booths.

## **RESUMO:**

Este artigo apresenta uma aplicação do *Design Macroergonômico*, uma metodologia auxiliar no projeto e implementação de postos de trabalho proposta por Fogliatto & Guimarães (1999), no projeto de uma cabine de pedágio no Estado do Rio Grande do Sul. A metodologia está baseada em preceitos macroergonômicos. A idéia central é favorecer projetos de postos de trabalhos orientados pelo usuário, com características de *design* selecionadas de maneira a melhor atender sua demanda ergonômica. Para identificar e incorporar a demanda ergonômica dos usuários no projetos dos

postos, um procedimento em sete etapas é apresentado. Esse procedimento é ilustrado nesse artigo através de um estudo de caso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projeto de postos de trabalho, Macroergonomia, Cabines de Pedágio.

## 1. INTRODUÇÃO

A Macroergonomia (Hendrick, 1993, Brown,1995) investiga a adequação organizacional de empresas ao gerenciamento de novas tecnologias de produção e métodos de organização do trabalho. Estudos Macroergonômicos são operacionalizados através de levantamento e análise das condições de ambiente físico e posto de trabalho, e dos fatores organizacionais, tais como *layout*, ritmo de trabalho e rotina de trabalho, determinantes da qualidade de vida do trabalhador. A Macroergonomia promove a participação de trabalhadores de diferentes setores da empresa, explicitando interações existentes entre esses profissionais. Ao longo de todo o estudo macroergonômico esse processo participatório é estimulado. O envolvimento dos trabalhadores na concepção e operacionalização das tarefas aumenta sensivelmente as chances de sucesso na implementação de modificações sugeridas através da análise Macroergonômica do trabalho.

O *Design Macroergonômico* (DM) proposto por Fogliatto & Guimarães (1999), é uma metodologia para *design* de postos de trabalho de caráter participativo e baseada em preceitos macroergonômicos. O DM inova ao incorporar a demanda ergonômica do usuário no *design* de seu posto de trabalho. Por demanda ergonômica compreendem-se manifestações do usuário relativamente ao seu posto de trabalho e execução de suas tarefas diretamente relacionadas à Ergonomia. O DM é implementado seguindo um procedimento em sete etapas:

- (i) Identificação do usuário e coleta organizada de informações acerca de sua demanda ergonômica.
- (ii) priorização dos itens de demanda ergonômica (IDEs) identificados pelo usuário. A priorização utiliza a própria informação coletada em (i), baseando-se, por exemplo, em características do conjunto de dados amostrados (frequências, ordem de menção de itens, etc.). O objetivo nesta etapa é criar um *ranking* de itens demandados.
- (iii) Incorporação da opinião de especialistas (ergonomistas, *designers*, engenheiros, etc.) com vistas à correção de distorções apresentadas no *ranking* obtido em (ii), bem como

incorporação de itens pertinentes de demanda ergonômica não identificados pelo usuário. Determina-se, assim, um *ranking corrigido* de itens de demanda ergonômica a ser utilizado nas etapas seguintes da metodologia.

- (iv) Listagem dos itens de *design* (IDs) a serem considerados no projeto ergonômico do posto de trabalho. Uma lista inicial de itens de *design* pode ser obtida inspecionando-se a lista de IDEs. Esta etapa é desenvolvida essencialmente pelo Ergonomista.
- (v) Determinação da força de relação entre os IDEs e os IDs determinados em (iv), utilizando a Matriz da Qualidade. O objetivo é identificar grupos de IDs a serem priorizados nas etapas seguintes da metodologia.
- (vi) Tratamento ergonômico dos IDs. Nesta etapa, estabelecem-se metas ergonômicas para os IDs baseadas em fatores como conforto e segurança do ambiente físico, além de questões antropométricas e de organização do trabalho. Metas ergonômicas compreendem características dos IDs tais como valores-alvo dimensionais, especificação de materiais, dispositivos acessórios, etc.
- (vii) Implementação do novo *design* e acompanhamento.

A metodologia de DM promove a participação dos trabalhadores no projeto de seus postos de trabalho. Nessa metodologia, as opiniões de usuários e especialistas são incorporadas de maneira harmônica e estruturada no projeto de postos de trabalho, com vistas a identificar e priorizar itens relevantes de *design*. O DM enfatiza aspectos relacionados à operacionalização do *design* participativo, explicitamente contemplados nas etapas (i) a (v) descritas acima. As etapas (vi) e (vii), extensamente documentadas em estudos ergonômicos tradicionais (ver Pheasant (1996) e Salvendy (1997), entre outros), não são detalhadas no DM.

A operacionalização do DM demanda a utilização sequenciada de um conjunto de técnicas estatísticas (ferramentas para seleção de amostras e coleta de dados e estratégias para organização das informações obtidas) e de análise de decisão [matrizes de comparação, em Saaty (1977), e o QFD – Desdobramento da Função Qualidade, em Akao (1990)]. Essas técnicas, detalhadas em Fogliatto & Guimarães (1999), têm sua aplicação exemplificada neste trabalho.

Neste artigo, apresenta-se a aplicação da metodologia de DM em um estudo de caso. O posto de trabalho em questão é uma cabine de cobrança de pedágio. O projeto foi desenvolvido em parceria com uma concessionária de pedágios no Estado do Rio Grande do Sul.

## 2. ESTUDO DE CASO

Nesta seção, a metodologia de DM é aplicada em um estudo de caso. O caso apresentado trata do projeto ergonômico de uma cabine para cobrança de pedágio. O projeto foi realizado no ano de 1998 como parte de uma parceria entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e uma concessionária de pedágios da região Sul do país.

O projeto em questão tem por objetivo estabelecer parâmetros ergonômicos para o projeto de cabines de pedágio a serem construídas pela contratante. Parâmetros ergonômicos, neste contexto, compreendem fatores relacionados ao conforto e segurança do ambiente físico (como, p. ex., a presença de aerodispersóides, incidência de ruído e vibração, condições de temperatura, etc.), questões antropométricas (que implicam no dimensionamento das estações de trabalho) e todas as demais questões que possibilitam a realização do trabalho com conforto e segurança, incluindo questões referentes à organização do trabalho. A metodologia de DM foi utilizada na execução do projeto das cabines. A aplicação das etapas (i) a (v) da metodologia e resultados obtidos vêm apresentados a seguir. As etapas (vi) e (vii) da metodologia de DM foram omitidas intencionalmente desta apresentação, visando atender às exigências de sigilo da empresa contratante.

### 2.1. IDENTIFICAÇÃO DO USUÁRIO

A identificação do usuário consiste na determinação dos indivíduos desempenhando atividades profissionais diretamente influenciadas por decisões tomadas no projeto de um dado posto de trabalho. Usuários são diferenciados em relação a critérios relevantes tais como sexo, idade, etnia, etc.; para possibilitar uma composição apropriada da amostra da população, em cada categoria são definidos níveis. Sexo, por exemplo, apresenta dois níveis, masculino e feminino. Combinação de níveis formam *estratos* populacionais. Por exemplo, um estrato poderia ser composto por usuários do sexo feminino, adultas e afro-brasileiras. Um usuário não pode pertencer a mais de um estrato populacional. A identificação dos estratos de uma população possibilita selecionar uma amostra de composição balanceada.

Os usuários identificados foram cobradores de pedágio. A contratante não dispunha de postos de pedágio em funcionamento. Desta forma, a coleta de informações acerca da demanda ergonômica dos usuários teve como base trabalhadores de outros postos de pedágio já em funcionamento no Estado (isto é, outras concessionárias de pedágio em operação). O número total de cobradores em operação no estado era de 30, todos entre 20 e 30 anos e de cor branca. Um único estrato relevante

foi identificado, o sexo do cobrador. A distribuição dos cobradores relativamente a esse estrato, bem como a composição da amostra utilizada neste trabalho estão apresentados na Tabela 1. O tamanho da amostra foi limitado pela concessionária de pedágios onde a pesquisa foi realizada. A composição da amostra foi definida pela equipe de projeto.

## 2.2. COLETA DE INFORMAÇÕES ACERCA DA DEMANDA ERGONÔMICA E PRIORIZAÇÃO DOS ITENS DE DEMANDA ERGONÔMICA IDENTIFICADOS PELO USUÁRIO

No DM, a coleta de informações sobre a demanda ergonômica dos usuários pode ser feita em duas etapas: inicialmente, identificam-se IDEs através de entrevista espontânea ou estruturada; numa segunda etapa, os mesmos usuários recebem uma lista de IDEs e identificam seu grau de importância utilizando uma escala contínua. O grau de importância apontado pelos usuários permite uma priorização dos itens demandados. Em ambas as etapas da coleta de informações, é necessário identificar o número de usuários a serem amostrados por estrato populacional.

Estrato <i>sexo</i>	<i>Masculino</i>	<i>Feminino</i>
• População	19 (63%)	11 (37%)
• Amostra	7 (64%)	4 (36%)

Tabela 1. Composição da população de cobradores de pedágio no estado do RS classificados quanto ao sexo e amostra utilizada no estudo.

Para identificação dos IDEs, utilizou-se uma entrevista composta por um único módulo espontâneo (os bons resultados obtidos neste módulo descartaram a utilização de um módulo induzido). Tendo em vista o pequeno número de usuários entrevistados, descartou-se a utilização de uma escala contínua na medição do grau de importância das IDEs, pois inferências a partir destas medições seriam pouco confiáveis. Optou-se, assim, pela utilização da ordem e frequência de menção dos IDEs na determinação de seu grau de importância. A ordem de menção foi incorporada aos pesos de importância utilizando uma função recíproca; assim, um IDE mencionado pelo usuário na  $i^{\text{ésima}}$  posição, recebeu peso de importância  $1/i$ . O somatório dos pesos de importância dos IDEs obtidos para todos os usuários entrevistados resultou num *ranking* final de IDEs. Alguns dos IDEs levantados e seus pesos finais de importância estão apresentados na Tabela 2.

### 2.3. INCORPORAÇÃO DA OPINIÃO DE ESPECIALISTAS E OBTENÇÃO DE UM RANKING CORRIGIDO DE ITENS DE DEMANDA ERGONÔMICA

Esta etapa tem por objetivo incorporar a opinião de especialistas acerca dos pesos de importância dos IDEs identificados pelos usuários, bem como agregar itens ergonômicos relevantes por eles não mencionados. Os IDEs levantados na etapa anterior foram analisados pela equipe de projeto (isto é, pelo grupo de especialistas mencionado na seção 1), agrupados considerando aspectos como duplicidade de informação e afinidade, e separados em IDEs Primários e Secundários. Após observação *in loco* das condições do posto de trabalho e análise de gravações em vídeo, o grupo constatou não ser necessária a inclusão de novos IDEs, além daqueles já listados pelos usuários. Alguns dos IDEs considerados no projeto final da cabine e avaliados pela equipe de projeto quanto à sua importância, vêm apresentados na Tabela 3.

<i>IDEs</i>	<i>Peso de Importância</i>
Reduzir fumaça	6,00
Reduzir incidência de sol na lateral	3,12
Reduzir dor nas costas	2,25
Reduzir dor no braço esquerdo	1,67
Trabalhar em pé e sentado (ruim ficar muito tempo sentado)	1,50
Reduzir ruído	1,31
Melhorar assentos (assentos inadequados)	1,23
Favorecer trabalho sentado	0,75
Reduzir dor nas pernas	0,75
Reduzir dor de cabeça	0,71
Permitir a alternância de postura	0,67
Facilitar a identificação do número de eixos dos caminhões	0,50
Melhorar apoio para os pés	0,33
Reduzir reflexo do sol na tela do computador	0,33
Reduzir distância entre veículo e cobrador	0,33
Eliminar quina da esquadria da janela	0,25
Reduzir oscilação da tela do computador	0,25
Instalar sensor prévio para identificar nº de eixos	0,20
Melhorar protetor auditivo	0,14

Tabela 2. Lista parcial dos Itens de Demanda Ergonômica utilizados no projeto das cabines de pedágio e seus pesos de importância.

A avaliação da importância dos IDEs pela equipe de projeto foi feita através do método de comparação aos pares. Nesse método, pares de IDEs são comparados e avaliados relativamente à sua importância, utilizando uma escala onde  $\frac{1}{9}$  e 9 são os limites de comparação. Assim, se dois IDEs  $i$  e  $j$  são igualmente importantes, o valor 1 é usado para descrever o resultado da comparação. Se  $i$  for considerado muito mais importante que  $j$ , o valor 9 é utilizado; em caso diametralmente

oposto, o valor  $1/9$  é utilizado. Os demais valores da escala descrevem situações intermediárias. Os resultados das comparações são organizados em matrizes, onde o elemento  $a_{ij}$  traz o resultado da comparação entre  $i$  e  $j$ . Duas informações são obtidas de uma matriz de comparações: (i) o vetor de pesos de importância para os elementos comparados, o qual permite estabelecer um *ranking* de importância para os elementos, e (ii) a razão de consistência (CR), que permite avaliar a qualidade dos dados utilizados na matriz (ou seja, a qualidade dos julgamentos feitos pelos especialistas); o cálculo destas medidas é apresentado em Fogliatto & Guimarães (1999).

<i>IDEs Primárias</i>	<i>IDEs Secundárias</i>	<i>Peso Final (%)</i>
1. Eliminar fumaça		28.62
Incidência de Sol	2. Reduzir incidência de luz	16.71
	3. Reduzir incidência de calor	4.18
Postura no Trabalho	4. Eliminar dor no braço	9.56
	5. Liberdade e estabilidade de movimento	3.84
	6. Facilidade na arrecadação da tarifa	5.04
	7. Permitir alternância de postura	1.32
	8. Apoio adequado para os pés	1.26
9. Eliminar ruído		7.38
10. Facilidade de identificação do nº de eixos (categorização do veículo)		15.63
11. Manter conforto térmico na cabine		6.47

Tabela 3. Lista parcial dos Itens de Demanda Ergonômica após incorporação da opinião do grupo de especialistas, e seus pesos percentuais corrigidos de importância.

A avaliação dos IDEs foi dividida em duas etapas. Inicialmente, avaliaram-se pares de IDEs primários; a matriz de comparações resultante está apresentada na Tabela 4. Na sequência, pares de IDEs secundários foram avaliados; uma das matrizes de comparações resultante está apresentada na Tabela 4. O valor limite para CR definido pela equipe de projeto foi de 0,2 (o que implica em pelo menos 80% de julgamentos de boa qualidade).

Concluídas as avaliações aos pares, calculam-se os pesos finais de importância para os IDEs. Os pesos finais são obtidos combinando os pesos parciais obtidos para as IDEs primárias e secundárias. Por exemplo, considere a categoria *Postura no Trabalho*, com peso de importância de 0,113 (Tabela 4). O vetor de pesos de importância dos IDEs secundários vinculados a *Postura no Trabalho*, também obtidos pelo método de comparação aos pares (Tabela 4), é  $\mathbf{w} = [0,454, 0,183, 0,238, 0,063, 0,061]$ . Os pesos de importância em  $\mathbf{w}$  são corrigidos considerando a importância da categoria; assim, o maior valor em  $\mathbf{w}$  (0,454) é reescalonado, assumindo um novo valor de importância de 0,113. Os demais elementos são recalculados através de uma regra de três simples. Dessa forma, obtém-se o vetor de pesos corrigido  $\mathbf{w}' = [0,113, 0,046, 0,059, 0,016, 0,015]$ . O

mesmo procedimento foi aplicado em relação à categoria *Incidência de sol*. Os pesos finais (percentuais) de importância dos IDEs, obtidos normalizando conjuntamente os pesos primários e secundários, encontram-se listados na Tabela 3. Não houve diferença significativa no *ranking* de importância das IDEs, sob o ponto de vista dos usuários e da equipe de projeto. Optou-se, assim, pela utilização dos pesos constantes na Tabela 3 nas etapas posteriores da metodologia.

<i>IDEs Primários</i>	1	2	3	4	5	6	<b>w</b>
1. Eliminar fumaça	1,00	3,00	6,00	5,00	0,50	5,00	0,361
2. Incidência de Sol	0,33	1,00	2,00	3,00	1,00	3,00	0,197
3. Postura no Trabalho	0,17	0,50	1,00	2,00	0,50	2,50	0,113
4. Eliminar ruído	0,20	0,33	0,50	1,00	2,00	0,67	0,087
5. Facilidade de identif. do nº de eixos	2,00	1,00	2,00	0,50	1,00	2,00	0,184
6. Manter conforto térmico na Cabine	0,20	0,33	0,40	1,50	0,50	1,00	0,076

Tabela 4. Matriz de comparações entre IDEs primários; **w** denota o vetor de pesos de importância (Razão de Consistência CR = 0,15).

	1	2	3	4	5	<b>w</b>
1. Eliminar dor no braço	1	7	1	6	6	0,454
2. Liberdade e estabilidade de movimento	1/7	1	3	2,5	2,5	0,183
3. Facilidade na arrecadação da tarifa	1	1/3	1	5	6	0,238
4. Permitir alternância de postura	1/6	1	1/5	1	1	0,063
5. Apoio adequado para os pés	1/6	1	1/6	1	1	0,061

Tabela 5. Matriz de comparações entre IDEs secundários pertinentes ao item primário *Postura no Trabalho*; **w** denota o vetor de pesos de importância (Razão de Consistência CR = 0,18).

## 2.4. LISTAGEM DOS ITENS DE DESIGN A SEREM CONSIDERADOS NO PROJETO ERGONÔMICO DO POSTO DE TRABALHO

A determinação da lista de IDs a serem considerados no projeto das cabines de pedágio utilizou as seguintes técnicas: (i) observação direta das características do posto de trabalho, (ii) filmagem em vídeo da rotina de trabalho de seus usuários e (iii) *brainstorming* com membros da equipe de projeto. Uma lista parcial de IDs vem apresentada na Tabela 6.

1. Largura da janela
2. Altura da janela
3. Tipo de acionamento da janela
4. Diferença de pressão do ar interno com externo e climatização
5. Transparência da superfície da janela
6. Sistema de renovação de ar

Tabela 6. Lista parcial de Itens de Design considerados no projeto da cabine de pedágio.

## 2.5. DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE RELAÇÃO ENTRE OS ITENS DE DEMANDA ERGONÔMICA E OS ITENS DE DESIGN

Nesta etapa, toda a informação coletada nas etapas anteriores da metodologia é inserida na Matriz da Qualidade, apresentada na Tabela 7. Nas linhas da matriz (❶), listam-se os  $I$  ( $i = 1, \dots, I$ ) IDEs considerados no projeto, alguns dos quais estão apresentados na Tabela 3. Os pesos finais de importância dos IDEs, são inseridos na coluna ❷. Nas colunas da matriz em ❸, são listados os  $J$  ( $J = 1, \dots, J$ ) IDs considerados no projeto, alguns dos quais estão apresentados na Tabela 6. Itens referentes à avaliação dos competidores (❹ *avaliação estratégica*,  $E_i$ , e ❺ *avaliação competitiva*,  $M_i$ ) foram desconsiderados no projeto das cabines (isto é, todos os IDEs receberam valor 1,0 nos quesitos avaliação estratégica e competitiva). O resultado dessas avaliações, feitas pelo contratante, não foram disponibilizados à equipe de projeto. Assim, os valores  $P_i$  de Priorização para os IDEs, ❻, obtidos utilizando a equação

$$P_i = PI_i \times \sqrt{E_i} \times \sqrt{M_i}, i = 1, \dots, I.$$

resultaram idênticos aos pesos de importância  $PI_i$  inicialmente escritos em ❷.

A força da relação  $R_{ij}$  entre os IDEs e IDs (❼) foi avaliada pela equipe de projeto utilizando uma escala contínua de 0 a 5, onde 0 indica nenhuma relação e 5 indica relação máxima. Esses valores, em conjunto com os valores  $P_i$  em ❻, foram utilizados na equação de determinação dos valores de Importância Técnica,  $IT_j$ , para os Itens de Design (❸):

$$IT_j = \sum_{i=1}^I P_i \times R_{ij}, j = 1, \dots, J.$$

Os valores finais (normalizados e percentualizados) de  $IT_j$  foram então utilizados na priorização dos IDs. Utilizando esses resultados, criaram-se 4 categorias de IDs: prioritários, secundários, terciários e irrelevantes. A alocação de IDs às categorias utilizou a seguinte lógica: se todos IDs apresentassem o mesmo  $IT_j$  percentual, este seria dado por  $100/32 = 2,94\%$ , já que um total de 32 IDs foi considerado no projeto das cabines. Assim, IDs com  $IT_j$  percentual superior a 2,94% foram alocados à categoria dos prioritários, IDs com  $IT_j$  percentual entre 2% e 2,94% foram alocados à categoria dos secundários, IDs com  $IT_j$  percentual entre 1% e 2% foram alocados à categoria dos terciários; os demais IDs foram alocados à categoria dos itens irrelevantes. Esses intervalos de classificação foram determinados pela equipe de projeto. A Tabela 8 apresenta alguns dos IDs alocados em cada categoria.

❶ Itens de Demanda Ergonômica (IDEs)		❷ Peso de Importância, $P_i$	❸ Itens de Design			Avaliação dos Competidores		
Desdobramento dos IDEs								
Primário	Secundário		Item 1	Item 2	...	❹ Avaliação Estratégica, $E_i$	❺ Avaliação Competitiva, $M_i$	❻ Priorização do IDE, $P_i$
<i>IDE Prim. 1</i>	<i>IDE Sec. 1</i>							
<i>IDE Prim. 2</i>	<i>IDE Sec. 2</i>		❷	$R_{ij}$				
N	N							
❸ Importância Técnica, $IT_j$								

Tabela 7. Matriz da Qualidade utilizada na metodologia DM.

IDs primários são de prioridade máxima no projeto. As especificações desses IDs devem ser seguidas à risca e seus valores-alvo de especificação devem ser prioritários relativamente aos demais. Os recursos do projeto devem ser canalizados para satisfação desses itens. IDs secundários são de alta prioridade no projeto, devendo encontrar-se dentro da faixa de especificação; o atendimento aos seus valores-alvo de especificação não é, todavia, prioritário. IDs terciários são de baixa prioridade no projeto. Apesar do não-atendimento desses itens ter efeito pequeno sobre a satisfação ergonômica dos usuários, eles devem ser atendidos sempre que possível. IDs irrelevantes são passíveis de serem desconsiderados no projeto: o impacto decorrente do não-atendimento desses itens sobre os usuários é potencialmente desprezível.

### 3. CONCLUSÃO

Neste artigo, apresenta-se a aplicação da metodologia de *Design Macroergonômico* para o projeto de cabines de cobrança de pedágio de uma concessionária que atua no Estado do Rio Grande do Sul. A utilização de técnicas estatísticas, ferramentas de análise de decisão e conceitos da Ergonomia permite incorporar a demanda ergonômica do usuário no *design* de seu posto de trabalho, aliando-a à *expertise* da equipe de projetistas. O resultado final da aplicação da metodologia vem dado na forma de uma lista de itens de design classificados conforme suas prioridades. Essa lista é utilizada como diretriz na aplicação de recursos e esforços no projeto do posto de trabalho.

<i>Itens de Design Primários</i>	<i>IT<sub>j</sub> %</i>
1. Largura da janela	8,12%
2. Altura da janela	7,12%
3. Tipo de acionamento da janela	6,90%
<i>Itens de Design Secundários</i>	
1. Altura interna da janela em relação ao piso da cabine	2,90%
2. Uso de sensores prévio a cabine	2,85%
3. Iluminação adequada na cabeceira da pista (noite/chuva/neblina)	2,85%
<i>Itens de Design Terciários</i>	
1. Material de construção interno da cabine	1,90%
2. Material de construção externo da cabine	1,81%
3. Posição da impressora	1,78%
<i>Itens de Design Irrelevantes</i>	
1 Tipo de teclado	0,79%
2 Espessura da superfície de trabalho	0,23%
3 Tipo da impressora	0,19%

Tabela 8. Itens de Design classificados em categorias de prioridade conforme seus valores de Importância Técnica Percentual (IT<sub>j</sub> %).

## REFERÊNCIAS

1. AKAO, Y. (1990). *Quality Function Deployment – Integrating customer requirements into product design*. Cambridge, MA: Productivity Press.
2. BROWN, O. Jr. (1995). *The development and domain of participatory ergonomics*. In IEA WORLD CONFERENCE 1995 and BRAZILIAN ERGONOMICS CONGRESS, 7, Proceedings. Rio de Janeiro: ABERGO, p. 28-31.
3. FOGLIATTO, F.S. & GUIMARÃES, L.B.M. (1999). Design Macroergonômico de Postos de Trabalho. *Produto & Produção*: no prelo.
4. PHEASANT, S. (1996). *Bodyspace : anthropometry, ergonomics, and the design of work*. 2<sup>nd</sup> Ed. London: Taylor & Francis.
5. SAATY, T. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *J. Math. Psychology*, (15), nº 3, 234 – 281.
6. SALVENDY, G. (1997). *Handbook of human factors and ergonomics*. 2<sup>nd</sup> Ed. New York: John Wiley.