

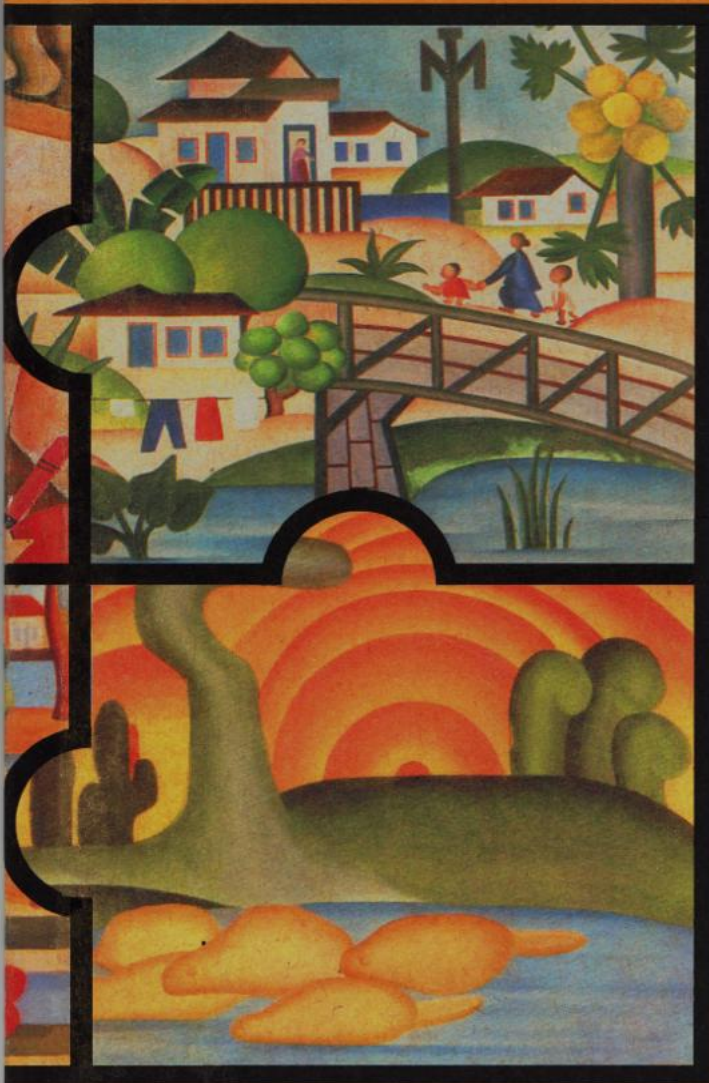
Macroergonomia: Colocando Conceitos em Prática

Sociotecnia, Macroergonomia
e Análise Macroergonômica do Trabalho

Lia Buarque de Macedo Guimarães
organizadora

Volume 1

1ª edição



Tarsila do Amaral, *O Mamoeiro*, 1925

Tarsila do Amaral, *Sol Poente*, 1929

Série monográfica
Ergonomia

Série Monográfica Ergonomia

Macroergonomia: Colocando Conceitos em Prática

Volume 1: Conceitos

1ª edição

Sociotecnia, macroergonomia, Análise
Macroergonômica do Trabalho (AMT)

Organizado por

Lia Buarque de Macedo Guimarães, PhD, CPE

Editado e publicado por

FEENG - Fundação Empresa Escola de Engenharia UFRGS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Escola de Engenharia

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

Porto Alegre, RS



2010

174 Macroergonomia : Colocando Conceitos em Prática / Organizado por Lia Buarque de Macedo Guimarães. - Porto Alegre : UFRGS/FEENG, 2010. (Série monográfica ergonomia)

Conteúdo: v.1. Sociotecnia, macroergonomia, Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) - v.2. Macroergonomia, aplicação em processos - v.3. Macroergonomia, aplicação em produtos e serviços

ISBN 978-85-88085-42-8

1. Ergonomia. I. Guimarães, Lia Buarque de Macedo, org. II. Série.

CDU-658.512.2

2010 by Lia Buarque de Macedo Guimarães
Direitos em língua portuguesa para o Brasil adquiridos por

FEENG - Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 5º andar
90035-190 Porto Alegre - RS - Brasil
Tel.: (0xx51) 3308 3491 / 3308 3948 / 3308 4299
fax: (0xx51) 3308 4007
www.producao.ufrgs.br

Projeto Gráfico

Lia Buarque de Macedo Guimarães

Editoração Eletrônica

Lia Buarque de Macedo Guimarães

Revisão

Lia Buarque de Macedo Guimarães

Ilustrações da capa

Cândido Portinari, *Café*, 1935, óleo s/tela 131X 197 cm, IPHAN, Museu Nacional de Belas Artes; **Emiliano Di Cavalcanti**, *Cinco Moças de Guaratinguetá*, 1930 óleo s/ tela 92 X 70 cm, Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand; **Djanira da Motta e Silva**, *Estudo Decorativo*, s/ data, óleo s/tela 87,5 X 129 cm IPHAN, Museu Nacional de Belas Artes; **Tarsila do Amaral**, *A Feira I*, 1924, óleo s/ tela 60 X 73 cm obra extraviada; **Tarsila do Amaral**, *Sol Poente*, 1929, óleo s/tela 54 X 65 cm, Coleção Jean Boghici; **Tarsila do Amaral**, *O mamoeiro*, 1925, óleo s/tela 65X 70 cm, Coleção Mário de Andrade, IEB-USP



Prefácio à Macroergonomia: colocando conceitos em prática

¹FIALHO, F.;
SANTOS, N. dos
(1997) *Manual de
análise ergonômica
no trabalho*. 2.ed.
Curitiba: Gêneseis.

²GUÉRIN *et al.* (2001)
*Comprender o
trabalho para
transformá-lo: a
prática da ergonomia*.
São Paulo: Edgar
Blücher.

³VIDAL, M. C.
(2003) *Guia para
análise ergonômica
do trabalho na
empresa: uma
metodologia realista,
ordenada e
sistemática*. Rio de
Janeiro: Editora
Virtual Científica.

⁴MORAES, A.;
MONT'ALVÃO, C.
(1998) *Ergonomia:
conceitos e
aplicações*. Rio de
Janeiro: 2AB.

A ergonomia no Brasil teve início no final dos anos 1970, quando Alain Wisner, do Conservatoire National des Arts e Metiers (CNAM) de Paris, França, foi convidado, pelo professor Franco Seminério, para iniciar os estudos em ergonomia no antigo Instituto de Seleção e Orientação Profissional (ISOP) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), no Rio de Janeiro. A partir de então, o ISOP/ FGV formatou um curso de especialização em Ergonomia que ocorreu de 1979 a 1990. A aproximação com o professor Alain Wisner também proporcionou a formação, em nível de mestrado e doutorado, de muitos brasileiros no CNAM o que justifica o fato de que a maioria das intervenções ergonômicas no Brasil segue a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) (Fialho e Santos, 1997¹; Guérin *et al.*, 2001²; Vidal, 2003³).

Nos anos de 1990, outro método, denominado Intervenção Ergonomizadora, foi proposto por Anamaria de Moraes e Claudia Mont'Alvão (1998⁴) e foi bastante difundido não só pela atuação destas professoras em todo o país, mas também por ser um método claro e sistemático para identificação dos vários constrangimentos do mundo do trabalho.

Apesar de diferentes, tanto a AET quanto a Intervenção Ergonomizadora são principalmente pesquisas descritivas, resultam em um diagnóstico muito detalhado mas nem sempre conseguem estabelecer um Programa de Ergonomia na Empresa. Uma das possíveis razões para tal é que o cliente não está interessado em melhorias (fase subsequente ao diagnóstico) e se satisfazem com um documento para ser entregue à Delegacia Regional do Trabalho (DRT) ou para algum órgão certificador. Outra questão é que os dois métodos são *top down*, ou seja, partem principalmente da observação, conhecimento e dinâmica dos especialistas, não dependendo, necessariamente, da participação ativa dos trabalhadores.

A maneira para implantar a ergonomia varia de acordo com as necessidades, interesses e possibilidades de cada empresa, sendo que as intervenções ocorrem, basicamente, sob dois enfoques: o microergonômico e o macroergonômico. O primeiro, mais tradicional,

⁵HENDRICK, H. W. (1990)

Macroergonomics: a System Approach to Integrating Human Factors with Organizational Design and Management. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE HUMAN FACTORS ASSOCIATION OF CANADA, 23, 1990, Ottawa, Canadá. *Proceedings...* Ottawa: HFAC, pp. 13-18.

entendido por Hendrick (1990)⁵ como a interface humano-tecnologia, foca mais o ser humano no posto e ambiente de trabalho. Para este autor, a macroergonomia, mais contemporânea, focaliza o ser humano, o ambiente, a máquina, o processo de trabalho e a organização. É a tecnologia da interface humano-organização-ambiente-máquina cujo objetivo central é otimizar o funcionamento dos sistemas de trabalho, tendo em conta a interface do desenho organizacional com a tecnologia, o ambiente e os seres humanos.

Nos últimos 15 anos, enquanto pesquisadora do Núcleo de Design, Ergonomia e Segurança (NDES) do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP) do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), eu venho trabalhando no desenvolvimento e aplicação de uma abordagem ergonômica *bottom-up*, nos moldes macroergonômicos difundido por Hendrick (1990)⁶ com o intuito de iniciar um Programa de Ergonomia na Empresa, que possa melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores ao mesmo tempo atendendo as necessidades de produtividade da empresa. Ficou muito claro para mim que a ergonomia brasileira teria muita dificuldade de se sustentar se considerasse apenas os aspectos humanos do sistema, mas teria uma chance de sobrevivência se incorporasse o que os empresários mais querem: a parte técnica do sistema sociotécnico. Para as pessoas que conduzem a empresa, os seres humanos, em geral, significam um custo necessário enquanto boas soluções técnicas significam benefícios.

A abordagem sociotécnica, ou macroergonômica (que incorpora os subsistemas humano, técnico, do projeto de trabalho e do ambiente externo, de acordo com Hendrick e Kleiner, 2001⁷), aliada à mensuração quali-quantitativa de resultados provou ser a forma da ergonomia se manter na empresa, ou no mínimo, retirar a idéia de que ergonomia é ginástica laboral e/ou identificação de mesas e cadeiras.

Um dos aspectos mais importantes do método denominado Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), detalhado no *Capítulo 1* deste livro, é sua característica de pesquisa-ação (Lewin, 1946⁸). A idéia não é entregar um diagnóstico mas, de fato, propor, implementar e avaliar as mudanças, junto com os trabalhadores, ou seja, não dependendo apenas do conhecimento formal dos especialistas mas, principalmente, do conhecimento tácito dos trabalhadores.

Uma ação nos moldes sociotécnicos é importante no Brasil, tendo em vista que seu parque tecnológico é baseado em tecnologias muitas vezes ultrapassadas e inseguras, que impactam negativamente na segurança e produtividade e em uma mão-de-obra despreparada para o trabalho. Soma-se a isso um ambiente externo instável, altamente

⁷HENDRICK, H.W.; KLEINER, B.M. (2001)

Macroergonomics: an introduction to work system design. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society.

⁸LEWIN, K. (1946)

Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues* v.2 p. 34-46.

dependente do mundo desenvolvido, leis que não são cumpridas e sindicatos fracos. Neste cenário, é de se esperar que o projeto do trabalho, alvo da ergonomia, tenha muito o que fazer e lutar para tornar a sociedade brasileira um pouco melhor.

Este livro é apresentado em três volumes; no volume 1 Macroergonomia: Conceitos, é apresentado, no *Capítulo 1*, o método AMT e, no *Capítulo 2*, a ferramenta Design Macroergonômico (DM) proposta por Fogliatto e Guimarães (1999)⁹ que foi re-impressa, sob autorização, da revista *Produto & Produção*, devido sua importância para a concepção de produtos e processos de forma participativa. Ela vem sendo utilizada na AMT e vários projetos de desenvolvimento de produtos, para identificação de demanda a partir da voz do usuário em potencial, e se mostrou bastante eficiente para que os projetos atendam às expectativas dos mesmos. Os *Capítulos 3 e 4* do volume 1 deste livro são re-impressões (sob permissão) de dois artigos apresentados em congressos da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO). O *Capítulo 3*, sobre os efeitos da participação dos trabalhadores em uma intervenção ergonômica consta dos Anais do VI Congresso Latino-Americano de Ergonomia, realizado em Gramado, em 2001. O *Capítulo 4*, sobre a dinâmica de Comitês de Ergonomia, foi apresentado no VII Congresso Latino-Americano de Ergonomia realizado em Recife, em 2002.

Nos volumes 2 e 3, são apresentadas várias aplicações da AMT e do DM em processos de produção (v.2), e em produtos e serviços (v.3). Nem todos os capítulos apresentam uma intervenção completa. Principalmente aqueles originados das monografias dos alunos de Especialização em Produção - Ênfase Ergonomia, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEP/UFRGS) e da Universidade Estadual de Londrina (UEL) focam a 1ª fase de uma intervenção ergonômica, a Apreciação. Alguns são mais completos, com Diagnóstico e Proposição de Soluções, como no caso dos *Capítulos 4.2 e 4.5* do volume 3 (Aplicações em Produtos e Serviços), que inclusive têm cunho mais cognitivo, sendo que este último é um resumo da dissertação de mestrado de Cleyton Vieira de Vargas e pode ser lido, na íntegra, na página de dissertações do PPGEP.

[http://
www.producao.ufrgs.br](http://www.producao.ufrgs.br)

Casos de sucesso

Apenas dois capítulos, o *Capítulo 2.10* e o *Capítulo 2.11* do volume 2 (Aplicações em Processos), apresentam uma intervenção completa, com seus custos e benefícios, pois no primeiro caso, apesar do projeto ter se desenvolvido em apenas quatro meses, foi possível prototipar e avaliar uma nova alternativa multifuncional de trabalho em célula, o que reduziu a fadiga e aumentou a produtividade.

⁹RENNER, J. S. (2007) *Proposta de um novo sistema de trabalho no setor calçadista sob a ótica do sistema sociotécnico*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre

¹⁰KMITA, S. F. (2003) *Intervenção Macroergonômica na indústria Estado de caso: divisão de usinagem da John Deere Brasil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre

¹¹SILVA, S. A. (2003) *Análise ergonômica do trabalho do soldador: contribuição para projeção ergonômica*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre

¹²FERREIRA, F. F. (2006) *Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre

¹³Hendrick, H. W. (1998) *Lowering costs through ergonomics*. In: Karwowsky, W.; Salvendy, G. *Ergonomics in Manufacturing: raising productivity through workplace improvement*. chapter 3, p. 29-41. Society Of manufacturing Engineers. Engineering & management Press. Dearborn, MI.

O segundo caso, é uma experiência mais longa, de três anos, que compôs o doutorado de Jacinta Sidegum Renner (Renner, 2007⁹) que permitiu várias modificações nos quatro subsistemas do sistema sociotécnico de uma empresa calçadista de grande porte do Rio Grande do Sul. A linha de produção de calçados foi transformada em células com operadores multifuncionais. Mudou-se o horário da jornada e foi instalada uma creche para que os casais pudessem trabalhar em um mesmo turno, sem se preocupar em tomar conta dos filhos, já que o município não tem escola ou creche nem em número suficiente e nem o dia todo. O paradigma do setor calçadista que cada um tem uma única função, muito simples, em todo o processo de confecção de calçados, foi rompido, pois eles trabalham em grupos e não há mais vários níveis de gerência: têm os líderes por eles identificados, responsáveis pela forma de atuação do grupo. A cola tóxica foi substituída por uma à base de água, eliminando o risco para os trabalhadores. Estes dois estudos podem ser considerados casos de sucesso do NDES.

O terceiro caso de sucesso foi a implantação de um COERGO e um Programa de Ergonomia na John Deere Brasil, divisão de Horizontina, RS, durante nove anos de parceria entre a empresa e o NDES. As melhorias foram sendo implantadas pelos próprios trabalhadores com base em programas de capacitação que a universidade oferecia sob demanda dos vários setores. Três dissertações de mestrado foram desenvolvidas nesta empresa (Kmita, 2003¹⁰; Silva, 2003¹¹; Ferreira, 2007¹²). O *Capítulo 2.8* do volume 2 deste livro apresenta uma pequena parte do que foi feito nesta empresa, particularmente no setor de pintura. A John Deere foi a única empresa que solicitou parceria com o NDES, independente de qualquer demanda específica (atender a DRT ou órgãos certificadores) e a razão é que, segundo Hendrick (1998¹³), a empresa tem um dos casos de mais sucesso em programas de segurança e ergonomia no mundo.

O quarto caso de sucesso foi concretizado na Asea Brown Boveri (ABB) fabricante de medidores elétricos em Cachoeirinha, RS, pois em um período de três anos, como dissertação de mestrado de Daniela Fischer (Fischer, 2000¹⁴), foi possível transformar uma antiga linha de produção fordista, com uma epidemia de DORT e produtos devolvidos, em um novo sistema de trabalho celular com ganhos para o trabalhador e a empresa. Praticamente, foi construída uma nova planta, tendo-se adequado as condições físico-ambientais, de posto, de organização do trabalho, de conteúdo e de risco. Para que tal acontecesse, ocorreram grandes mudanças internas no setor de produção e de projeto de produtos, e até a relação com os fornecedores. Inclusive as questões ecológicas foram consideradas, tendo-se eliminado caixas de componentes que foram substituídas por bandejas plásticas

¹⁴ FISCHER, D. (2000) *Transformação de um Sistema Linear em Celular segundo os Aspectos Micro e Macro da Ergonomia*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre

retornáveis que já vinham abastecidas do fornecedor. O projeto do medidor elétrico foi mudado (conforme detalhado no *Capítulo 5* do livro *Ergonomia de Produto*, v.2 (FEENG, 2006) utilizando técnicas de Ecodesign e Design for *Environment* (DFE) para torná-lo mais robusto, facilitar a montagem e desmontagem. Estas técnicas são apresentadas no *Capítulo 4.1* e *Capítulo 5* do livro *Ergonomia de Produto*, v2 (FEENG, 2006) desta Série Monográfica e no livro *Design e Sustentabilidade* (FEENG, 2010). Mas há os casos de insucesso, que são narrados a seguir.

Casos de insucesso

Um deles, desenvolvido em uma rede de loja de departamentos em Porto Alegre (ver no *Capítulo 4.4* do livro *Ergonomia de Produto*, v2, FEENG, 2006, desta Série Monográfica), foi usado como exemplo no *Capítulo 1* do volume 1 deste livro. Considero um insucesso porque foram mais de cinco anos de trabalho em vão. Foi um investimento macro para uma demanda micro (assento para as ilhas de caixa). A empresa jamais se interessou pelo que foi feito (um novo posto que permitia alternância de postura), mesmo com a comprovação de que o projeto dos novos postos de atendimento (ilhas de caixa) dava certo (menos desgaste para o trabalhador e maior produtividade). O projeto foi feito por imposição judicial, mas nunca foi implementado. Até mesmo os juízes que julgaram o caso se perguntaram por que a empresa insistia em não implantar o projeto. Na minha visão, os arquitetos jamais toleraram que a universidade projetasse os postos de trabalho, tanto que jamais participaram do projeto e, portanto, as ilhas são sempre desenhadas para serem do jeito que eles querem, o menor possível para gerar mais espaço para colocar mercadorias à volta. O importante é agradar o cliente externo e expor muitas coisas para vender. Os vendedores devem trabalhar o dia inteiro em pé e em pouco espaço. Este caso foi, sem dúvida, um dos mais frustrantes de minha carreira como ergonomista.

Outra grande frustração, segundo caso de insucesso, foi em uma metalúrgica, onde o NDES também esteve por imposição da Delegacia Regional do Trabalho (DRT). Conforme é detalhado no *Capítulo 2.2* do livro *Ergonomia de Processo*, v2 (FEENG, 2006), em dois dias de prototipagem, foi mostrado que era possível minimizar o ruído e os movimentos repetitivos, reduzindo o número de pessoas na linha de produção de cadeiras de praia. Com menos gente (34 pessoas ao invés de 39), o trabalho de cada um foi alargado e os funcionários ficaram menos cansados e mais satisfeitos e a produção aumentou (produção/pessoa/ hora que era 19,2 passou para 20,2, ou seja, aumentou em 5,2%, e a produção/máquina/ hora que era 50 passou para 57,3, ou seja, aumentou em 14,6%). Assim, a proposta foi colocar uma segunda linha, para aproveitar a mão-de-obra, mas nada foi implementado,

porque a segunda linha exigiria a compra de mais uma máquina de rebiteagem e mais pessoal, eles sempre fizeram daquele jeito e não precisavam de palpite da universidade. Eles ficaram felizes quando não houve mais pressão da DRT para que ficassemos lá. Este caso é o grande exemplo que não necessariamente a ergonomia não se impõe porque não mostra que dá lucro. Neste caso, foi mostrado que dava muito lucro, mas a empresa não quis saber. Devem ganhar tanto dinheiro que podem se dar ao luxo de jogar fora produtividade e pagar as dívidas com a DRT e o INSS, pois esta metalúrgica é, sem dúvida, uma grande fabricante de doentes e mutilados. Para se dar uma idéia do problema, o item de demanda ergonômica mais importante para os trabalhadores era que houvesse uma ambulância estacionada do lado do galpão 24 horas por dia para que fosse possível levar os acidentados nas máquinas, a tempo de que os dedos ainda pudessem ser recolocados no hospital. Quando ouvimos esta demanda ficamos chocados e dissemos aos trabalhadores: *“Não, o que precisamos exigir são máquinas que não imponham riscos”*. *“Mas isto nunca vai acontecer, todo dia alguém perde um dedo ou uma mão. É melhor ter a ambulância por perto...”* insistiram os trabalhadores.

O outro caso de insucesso foi nossa expulsão de um hospital universitário. A idéia era fazer melhorias em todos os setores, mas como o método utilizado é participativo, a direção do hospital não gostou do que estava acontecendo: pessoal de lavanderia, higienização e cozinha fazendo demandas? Duas foram as gotas d'água para mandar a equipe do NDES embora: tentar falar com os médicos (eles não precisam de nada e não conversam com pesquisadores) e a greve da lavanderia que parou o hospital por dois dias exigindo que as melhorias que foram propostas fossem efetivadas. O engenheiro de segurança ficou obviamente irritado quando o PPRA da lavanderia foi questionado, e provou-se que o calor passava dos níveis de insalubridade e toda uma nova proposta de redução de calor (e economia de energia) foi feita pela universidade. O NDES foi convidado a interromper as atividades e a médica chefe do SESMT, que contratou o NDES, foi demitida.

Estes são os casos mais importantes, já que a maior parte do que está descrito nos vários capítulos não pode ser considerada sucesso ou insucesso pois, basicamente, são Apreciações e Diagnósticos, que não medem custos e benefícios.

Mas o que vale é a experiência, boa ou má. Aprendemos o quanto é fácil lidar com os trabalhadores e o quanto eles apreciam nossa preocupação em tornar o trabalho deles melhor e, por outro lado, quanto é difícil lidar com os gerentes que não têm nenhum interesse em mudanças. Aprendemos, também, que a diretoria adora estatística mas

¹⁵Hendrick, H. W. (1996) *Good Ergonomics is Good Economics*. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society

nem sempre provar que “uma boa ergonomia é uma boa economia” (Hendrick, 1996¹⁵) é uma razão para montar e manter um Programa de Ergonomia na empresa. O Brasil ainda está muito longe de valorizar o ser humano trabalhador. Uma saída que pensei para isto é fazer o lucro dos ganhos com a ergonomia ser dividido entre todos, inclusive os gerentes. Como eles têm sido a maior barreira em nossos projetos (eles não estão expostos às más condições de trabalho e, portanto, não ganham nada com as melhorias) talvez se ganhassem dinheiro colaborassem para fazer nossas empresas lugares mais agradáveis.

¹⁶<http://www.youtube.com/watch?v=uyMY2uo1qQ>

Existe no *Youtube* uma entrevista com Valdez Ludvig¹⁶, psicólogo e consultor em gestão empresarial, que explica muito bem tudo isto que mencionei: Em resumo, ele diz que “*as empresas têm que entender que seu maior patrimônio é o ser humano, o resto (máquinas, etc.) não vale nada. Hoje em dia, o que importa é inovação e máquina não inova, quem inova são as pessoas. Mas a realidade brasileira não é assim, porque aqui o sistema é escravista: existe o senhor de engenho que não trabalha para não sujar as mãos. Por isso, ele contrata um capataz (chamado gerente nas fábricas), que não faz nada produtivo além de relatórios e ficar atazanado o trabalhador para produzir. Mas o trabalhador também é culpado, pois ele gosta de ser escravo: não quer pensar e gosta mesmo é de benefício (ticket refeição, transporte, etc.). Trabalha mal porque acha que ganha pouco. Mas ganha pouco porque, como ele, existem muitos e, portanto, ele é facilmente substituível. Se quiser ganhar mais, tem que mostrar um ótimo trabalho, porque o mercado de trabalho é definido pela raridade*”. Mostro este vídeo para todos os meus alunos e fico feliz quando chega na parte de que ninguém precisa de gerente. Penso: *nós também temos problemas com os gerentes...*

Eu já ouvi que tenho idéias muito loucas pois quero reaproveitar água de chuva para jogar no telhado e reduzir o calor, colocar janelas nas fábricas para ventilação e um melhor visual para a jornada de trabalho, e dividir setores com plantas, cascatas etc. Os gerentes, diretores e donos ficam horrorizados. “*Isto aqui é uma fábrica, não é a Disneylandia: se colocar janelas e muitos atrativos, ninguém vai prestar atenção no trabalho*”, dizem. Mas o que ocorre é justamente o contrário, quanto mais atrativos, mais “ligados” os trabalhadores ficam (e portanto, trabalham melhor e cometem menos erros) ao passo que em uma fábrica feia, quente demais ou fria demais, sem janelas e sem espaço de integração, o trabalho é pior devido à monotonia (Kroemer e Grandjean, 2005¹⁷). Além disso, eu não sei por que tanta resistência à Disney: ela é uma fábrica (de serviços) que funciona, ganha muito mais dinheiro que muita fábrica tradicional e não se houve falar em

¹⁷KROEMER, K.H.E.; GRANDJEAN, E. (2005) *Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem*. Porto Alegre: Bookman.

acidentes. Porque lá, a concepção da produção de diversão pública foi concebida para funcionar sem falhas porque se algo falhar a empresa perde o mercado. Todo mundo gosta de ir lá: porque é bonito, divertido, sem estresse. Mas a Disney não precisa ser privilégio de poucos e nem para ser usada só nas férias ou em fins de semana. Nosso dia-a-dia pode ser “Disney”, sim. A idéia de que trabalho é *tripalium* (instrumento de tortura) e que trabalhador tem que sofrer e suar é inadmissível.

Temos um projeto financiado pelo CNPq que espero possa tornar realidade: uma fábrica da inclusão, sem barreiras para deficientes e “normais”. Uma fábrica “Disney” que gera trabalho a partir da produção de produtos de alto valor agregado, utilizando resíduos. É a geração de trabalho e renda com preservação ambiental. Ela está sendo prototipada em Palmares do Sul, RS, com resíduos de lã e pele de ovelhas Texel que são enterradas porque não têm valor comercial, mas vão virar uniforme escolar: roupa e sapato. Da rizicultura da região, a quireira de arroz (vendida por centavos para ração animal) vai virar alimentação escolar. A coleta do lixo vai ser seletiva e a população vai receber dinheiro pelo que entregar limpo e já separado, inclusive pelo lixo orgânico, porque ele vai ser usado na permacultura de matéria-prima para a alimentação escolar. O rio vai ser despoluído com plantas aquáticas e para que os resíduos humanos não continuem poluindo o rio, vasos sanitários ecológicos vão ser instalados porque a cidade não tem sistema de esgoto. Prevê-se menos doença, melhor pescaria, fábricas de roupas, sapatos e alimentos, dinheiro e trabalho para todos os cidadãos. Dando certo, as fábricas vão ter ações valorizadas na Bovespa porque atende o tripé da sustentabilidade¹⁸ (que valora pessoas, planeta e lucro). Se ela virar realidade (o que falta no momento é o dinheiro para instalação das fábricas), vai ser o máximo da Macroergonomia! E, sem dúvida, nosso caso de maior sucesso!

A idéia deste livro foi disponibilizar um conhecimento que não é de fácil acesso, apontando os sucessos (e insucessos) alcançados com a Ergonomia, a fim de que outros interessados possam aprender com a nossa experiência. As teses e dissertações que usaram a AMT não foram colocadas nos livros pois estão disponíveis no *site* do PPGEP/UFRGS.

¹⁸ELKINGTON, J. (1999) *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone

<http://www.producao.ufrgs.br>

Eu agradeço às professoras Cristiane Affonso de Almeida Zerbetto e Raquel de Oliveira Bugliani pela força na produção deste livro, enviando trabalhos seus e de seus alunos.

1

Análise Macroergonômica do Trabalho AMT: Modelo de Implementação e Avaliação de um Programa de Ergonomia na Empresa

Lia Buarque de Macedo Guimarães

1 INTRODUÇÃO

A evolução da ergonomia mostra que seu foco mudou do posto de trabalho para o sistema organizacional. A preocupação com o posto e ambiente, de modo a adequá-los às capacidades do usuário, está implícita na definição de K.F.H. Murrell na época da fundação da *Ergonomics Research Society* em 1949: “a ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu ambiente de trabalho” (Ergonomics Society, 2006). A idéia era que a ergonomia atuando na concepção de um novo projeto ou na correção de um sistema já existente deve adequar o trabalho às capacidades física e cognitiva dos indivíduos, gerando um sistema humano-máquina mais seguro e eficiente para 90 a 95% da população usuária.

Com o seu amadurecimento, no entanto, a ergonomia foi ampliando seus horizontes e, na última década, passou a dar mais valor à qualidade do que à adequação. A ergonomia do sistema humano-organização prioriza o sistema organizacional (que engloba o ambiente, o posto e o projeto do trabalho) em busca da qualidade de vida, conforme pode-se depreender da definição oficial do Conselho da International Ergonomics Association em agosto de 2000: “a Ergonomia (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica dedicada ao conhecimento das interações entre o ser humano e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos para o projeto, de modo a otimizar o bem-estar do ser humano e o desempenho do sistema como um todo. O ergonomista contribui para a projeção e a avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, meio ambientes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas” (IEA, 2009).

Conforme é discutido em mais detalhe no *Capítulo 1* do livro *Ergonomia de Processo*, v. 1, desta Série Monográfica, na prática, a evolução da ergonomia, segundo Hendrick (1990; 1993), pode ser diferenciada em quatro fases, de acordo com a tecnologia enfocada.

Analisando-se cada uma delas, nota-se que a adaptação do posto vai perdendo a força para a qualidade do processo, da organização e da vida como um todo.

A **1ª fase**, denominada **ergonomia tradicional ou de hardware**, desenvolvida durante a 2ª Guerra Mundial, representa o início da ergonomia ou "*human factors*" como ciência prática formal. De início, concentrou o interesse no estudo das características (capacidades, limites) físicas e perceptuais do ser humano, e na aplicação dos dados no design de controles, *displays* e arranjos de interesse militar. A partir da década de 1970, tem impulso a **2ª fase** da ergonomia ou **ergonomia do meio ambiente** que trata das questões ambientais (ruído, vibrações, temperatura, iluminação, aerodispersóides) que interferem no trabalho. Hoje a questão ambiental vem sendo fortalecida pelas exigências de Normas (como a ISO 14000, ISO 18000). Com o advento da informática, a partir da década de 1980, estabelece-se a **3ª fase** da ergonomia, denominada **ergonomia cognitiva ou ergonomia de software** cujo maior interesse é o estudo do processamento de informação e sua aplicação em sistemas informatizados.

Alguns autores enfatizam a diferença entre a ergonomia de *hardware* e a de *software* mas elas apenas refletem as conseqüências da tecnologia empregada em cada fase. Considerando que qualquer sistema contempla as perspectivas física, cognitiva e psíquica (Wisner, 1987), a análise efetuada sob estas duas primeiras perspectivas, isoladamente, não consideram outras condições importantes que, juntas, conformam a atividade que o ser-humano desempenha. Assim, as pesquisas focadas exclusivamente na realização de uma tarefa ou de um grupo de tarefas que se vêm relacionadas com questões ambientais, físicas e/ou cognitivas, não contemplando o contexto organizacional e psico-social do sistema, são consideradas limitadas, ou seja, a análise é microergonômica, a mais tradicional em ergonomia. Para estudar a interação entre estes contextos, surge a macroergonomia (Brown, 1995; Hendrick e Kleiner, 2000).

2 A ERGONOMIA SOB A VISÃO SOCIOTÉCNICA: A MACRO- ERGONOMIA

A ergonomia mais contemporânea foca no todo e não se restringe a questões pontuais (como o posto, o ambiente físico e cognitivo do trabalho). É a **4ª fase** da ergonomia ou **macroergonomia**, que foca o ser humano, o ambiente, a máquina, o processo de trabalho e a organização, considerando, também, as questões organizacionais, culturais, políticas que impactam na atuação da empresa e, em decorrência, do trabalhador. É a tecnologia de interface humano-organização-ambiente-máquina cujo objetivo central é otimizar o funcionamento dos sistemas de trabalho, tendo em conta a interface do desenho organizacional com a tecnologia, o ambiente e as pessoas.

Conceitualmente, a macroergonomia é uma abordagem sociotécnica porque lida com quatro subsistemas: o pessoal, o tecnológico, o do trabalho e o ambiente externo, que atuam na estrutura organizacional e nos processos de produção. A sua abordagem é ao mesmo tempo *topdown* (ou de cima para baixo, no sentido da estrutura da organização, porque adota uma abordagem estratégica), *bottom-up* (ou de baixo para cima, no sentido da estrutura da organização, porque a abordagem é participativa) e *middle-out* (ou radial porque foca no processo) (Hendrick e Kleiner, 2001).

2.1 ANÁLISE MACRO- ERGONOMICA

O processo de análise macroergonômica, conforme proposto por Hendrick (1990), consiste na adequação organizacional voltada à concepção e gerenciamento das novas tecnologias. Sua aplicação evidencia interações no contexto social e organizacional para a melhor adequação do sistema de trabalho e concepção de novos sistemas. Para o processo de transformação de materiais (setor industrial) ou processamento de informações (setor de serviços) sua aplicação é conduzida dos níveis mais abrangentes (macro), até níveis mais restritos e pontuais do problema (micro). O nível de intervenção será determinado pelas condições da empresa quanto a fatores como organização (relacionado à diferenciação ou integração organizacional), formalização dos níveis de padronização e grau de centralização das informações e tomadas de decisões (Hendrick, 1990 e *Capítulo 2* do livro *Ergonomia de Processo v. 2* desta Série Monográfica). A especificação destas condições determinará qual o nível de intervenção e qual a possibilidade de reestruturação a ser alcançada para maior participação dos empregados no processo de trabalho.

2.1.1 A Importância da participação na macro- ergonomia

¹MARTINS, J. F. G. (1999?) *Vivências e experiências dos trabalhadores nos processos participativos: a busca do sentido da vida. Anais do Encontro Nacional de Estudos do Trabalho, 6th: 343-375.*

²FENSTERSEIFER, J. E. (org) (1995) *O Complexo Calçadista em Perspectiva: tecnologia e competitividade.* Porto Alegre: Ortiz.

Como base fundamental à aplicação da macroergonomia, o processo participativo verifica-se ao longo de todo o estudo ergonômico, apesar de haver na literatura questionamentos quanto a participação dos trabalhadores. Por exemplo, Dwyer (2000), com base em resultados pessimistas de Martins (1999)¹, questiona se o gerenciamento participativo é uma ferramenta para a participação do trabalhador ou para sua dominação ou, mais diretamente, uma estratégia gerencial para manipulação e, com base em um estudo de Ferstenseifer (1995)² questiona se os trabalhadores estão realmente satisfeitos com o modelo participativo ou se haveria uma outra ferramenta melhor. De acordo com Wilson (1999), a participação na indústria sempre foi vista com suspeita pelos sindicatos porque o envolvimento dos trabalhadores com os gerentes pode tornar estes mais conscientes do que ocorre no chão-de-fábrica, passando a deter o conhecimento tácito, enfraquecendo, assim, o sindicato. No entanto, o método participativo tem se mostrado eficiente desde que aplicado pela primeira vez na

Escandinávia, nos anos 1960, no Projeto de Democracia Industrial da Noruega. A experiência que o Núcleo de Design, Ergonomia e Segurança (NDES) do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) tem tido nas empresas com o uso da Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), que é apresentada neste capítulo, tem mostrado que o processo participativo é vantajoso, apesar das propostas dos especialistas serem recebidas, de início, com desconfiança, principalmente pela gerência. Para ela, é difícil aceitar que alguém de fora venha opinar sobre o trabalho que a empresa executa há anos. Por outro lado, por mais difícil que seja engajar os trabalhadores no estudo ergonômico, a experiência também tem mostrado que os esforços são recompensados no final. A ergonomia e o design participativos levam a soluções mais adaptadas e, portanto, colocadas em prática com aceitação tanto dos trabalhadores quanto dos empresários. Este retorno positivo está de acordo com a experiência de Nagamachi (1996) que concluiu que a possibilidade de participar do processo decisório dá ao trabalhador um sentimento de responsabilidade que resulta em maior motivação e satisfação no seu trabalho. A maior garantia de sucesso da AMT tem sido a participação efetiva de todos os envolvidos, apesar da desconfiança da gerência.

De uma variedade de métodos desenvolvidos ou adaptados para implantação da macroergonomia, um dos mais importantes é o método participativo (Brown, 1995). A participação dos indivíduos envolvidos no processo (tanto de concepção, quanto de operação) de trabalho propicia que a intervenção ergonômica tenha melhor resultado, pois reduz a margem de erros de concepção e garante que o novo sistema implantado tenha melhor aceitação por parte dos trabalhadores. Quando os usuários fazem parte do processo de concepção e desenvolvimento e implementação de soluções projetuais, eles são mais receptivos a novas propostas e entusiastas dos resultados alcançados. Por conseguinte, o envolvimento resulta em maior índice de sucesso nas modificações implementadas. Segundo Brown (1995), a participação dos funcionários é cada vez maior nas organizações que utilizam a ergonomia participativa, e isso traz maior motivação e satisfação dos funcionários no trabalho, e melhor qualidade de vida.

Para Haines *et al.* (2002), as razões para a aplicação da ergonomia participativa é a geração de melhores idéias e soluções de design, maior facilidade de implementação e retorno de valor, tanto para a organização quanto para os indivíduos. Para os autores, as forças contrárias incluem o custo e tempo envolvidos, o esforço para tornar as intervenções em um programa continuado, a necessidade de motivar

os participantes diretos e aqueles relacionados à empresa mas que não participam diretamente do processo (os *stakeholders*).

Haines *et al.* (2002) propõem um modelo de implementação de ergonomia participativa que contempla nove dimensões conforme a *Figura 1*.

dimensões	categorias
permanência	contínua - temporária
envolvimento	direto - parcialmente direto - por representação
nível de influência	toda a organização - departamento/ grupo de trabalho
tomada de decisão	delegação de grupo - consulta de grupo - consulta individual
composição de participantes	operadores- supervisores - média gerência pessoal de sindicato - especialista/staff técnico - gerência
tipo de convocação	compulsória - voluntária
objetivo	projeto de equipamentos ou tarefas - projeto de trabalho, grupos ou organização do trabalho - formulação de políticas ou estratégias
atuação	desenvolvimento de processo - identificação de problema - geração de solução - avaliação de solução - implementação de solução - manutenção de processo
papel do especialista	inicia e guia o processo - atua como membro da equipe - treina os participantes - disponível para consultoria

Figura 1 Nove dimensões do modelo de Haines *et al.* (2002) de implementação de um programa de ergonomia participativa

2.2 CUSTOS DA ERGONOMIA

No entanto, apesar de imprescindível, o caráter participativo é justamente um dos fatores que dificultam a implantação da macroergonomia e justificam a sua pouca disseminação. O custo “cultural” do envolvimento (em virtude do poder dado ao trabalhador para discutir as questões relacionadas ao seu trabalho) e o custo financeiro que advém do tempo dos trabalhadores disponibilizado para a ação ergonômica são, sem dúvida, barreiras importantes e, por isso, é comum ouvir que se já é difícil fazer microergonomia, muito mais difícil é trilhar pela macroergonomia. Mas qual é realmente este custo e quais são os benefícios de uma intervenção macro em comparação com a micro? A experiência do NDES tem mostrado que é mais fácil a empresa pagar por soluções de ambiente físico e posto de trabalho (mesas, cadeiras, etc.), que às vezes demandam um valor econômico alto (mas representam um custo cultural zero), do que aceitar mudanças organizacionais que têm custo quase zero (o custo é o de capacitação) mas um custo cultural alto.

2.2.1 Ergonomia como redução de custo

Se o custo é uma preocupação ou até mesmo a linguagem da empresa, nada mais lógico, então, que os ergonomistas tenham esta preocupação em mente quando forem divulgar e implementar qualquer ação ergonômica na empresa. Conforme já mencionado no *Capítulo 1* do livro *Ergonomia de Processo v. 2* desta Série Monográfica, um estudo da Auburn Engineers (2001) sobre a utilização de ergonomia em projetos sugere que se ela for considerada na fase de conceituação de

projeto, ou seja, ocorrer como ergonomia de concepção, seu custo acrescentará apenas 0,5% ao custo de projeto. Se as considerações ergonômicas só forem feitas na fase de detalhamento de projeto, elas acrescentarão entre 2 e 3% ao custo de projeto. Se a ergonomia só é considerada na fase de construção do sistema, ela pode acrescentar 5%. Quando a ergonomia é considerada após o término do projeto, os custos podem representar 10 a 20% do custo de projeto.

De acordo com a experiência de Gross (1996), o custo do levantamento e análise que configuram o Diagnóstico ergonômico é 5% do custo do desenvolvimento das Soluções. E é o Desenvolvimento, Implementação e Validação de soluções apropriadas o que determina o sucesso em lidar com as questões prejudiciais ao usuário e ao sistema produtivo. As soluções geralmente exigem um investimento significativo de capital, o que demanda a avaliação do retorno financeiro antes da implementação do programa de melhorias. Um exemplo dado pelo autor é o investimento em uma indústria farmacêutica: US\$ 25000,00 para avaliar, mais US\$ 470000,00 para implementar as soluções para melhorar a produtividade e reduzir o risco potencial de desconforto e distúrbios nos trabalhadores. O retorno em potencial deste investimento é de 30% a 60% de redução nos custos de doenças ocupacionais, por ano, a partir das melhorias implementadas.

Considerando que o custo da ergonomia é menor quando é considerada no início de um projeto, é óbvio que todos se beneficiariam da ergonomia de concepção. Da mesma forma, os benefícios são maiores se ao invés de focar em um ponto específico (como na microergonomia), os problemas são encarados de forma mais ampla e participativa (como na macroergonomia). Os itens a seguir são alguns indicadores de possíveis problemas ergonômicos que podem informar que um empregado está tendo dificuldades com seu trabalho em função de um sistema ruim. Estes itens significam custos para o sistema como um todo:

- aumento de distúrbios ocupacionais e tendência a doenças;
- aumento de absenteísmo;
- *turnover* elevado;
- reclamações dos trabalhadores;
- alto índice de horas extras;
- alterações no trabalho efetuadas pelos empregados;
- alto índice de reclamações quanto a segurança;
- baixa qualidade de produtos.

Mas como reduzir os custos de tantas variáveis que estão envolvidas? Quais são aquelas que têm mais peso no custo global? Como produzir o melhor para o usuário incorporando qualidade ergonômica (conforto e segurança) ao projeto de trabalho? Alterar só uma parte e sob o olhar do especialista é o que dá melhor resultado? Tudo indica que não. Geralmente, no entanto, a ergonomia, quando aplicada na empresa, é micro-orientada e de correção, para corrigir falhas identificadas no sistema humano-máquina.

As atuações tradicionais em ergonomia, ao contrário do que a AMT propõe, geralmente dá-se por meio de consultoria externa que atua especificamente sobre o problema para o qual foi contratada (muitas vezes, a demanda da Delegacia Regional do Trabalho - DRT, por exemplo). Esta visão micro-orientada acaba analisando as questões de forma superficial, sem sequer identificar as razões primárias do problema, que podem estar em outro local do processo, fora do alvo inicial da demanda. O consultor propõe algumas soluções para o problema desfocadamente e, geralmente, as soluções não são implementadas, porque não atacou realmente o problema. O consultor leva consigo o conhecimento gerado e a empresa acaba sem nada: não otimiza nem o posto, nem o processo e nem aprende com a experiência. O laudo, ou até mesmo o diagnóstico, deixado pelo consultor, pode resultar em duas situações: não muda em nada a situação encontrada, pois não é considerado na empresa; ou, quando usado, muda de uma forma que geralmente não seria a melhor, já que a empresa não tem competência para implantar as soluções, sozinha, pois não tem pessoal capacitado em ergonomia. Pode-se assumir, então, que este tipo de intervenção *topdown* não é eficaz. Poucos são os dados sobre custos e benefícios de intervenções micro-orientadas mas algumas iniciativas de custeio foram feitas sobre programas macroergonômicos.

3 CASOS DE SUCESSO DA MACRO-ERGONOMIA

Um programa de ergonomia de Nagamachi e Imada (1992) em uma empresa distribuidora de petróleo, após dois anos da implantação reduziu em: 54% os acidentes industriais; 51% os acidentes em veículos motorizados; 84% os acidentes fora do trabalho; 94% os dias perdidos de trabalho. Resultou em uma economia de cerca de 0,5% dos custos globais da companhia (US\$ 60.000 dólares anuais). Um programa de Nagamachi (1996) na Mitsubishi Electric's Fukuyama Plant gerou incrementos de produtividade na ordem de 56%, além de ganhos de satisfação dos trabalhadores com o novo trabalho. Hendrick (1998) menciona que uma intervenção na empresa calçadista Red Wing Shoes resultou na queda em 70% dos prêmios pagos em segurança entre 1989-1995, o que representou um lucro de \$3.1 milhões, e os incidentes com perda de tempo reportados à OSHA caiu de 75 para cada 100 trabalhadores/ano para 19.

3.1 CASOS
DE
SUCESSO
DO NDES:
PRODUÇÃO
DE
MEDIDORES
ELÉTRICOS
NANA
FABRICAÇÃO
DE
CALÇADOS

Um estudo de três anos na empresa ABB de Cachoeirinha, RS, Brasil, realizado pelo NDES aumentou a produtividade em torno de 17% na montagem de dois modelos de medidores elétricos e reduziu o índice de DORT em 70% em função de melhorias ergonômicas efetuadas no produto fabricado, no posto e no sistema de trabalho como um todo (veja Fischer, 2000; Fischer e Guimarães no *Capítulo 2.1* do livro *Ergonomia de Processo*, v. 2 desta Série Monográfica). Os custos destes programas devem ter sido bem inferiores aos benefícios obtidos. Realmente, na época o gerente industrial avaliou que o ganho foi de 147%, o que eu não entendi, pois o que foi considerado como ganho, em Fischer (2000) foi apenas quantidades de produtos sem defeitos. Mas hoje eu reconheço que o gerente tinha razão, e os ganhos devem ser em torno de 147% pois o projeto mexeu em tudo na empresa: dentro dela (pela transformação do processo produtivo, melhorias físico-ambientais e de posto, o design do medidor para facilitar a montagem e desmontagem pois eliminou-se ao máximo os parafusos que são caros e geram LER, e reduziu-se o número de componentes, que na sua maioria passou a ser encaixado, e de materiais); e fora da fábrica, pois foi feito um trabalho com os fornecedores que enviavam os componentes já em bandejas, retornáveis, para serem diretamente utilizadas nas células, o que reduziu custo de embalagem e de pessoal de expedição.

Outra pesquisa foi desenvolvida pelo mesmo NDES (veja Renner, 2007 e o *Capítulo 2.11* do livro *Macroergonomia v.2: Aplicações em Processo* desta Série Monográfica) na A. Grings, calçados Picadilly de Igrejinha, RS, Brasil, uma empresa de grande porte do setor calçadista. Após três anos de pesquisa, o sistema taylorita/fordista de produção, típico da indústria calçadista, foi substituído, em uma das linhas de montagem (composta por 100 pessoas) por um sistema de produção em equipes multifuncionais, capacitadas para atuar nas várias etapas do processo, controlar a qualidade do processo e dos produtos, e efetuar os *set ups* necessários nas mudanças dos lotes. Enfim, os antigos operadores “do posto/uma tarefa” passaram a ser responsáveis por toda a produção dos lotes. Como resultado, melhorou a qualidade do produto e reduziu o retrabalho (aproximadamente 10%) e a produtividade aumentou em 3%. Ocorreu redução de 45,65% no número de horas não trabalhadas. Os afastamentos por Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) neste grupo reduziram-se a zero no último período de 12 meses. Os acidentes de trabalho foram reduzidos a dois acidentes/ano, representando 80% menos que as demais linhas que operavam no sistema tradicional. Tendo em vista o sucesso do projeto, os trabalhadores multifuncionais, hoje, são responsáveis por treinar os demais colegas, de forma que toda a empresa funcione no novo modelo sociotécnico de produção.

Mas se a ergonomia dá certo, por que há tanta resistência por parte das empresas? Além das forças contrárias já mencionadas por Haines *et al.* (2002), independente do retorno financeiro que a ergonomia possa dar, talvez o que dificulte a ação ergonômica nas empresas seja a falta de interesse das mesmas na melhoria da qualidade de vida da sua mão-de-obra, apesar do conseqüente aumento de produtividade. Um estudo de Silva (2007) questiona as vantagens das consultorias em ergonomia realizadas no Brasil, e tenta esclarecer as causas do desinteresse pela ação ergonômica completa. Seu estudo ressalta que a contratação dos serviços se dá geralmente em função de necessidades legais (auditorias da DRT, ou para conformidade com normas ISO, OHSAS etc.), pelo o que as empresas pagam o mínimo possível. A meta é muito mais “se livrar de um problema” do que propriamente usufruir das benfeitorias que um programa de ergonomia pode trazer.

No estudo de Silva (2007), que está de acordo com a experiência do NDES, a demanda pela ação ergonômica é geralmente feita pelo setor de Recursos Humanos (RH) ou Serviço de Segurança, Saúde e Medicina do Trabalho (SESMT) das empresas, mas quem acompanha o estudo geralmente é o técnico de segurança que não tem formação básica em ergonomia para tal atividade e, muito menos, dar continuidade aos estudos. Quando a demanda é considerada mais simples, pela empresa, ela nem sequer contrata uma consultoria em ergonomia (geralmente considerada cara, independentemente do preço), solicitando ao técnico de segurança “safo” que resolva o problema. No meio da barganha pela contratação do serviço, a empresa acaba preferindo o técnico “safo” em detrimento do ergonomista que “tá karo”. No mesmo estudo, Silva (2007) acrescenta sua visão sobre as consultorias vigentes: por um lado, as prestadas por consultores com experiências diversas, certificados, ou não, pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), que cobram valores bem diferentes para um mesmo serviço que não necessariamente são prestados com a mesma profundidade. Por outro lado, as universidades, que apresentam propostas mais consistentes, e têm capacidade (pelo conhecimento acumulado nas equipes) de conduzir pesquisas mais abrangentes e, inclusive, medir os custos e benefícios das ações. No entanto, que empresa quer este serviço? Pela pesquisa de Silva (2007), poucas, porque a maioria só quer se livrar de um problema e não precisa de especialistas para isso, e porque as demais consideram que a academia não entende os problemas mais “mundanos” do dia a dia das empresas e, portanto, seu conhecimento não tem aplicação prática. Além do mais, se a empresa não quer um estudo ergonômico, porque as universidades oferecem mais do que a empresa quer?

Tudo indica que há um problema de linguagem, sem dúvida, na relação entre universidade e empresa no Brasil (em todas as áreas e não apenas na ergonomia). Silva (2007) apresenta um depoimento de um consultor ergonomista que muitas vezes é chamado na empresa para “traduzir” o relatório deixado pela universidade, cuja linguagem técnica está além da possibilidade de entendimento dos técnicos da empresa. Para o autor, “a arte (a universidade) está longe do povo (a empresa)”. Esta experiência confere com a do NDES ao longo de seus 15 anos de atuação no estado do Rio Grande do Sul. Fora os poucos exemplos de sucesso na ABB (Fischer, 2000) e na A. Grings - calçados Picadilly (Renner, 2007), cujos estudos tiveram duração de no mínimo três anos e permitiram avaliar os custos e benefícios das ações ergonômicas, apenas na John Deere Brasil, Unidade de Horizontina, RS, outra parceira do NDES, pode-se dizer que houve realmente uma parceria entre universidade e empresa para a manutenção de um Programa de Ergonomia. Nas demais empresas com quem o NDES manteve parceria, não foi possível estabelecer ou consolidar um Programa, apesar de se ter confirmado os ganhos ergonômicos (principalmente redução de fadiga e/ou dores) e de produtividade. Algumas empresas preferem não mudar, pela simples razão que sempre funcionaram de um certo jeito. Mudanças e confirmação de subsequentes ganhos podem significar que a empresa deixou de ganhar por longo tempo, e de alguma forma, não evoluiu. Além disso, mudanças macroergonômicas significam mudanças de poder, ou seja, mais poder para o trabalhador e menos para a média gerência que, portanto, não aprova a continuidade do Programa. Mas talvez isto mudasse se a gerência tivesse participação nos lucros, o que geralmente não ocorre. Os ganhos da ergonomia vão diretamente para o trabalhador (em função da redução de fadiga e distúrbios e principalmente da melhoria da qualidade de vida) mas o aumento da produtividade não é dividido (quem ganha é o empresário).

A forma de contornar este problema é a substituição da figura da consultoria “micro-orientada” pela parceria para socializar, de forma *bottom up* e *middle up down*, o conhecimento gerado em ergonomia e impedir que este conhecimento saia da empresa. Como consequência, o Programa de Ergonomia é uma estratégia de fazer com que o conhecimento seja absorvido, a médio e longo prazos, pelo pessoal da empresa, para que ela passe a atuar, sozinha, e resolver seus próprios problemas de cunho ergonômico. Em outras palavras, o caráter eminentemente participativo do Programa transforma os sujeitos em agentes de melhoria do produto e/ou sistema, ao qualificá-los a identificar e resolver problemas (quer sejam nos produtos que manuseia ou nos processos que executa) relacionados ao seu trabalho, muitas vezes dispensando a presença de especialistas. Esta é a proposta da Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) que é apresentada neste capítulo.

**4 AMT:
APLICAÇÃO
DO MÉTODO
PARTICIPATIVO
EA
PESQUISA-
AÇÃO**

A Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) é um método de ação ergonômica com abordagem participativa que, quando aplicada nas empresas, não assume o caráter de pesquisa descritiva da maioria das intervenções, tendo a orientação metodológica de uma pesquisa-ação (*Action-Research*) termo cunhado pelo psicólogo alemão Kurt Lewin para tentar responder as demandas da sociedade americana do pós-guerra, procurando maneiras de modificar comportamentos considerados inadequados frente a determinadas situações, servindo, assim, como um instrumento que fosse capaz de unir teoria e prática. Lewin (1946) afirmava que tais mudanças de comportamento não poderiam se desvincular do trabalho de pesquisa, assim como a pesquisa não se desvincularia da ação, aplicando modelos oriundos das ciências físico-naturais, a partir dos conceitos de campo.

A pesquisa-ação, conforme proposta de Lewin (1946), esbarra no pressuposto da busca de objetividade nas ciências, no qual o pesquisador deveria se colocar de fora das questões, em um campo pretensamente neutro. Na pesquisa-ação, o pesquisador é incluído no campo em que investiga e sua ação também modifica o que é estudado, em um caráter utilitário com objetivo de “uma maior sensibilização e conscientização”

Conforme Thiollent (1986, p. 14), a pesquisa-ação é “... *um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo*”. Pelo seu caráter de ação cooperativa, a pesquisa-ação se diferencia da pesquisa descritiva, geralmente levada a cabo nos estudos tradicionais em ergonomia, que procura conhecer a realidade sem interferir para modificá-la. A pesquisa-ação também se diferencia da pesquisa científica tradicional pelo seu caráter de integração direta com o meio não acadêmico. A cientificidade do pesquisador tradicional geralmente separa o papel de pesquisador (que é o de conhecer a realidade sem se envolver diretamente com o meio) e o papel do administrador e do político (que é o de transformar a realidade). A pesquisa-ação integra estes dois elementos, conhecimento e transformação da realidade, que estão intimamente relacionados.

De acordo com esta orientação, os pesquisadores assumem um papel de assessores no grupo que busca uma transformação e que decidiram que sua experiência pode servir como contribuição ao conhecimento. Assim, a equipe de pesquisa elabora, junto com os usuários, as propostas que são discutidas e aprovadas por todos os participantes,

cabendo a ela a organização do material para as discussões e a coleta de dados necessários, bem como a redação dos relatórios. As decisões são, no entanto, tomadas em conjunto, pesquisadores e participantes. As reuniões, os seminários na empresa etc., são o foro de apresentação dos dados da pesquisa, discussões e tomada de decisões. É onde se congregam novos conhecimentos adquiridos pela contribuição de consultores externos. A pesquisa-ação toma um caráter pedagógico com a mudança de atitudes e comportamentos necessários para a viabilização e sustentação das mudanças organizacionais pretendidas.

Dentro desta idéia de transformação efetiva de uma dada situação, a Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) foi estruturada para ser utilizada tanto pelo pesquisador ergonomista quanto pelos representantes das empresas, responsáveis pela implantação das ações ergonômicas. Esta característica é digna de nota já que, além dos *check-lists*, destacando o proposto pelo International Labour Office (Brasil, 2001), poucos autores em ergonomia, entre eles, Malchaire (1997) e Ahonen, Martii e Kuorinka (1989) propõem um método de análise acessível, também, ao pessoal de empresa. Além do seu caráter estratégico eminentemente participativo, que se concretiza pela integração dos usuários em todas as fases de ação ergonômica, a diferença entre a AMT e a maioria dos métodos utilizados em ergonomia é a dimensão do seu foco de ação. A AMT pretende, antes de tudo, contribuir para a melhoria da qualidade de vida e de trabalho e, desta forma, parte da organização, passa pelo processo até chegar no posto de trabalho. Na maioria dos estudos em ergonomia, desenvolvidos pelo NDES, em parcerias com empresas de diferentes setores da indústria, as maiores demandas diziam respeito às questões de organização do trabalho que derivavam de problemas no processo de produção e da política da empresa. Tentar atendê-las com melhorias no posto de trabalho seria em vão.

Os 15 anos de experiência com empresas de vários portes e vários setores da economia levaram o NDES a reconsiderar como deveria atuar para “forçar” um Programa de Ergonomia na empresa. A estratégia para tal baseia-se no atendimento das necessidades tanto do trabalhador quanto do empresário, mais precisamente, pela valorização da mão-de-obra e melhoria das condições de trabalho, e pelo foco no aumento de produtividade, redução de perdas (por redução de retrabalho e defeitos em geral) na melhoria de processos em geral, respectivamente. Tendo em vista o problema de “linguagem” (conforme Silva, 2007), a estratégia também considera a minimização do tempo de pesquisa, focando primordialmente os pontos de maior impacto, mesmo que a ação ergonômica não seja a mais correta (ou seja, investigar tudo em

profundidade) aos olhos da academia. Tira-se partido dos recursos de matemática e estatística os quais, apesar de não serem usualmente utilizados na ergonomia Brasileira, fazem parte do repertório das empresas, tendo um impacto geralmente positivo na gerência. A estratégia é dar um pouco mais do que a empresa pede (qualidade de vida para os trabalhadores) e está disposta a pagar, oferecendo o que a gerência tem interesse, ou seja, retorno em produtividade e consequente aumento de lucro (ou redução de custos). A idéia é “seduzir” os empresários com os ganhos medidos, a fim de conseguir uma melhoria de qualidade de vida para os funcionários. Este tipo de qualidade (não tão tangível) não é um objetivo das empresas, porque o paradigma da produção tradicional (taylorista/fordista e mesmo da produção enxuta) é que a meta é produção/hora (bastante tangível) e que conforto é incompatível com produtividade.

Quanto a isto, é interessante notar que, na experiência do NDES, há registro de gerentes que pensam que quem trabalha sentado produz menos e, portanto, retirar as cadeiras é uma solução! Vários estudos do NDES (Fischer, 2000; Renner, 2007, entre outros) provaram justamente o contrário (é óbvio), que quanto maior o conforto e segurança auferidos no trabalho (seja por causa de fornecimento de equipamentos para descanso, pausas, redução de manuseio de carga, redução de sobrecarga de trabalho de qualquer tipo) maior é o impacto positivo nos indicadores de produção. Enfim, a AMT, que será detalhada adiante, é um método que pretende “fundir a arte (o conhecimento formal) com o povo (conhecimento tácito da empresa)”.

4.1 SISTEMA SOCIOTÉCNICO CONSIDERADO NA AMT

A AMT pretende ser a base para gerenciamento do Programa de Ergonomia implementado em cada setor, uma ferramenta para identificação de prioridades de atuação e de controle da eficácia das melhorias implementadas. Tendo em vista que a AMT tem base na sociotecnica, a melhor forma de apresentar os resultados é agrupando os fatores dentro dos quatro subsistemas (e suas interações) do sistema sociotécnico: o pessoal, o do projeto de trabalho, o tecnológico e o do ambiente externo.

4.1.1 Subsistema pessoal

O subsistema pessoal ou humano, na abordagem sociotécnica, divulgada por Hendrick e Kleiner (2001) tem três características: a) o grau de profissionalismo; b) as características demográficas e c) os aspectos psicossociais. O subsistema é formado por várias pessoas com capacitação diversas e que devem ser elicitadas para melhor compreensão do mesmo. Fatores característicos do subsistema pessoal são: sexo, idade, escolaridade, formação, tempo na função, tempo na empresa, tempo disponível para atuação na empresa etc.

4.1.2 Subsistema do projeto de trabalho

Conforme Hendrick e Kleiner (2001), o subsistema do projeto de trabalho considera a complexidade da empresa (ou seja, diz respeito ao grau de diferenciação ou integração dentro da organização), a formalização (que está relacionada ao nível de padronização das tarefas) e a centralização (que se refere ao grau com que os processos decisórios se encontram concentrados dentro das organizações). A tecnologia, determinante da estrutura de um sistema de trabalho, é classificada por Hendrick e Kleiner (2001, p.47):

- a) pelo modo como se dá a produção, ou tecnologia da produção: as equipes são fixas? Trabalho é em turno? Como é estruturada a escala? . Quantas horas de trabalho/dia? Por semana?
- b) pela ação dos indivíduos sobre um objeto, de forma a modificá-lo, ou tecnologia do conhecimento: qual a capacitação fornecida? Como é passado o conhecimento (formal? informalmente?)
- c) pelos graus de automação, rigidez do fluxo de trabalho e especificidades das atividades ou integração do fluxo de trabalho: as pessoas têm autonomia? Quem manda? Toda esta tecnologia é enquadrada por Hendrick e Kleiner (2001) no subsistema tecnológico, mas nos estudos desenvolvidos pelo NDES (e no método Design Sociotécnico apresentado no livro Design e Sustentabilidade, FEENG, 2010) ela foi incluída no subsistema do projeto de trabalho tendo em vista a ligação direta com a organização do trabalho.

4.1.3 Subsistema tecnológico

O subsistema tecnológico, para Hendrick e Kleiner (2001), é entendido pela tecnologia mencionada no item anterior, mas nos estudos que vêm sendo desenvolvidos pelo NDES tem sido entendido como as ferramentas, as máquinas, os aparatos, enfim a tecnologia disponível, já que o tipo de processo produtivo e suas características são descritivas do processo de trabalho. São considerados: quais equipamentos de comunicação? quais equipamentos de ação?

4.1.4 Subsistema do ambiente externo

O subsistema do ambiente externo, que geralmente é o que mais influencia os demais, é o subsistema do sistema sociotécnico que lida com a sobrevivência das empresas pois, conforme Hendrick e Kleiner (2001) ela tem relação com o grau de adaptabilidade da empresa, ou seja, com o meio em que ela está inserida. Duas dimensões do ambiente externo são importantes nesta sobrevivência: o grau de mudança do meio (ou seja, o dinamismo) e o grau de complexidade, que diz respeito ao número de componentes do meio com os quais a empresa se relaciona. Negandhi (1977³ apud Hendrick e Kleiner, 2001) identificou cinco tipos de ambientes externos que afetam significativamente o funcionamento de uma organização:

³NEGANDHI, A.R. (1977) A model for analysing organization in cross cultural settings: a conceptual scheme and some research findings. In: A.R. Negandhi, G.W. England & B. Wilpert (Eds) *Modern organizational theory* (pp. 285-312) Kent State, OH: University Press.

- socioeconômico: principalmente o grau de estabilidade, natureza da competição e disponibilidade de mão-de-obra e matéria prima qualificada;
- educacional: pela disponibilidade de programas para capacitação de pessoal;
- político: pelo grau de estabilidade e atitudes tomadas nos diferentes níveis governamentais, em relação aos negócios, emprego e controle de preços;
- cultural: sistema de castas e *status* na comunidade; valores e atitudes dos empregados e seus familiares em relação ao trabalho, gerência, relação dos sindicatos;
- legal: avaliado pelo grau de controle legal, restrições e requisitos de atendimento (por exemplo, leis, normas vigentes).

As relações e interações entre os subsistemas do sistema sociotécnico são mostradas na *Figura 2*. No caso de se analisar isoladamente os subsistemas, tem-se a caracterização dos mesmos mas não o impacto que cada um tem no outro, que é o que acaba por definir as relações no sistema sociotécnico. Por exemplo, analisar apenas as ferramentas de trabalho (que faz parte do subsistema tecnológico) à luz da sua qualidade técnica não tem importância para a ergonomia porque a ferramenta sendo usada pelas pessoas (subsistema humano) é o que define sua qualidade. Assim a interseção entre o subsistema humano (que usa a ferramenta) e o tecnológico (a ferramenta) é a denominada interface humano-tecnologia que é uma das interfaces que importa na análise.

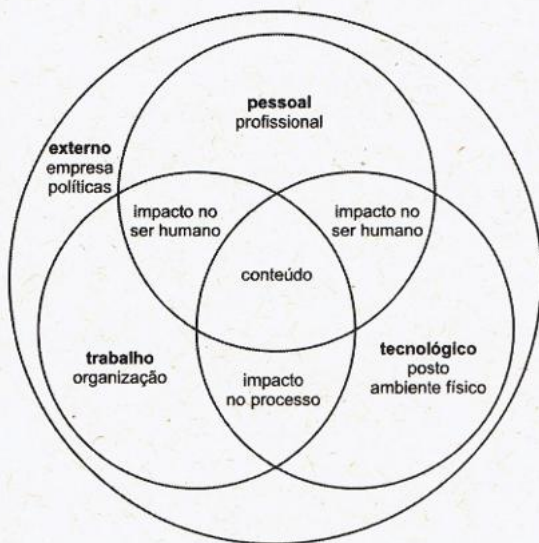


Figura 2
Interações entre os
4 subsistemas do
sistema
sociotécnico que é
a base da AMT

**5 ANÁLISE
MACROERGO-
NÔMICA DO
TRABALHO
(AMT) COMO
BASE PARA
UM
PROGRAMA
DE
ERGONOMIA
DA EMPRESA**

As seções a seguir abordam as bases para a formulação e implantação de um Programa de Ergonomia da empresa (o grifo é para diferenciar de um Programa na empresa) e propõe um indicador para gerenciamento de custos e benefícios das atividades deste Programa. Entende-se que um Programa tem cunho estratégico pois é a semente da cultura em ergonomia da empresa e que esta só pode se interessar por sua aplicação a partir do momento que dispõe de mecanismos de implantação, de gestão e controle de atuação para viabilizar um estudo de custos e benefícios da ação ergonômica. O enfoque do Programa proposto é sociotécnico pois considera-se que, sem dúvida, a macroergonomia é a trilha para a implantação de um Programa de Ergonomia da empresa. Com a perspectiva da incorporação da segurança e, por que não, do conforto e da satisfação, no processo de trabalho, no dia a dia do trabalhador e da organização, a ergonomia pode deixar de se resumir à identificação de “mesas e cadeiras” do posto de trabalho para atuar no que realmente lhe compete: na qualidade de vida e na dignidade do trabalhador.

Um Programa de Ergonomia deve identificar, monitorar e alterar quaisquer situações que comprometam a qualidade de vida no trabalho. Situações comprometedoras ocorrem quando um ou mais dos quatro fatores básicos que compõem o cenário de trabalho não estão dentro da faixa considerada normal ou ideal, podendo se tornar um risco para a saúde do trabalhador e fonte de redução de produtividade. Estes quatro fatores dizem respeito às quatro interfaces com o ser humano e resumem-se: 1) nos fatores do posto de trabalho ou biomecânicos; 2) nos fatores físico-ambientais; 3) nos fatores cognitivos ou de conteúdo; e 4) nos fatores da organização do trabalho. A meta de um Programa de Ergonomia é a estabilidade dos sistemas humano, técnico e do projeto do trabalho que, em decorrência, garante a qualidade de vida, da produção e dos produtos fabricados. A partir do momento que o Programa tem bem definidos suas metas e os meios para alcançá-las, pode dispor de elementos de auto-avaliação que venha garantir a atividade e continuidade do Programa. O foco da AMT é identificar produtos e processos associados com algum prejuízo, e, então, implementar uma abordagem sistemática para avaliar este prejuízo. O objetivo final é desenvolver um plano de ação para reduzir ou, preferivelmente, eliminar este prejuízo. Isto significa desenvolver um produto melhor, ou projetar uma ferramenta ou um processo melhor, tendo certeza que esta melhora é mensurável e, portanto, com chances de aceitação pela empresa.

A literatura em ergonomia apresenta protocolos para facilitar o levantamento de dados e medir o desempenho em postos de trabalho, princi-

palmente para avaliar o risco de Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). Os *checklists* (por exemplo, o de Lifshitz e Armstrong, 1986; Keyserling *et al.*, 1993; e Couto, 1998) compreendem perguntas e as respostas são interpretadas como riscos em uma escala. Os métodos semi-quantitativos (por exemplo, Karhu, Kansii e Kuorinka, 1977; Ahonen, Martii e Kuorinka, 1989; McAtamney e Corlett, 1993; Malchaire, 1998; Rodgers, 1992; e Long, 1993) se baseiam em observação direta ou indireta, os dados são selecionados com base em perguntas e convertidos em escalas numéricas ou diagramas. Os critérios quantitativos propõem fórmulas como é o caso dos métodos de Moore e Garg (1995) e a proposta da IEA (Colombini *et al.*, 1999). Estas ferramentas retornam uma avaliação generalizada, por meio de categorias de ação (por exemplo, o posto necessita alteração urgente, o posto não necessita alteração etc.) ou classificação em níveis (posto de alto, médio ou baixo risco, por exemplo). A maioria dos protocolos analisa o posto de trabalho com base na opinião do especialista; poucos (Malchaire, 1998; Ahonen, Martii e Kuorinka, 1989) consideram a opinião do especialista e do usuário. Os protocolos para avaliar a carga subjetiva de trabalho tais como o da NASA (Hart e Staveland, 1988) e o SWAT (Reid *et al.*, 1981) baseiam-se apenas na opinião dos usuários.

Quer o retorno seja dado por valores de escala discreta ou de categoria de ação, o tipo de resposta destes protocolos não é sensível a pequenas diferenças entre duas ou mais situações. Além disso, enquanto o protocolo da NASA foca na carga de trabalho, os demais protocolos (à exceção do protocolo de Malchaire, 1997) focam o posto em detrimento dos outros três fatores. Portanto, eles não podem ser considerados instrumentos de análise de trabalho mas, sim, de posto de trabalho.

A macroergonomia tem sido desenvolvida nas empresas, pelo NDES, por meio da implantação de um Programa de Ergonomia com vistas à implantação de uma cultura de ergonomia na empresa. A maneira para implementar um processo de ergonomia varia de acordo com as necessidades, interesses e possibilidades de cada empresa. Às vezes não é possível implantar tudo o que a macroergonomia identifica, mas mesmo que os resultados sejam microergonômicos (que já é melhor do que nada), o enfoque da AMT começa sempre do mais amplo, ou seja da organização e do processo produtivo até os níveis mais pontuais do posto de trabalho. Isto, porque não adianta mexer no posto se o problema está no processo. Já houve casos em que a demanda foi a melhoria de um dado posto que no final da intervenção macroergonômica, deixou de existir porque foi alargado e enriquecido no sistema como um todo.

A AMT objetiva uma análise do trabalho (e não apenas do posto) sob os dois pontos de vista (o do usuário e o do especialista) e retorna um valor ponderado, obtido por escalas contínuas, o que simplifica a análise estatística e permite comparar diferentes trabalhos. A AMT permite analisar as questões físico-ambientais, de posto de trabalho ou biomecânicas (que incorpora equipamentos, ferramentas etc.), cognitivas ou de conteúdo do trabalho, organizacionais e de gestão implicadas no trabalho, como um todo, e com pesos iguais, associadas ao fator de risco e de gestão estratégica ou conceituação da empresa. O fato de se ter um valor comparável facilita a priorização da intervenção e, também, permite avaliar o efeito de uma dada alteração implementada no trabalho, quando for medida a situação pré e pós-intervenção ergonômica. Para facilitar a implementação de um Programa continuado de ergonomia na empresa, a AMT propõe um protocolo de ação que considera os quatro fatores básicos de uma intervenção ergonômica e que tiveram ênfases diferentes em cada uma das fases da Ergonomia:

- questões biomecânicas e antropométricas, ou do **posto de trabalho** (1ª fase da ergonomia);
- questões **ambientais** (2ª fase da ergonomia);
- questões **cognitivas** ou de conteúdo (3ª fase da ergonomia);
- questões de **organização do trabalho** (4ª fase da ergonomia); além de considerar:
- os fatores de **risco** no trabalho; e
- a forma de gestão estratégica e conceituação da **empresa**, ou seja como ela é vista pelos trabalhadores e pela sociedade.

5.1 AMT: ETAPAS DA INTERVENÇÃO ERGONÔMICA

A AMT propõe inicialmente o **lançamento do projeto (fase 0)** seguido de cinco fases. Estas cinco fases estão de acordo com a maioria dos modelos de intervenção ergonômica propostos na literatura (Harris, 1987; Moraes e Mont'Alvão, 1998): **1) levantamento ou apreciação ergonômica** (com portal de retorno); **2) análise da situação ou diagnose ergonômica** (com portal de retorno); **3) proposta de soluções** (com portal de retorno); **4) validação de soluções** (com portal de retorno); **5) detalhamento ergonômico**.

Apesar destas fases consolidarem uma intervenção ergonômica completa, Soares (2006), discutindo o desenvolvimento da ergonomia no Brasil, passados mais de vinte anos desde seu início no país, mostrou que a atuação nas empresas ainda é pouco marcante. No levantamento efetuado pelo autor, poucos são os estudos completos,

ou seja, que puderam diagnosticar, propor soluções e validá-las. Como exemplos, são citados os estudos de Saurin e Guimarães (2006), Masculo e Aversari (2003), e Soares, Santos e Silva (2002), realizados em grandes empresas. Nota-se, no entanto, que não foi feita menção sobre a avaliação dos custos e benefícios alcançados nestes estudos, apesar de já existirem referências.

5.2 O
 DIFERENCIAL
 DAAMT: O
 CARÁTER
 PARTICIPATIVO

A diferença entre a AMT e outros métodos de ação ergonômica (como a Intervenção Ergonomizadora de Moraes e Mont'Alvão, 1998, e a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) de Fialho e Santos, 1997; Guérin *et al.*, 2001; Vidal, 2003) é justamente o seu caráter sistêmico e eminentemente participativo, que se concretiza pela participação dos usuários em todas as fases de projeto. Por causa desta participação, e do enfoque de parceria, a AMT tem mais chance de sucesso na implementação de mudanças. Muitos estudos de consultoria tendem a finalizar no diagnóstico ergonômico, com as recomendações de melhoria, que comumente acabam na gaveta da diretoria. Este engavetamento pode estar ocorrendo ou porque a empresa não tem, ou nunca teve, intenção de implementar as melhorias, ou porque não tem condição de entender o diagnóstico e, como não acompanhou o processo e nem tem uma equipe de especialistas formada, não consegue implementá-las e validá-las.

Fica claro, então, que a forma de implantação de um Programa varia de acordo com as necessidades, interesses e possibilidades de cada empresa, mas segue as seis etapas da Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) com o apoio de um grupo de interessados em ergonomia na empresa. Os conceitos utilizados e os passos para a constituição, implantação e operacionalização de um programa de ergonomia na empresa nos moldes da AMT são apresentados a seguir.

5.3
 PARTICIPAÇÃO
 POR MEIO
 DO COMITÊ
 DE
 ERGONOMIA
 (COERGO)

O envolvimento dos usuários e a garantia de sua cumplicidade em todas as fases de um projeto é geralmente viabilizado pelo Comitê de Ergonomia (COERGO) da empresa (veja o *Capítulo 3* deste livro sobre experiência com COERGO). Ao COERGO, cabe acompanhar todas as fases de um projeto de ação ergonômica na empresa tendo em vista o posto, o ambiente (físico e psicossocial), o conteúdo e a organização do trabalho, enfim, a qualidade de vida como um todo. O COERGO não é necessariamente responsável por atuar, sozinho, em todas as ações ergonômicas definidas como essenciais para a empresa. Dependendo da situação, o COERGO pode solicitar auxílio de especialistas externos (é o que geralmente ocorre no caso de uma ação mais aprofundada ou complexa). De qualquer forma, é de responsabilidade do COERGO acompanhar, sempre, todas as ações ergonômicas na empresa, sejam elas efetuadas por interventores internos, externos ou especialistas.

5.3.1 Papel do comitê de ergonomia (COERGO)

Uma das responsabilidades do COERGO é organizar as ações ergonômicas que serão levadas a cabo. Não é possível nem desejável atuar em muitas frentes de uma só vez, devido ao grande número de fatores envolvidos em uma situação de trabalho. O COERGO deve organizar uma abordagem estruturada, pois algumas medidas podem ser tomadas a partir de simples observações pelo pessoal da empresa enquanto que outras necessitam de um estudo mais detalhado e, em alguns casos mais complexos, é necessária a intervenção de um especialista. Pode-se dizer que a primeira etapa de projeto (Apreciação) é factível pelo pessoal da empresa e as etapas de Diagnóstico, Solução de problemas, Validação e Detalhamento final podem necessitar da colaboração entre interventores internos e especialistas externos. Geralmente, a conformação do COERGO suscita perguntas do tipo: Quem deve participar? Durante quanto tempo? O que devem fazer?

5.3.1.1 composição do COERGO

Entende-se que o COERGO é o ponto nevrálgico da Ergonomia na empresa. Dele partem as demandas e as ações. Assim sendo, pode-se dizer que o núcleo básico, permanente, do COERGO, deve ser responsável por garantir a adequação de cada um dos fatores e, para tanto, deve ser formado, no mínimo, por seis pessoas, cada uma responsável por cada um dos seis fatores mencionados. Uma possibilidade é de responsabilizar os seis integrantes básicos do COERGO, de acordo com suas competências: o engenheiro de segurança se responsabiliza pelo fator Ambiente; o designer, o engenheiro de produção junto com o médico, pelo Posto de Trabalho; o psicólogo pelo fator Cognitivo, de Conteúdo do Trabalho e da gestão da empresa; o engenheiro de Produção junto com o psicólogo, pela Organização do Trabalho; o médico e o engenheiro de segurança pelo Risco. Portanto, o COERGO deve ter um núcleo pequeno de pessoas permanentes (integrado por representantes da gerência, do SESMT, isto é, do setor de segurança (o engenheiro de segurança) e saúde e medicina do Trabalho (o médico), do setor de produção (o engenheiro de produção), Recursos Humanos (o psicólogo), e representação legal (CIPA), além de representantes dos próprios trabalhadores diretos e indiretos (por exemplo, equipe de manutenção) do sistema. Outras pessoas interessadas podem ter mandato por menor tempo, e serem substituídas por outros colegas.

O COERGO deve ter um representante de cada um de todos os setores da empresa que atue como elo de ligação com o setor. No entanto, diferentemente dos membros permanentes do COERGO, os representantes destes setores no COERGO podem ter um tempo de mandato pequeno (1 ou 2 anos) para permitir rodízio e familiarizar um maior número possível de trabalhadores com a ergonomia. Antes do final do mandato, o outro colega que substituirá deverá acompanhar o colega antes que ele deixe o COERGO. É como um rito de passagem.

Uma experiência positiva que o NDES teve durante nove anos de parceria foi com o COERGO da John Deere Brasil, em Horizontina, RS. As reuniões eram mensais e contavam com a participação de um representante da UFRGS como apoio. A formação básica deste COERGO era o pessoal do SESMT (que é fixo) e os representantes de cada um dos setores fabris e administrativos que eram anualmente substituídos de forma a não sobrecarregar uns e alijar outros. Em média, cada reunião era composta por quinze pessoas. A cada entrada de novos integrantes era feito um treinamento sobre o método de intervenção adotado na empresa (AMT) e a cada seis meses um treinamento com os conceitos básicos em ergonomia, tais como fatores ambientais, antropometria, biomecânica, sistemas produtivos/organização do trabalho. Após quatro anos de parceria, começaram a surgir demandas pontuais de treinamentos aplicados às realidades de cada setor, em virtude do conhecimento em ergonomia já adquirido e incorporado à cultura da empresa. Um pouco da experiência do NDES com COERGO é apresentada no *Capítulo 3* deste livro.

5.4 ABORDAGEM BOTTOM UP E MIDDLE UP DOWN DA AMT E OS PORTAIS DE TROCA DE CONHECIMENTO

Ao invés de empregar um método *top down* de projeto em que o ergonomista, com base principalmente em seu conhecimento, identifica, estuda o problema e recomenda soluções, a AMT tem uma abordagem *bottom up* (a partir dos trabalhadores), e *middle up down* (a partir da gerência na direção dos trabalhadores e da diretoria) prevendo a participação dos usuários em todas as seis fases de projeto. O conhecimento gerado no estudo é fruto da interação entre o conhecimento tácito dos usuários do sistema e o conhecimento formal, em ergonomia, dos pesquisadores envolvidos. A forma de viabilizar a troca de conhecimento pode variar de empresa para empresa, respeitando-se suas peculiaridades. No entanto, é fundamental, na AMT, que a empresa tenha conhecimento do que está sendo feito, e de que forma está se desenvolvendo cada uma das etapas do projeto, sendo que nenhuma etapa é finalizada e outra iniciada sem que haja retorno e sejam discutidos, com os interessados, os dados obtidos até o momento. A forma de operacionalizar esta integração é por meio de “portais” (ou “gates”) de retorno para entrada e saída de informação. Geralmente, os portais são as reuniões de andamento do projeto, que funcionam como marcos oficiais de encerramento de uma fase e início da fase seguinte.

5.5 O DESIGN MACROERGO- NÔMICO (DM) NAAMT

Para viabilizar a participação, a AMT utiliza, principalmente nas fases de Apreciação e Projetação, o Design Macroergonômico (DM, proposto por Fogliatto e Guimarães, 1999 e *Capítulo 2* deste livro), uma ferramenta auxiliar no desenvolvimento de projetos, de caráter participativo, estruturado em sete etapas. As seis primeiras destinam-se à geração de parâmetros de projeto, enquanto que a última etapa

corresponde à interação com a atividade projetual propriamente dita. A partir de estratégias de coleta de informação que privilegiam a opinião dos usuários, o DM permite discriminar as diferentes demandas, denominadas Itens de Demanda Ergonômica (IDEs), em função das atividades dos sujeitos. A aplicação de ferramentas estatísticas possibilita a priorização das demandas e o estabelecimento de relações entre estas e suas possíveis soluções. Os dados são consolidados como características ou itens desejados pelo usuário diante das necessidades de sua tarefa ou de uso do produto em estudo. A seguir, são detalhadas as seis fases da AMT.

6 FASES DA

AMT

6.1 FASE 0.

LANÇAMENTO

O Lançamento do projeto é quando são mostradas e discutidas, com o Comitê de Ergonomia da empresa - COERGO (caso não exista deverá ser criado) e os integrantes da empresa interessados, todas as fases de projeto e os métodos e técnicas disponíveis para a realização de cada fase. Nesta fase zero, tenta-se sanar as dúvidas quanto às possíveis ações a serem tomadas de forma a conciliá-las com a cultura da empresa; são estabelecidas as metas do Programa de Ergonomia; e é delineado o cronograma de projeto e definido o dia de início da primeira fase que vem a seguir, ou seja, a Apreciação.

6.2 FASE 1.

APRECIÇÃO

A Fase 1 (levantamento inicial da situação ou Apreciação) é a fase de apreciação que engloba um levantamento geral da situação de trabalho sob avaliação e, após análise preliminar, uma discussão dos problemas junto com o COERGO e, principalmente, com os trabalhadores. Esta fase de levantamento é uma das mais importantes do projeto, pois de um bom levantamento depende o sucesso da intervenção. Nesta fase, basicamente:

1.1 Identifica-se, descreve-se e avalia-se o tipo e âmbito dos problemas;

1.2 lista-se os problemas por ordem de prioridade.

Na AMT, a identificação dos problemas, das necessidades ou definição da demanda é feita com a participação indireta e direta dos usuários.

6.2.1

Levantamento

com a participação indireta dos usuários

O levantamento com a participação indireta dos usuários é feita pela equipe de especialistas para ter um primeiro entendimento do problema. Este levantamento pode se calcar em observações diretas, sistemáticas ou assistemáticas, e em observações indiretas quando se utiliza equipamentos tais como filmadoras, etc.

6.2.2

Levantamento

com a participação direta dos usuários

O levantamento com a participação direta dos usuários do sistema segue as três primeiras etapas da ferramenta Design Macroergonômico (DM) proposta por Fogliatto e Guimarães (1999 e Capítulo 2 deste livro):

1)
Identificação
do usuário e
coleta
organizada de
informações

Uma vez identificado o usuário, as informações são coletadas ouvindo-se o usuário por meio de entrevistas não induzidas e questionários. Com base na observação do desempenho do usuário, o ergonomista pode agregar mais itens de demanda que porventura não tenham sido expressos, mas que também devem ser considerados em um projeto. De acordo com o DM, a coleta organizada de informações é feita com base em entrevistas abertas com uma amostra representativa da população de usuários. Geralmente, esta amostra é composta por 30% da população. As entrevistas podem ser individuais ou em grupo e duram, geralmente, entre 20 e 40 minutos e pede-se que sejam gravadas, pois a experiência mostrou que a anotação gera ansiedade nos participantes. Jamais ocorreu recusa pelas gravações, que não são mostradas a ninguém, sendo de uso exclusivo da equipe do NDES.

A entrevista baseia-se em apenas uma pergunta aberta: “**Fale do seu trabalho**”. As respostas das entrevistas geralmente são tabuladas em planilha Excel e analisadas estatisticamente pela equipe de especialistas. São expurgadas as informações não pertinentes (tais como palavras, deboche, intriga etc.) e agrupadas as respostas por afinidade, ou seja, as respostas semelhantes são consideradas como um mesmo item de demanda ergonômica (IDE). A tabulação das respostas de todos os respondentes permite o estabelecimento de um *ranking* de importância quanto à demanda ergonômica dos usuários.

2)
Priorização dos
Itens de
Demanda
Ergonômica
(IDEs)
identificados
pelo usuário

No DM, 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. Os dados da entrevista que têm cunho qualitativo são analisados estatisticamente e o resultado é a base para a confecção de questionários que têm cunho quantitativo.

6.2.2.1
exemplo de
apresentação
dos
resultados
das
entrevistas
da
Apreciação
estudo dos
balcões de
atendimento de
quatro lojas de
departamentos
de Porto
Alegre, RS

A demanda pelo estudo deveu-se à ação que o Sindicato dos Comerciários do Rio Grande do Sul moveu junto ao Ministério Público do Trabalho - Regional RS, contra uma rede de Lojas de Departamentos, em Porto Alegre, no ano de 2001, argumentando que os funcionários que trabalhavam nos balcões de atendimento não podiam sentar durante a jornada de trabalho, o que infringia as leis. Por causa desta ação, a empresa estabeleceu uma parceria com o NDES para a identificação de um assento que fosse adequado ao trabalho no balcão existente. Entretanto, conforme será mostrado, como exemplo, neste

capítulo, a equipe do NDES avaliou o trabalho de atendimento de vendas aos clientes realizado nas lojas e identificou que seria necessário um projeto que contemplasse um novo balcão que possibilitasse a alternância de postura, e não apenas recomendar um assento. Entre 2001 e 2003, foi projetado, construído e testado um novo balcão, denominado ilha de caixa, que ficou em teste de uso durante o ano de 2004 em alguns postos de duas lojas da empresa, em Porto Alegre-RS. Nas seções de Diagnóstico, Projetação e Validação, é utilizado o mesmo exemplo. Apesar de ser uma demanda “micro” (ou seja, a identificação de um assento de trabalho) o estudo utilizou o método macroergonômico da AMT nas quatro lojas de Departamentos, o que permitiu identificar outros problemas, bem mais graves que o assento, que precisavam ser resolvidos.

A *Tabela 1* mostra os resultados do levantamento, em quatro lojas de departamentos, por meio de entrevista aberta. No caso, as entrevistas foram feitas em grupos, gravadas e transpostas para uma planilha da seguinte forma: os itens mencionados estão listados nas linhas; o número do sujeito (ou grupo de sujeitos) aparece nas colunas; o número nas células representa a ordem de menção do item para cada sujeito (ou grupo). A última coluna apresenta o somatório de todas as células de cada linha. Tendo em vista que os valores na célula guardam a ordem da menção e o peso é o valor inverso desta ordem, então os resultados mais altos representam itens mais importantes para os sujeitos (porque foram mencionados primeiro e/ou por um maior número de sujeitos).

Outra forma de visualizar os mesmos dados da *Tabela 1* é por meio do gráfico de constelação de atributos, idealizado por Moles (1968), apresentado na *Figura 3*. A constelação é desenhada com base na probabilidade de aparecimento de cada atributo (i) com o objeto avaliado (P_i) a partir da equação:

$$P_i = \frac{n^\circ \text{ de aparições do atributo } i}{n^\circ \text{ total de respostas}} \times 100$$

Ou seja, é a soma que aparece na última coluna da tabela.

A “distância psicológica” que separa cada atributo (IDE) do objeto de estudo é dada pela equação:

$$D = \frac{1}{\log P_i}$$

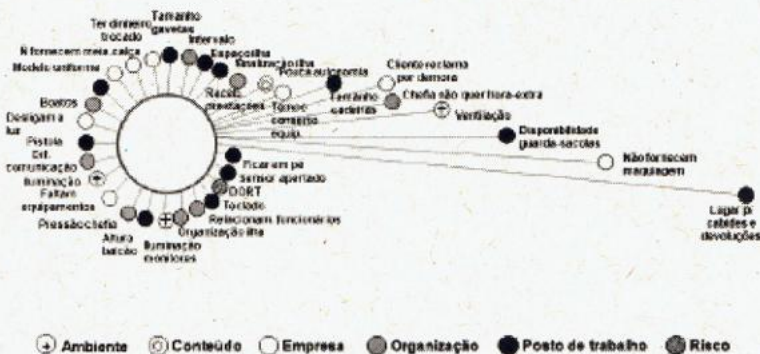
sendo:

D = Distância psicológica do atributo (IDE), em centímetros.

P_i = Probabilidade de associação do atributo i

Tabela 1 Exemplo de tabulação de entrevista com uma amostra de trabalhadores. Os itens mais importantes mencionados nas entrevistas constituirão um questionário a ser preenchido por todos os trabalhadores

Item	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11		P12		P13		P14		P15		P16		P17		P18		P19		P20		P21		P22		P23		P24		P25		P26		P27		P28		P29		P30		P31		P32		P33		P34		P35		P36		P37		P38		P39		P40		P41		P42		P43		P44		P45		P46		P47		P48		P49		P50		P51		P52		P53		P54		P55		P56		P57		P58		P59		P60		P61		P62		P63		P64		P65		P66		P67		P68		P69		P70		P71		P72		P73		P74		P75		P76		P77		P78		P79		P80		P81		P82		P83		P84		P85		P86		P87		P88		P89		P90		P91		P92		P93		P94		P95		P96		P97		P98		P99		P100		P101		P102		P103		P104		P105		P106		P107		P108		P109		P110		P111		P112		P113		P114		P115		P116		P117		P118		P119		P120		P121		P122		P123		P124		P125		P126		P127		P128		P129		P130		P131		P132		P133		P134		P135		P136		P137		P138		P139		P140		P141		P142		P143		P144		P145		P146		P147		P148		P149		P150		P151		P152		P153		P154		P155		P156		P157		P158		P159		P160		P161		P162		P163		P164		P165		P166		P167		P168		P169		P170		P171		P172		P173		P174		P175		P176		P177		P178		P179		P180		P181		P182		P183		P184		P185		P186		P187		P188		P189		P190		P191		P192		P193		P194		P195		P196		P197		P198		P199		P200		P201		P202		P203		P204		P205		P206		P207		P208		P209		P210		P211		P212		P213		P214		P215		P216		P217		P218		P219		P220		P221		P222		P223		P224		P225		P226		P227		P228		P229		P230		P231		P232		P233		P234		P235		P236		P237		P238		P239		P240		P241		P242		P243		P244		P245		P246		P247		P248		P249		P250		P251		P252		P253		P254		P255		P256		P257		P258		P259		P260		P261		P262		P263		P264		P265		P266		P267		P268		P269		P270		P271		P272		P273		P274		P275		P276		P277		P278		P279		P280		P281		P282		P283		P284		P285		P286		P287		P288		P289		P290		P291		P292		P293		P294		P295		P296		P297		P298		P299		P300		P301		P302		P303		P304		P305		P306		P307		P308		P309		P310		P311		P312		P313		P314		P315		P316		P317		P318		P319		P320		P321		P322		P323		P324		P325		P326		P327		P328		P329		P330		P331		P332		P333		P334		P335		P336		P337		P338		P339		P340		P341		P342		P343		P344		P345		P346		P347		P348		P349		P350		P351		P352		P353		P354		P355		P356		P357		P358		P359		P360		P361		P362		P363		P364		P365		P366		P367		P368		P369		P370		P371		P372		P373		P374		P375		P376		P377		P378		P379		P380		P381		P382		P383		P384		P385		P386		P387		P388		P389		P390		P391		P392		P393		P394		P395		P396		P397		P398		P399		P400		P401		P402		P403		P404		P405		P406		P407		P408		P409		P410		P411		P412		P413		P414		P415		P416		P417		P418		P419		P420		P421		P422		P423		P424		P425		P426		P427		P428		P429		P430		P431		P432		P433		P434		P435		P436		P437		P438		P439		P440		P441		P442		P443		P444		P445		P446		P447		P448		P449		P450		P451		P452		P453		P454		P455		P456		P457		P458		P459		P460		P461		P462		P463		P464		P465		P466		P467		P468		P469		P470		P471		P472		P473		P474		P475		P476		P477		P478		P479		P480		P481		P482		P483		P484		P485		P486		P487		P488		P489		P490		P491		P492		P493		P494		P495		P496		P497		P498		P499		P500		P501		P502		P503		P504		P505		P506		P507		P508		P509		P510		P511		P512		P513		P514		P515		P516		P517		P518		P519		P520		P521		P522		P523		P524		P525		P526		P527		P528		P529		P530		P531		P532		P533		P534		P535		P536		P537		P538		P539		P540		P541		P542		P543		P544		P545		P546		P547		P548		P549		P550		P551		P552		P553		P554		P555		P556		P557		P558		P559		P560		P561		P562		P563		P564		P565		P566		P567		P568		P569		P570		P571		P572		P573		P574		P575		P576		P577		P578		P579		P580		P581		P582		P583		P584		P585		P586		P587		P588		P589		P590		P591		P592		P593		P594		P595		P596		P597		P598		P599		P600		P601		P602		P603		P604		P605		P606		P607		P608		P609		P610		P611		P612		P613		P614		P615		P616		P617		P618		P619		P620		P621		P622		P623		P624		P625		P626		P627		P628		P629		P630		P631		P632		P633		P634		P635		P636		P637		P638		P639		P640		P641		P642		P643		P644		P645		P646		P647		P648		P649		P650		P651		P652		P653		P654		P655		P656		P657		P658		P659		P660		P661		P662		P663		P664		P665		P666		P667		P668		P669		P670		P671		P672		P673		P674		P675		P676		P677		P678		P679		P680		P681		P682		P683		P684		P685		P686		P687		P688		P689		P690		P691		P692		P693		P694		P695		P696		P697		P698		P699		P700		P701		P702		P703		P704		P705		P706		P707		P708		P709		P710		P711		P712		P713		P714		P715		P716		P717		P718		P719		P720		P721		P722		P723		P724		P725		P726		P727		P728		P729		P730		P731		P732		P733		P734		P735		P736		P737		P738		P739		P740		P741		P742		P743		P744		P745		P746		P747		P748		P749		P750		P751		P752		P753		P754		P755		P756		P757		P758		P759		P760		P761		P762		P763		P764		P765		P766		P767		P768		P769		P770		P771		P772		P773		P774		P775		P776		P777		P778		P779		P780		P781		P782		P783		P784		P785		P786		P787		P788		P789		P790		P791		P792		P793		P794		P795		P796		P797		P798		P799		P800		P801		P802		P803		P804		P805		P806		P807		P808		P809		P810		P811		P812		P813		P814		P815		P816		P817		P818		P819		P820		P821		P822		P823		P824		P825		P826		P827		P828		P829		P830		P831		P832		P833		P834		P835		P836		P837		P838		P839		P840		P841		P842		P843		P844		P845		P846		P847		P848		P849		P850		P851		P852		P853		P854		P855		P856		P857		P858		P859		P860		P861		P862		P863		P864		P865		P866		P867		P868		P869		P870		P871		P872		P873		P874		P875		P876		P877		P878		P879		P880		P881		P882		P883		P884		P885		P886		P887		P888		P889		P890		P891		P892		P893		P894		P895		P896		P897		P898		P899		P900		P901		P902		P903		P904		P905		P906		P907		P908		P909		P910		P911		P912		P913		P914		P915		P916		P917		P918		P919		P920		P921		P922		P923		P924		P925		P926		P927		P928		P929		P930		P931		P932		P933		P934		P935		P936		P937		P938		P939		P940		P941		P942		P943	
------	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--



3) Incorporação da opinião de especialistas

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. Além dos itens informados pelos usuários nas entrevistas (os que foram prioritários) acrescentam-se, no questionário, as questões de interesse do pesquisador (e principalmente as questões oriundas da demanda inicial pela pesquisa) e aqueles itens “estranhos”, ou seja, inesperados em função da demanda. Por exemplo, no estudo para a rede de lojas de departamentos de Porto Alegre, cuja demanda era a identificação de um banco para que as balconistas pudessem alternar a postura em pé e sentada, aparecia nas entrevistas reclamações em relação às meias de seda e à maquiagem utilizada. Apesar deles não terem sido representativos na listagem de IDEs, como estes itens não eram esperados, eles foram incluídos no questionário e se mostraram como os itens de maior insatisfação no trabalho (este caso é apresentado no *Capítulo 4.4* do livro *Ergonomia de Produto v.2* desta Série Monográfica e em Vitalli Júnior, 2004). Assim, o questionário é montado a partir dos resultados das entrevistas, mas engloba, também, questões formuladas a partir da observação dos pesquisadores, da análise das atividades da tarefa, com base no trabalho real ou descrito. Enquanto as entrevistas geram dados qualitativos, o questionário permite a coleta de dados quantitativos. De maneira geral, o questionário é composto por questões quanto ao meio ambiente físico, ao posto de trabalho, às condições dos equipamentos e ferramentas utilizados, à organização do trabalho (tipo de gerência, responsabilidades, jornada, turnos, pausas...), às exigências físicas, cognitivas, mentais e psíquicas, questões para avaliar a percepção do funcionário sobre seu trabalho, sobre a empresa e, também, questões sobre a ocorrência de desconforto/dor ou qualquer outro risco durante a jornada de trabalho. A *Figura 4* é um exemplo de questionário de satisfação.

Marque na escala qual a sua opinião quanto às seguintes questões:

1. Temperatura no seu ambiente de trabalho

insatisfeito

satisfeito

12. Relacionamento com os colegas de trabalho

insatisfeito

satisfeito

Figura 4 Exemplo de questionário de satisfação com escala contínua

A opinião de cada sujeito com relação a cada questão é aferida por meio de uma escala de avaliação contínua, sugerida por Stone *et al.* (1974). A técnica do Design Macroergonômico (Fogliatto e Guimarães, 1999 e *Capítulo 2* deste livro) recomenda o uso desta escala com duas âncoras nas extremidades (insatisfeito e satisfeito; ou nada e muito, etc.) e uma âncora no centro (neutro). 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, então, entre 0 (insatisfeito ou nada) e 15 (satisfeito ou muito). Após alguns anos de uso deste questionário, notou-se que a âncora central (neutro) tendia a fazer com que os respondentes marcassem sobre uma das três âncoras, desconsiderando que deveriam marcar em qualquer lugar da escala. Depois de removida a âncora central, os resultados foram mais satisfatórios, ou seja, a maioria responde marcando no lugar da escala que lhe parece melhor representar sua percepção, sem se sentir atraído pela antiga três posições de âncora. Outras três questões são importantes sobre o questionário: 1) geralmente usa-se grau de satisfação para os construtos Ambiente, Posto de Trabalho, Organização do Trabalho e Empresa; e intensidade (nada/muito) para os construtos Conteúdo e Risco; 2) as âncoras devem estar sempre no mesmo sentido em todo o questionário pois os respondentes assimilam que ruim (insatisfeito ou nada) estão na extremidade esquerda e que o que é bom e/ou é muito está na extremidade direita; 3) as perguntas devem estar agrupadas por construto (Ambiente, Posto de Trabalho, Organização do Trabalho, Conteúdo, Riscos e Empresa) porque isto facilita o preenchimento e garante a acuidade das respostas, já que os respondentes conseguem opinar, de modo comparativo, sobre perguntas que estão relacionadas. Uma experiência interessante e que permitiu comprovar a importância desta estrutura foi com uma aluna de mestrado que insistia que era melhor misturar todas as perguntas,

inclusive mudar a direção das âncoras, para funcionar como um “pega ratão” mantendo o respondente atento. O resultado foi o esperado: um questionário inconsistente (alfa de Cronbach $< 0,55$ como será visto mais adiante) pois os respondentes não atentavam que as âncoras tinham direções diferentes e não conseguiam responder sobre iluminação, por exemplo, e em seguida sobre o relacionamento com os colegas. A explicação é que as pessoas avaliam as questões dos construtos como um conjunto que faz sentido e têm dificuldade de julgar itens que estão dissociados.

Os questionários tendem a ter 30 a 40 questões, no máximo, exigindo em torno de 15 minutos para preenchimento. Os questionários são preenchidos por toda a população, as respostas são compiladas (o que demanda, em média 5 minutos em mesa digitalizadora e 30 minutos manualmente com uma régua tradicional) e analisadas estatisticamente, gerando um ranqueamento dos itens mais importantes a serem considerados no projeto de ergonomia. Estes itens, que refletem as necessidades dos usuários, são denominados, no DM, Itens de Demanda Ergonômica (IDEs).

Os dados dos questionários são tabulados e priorizados em função do nível de insatisfação; intensidade, importância etc. Diferentemente da ponderação das entrevistas, que valoriza a soma dos pesos atribuídos a cada item pelos usuários, nos questionários, o peso do item é gerado por sua média aritmética.

A *Tabela 2* é um exemplo de resultado de questionário. Os dados dos questionários devem ser analisados estatisticamente e o resultado indicará as prioridades dos IDEs a serem consideradas no projeto. No entanto, na medida em que não é possível a aplicação de questionários, a priorização estabelecida a partir dos dados da entrevista espontânea é um forte indício da importância dos IDEs.

6.2.2.2 exemplo de apresentação dos resultados dos questionários da Apreciação

Para facilitar a visualização, os resultados da Apreciação podem estar dispostos em gráficos, como o da *Figura 5*, que apresenta os resultados dos IDEs, por construto, do estudo ergonômico realizado em quatro lojas de Departamentos em Porto Alegre. A *Figura 6* apresenta os IDEs de menor satisfação (aqueles que tiveram média abaixo de 7,5 na escala de 0 a 15), considerando a média das quatro lojas. Os itens de maior insatisfação são referentes à Empresa, sendo que os itens de maior satisfação são os de relacionamentos (construto Organização do Trabalho). A maioria dos itens relativos ao Posto e Ambiente Físico estão na faixa média de satisfação.

Tabela 2 Exemplo de resultado de questionário de satisfação

Construto	IDE	satisfação
AMBIENTE	Ruído	6.49
	Iluminação	6.54
	Iluminância com redução das luzes	7.34
	Temperatura	9.34
POSTO	Sistema de chamada para suporte	2.68
	Sinalização na fila na ilha de caixa	3.36
	Postura de pé	5.33
	Disponibilidade de equipamentos	6.51
	Visualização dos valores nos displays	6.73
	Espaço Físico na ilha de caixa	8.16
	Altura do teclado	8.19
	Remoção das bolachas de alarme	9.30
	Altura do Balcão de atendimento	9.83
	Disposição do guarda-sacolas	10.14
ORGANIZAÇÃO	Tempo de resposta p/ problemas com senhas	4.11
	Horas extras	6.68
	Tempo de intervalo para almoço e lanche	6.78
	Tempo de manutenção	7.32
	Folga (descanso semanal)	7.84
	Nº de funcionários na ilha de caixa	8.12
	Relacionamento com vendedores	11.11
	Relacionamento com colegas do setor (ilha de caixa)	11.14
EMPRESA	Fornecimento de calçados	2.12
	Fornecimento meia-calça	2.36
	Fornecimento uniformes	2.44
	Fornecimento de troco	3.40
	Fornecimento maquiagem	3.92
	Quebra de caixa	3.96

Satisfação com relação aos itens questionados - 4 lojas

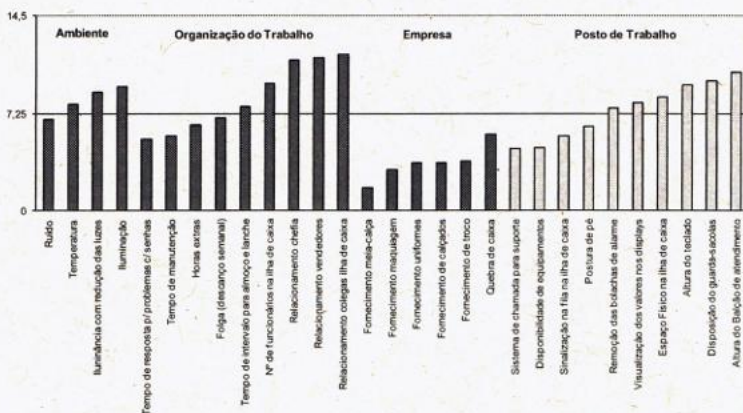


Figura 5
 Resultado geral dos questionários. IDEs de menor satisfação (média das quatro lojas)

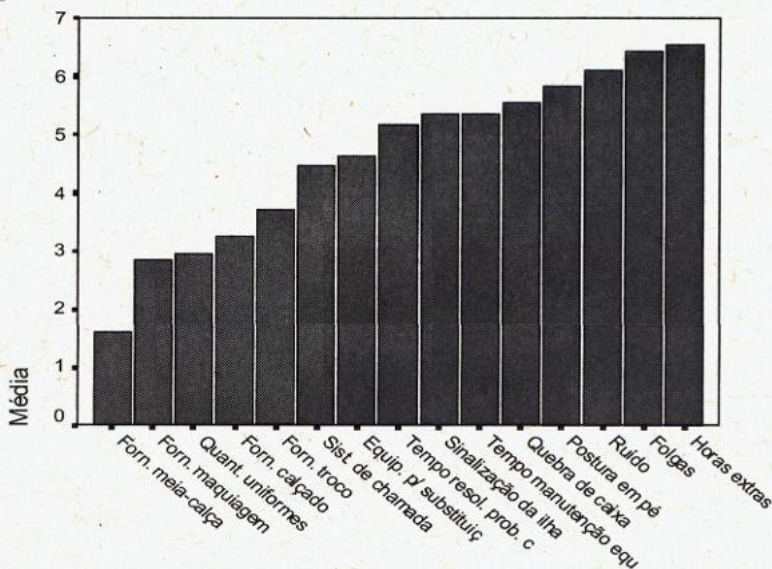


Figura 6
Resultado geral dos questionários.
IDEs de menor satisfação (média das 4 lojas)

A fim de verificar quais os primeiros pontos a serem priorizados para a melhoria das condições de trabalho, o ideal é utilizar a ponderação entre as médias de satisfação e de importância das questões. Isto, porque a prioridade deve ser agir sobre a questão onde há maior insatisfação e é a mais importante. Esta passa a ser a média ponderada do item que é encontrada subtraindo-se a intensidade de satisfação auferida pelos usuários do valor do máximo da escala (quinze), ou seja, 15 - o valor de satisfação. Este resultado é então multiplicado pelo valor de importância das questões atribuído pelos usuários e o resultado desse produto dividido por quinze é o resultado final de peso do item. Logo, a prioridade do item = $((15 - \text{satisfação}) \times \text{valor da importância}) / 15$. Assim, quanto mais próxima está a média ponderada do menor valor da escala (zero), menos problema apresenta o item ou questão do constructo. Quanto maior o valor, mais importante é agir sobre o item.

No exemplo da loja de departamentos, poderia ter sido passado de novo, para as mesmas pessoas, o mesmo questionário (Figura 7) de avaliação com as mesmas questões mas com a escala avaliando a importância dos itens, ou seja, ao invés de pedir para marcar a intensidade de satisfação, marcar a intensidade de importância do item. Assim, com base nos dois resultados, ter-se-ia uma informação mais precisa sobre a prioridade do item IDE. Algumas vezes isto é feito, mas na maioria das vezes, não, devido ao tempo (nem sempre a gerência gosta de liberar os funcionários).

Mas assumindo-se que os dois questionários tivessem sido passados nas lojas de departamentos os resultados seriam conforme a *Tabela 3*.

Marque na escala qual a sua opinião quanto às seguintes questões:

1. Temperatura no seu ambiente de trabalho

nada importante

muito importante

12. Relacionamento com os colegas de trabalho

nada importante

muito importante

Figura 7 Exemplo de questionário de importância com escala contínua

Tabela 3 Exemplo de resultado de prioridade dos IDEs: questionário de satisfação X questionário de importância

Construto	IDE	satisfação	importância	Média ponderada
AMBIENTE	Iluminação	6.54	5.00	2.82
	Iluminação com redução das luzes	7.34	8.00	4.09
	Temperatura	9.34	9.00	3.40
POSTO	Sistema de chamada para suporte	2.68	9.50	7.80
	Sinalização na fila na ilha de caixa	3.36	9.50	7.37
	Postura de pé	5.33	14.00	9.03
	Disponibilidade de equipamentos	6.51	10.00	5.66
	Visualização dos valores nos displays	6.73	9.00	4.96
	Espaço Físico na ilha de caixa	8.16	12.00	5.47
	Altura do teclado	8.19	10.00	4.54
	Remoção das bolachas de alarme	9.30	10.00	3.80
	Altura do Balcão de atendimento	9.83	11.00	3.79
Disposição do guarda-sacolas	10.14	7.00	2.27	
ORGANIZAÇÃO	Tempo de resposta p/ problemas com senhas	4.11	13.00	9.44
	Horas extras	6.68	14.00	7.77
	Tempo de intervalo para almoço e lanche	6.78	14.50	7.95
	Tempo de manutenção	7.32	13.00	6.66
	Folga (descanso semanal)	7.84	14.00	6.68
	Nº de funcionários na ilha de caixa	8.12	11.00	5.05
	Relacionamento com vendedores	11.11	12.00	3.11
	Relacionamento com colegas do setor (ilha de caixa)	11.14	13.00	3.35
EMPRESA	Fornecimento de calçados	2.12	10.00	8.59
	Fornecimento meia-calça	2.36	15.00	12.64
	Fornecimento uniformes	2.44	12.00	10.05
	Fornecimento de troco	3.40	12.00	9.28
	Fornecimento maquiagem	3.92	15.00	11.08
	Quebra de caixa	3.96	8.00	5.89

Conforme a *Tabela 3*, os IDEs prioritários seriam o fornecimento de mei-calça, seguido da maquiagem, fornecimento de uniformes, etc., enquanto os de menor prioridade seriam a disposição do guarda sacolas e a iluminação.

6.2.3 Análises estatísticas

6.2.3.1 análise de consistência dos questionários

A primeira análise estatística a que o questionário é submetido é quanto a sua consistência, por meio do teste alfa de Cronbach. De acordo com Cronbach (1951), o alfa é uma medida de consistência interna de questionários que permite verificar se todas as questões medem situações similares (satisfação/insatisfação; importância/não-importância; etc.). Pode-se dizer que é uma medida de compreensão da escala do questionário, e se os dados são minimamente confiáveis. A partir da medida, pode-se: i) reelaborar o questionário inteiro ou rever questões mal interpretadas; ii) recoletar dados.

Segundo Fogliatto (2001), valores de alfa de Cronbach maiores ou iguais a 0,55 indicam uma boa consistência interna. Deve-se ressaltar que a análise do alfa de Cronbach exige que todas as questões tenham um mesmo sentido (ou seja, maior é melhor ou menor é melhor) e, portanto, algumas respostas do questionário devem ser transformadas em 15 menos o valor marcado na escala. Por exemplo, como será visto adiante, no construto Conteúdo do Trabalho (medido na escala nada/muito) no caso de trabalho estimulante, autônomo etc, quanto maior o valor da resposta, melhor, enquanto no caso de frustrante e monótono, é justamente o contrário, exigindo que estes itens sejam transformados em 15 menos o valor). Uma vez sendo consistentes, os questionários podem ser analisados com diversas ferramentas estatísticas (descritiva, paramétrica ou não-paramétrica) que devem ser selecionadas em função da sua adequação à análise. Todos os construtos analisados nas lojas de departamentos apresentaram valor de alfa $> 0,070$ mas o construto Organização do Trabalho mostrou consistência no limite do aceitável (alfa = 0,552). A *Tabela 4* é o resultado do *output* de alfa de Cronbach do *software* estatístico SPSS deste construto, que mostra como o valor pode variar em função da eliminação de determinadas questões.

Tabela 4 Exemplo de resultado de consistência de questionário com o teste de alfa de Cronbach. No caso, foram usados os itens do construto organização do trabalho da loja de departamentos

Reliability Statistics: Cronbach's Alpha = 0,552				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
O1	63.35	204.747	.455	.469
O2	63.19	211.129	.423	.482
O3	62.81	222.547	.312	.511
O14	63.48	235.825	.158	.546
O17	69.59	229.296	.127	.559
O26	68.84	192.297	.463	.453
O27	66.45	210.720	.124	.583
O28	68.58	235.909	.046	.585
O29	69.58	196.396	.333	.494

6.2.3.2
análise
estatística
dos
questionários

No caso da loja de departamentos, os dados foram analisados para avaliar se há diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos IDEs em função das lojas e, para tanto, utilizou-se a Análise de variância (ANOVA), por construto e por loja. A *Tabela 5* mostra que elas diferem quanto as questões referentes ao Posto de trabalho ($F=3,492$; $p=0,020$) e Empresa ($F=2,624$; $p=0,057$). Como há diferença, aplicou-se o Teste de Tukey de comparação múltipla de médias entre lojas (*Tabelas 6 e 8*) e entre os itens do construto (*Tabelas 7 e 9*).

Tabela 5 Análise de variância das médias dos construtos em função das quatro lojas

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
AMBIENTE	Between Groups	14,131	3	4,710	,595	,62
	Within Groups	554,481	70	7,921		
	Total	568,613	73			
POSTO	Between Groups	57,032	3	19,011	3,492	,02
	Within Groups	381,094	70	5,444		
	Total	438,127	73			
EMPRESA	Between Groups	47,208	3	15,736	2,624	,05
	Within Groups	419,732	70	5,996		
	Total	466,940	73			
DESCONF	Between Groups	89,153	3	29,718	2,798	,04
	Within Groups	743,402	70	10,620		
	Total	832,555	73			
ORG_TRAB	Between Groups	22,252	3	7,417	1,943	,13
	Within Groups	267,231	70	3,818		
	Total	289,484	73			
CONT_TRA	Between Groups	188,231	3	62,744	,571	,63
	Within Groups	7698,387	70	109,977		
	Total	7886,618	73			

Tabela 6 Comparação das opiniões das quatro lojas quanto ao Posto de Trabalho discriminadas pelo teste de Tukey

POSTO

Tukey HSD^{a,b}

LOJA	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
João Pessoa	9	5,5991	
Iguatemi	16	7,0238	7,0238
Otávio Rocha	37	7,6424	7,6424
Praia de Belas	12		8,8017
Sig.		,102	,190

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14,086.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Pelo Teste de Tukey de comparação múltipla de médias, o Posto de Trabalho da loja João Pessoa foi considerado o pior e o da loja Praia de Belas, o melhor (*Tabela 6*).

Tabela 7
Comparação das opiniões das quatro lojas quanto aos itens do construto empresa discriminadas pelo teste de Tukey

VPOSTRAB

Tukey HSD^{a,b}

Posto de trabalho	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
Sistema de chamada para suporte	74	4,6068				
Disponibilidade de equipamentos	74	4,6946				
Sinalização da fila na ilha de caixa	74	5,5703	5,5703			
Postura em pé	73	6,3137	6,3137	6,3137		
Remoção das bolachas de alarme	74		7,6149	7,6149	7,6149	
Visualização dos valores nos displays	74			8,0514	8,0514	
Espaço físico na ilha de caixa	74			8,4405	8,4405	8,4405
Altura do teclado	74				9,3243	9,3243
Disposição do guarda-sacolas	74				9,6500	9,6500
Altura do balcão de atendimento	74					10,2622
Sig.		.253	.074	.052	.077	.174

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 73,899.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Tabela 8 Questões referentes ao construto posto de trabalho discriminadas pelo teste de Tukey

EMPRESA

Tukey HSD^{a,b}

LOJA	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Iguatemi	16	2,9688	
João Pessoa	9	3,4935	3,4935
Otávio Rocha	37	3,5113	3,5113
Praia de Belas	12		5,4549
Sig.		.935	.155

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14,086.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Tabela 9 Questões referentes ao construto empresa discriminadas pelo teste de Tukey

VEMPRESA

Tukey HSD^{a,b}

Empresa	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Fornecimento meia-calça	61	1,6607		
Fornecimento maquiagem	62	3,0323	3,0323	
Fornecimento uniformes	74		3,5730	
Fornecimento de calçados	74		3,5946	
Fornecimento de troco	74		3,7135	
Quebra de caixa	74			5,7054
Sig.		.209	.872	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 69,303.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Conforme a Tabela 8, a loja do Iguatemi classifica o construto Empresa de forma menos favorável e o do Praia de Belas, de forma um pouco melhor, se bem que todas as lojas avaliam o construto abaixo da média de satisfação. Pelo Teste de Tukey de comparação múltipla de médias (Tabela 7), confirmando o gráfico da Figura 5, os itens de menor

satisfação são o fornecimento de meia calça (1,66), maquiagem (3,03), uniformes (3,57) e calçados (3,59) que têm a ver com uniforme (do construto Empresa na Tabela 9) e não com o Posto de Trabalho (Tabela 9) que foi a demanda inicial.

A Apreciação deve finalizar com um quadro geral mostrando os itens de demanda ergonômica mais importantes e que devem ser analisados e discutidos, com o pessoal da empresa, com atenção, para uma futura modificação. No quadro é anotado o grau de dificuldade de atuação, o custo previsto, as pessoas responsáveis por atendê-los e o prazo previsto de execução. A Figura 8 mostra um exemplo de quadro geral final de Apreciação com os IDEs, por constructo, que devem ser enfocados na próxima etapa de Diagnóstico (na AMT, apenas os itens mais importantes são objeto de Diagnóstico).

Constructo	IDE	Valor IDE	Constrangimento	Possível solução	Grau difíc.	Custo	Resp	Prazo
Ambiente	Ruído	6,8	Níveis desconfortáveis geram irritação e dor de cabeça; Prejuízo para a qualidade do serviço prestado; Alarques, tips etc geram estresse.	Rever projeto acústico Manutenção das máquinas; Rever alarmes	2			
	Temperatura	7,9	Ar condicionado ruim.	Rever projeto e instalação do sistema de ar condicionado das lojas; Controle de temperatura em função do fluxo e hora do dia.	2			
Biomecânico ou de Posto de Trabalho	Sistema de chamada	4,6	Demora no atendimento afraça o trabalho; Gera estresse nos vendedores e clientes.	Rever sistema de chamada.	1			
	Disponibilidade e qualidade de equipamentos	4,6	Dificuldade de atendimento resulta em estresse; Baixa a qualidade do trabalho	Investimentos na Logística.	1			
	Sinalização da fila	5,5	Difícil atendimento ao cliente; Gera estresse	Rever sinalização.	1			
	Postura de pé	6,3	Gera desconforto; Gera cansaço; Atrapalha a atenção.	Testar uma nova concepção de posto (balcão, assento e distribuição dos equipamentos).	1			
Organização do Trabalho	Tempo de resposta	5,3	Demora ou falta no atendimento as solicitações gera estresse; Baixa a qualidade de trabalho.	Investimentos na Logística.	1			
	Tempo de manutenção	5,5	Demora ou falta no atendimento gera estresse; Baixa a qualidade de trabalho.	Investimentos na Logística.	1			
	Horas extras	6,3	Alteram a vida social; Traz insatisfação	Rever organização de trabalho.	1			
	Folgas	6,9	Alteram a vida social; Traz insatisfação.	Rever organização de trabalho.	1			
Risco desconforto/dor	Pernas e pés	12,7	Riscos de saúde, DORT.	Alternar postura.	1			
	Costas	11,0	Riscos de saúde, DORT.	Alternar postura.	1			
Empresa	Meia-calça	1,66	Insatisfação com empresa.	Trocar uniforme.	1			
	Maquiagem	3,0	Insatisfação com empresa.	Fornecer um kit/lano/vendedora.	1			
	Uniformes	3,5	Insatisfação com empresa.	Fornecer mais uniformes e mais adequados à atividade.	1			
	Calçados	3,5	Insatisfação com empresa.	Rever o tipo de calçado sugerido (Reduzir altura de salto); Testar o Ergocal.	1			
	Fornecimento de troco	3,7	Afraça o trabalho; Gera estresse no vendedor e clientes.	Rever o sistema de entrega de troco; Programação automática etc.	1			

Figura 8 Exemplo de quadro resumo que finaliza a Apreciação ergonômica

O valor do IDE na tabela é equivalente à ordem de prioridade que teve nos questionários: a maior prioridade é aquele IDE com menor valor na escala de satisfação, (ou seja respostas que tendem a 0) ou maior na escala de importância (ou seja respostas que tendem a 15). Este IDE tem que ser atendido em 1º lugar e, portanto, tem valor 1, a 2ª prioridade tem valor 2 e assim por diante. O grau de dificuldade para encontrar as possíveis soluções pode ser 1 (nada), 2 (\pm) ou 3 (muito) difícil. O custo das alternativas deve ser aventado junto com a empresa. Os construtos foram definidos de acordo com os fatores que operacionalizam a AMT, conforme será explicado nas seções a seguir.

A Apreciação pode ser considerada a etapa mais decisiva do estudo ergonômico, já que é com base no levantamento inicial realizado que se definem as linhas 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 pode projetar soluções mais adequadas para os usuários. Com base na discussão dos dados levantados na fase de Apreciação, são priorizados os postos, setores etc. a serem analisados em detalhe e definido o cronograma de intervenção.

6.2.4 1º Portal da AMT: retorno dos resultados da Apreciação

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 do quadro final 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 ou tenham sido mal interpretadas. Esta discussão com a empresa permite entender melhor a situação e, portanto, viabiliza um Diagnóstico (etapa subsequente) mais confiável. Após o retorno, procede-se, então, à fase de diagnóstico onde as questões priorizadas são analisadas em mais detalhe.

6.3 FASE 2. DIAGNOSE

O Diagnóstico congrega o levantamento detalhado e a análise da situação. No Diagnóstico:

2.1 analisam-se os problemas priorizados na apreciação em maior profundidade;

2.2 propõe-se um plano de ação para solução dos problemas.

A diagnose permite aprofundar os problemas levantados e priorizados na Apreciação, pois um Diagnóstico compreende um levantamento (mais detalhado que a Apreciação) e a análise dos dados obtidos no levantamento inicial. O nível de profundidade do levantamento de dados e análise depende das prioridades estabelecidas, dos prazos e recursos disponíveis.

Na fase de Diagnóstico, a participação do usuário é direta ou indireta, de acordo com a demanda das ferramentas de análise ergonômica que serão utilizadas. No entanto, o grau de participação do usuário nesta fase é menor do que na fase anterior de Apreciação. Na fase de Diagnóstico, a maior participação é do especialista, já que dele depende a aplicação das técnicas de análise, o levantamento da literatura e a análise dos dados colhidos.

As questões priorizadas podem ser melhor analisadas por meio de:

- reuniões para discussão;
- observações (direta e indireta);
- entrevistas, questionários;
- análise de documentos:
 - sobre trabalho prescrito
 - sobre história dos postos (doenças, acidentes, erros...)

Para o Diagnóstico, utiliza-se observações sistemáticas sobre o problema focado, à vezes planejadas estatisticamente. É o momento de se efetuar medições mais acuradas. Deve-se atentar para: O que medir? Como medir? Que instrumentos, técnicas, planejamento estatístico usar? Da mesma forma que na Apreciação, efetuar a análise do trabalho real ou descrito sempre considerando:

Quem faz	observando, entrevistando, questionando. Às vezes é importante, para fins de pesquisa, conhecer melhor a população, por extrato (por exemplo, o sexo, contexto socio-cultural do usuário, idade, nível de escolaridade, etc.). Os dados podem ser obtidos junto ao departamento de RH;
O que faz	efetuar o levantamento de dados por meio de observação, entrevistas e levantamento de documentos;
Como faz	observando, entrevistando, questionando. Para a análise de carga física do trabalho, utiliza-se protocolos de risco postural (veja exemplos no <i>Capítulo 4.1</i> do livro <i>Ergonomia de Produto v 1</i> desta Série Monográfica), equipamentos para análise fisiológica e biomecânica, análise cognitiva do trabalho e outras ferramentas de análise ergonômica disponíveis na literatura;
Onde faz	medindo e avaliando as condições ambientais e as condições do posto. Efetuar a análise das condições ambientais e do posto principalmente junto com o SESMT da empresa;

- Quando faz levantando o tempo da jornada, das pausas, tempos de ciclo, etc.
- Neste momento, a fim de evitar dúvidas, cabe esclarecer a nomenclatura utilizada na AMT e nesta Série Monográfica Ergonomia.
- tarefa** (*task*) É o objetivo a atingir, o resultado a obter (Laville, 1977). Por exemplo, montar uma bicicleta.
- atividade** É caracterizada pelo comportamento do trabalhador no seu local de trabalho. Compreende o conjunto de operações, ações, que o trabalhador realiza para desempenhar a sua tarefa. Por exemplo, para montar a bicicleta, o trabalhador desempenha as seguintes atividades: planeja seu trabalho, verifica as máquinas e ferramentas de montagem, verifica os componentes para montagem, faz a montagem, solicita reposição de componentes, anota anomalias, passa o produto para o setor subsequente...
- trabalho descrito ou real** É o que se passa efetivamente no local de trabalho, ou seja, as condições reais e as atividades que o trabalhador realmente desempenha. Muitos ergonomistas francofônicos usam o termo atividade para se referir ao trabalho real.
- trabalho prescrito** Considera as máquinas e os procedimentos que oficialmente definem e regulam o trabalho (De Montmollin, 1986)⁴. O trabalho prescrito geralmente difere, profundamente, do trabalho real. A abordagem inglesa e americana às vezes utiliza o termo descrição da tarefa ou descrição do sistema para se referir ao trabalho prescrito. A abordagem francesa geralmente usa o termo tarefa para o trabalho prescrito.
- ⁴De MONTMOLLIN, M. (1986) *L'intelligence de la tâche: éléments d'ergonomie cognitive*. Berna: Peter Lang.
- análise da tarefa (ou análise do trabalho)** Compreende uma série de técnicas para descrever e avaliar a tarefa desempenhada. Envolve a coleta de dados das demandas da tarefa (ou seja, a demanda de todas as atividades realizadas para cumprir a tarefa) e a representação destes dados. É um método apoiado por um número de técnicas específicas para ajudar o analista a coletar informações, organizá-las, efetuar julgamentos, emitir diagnósticos, tomar decisões projetuais.
- Para subsidiar o levantamento e análise ergonômica do trabalho (principalmente o diagnóstico), um excelente resumo de métodos aplicáveis ao estudo descritivo do trabalho me foi fornecido por José Augusto Dela Coleta, quando foi meu professor no curso de especialização em Ergonomia na FGV-RJ, em 1980. Tendo em vista a dificuldade de acesso ao texto original (Dela Coleta, 1972), ele foi adaptado e reproduzido conforme a seguir.
- 6.3.1 Métodos de análise do trabalho** (Dela Coleta, J. A., 1972)
- Com a crescente complexidade das tarefas exigidas do trabalhador pelo aumento do grau de mecanização do trabalho, cada vez mais os problemas humanos são evidenciados nas atividades industriais.

Assim, a psicologia está se introduzindo nos estudos das variáveis do trabalho e sua aplicação na indústria tem crescido dia a dia, pela seleção de formação do pessoal, adaptação do homem ao trabalho e do trabalho ao homem, prevenção de acidentes, diminuição da fadiga e outras (objetivo da análise do trabalho). Algumas grandes empresas, no exterior, já empregam psicólogos nas tarefas ditas de "previsão" e de "programação" do desenvolvimento, onde se vê que a psicologia não se limita a acompanhar os avanços tecnológicos, mas sim os programas que os precede. Acompanhando o pensamento científico atual, essas atividades não podem ser executadas empiricamente. Necessitam de uma programação bem definida, estudos preliminares, experimentação e, sobretudo, de critérios operacionais definidos, que possam servir como ponto de apoio ao julgamento que se imprime à validade de certas proposições.

A psicologia científica, hodiernamente, não pode permitir que os estudos norteadores de suas atividades sejam baseados em interferências estabelecidas *a priori*, e que careçam de base experimental, objetiva e, mesmo de levantamentos anteriores à execução do planejamento pois, como é crescente a "influência" da psicologia aplicada à indústria nas diretivas às atividades laborais, as afirmativas e as propostas de solução devem ser impregnadas de critérios objetivos, critérios de produção e de satisfação, que assegurem as deduções ou proposições apresentadas, alta probabilidade de comprovação em suas aplicações no campo pragmático.

Deste modo, as pesquisas em psicologia industrial devem ter sempre como ponto de partida a análise do trabalho, isto é, um exame de todas as variáveis envolvidas na atividade que se estuda, onde se buscarão os critérios que vão definir o problema de maneira objetiva e determinarão as verdadeiras metas da pesquisa, bem como os modelos de comparatividade imprescindíveis à demonstração da veracidade das afirmações que se sucederão. Lembrando o Prof. Paul Stephaneck (1969)⁵, "*esta é uma obrigação que os psicólogos industriais conhecem bem, mas poucos dentre eles a praticam*".

Algumas vezes, essa terminologia indicativa, "análise do trabalho", não é usada, sendo substituída por designações mais tradicionais e menos completas, como: "análise ocupacional", "análise fisiológica", "análise fisiográfica". Montmollin (1971)⁶ a considera como "análise de tarefas" e a define pelas suas técnicas como sendo "*o conjunto de procedimentos que, partindo de um modelo, permite identificar, e geralmente medir, as variáveis que se consideram características de determinado posto de trabalho*".

⁵STEPHANECK, P. (1969) *O fator humano nas organizações*. Ribeirão Preto, FFLRP. mimeogr.

⁶De MONTMOLLIN, M. (1971) *Introducción a la ergonomía: los sistemas hombre-máquinas*. Madrid: Aguillar.

Ao estudar um cargo, o analista de trabalho freqüentemente comete alguns erros fundamentais:

- erros de ponderação - a partir de observações assistemáticas ou de opiniões de terceiros, o analista atribui valores numéricos diferenciais às exigências das tarefas;
- erros de conceituação - refere-se às exigências das tarefas em termos de aptidões, de caráter, e de outros constructos, sem definições operacionais;
- erros de descrição - descreve o que o ocupante do cargo "deve fazer" e não "o que faz" na realidade;
- erros de verificação - emprega métodos únicos independentemente dos objetivos particulares a cada situação.

A escolha dos métodos de análise do trabalho que vão ser empregados em cada caso específico é muito importante pois eles devem garantir a comparatividade dos resultados, o valor das deduções e a objetividade. A opção por um, ou mais de um deles, baseia-se nos conhecimentos dos diferentes métodos pelo analista do trabalho e na adaptabilidade de cada um às condições específicas. "Entretanto, é a intenção final do estudo que determina geralmente o método a adotar" (Mucchielli, 1968).

MUCCHIELLI, R.
(1968) *L' étude des postes de travail*.
Paris: Librairie
Techniques et
Entreprise Moderne D'
édition.

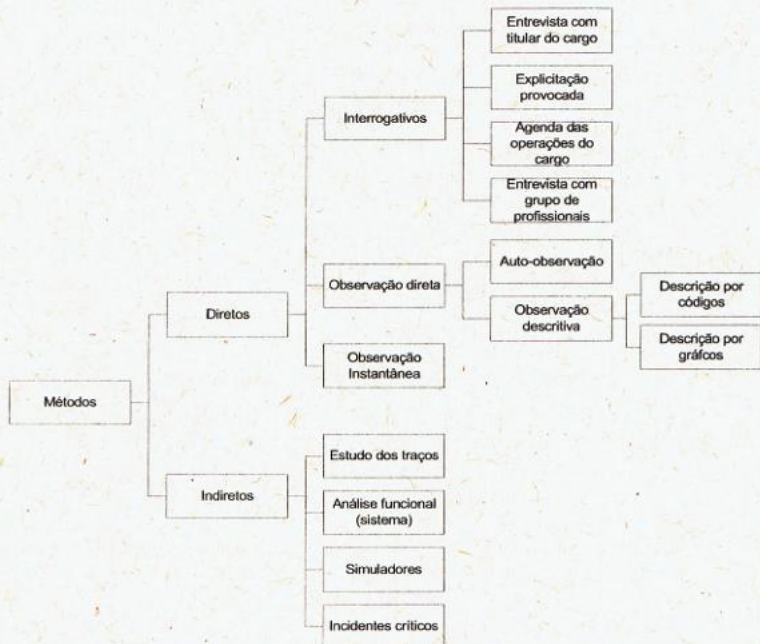


Figura 9 Métodos mais conhecidos de análise do trabalho (segundo Dela Coleta, 1972)

Vamos distinguir os métodos qualificados como clássicos, que tendem a cair no desuso, e os mais aplicados na atualidade, que tentaremos descrever com maior profundidade. A *Figura 9* indica os métodos mais conhecidos ou usados.

MÉTODOS DIRETOS

Os chamados métodos clássicos estão agrupados neste título. Clássicos, porque suas aplicações são bastante difusas, de longa data, e não conseguem suprir as demandas dos estudos mais recentes. Entretanto, quando pesquisamos um cargo, somos obrigados a descrever as atividades do seu ocupante. Tentamos reproduzir no papel o funcionamento global deste “sistema”, onde estão envolvidos o trabalhador e a “máquina”, aqui entendida como os “acessórios” que tomam parte na execução das tarefas, além do homem.

Na aplicação dos métodos diretos, onde o analista está em contato direto com o trabalhador e/ou trabalho, ainda que o homem esteja envolvido nas observações, procura-se vê-lo como trabalhador, esquecendo-se por completo das variáveis intra-individuais que tocam a esse sujeito. Não se trata aqui de avaliar, nem de julgar a pessoa que ocupa o cargo, mas sim descrever as relações do trabalhador com as tarefas a cumprir.

Métodos Interrogativos

Esses métodos caracterizam-se pela descrição dos cargos por seus próprios ocupantes. Os trabalhadores são solicitados pelo analista a prestarem informações as mais variadas sobre seu trabalho. Eles apresentam o inconveniente da padronização das questões, o que leva a deficiência de muitas informações complementares importantes.

Entrevista com o Titular do Cargo

Para conhecermos as dificuldades encontradas no exercício das atividades, os fatores de insatisfação engendrados pelas tarefas a cumprir, os incidentes que se produzem e, mesmo, o que o sujeito faz na realidade, podemos simplesmente perguntar ao ocupante do cargo. Assim, podemos interrogá-lo, por exemplo, sobre: as tarefas que são realizadas, as operações requeridas, as informações recebidas, de onde chegam, para onde são enviadas; um esquema da posição funcional de seu cargo, quem são os superiores e os subordinados, caso existam; as situações onde se produzem incidentes e acidentes; as falhas nos mecanismos de que se serve.

Devemos estar atentos, quando da aplicação deste método, às atitudes do trabalhador. Ele pode “defender-se”, respondendo de maneira breve e mesmo estereotipada as questões formuladas; pode supervalorizar seu trabalho ou mesmo subvalorizá-lo. É necessário que ele entenda

muito bem os objetivos do estudo para que as respostas fornecidas sejam realmente redundantes ao que se busca.

Explicitação Provocada

Explicitação provocada ou método de reconstrução por introspecção, bastante usado na construção de simuladores e de programas de informação pessoal, consiste em solicitar ao trabalhador que reconstrua "mentalmente" as situações de trabalho e descreva como o titular do cargo procede naquelas circunstâncias, seus atos, as etapas das decisões etc.

Os problemas que se apresentam relacionam-se à carência de valor que se pode atribuir a essas informações. O sujeito pode racionalizar e indicar coisas que não faz e omitir as dificuldades reais do cargo, ao mesmo tempo, as idéias pessoais a respeito dos acontecimentos encobrem, comumente, as verdadeiras causas das situações que se apresentam, podendo mascarar as respostas.

Agenda das Operações do Cargo

A agenda das operações do cargo ou questionário ou diário, trata de pedir ao trabalhador que enumere as tarefas e operações que efetua, seja por meio de um questionário escrito, quando torna-se necessária uma investigação prévia para sua elaboração, seja por meio de uma agenda, que ele leva consigo e, no momento do trabalho, faz as anotações das atividades desenvolvidas, o mais minuciosamente possível. Nota-se claramente a dificuldade de aplicação de tal método e as poucas informações válidas que ele pode trazer.

Entrevista com Grupo de Profissionais

Quando da aplicação deste método, são recrutados alguns profissionais que executam a função estudada e, em grupo, são debatidos informes pertinentes à análise do seu trabalho. Deste modo, os trabalhadores fornecem indicações a respeito do seu cargo, à medida que as diretivas são impostas à entrevista, quer pelo analista, quer pelos próprios membros do grupo.

Como conclusão da aplicação dos métodos interrogativos, um ou mais, pode-se perfeitamente montar um "organograma" da função, onde são explicitadas as variáveis pertinentes à "localização" do cargo e suas relações com outros, que de um modo ou outro afetam ao cargo em estudo e/ou ao seu ocupante.

Métodos de Observação Direta

É preciso que se faça aqui uma diferenciação entre os métodos diretos e de observação direta. Por métodos diretos de análise do trabalho entende-se aqueles cuja aplicação requer um contato direto com o trabalhador, quer em seu posto de trabalho, quer fora dele. Os chamados "métodos de observação direta" apesar de estarem enquadrados como métodos diretos na classificação, juntamente com os

interrogativos, são mais específicos e exigem a presença do analista no local do trabalho, no momento em que são desempenhadas as diversas funções.

Os métodos de observação direta evitam o *biais* dos métodos interrogativos, mas apresentam outros problemas quando de sua aplicação: certos postos não permitem a presença do analista; algumas tarefas não podem ser observadas por elementos estranhos à função; a observação no local do trabalho sempre traz perturbações ao desempenho das tarefas, e os trabalhadores observados modificam tanto os seus comportamentos, principalmente nas situações críticas, que às vezes escondem a verdadeira realidade.

Aprendizagem
Pessoal e
Auto-
Observação
no Trabalho

Este método apresenta algumas maneiras diferentes de ser colocado em prática:

a) o analista do trabalho submete-se à aprendizagem das tarefas do cargo e, durante o exercício das atividades, tenta descrever suas ações, isolar os sinais a que deve responder, identificar as dificuldades enfrentadas;

b) um profissional, conhecedor profundo do cargo, é transformado em analista do trabalho, por meio da aprendizagem das diferentes técnicas de estudo do trabalho;

c) um estudioso do trabalho aprende teoricamente as funções do cargo, torna-se conhecedor de suas variáveis, mas não executa praticamente as atividades, como no primeiro caso.

Apresentam inconvenientes da ordem de indicação de métodos particulares de execução das tarefas, de estereótipos adquiridos na aprendizagem das tarefas, e da "participação observação".

Observação
Descritiva

Pela presença no local de trabalho, ou com o auxílio de filmes, fotografia, ciclografia, enumeram-se as tarefas realizadas, as operações requeridas e, mesmo, as fases dessas operações; as variáveis referentes às condições de trabalho; os problemas de higiene e segurança; os aparelhos e máquinas utilizados.

Este método é muito usado, mas certos analistas aproveitam mal as observações que são utilizadas para fazer inferências a respeito das qualidades requeridas pelo cargo.

a) Descrição
com a ajuda de
códigos

Nas observações, por mais objetivo que se tente ser, sempre aparece um pouco do observador. São os momentos onde os detalhes seletivamente são mais detectados; as palavras empregadas para definir certas situações; mesmo a identificação de algumas variáveis é diferente a

cada momento ou em cada indivíduo. Baseando-se em tais fatos, tem-se utilizado categorias, anteriormente definidas e codificadas, para que o observador faça suas anotações. Deste modo, qualquer acontecimento observado teria uma categoria, uniformemente concebida, para que fosse inserido.

b) Descrição por meio de gráficos

Uma vez que as tarefas e operações foram codificadas, é possível estabelecer uma seqüência a esses códigos de maneira que o seu conjunto apresente as fases de execução dos trabalhos, o funcionamento global do cargo e mesmo as intercorrelações entre os diferentes cargos estudados.

Assim sendo, como nos processos de diagramação, obtém-se um “fluxograma” do cargo, que pode inclusive ser expresso na linguagem dos computadores e, deste modo, prestar-se ao estudo de variáveis atuantes nos elos de ligação de uma tarefa a outra em um cargo, ou entre tarefas de diferentes cargos.

Tal método aplica-se muito bem ao estudo dos chamados “tempos mortos” e dos sistemas e métodos que norteiam os trabalhos na organização.

Método de Observações Instantâneas

Aceitando-se o fato de que a observação contínua é específica a um posto determinado e a presença do analista no local de trabalho traz perturbações ao comportamento do trabalhador, o uso do método das observações instantâneas pode evitar as dificuldades, além de permitir o estudo de mais de uma função ao mesmo tempo. Ele consiste em descrever o que o trabalhador faz, observando-o em situações aleatórias. Deste modo, calcula-se o número de observações a fazer em função do grau de precisão desejado, fixa-se o intervalo entre as observações. Determina-se os momentos das observações e anota-se o produto dessas observações. Uma vez acumulado certo número de observações, pode-se descrever o que o trabalhador faz e qual o volume de cada tarefa.

O grau de precisão conseguido em função de certo número de observações feitas ou o número de observações a fazer em função de um grau de precisão fixado, podem ser determinados pela aplicação da fórmula:

$$P = 2 \sqrt{\frac{1 - P}{N \times p}}$$

Sendo P o grau de precisão desejado; p a porcentagem de aparecimento da tarefa estudada, tomando-se levantamentos anteriores e N o número de observações realizadas ou a fazer. Tal método é aplicado,

sobretudo, para definir as atividades de um cargo, o volume de execução dessas atividades e mesmo para detectar certas anormalidades no funcionamento deste cargo. Não se justifica, entretanto, sua aplicação aos que envolvem tarefas repetitivas.

MÉTODOS INDIRETOS

A grande crítica dirigida aos métodos diretos de estudo do trabalho baseia-se nas perturbações que a presença do analista do trabalho traz ao comportamento do trabalhador. Toda a situação fica modificada; o sujeito, sobretudo nos momentos de perigo, comporta-se de maneira totalmente diversa da normalidade, emitindo respostas que podem encobrir muito bem essas situações de perigo. Ora, as conclusões a que se chegam quando se levam em conta essas observações são bastante duvidosas.

Para suprir essas insuficiências dos métodos diretos e atender à demanda das pesquisas atuais, os analistas do trabalho têm empregado certo número de técnicas que estudam o trabalho fora da situação real, quer por suas conseqüências, quer por reprodução das condições ambientais de funcionamento do posto de trabalho: são os chamados "métodos indiretos".

Estudo dos Traços

O estudo do mecanismo das falhas no trabalho ou na aprendizagem, a análise qualitativa ou quantitativa da produção, são algumas técnicas utilizadas para estudar o trabalho através das características particulares a esse cargo do ponto de vista dos erros cometidos, da produção alcançada (controle de qualidade) e da aprendizagem.

Se a produção é, significativamente, muito alta ou muito baixa, com muitas falhas ou perfeita, uma análise de suas causas deverá fornecer dados para o conhecimento das variáveis envolvidas na função estudada.

O estudo profundo dos erros deve indicar um ponto negativo, isto é, "o que deveria ter sido feito", e um aspecto positivo, qual seja, o agente exterior que está perturbando o bom funcionamento do sistema. Tais informações permitem determinar o que se deve fazer para que tal cargo possa assumir suas tarefas conforme foram definidas. Caso se consiga isolar o "porquê" das falhas, em um processo de treinamento, é possível eliminá-las se pertencerem ao homem e por adaptação do instrumento de trabalho, se este é o responsável.

Queremos dizer que o estudo dos "traços" característicos do cargo não se resume à análise dos erros e falhas, mas sim, das atividades de sucesso e progresso também. São os fatos extremos, portanto pouco comuns, que interessam a este método.

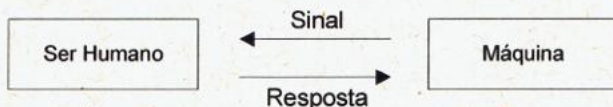
Análise Funcional do Cargo como um Sistema

Um estudo do posto de trabalho deve conter informações sobre a dinâmica do seu funcionamento, suas variáveis anteriores e, portanto, pouco perceptíveis.

O homem no trabalho, a todo instante, estabelece ou é passível de processos comunicativos com a máquina, que em termos cibernéticos deve ser entendida como um conjunto material que toma parte ativa na execução das tarefas, ou seja, como todo e qualquer instrumento de trabalho (papel e lápis, ônibus, perfuratriz, etc.). Ora, se existe troca de informações recíprocas entre homem-máquina deve, necessariamente, haver sinais transmitidos pelos dois elementos individualmente. E a análise cuidadosa desses sinais vai oferecer dados muito importantes, principalmente se a análise do trabalho tem como objetivos o estabelecimento de programas de treinamento, a melhoria das condições de trabalho ou, mesmo, a construção de simuladores destes postos estudados.

Tanto o homem como a máquina operam em função de sinais recebidos de um e de outro. Deste modo, o operário coloca a máquina em funcionamento no início do período. Se a ação desta é perfeita, o operário recebe sinais indicativos de que nada precisa ser corrigido e de que tudo corre bem. Mas, à primeira disfunção, os sinais recebidos pelo homem são outros e ele os recebe como sendo indicativos de que algo precisa ser readaptado, que alguma coisa não vai bem. Vemos assim, que tanto o homem como a máquina controlam-se mutuamente e os sinais e respostas são emitidos de um modelo de "circuito fechado", tal como o propôs Montmollin (1971)⁸:

⁸De MONTMOLLIN, M. (1971)
Introducción a la Ergonomia: los sistemas hombres-máquinas. Madrid: Aguillar.



Quando o analista do trabalho consegue ter uma descrição exata do funcionamento deste sistema e dos elementos que compõem as trocas de informação, ele terá chegado realmente a um "retrato" fiel, em termos de sistema, do que é esse posto de trabalho e que muito servirá à causa desta análise do trabalho.

Construção de Simuladores

As pesquisas em psicologia do trabalho, nos laboratórios, objetivam estabelecer as leis gerais ou particulares do funcionamento da "máquina" humana e suas interpelações com o trabalho, levando-se em consideração as variáveis bio-sociopsicofisiológicas dos operadores.

Deste modo, mediante o uso da metodologia ditada pela psicologia experimental, são reproduzidas no laboratório condições de trabalho tão idênticas às reais quanto possível, onde são estudados aspectos característicos do funcionamento deste posto de trabalho, como: a frequência e os momentos das pausas no trabalho; o trabalho em equipe; a influência da música no rendimento; as causas da fadiga, etc.

A construção de simuladores, entendidos como postos de trabalho artificiais que representam as condições de trabalho do cargo estudado, requer uma análise profunda do trabalho em questão evidenciando as variáveis estruturais e, principalmente, as funcionais pelo estudo dos sinais envolvidos no funcionamento do sistema.

Ao mesmo tempo que a análise do trabalho é condição essencial, à construção de simuladores, eles podem servir ao estudo das variáveis humanas e mecânicas envolvidas no trabalho de um modo mais completo do que a observação do próprio local de trabalho, uma vez que os laboratórios dispõem de aparelhos registradores, programadores, que permitem noções mais objetivas a respeito das variáveis isoladas.

Os simuladores são muito usados no estudo de postos que apresentam inconvenientes à presença do analista do trabalho, como as cabinas de aviões, as cápsulas espaciais, as cabines de caminhões, etc. Mas a aplicação dos simuladores não se restringe apenas à análise do trabalho. Eles são imprescindíveis a programas de seleção e formação de pessoal a postos muito específicos, como os pilotos de aviões, os astronautas, os operadores de radar, etc.; e também a estudos visando a melhoria das condições de trabalho.

Método dos Incidentes Críticos

Ao se tentar estudar as causas dos fracassos na aprendizagem de vôo, relatadas pelos mil aprendizes eliminados em 1941, da Força Aérea Norte Americana, verificou-se que muitos termos empregados não eram passíveis de definição operacional, sendo impregnados de estereótipos e adjetivos. Por outro lado, alguns sujeitos indicavam certos comportamentos totalmente inabituais como causadores do fracasso, estes descritos de maneira objetiva não deixando transparecer a opinião do relator, e sim o realmente acontecido.

Tudo isso levou Flanagan, então participante do Programa de psicologia de aviação da Força Aérea e Exército dos Estados Unidos na II Guerra Mundial, a deduzir que, nos estudos do trabalho, os comportamentos extremos, pouco frequentes, são o importante e que os fatos habituais são pouco significativos e escondem a verdade absoluta.

Denominou ele a coleta e análise desse conjunto de comportamentos e fatos extremos de “método dos incidentes críticos”.

Vamos distinguir, inicialmente, os conceitos de incidente e de acidente. Usando as palavras do próprio Flanagan (1954)⁹: “*por incidente, quer-se demonstrar qualquer atividade humana, observável, que seja suficientemente completa em si para permitir interferências e previsões a serem feitas a respeito da pessoa que executa essa atividade. Para ser crítico, um incidente deve ocorrer em uma situação onde o propósito ou intenção do ato pareça razoavelmente clara ao observador e onde as suas conseqüências sejam suficientemente definidas para deixarem poucas dúvidas relacionadas aos seus efeitos, ou seja, o incidente pode ser caracterizado como uma ruptura no funcionamento normal de um sistema fechado qualquer*”.

⁹FLANAGAN, J.C. (1954) The critical incident technique *Psychological Bulletin* v. 51, n. 4, p. 327-358, July.

A respeito de acidente, o Prof. Faverge (1967)¹⁰ diz que “*os perigos aumentam fortemente nas situações ditas de recuperação, onde os homens abandonam sua atividade normal para reparar, recolocar em estado, após o incidente perturbador*”, de onde podemos concluir que os acidentes são precedidos de incidentes, sendo considerados um tipo especial de incidente, no qual é envolvido necessariamente o ser humano. Exemplificando: o operador acelera a velocidade de uma máquina projetora. A quebra do filme durante a projeção é um incidente, mas se por este acontecimento, o operador é atingido, é caracterizado, então, o acidente.

¹⁰Faverge, J.M. (1967) *Psychosociologie des accidents du travail*. Paris: PUF.

A aplicação do método dos incidentes críticos consiste na coleta de observações diretas de comportamentos extremos fazendo uso, para tanto, de questionários que são aplicados aos superiores imediatos dos trabalhadores das funções que se estuda. Em uma tentativa de adaptação desse método às nossas condições, quando se buscam critérios para a seleção e avaliação de pessoal, foram entrevistados “chefes de turmas” de “ajudantes de eletricitas” de uma empresa de distribuição de energia elétrica, aos quais se formulavam as seguintes perguntas:

1. “Pense no melhor ajudante de eletricitista entre seus subordinados, e que trabalhe sob suas ordens há três meses pelo menos. Agora, pense em uma coisa que ele fez e que foi notada por você, porque, do ponto de vista profissional, era muito boa. Conte-me exatamente como foi e o que ele fez nesse momento. Por favor, não cite os nomes dos sujeitos”.
2. “Pense agora no pior ajudante de eletricitista entre seus subordinados, e que trabalhe sob suas ordens há três meses pelo menos. Agora, pense em uma coisa que ele fez e que foi notada por você, porque, do

ponto de vista profissional, era uma falha. Conte-me exatamente como foi e o que ele fez nesse momento. Por favor, não cite os nomes dos sujeitos”.

Fornecendo informações bastante úteis aos diversos campos de estudo das atividades humanas, o método dos incidentes críticos apresenta, quando de sua aplicação, a necessidade de obediência e algumas fases muito bem definidas:

- a) determinação dos objetivos principais da atividade que se pretende estudar;
- b) especificar as observações a serem feitas, isto é, definir quais comportamentos serão considerados no estudo;
- c) indicar os relatores bem como desenvolver planejamento para que eles possam fornecer as informações;
- d) coleta dos dados mediante entrevistas, observações, questionários, etc.;
- e) analisar os dados tentando codificar as informações contidas nos relatos, isolando categorias e grupos de categorias;
- f) interpretação dos dados obtidos pela análise dos relatos.

Este método tem aplicações bastante amplas dentre as quais se destacam: treinamento, critérios para medida de desempenho, seleção e classificação, adaptação de máquinas ou equipamentos às capacidades humanas, consultas e psicoterapias.

Para bem sentirmos a necessidade de uma criteriologia ao se estudar o trabalho e a profundidade de penetração do método dos incidentes críticos, vamos citar afirmações contidas nos relatórios de pesquisa de Programa de Psicologia de Aviação: *“O objetivo principal dos procedimentos de análise do trabalho deveria ser a determinação das exigências críticas. Essas exigências incluem aquelas que foram demonstradas como tendo feito a diferença entre o sucesso e o fracasso na execução de uma parte importante do trabalho, determinadas em número significativo de exemplos. Demasiado freqüentemente, afirmativas relacionadas às exigências de trabalho são meramente listas de todos os traços desejados nos seres humanos. Estes praticamente não auxiliam na seleção, classificação ou treinamento de indivíduos para tarefas específicas.”*

6.3.2

Métodos de análise cognitiva do trabalho

A literatura mais recente apresenta outras ferramentas não discutidas por Dela Coleta e, portanto, serão apresentadas, principalmente porque são importantes em um diagnóstico de cunho cognitivo, quando, principalmente, a tarefa é complexa, e não basta simplesmente observar

as ações e os comportamentos (o que as pessoas fazem). É importante saber como eles pensam e o que eles sabem, como organizam e estruturam as informações e o que eles buscam entender melhor. Para tanto, a Análise Cognitiva do Trabalho ou da tarefa (ACT) vem sendo utilizada atualmente.

6.3.2.1 análise cognitiva do trabalho (ACT)

A ACT é uma família de métodos usados para estudar e descrever o raciocínio e o conhecimento. Os estudos incluem as atividades de perceber o que está por trás do desempenho das tarefas, o conhecimento, as habilidades cognitivas e as estratégias necessárias para responder a situações complexas, e os propósitos metas e motivações para o trabalho cognitivo. A ACT objetiva a análise da dimensão cognitiva do trabalho e é indicada principalmente nos seguintes casos: a) desempenho de tarefas de alta complexidade/dificuldade; b) fluxo intenso de informação; c) necessidade de especialização dos operadores; d) resolução de conflitos e tomada de decisão; e) carga de trabalho alta e pressão de tempo; f) desempenho simultâneo de múltiplas tarefas; g) fluxo dinâmico que exige capacidade de adaptação; h) trabalho de equipe.

O que se quer na ACT é saber o que as pessoas estão pensando, ao que elas estão prestando atenção, as estratégias que estão usando para tomar decisões ou detectar problemas, o que estão tentando fazer, e o que elas sabem sobre o processo. No entanto, não é possível saber o que realmente se passa na cabeça das pessoas, cada pessoa é diferente da outra mesmo atuando em um mesmo processo e realizando um mesmo trabalho e, portanto, apenas será possível fazer inferências sobre porque elas atuam daquele jeito. Assim, é importante destacar alguns procedimentos no decorrer da ACT:

Substituição: jamais se colocar no lugar de outro, mesmo se for uma situação conhecida;

Compreender o raciocínio: não existe isto. A única coisa que dá para fazer é inferir sobre as ações mentais;

Indicador de comportamento: jamais utilizá-lo para analisar comportamentos;

Indicadores objetivos: definir hipóteses a testar, produzir modelos para generalizações;

Observação: desde que seja participante;

Critérios de validação: observar a validade ecológica, ou seja, a análise em situação simulada representa o real? Concentrar nas situações de crise, de maior disfunção;

Plausibilidade: aceitar que os resultados são plausíveis mesmo que não comprovados cientificamente.

A forma de melhor acessar o que passa na cabeça do trabalhador em ação é por meio de verbalizações, mas pode-se filmar, também, pois é útil para análise *a posteriori*.

Algumas definições também são importantes na ACT:

- Competência** Competência são saberes combinados (saber clássico, saber fazer, saber ser), articulados, construídos para realizar uma ação e desenvolver uma atividade. A competência depende, portanto, do conhecimento (declarativo e procedimental), é dificilmente verbalizável, dificilmente dissociável, ligada ao contexto. A competência não é mensurável;
- Performance** Performance ou desempenho é observável, mensurável;
- Qualificação** Qualificação é o reconhecimento estatutário;
- Expertise** Expertise é o reconhecimento pelos pares de uma super competência (com modos operatórios mais eficazes);
- Atitude** Atitude é a predisposição que é parte integrante da pessoa para fazer alguma coisa;
- Habilidade** Habilidade (*skill*) pode ser motora ou cognitiva e tem relação com o conhecimento procedimental. Habilidade cognitiva representa habilidades que envolvem predominantemente a articulação de processos e estruturas da cognição. A habilidade motora tem mais relação com a questão física, mas é importante salientar que qualquer habilidade possui elementos de cognição presentes, mesmo aquelas essencialmente psicomotoras.

Habilidades	Definições
Motoras	Ações físicas para controle de tarefas
Perceptivas	Aquisição sensorial de informações
Automatizadas	Atividades cognitivas e físicas desempenhadas de forma rápida e precisa
Procedimentais	Seqüência de atividades físicas e cognitivas desempenhadas em um contexto determinado
Representacionais	Simulação cognitiva do contexto e do desempenho de tarefas
Tomadas de Decisão	Atividade cognitiva de identificação, avaliação e escolha de um padrão de ações
Estratégias	Auto-monitoramento e integração de conhecimentos e habilidades

Figura 10 Quadro de classificação das habilidades (Seamster, Redding e Kaempff, 1997)

A Figura 10 apresenta as definições de habilidades segundo Seamster, Redding e Kaempff (1997) para o trabalho na aviação, sendo as duas primeiras de caráter psicomotor e as demais, cognitivas.

Conhecimento O desempenho dos indivíduos em resolver problemas depende, muito mais da forma como eles representaram o conhecimento do que da eficiência com que o convertem em habilidades, segundo a teoria do Controle Adaptativo do Pensamento (CAP) (*Adaptive Control of Thought - ACT*) é uma teoria geral de cognição desenvolvida por John Anderson e colaboradores, na Carnegie Mellon Univeristy (Anderson, 1983) a partir da teoria CAP original (Anderson, 1976) e edificada sobre o HAM (Human Associative Memory), um modelo de memória semântica proposto por Anderson e Bower (1973)¹¹. A CAP, que focaliza os processos de memória, faz uma distinção entre três tipos de estruturas de memória: memória declarativa, de procedimento e de trabalho.

¹¹ANDERSON, J. e BOWER, G. (1973). *Human Associative Memory*. Washington, DC: Winston.

Declarativos ou Conhecimentos explícitos A memória declarativa assume a forma de uma rede semântica unindo proposições, imagens e seqüências por associações. Os conhecimentos declarativos abarcam o saber acadêmico, teórico, não operacional, e referem-se ao conjunto de informações necessárias ao desenvolvimento de habilidades ou conhecimento procedimental. Objetiva a descrição do domínio. Os conhecimentos declarativos descrevem os objetos, as leis físicas e os conceitos abstratos. Dentro do conhecimento declarativo estão a memória episódica e a semântica. O conhecimento ou memória episódica contém a vivência das situações, associada a um tempo e um espaço (eventos); o conhecimento ou memória semântica contém o conhecimento geral, conceitual (fatos). São conhecimentos da memória declarativa, explícita pois manipula a informação consciente. Estão relacionados às situações que propiciam a emergência do conhecimento e da aprendizagem, ativando, muitas vezes, outros conhecimentos por efeito de evidência ou relevância. Os conhecimentos explícitos são acessíveis e revisáveis de forma consciente. Geralmente são identificáveis por meio de entrevistas estruturadas.

Procedimentais ou Conhecimentos implícitos A memória de procedimentos (também de longo prazo) representa a informação na forma de produções. Cada produção tem um conjunto de condições e ações baseadas na memória de declaração. Os nodos da memória de longo prazo têm algum grau de ativação e a memória de trabalho é aquela parte da memória de longo prazo que é a mais altamente ativada.

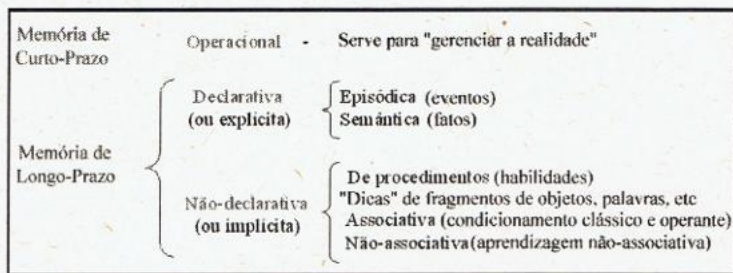
O conhecimento ou memória procedimental ou conhecimentos implícitos estoca o saber fazer. São formas de saber tácito, escapando da consciência objetiva. Reclamam propriedades abstratas do ambiente e não em fatos precisos. Podem estar relacionados à intuição. É um conhecimento ou memória não declarativa, implícita (verbal, imaginada, sensitiva, gestual) inconsciente. O conhecimento procedimental está relacionado às habilidades. Representam o conjunto de conhecimentos requeridos no desempenho de tarefas. Manifestam-se na capacidade

de automatização de ações, representação de situações, tomada de decisão e definição de estratégias. Servem para guiar as ações e agir no mundo. São de difícil acesso à memória quando não utilizados com frequência. Podem ser elicitados por meio de entrevistas estruturadas e análise de consistência.

De acordo com a CAP, todo o conhecimento começa como informação declarativa. O conhecimento de procedimento é aprendido fazendo-se inferências do conhecimento real já existente. A CAP sustenta três tipos fundamentais de aprendizado: generalização, na qual as produções se tornam mais amplas na suas faixas de aplicação, discriminação, na qual as produções se tornam estreitas nas suas faixas de aplicação, e fortalecimento, na qual algumas produções são aplicadas mais frequentemente. Novas produções são formadas pela conjunção ou disjunção de produções existentes. A CAP pode explicar uma grande variedade de efeitos de memória, assim como explicar habilidades de ordem mais elevada

Jonassen, Beissner e Yacci (1993) incluem os Conhecimentos Estruturais, que relacionam-se à capacidade de transformação de conhecimentos declarativos em conhecimentos procedimentais. Estão voltados à descrição das relações conceituais existentes. Podem ser elicitados por mapas conceituais, escalas e análise de reportes verbais. São acessíveis de forma consciente e são facilmente examinados e combinados com outros conhecimentos declarativos.

Figura 11 Relação entre memórias e tipo de conhecimentos armazenados



Os conhecimentos declarativos e procedimentais podem ser classificados como subsistemas da memória de longa duração (MLD) e são operacionalizados no sistema de Memória de Curta Duração ou de Trabalho (Figura 11). O Capítulo 4 do livro Ergonomia Cognitiva desta Série Monográfica detalha os sistemas de memória e atenção.

Meta-conhecimento

Meta-conhecimento: são conhecimentos que permitem o sujeito saber que possui conhecimentos. Tem como papel o controle da utilização dos conhecimentos e identificação e controle de situações de risco.

Woods *et al.* (1994) consideram que a atuação do ser humano depende: do conhecimento que ele tem do sistema; como este conhecimento está organizado e é utilizado em diferentes contextos; e como os diferentes processos cognitivos são ativados para resolver problemas. O que tem relação com o conhecimento, o nível de atenção e tipo de estratégia utilizada.

Para Woods *et al.* (1994) a adaptação da tarefa e do sistema são exemplos da estratégia adaptativa dos operadores para que possam trabalhar com novas tecnologias, geralmente como resposta à sobrecarga de trabalho; para reduzir esforço cognitivo; para facilitar o uso; aumentar a robustez a erros comuns etc. Sperandio (1978), com base nos estudos com controladores experientes e novatos sob alta carga de trabalho de vôo propôs que a estratégia muda em função da quantidade de carga sendo manipulada, de forma que a pessoa não fique sobrecarregada. Após 10 anos estudando o Controle de Tráfego Aéreo, o autor notou que a carga dos controladores aumentava com o aumento do tráfego mas este aumento era regulado por mudanças na estratégia. Para uma dada situação e um dado controlador, certos procedimentos eram mais econômicos (requeriam carga cognitiva menor) do que outros mas quando a carga aumentava (i.e. o número de aviões aumentava) os controladores espontaneamente relaxavam o critério de performance para adotar uma estratégia qualitativamente diferente que atendessem as metas com menor esforço, a fim de não ultrapassar o limiar de sobrecarga e o mau funcionamento do sistema (atrasos, por exemplo), conforme é detalhado no *Capítulo 4.5 v.3* deste livro. Sperandio (1978) chamou atenção para o fato de que mudanças de estratégia não são óbvias ou repentinas. Existem tendências estatísticas que variam de acordo com o contexto e que são difíceis de antecipar. Além disso, mudanças de estratégia dependem do indivíduo, que pode exibir diferentes tendências em dias diferentes. Assim, não existe um número mágico de carga que leve à mudança de estratégia, esta não sendo, portanto, um bom indicador de sobrecarga.

**Fases da
Análise
Cognitiva do
Trabalho
(ACT)**

Elicitação de
conhecimento
na ACT

As três principais fases da ACT são: elicitación do conhecimento, análise de dados e representação do conhecimento.

A elicitación do conhecimento refere-se aos métodos de obtenção de informação sobre o que e como as pessoas sabem, os julgamentos, as estratégias, o conhecimento e as habilidades que sustentam o desempenho (Ver métodos em http://mentalmodels.mitre.org/cog_eng/ce_sys_eng_phases_matrix.htm). A elicitación de conhecimento pode ser classificada pela maneira como e onde procurar os dados (ao invés de como coletá-los) e também pode ser classificada em função de onde os dados são coletados: tempo (passado, presente, futuro), realismo

(mundo real, simulação/cenários, ambiente artificial), dificuldade (rotina/eventos típicos, eventos não típicos, eventos raros e anormalidades), generalidade (foco no conhecimento abstrato ou eventos específicos? declarativo). A forma de elicitar este conhecimento é por meio de verbalizações. Além dos métodos já apresentados por Dela Coleta, são apresentados, a seguir, alguns métodos de elicitação de conhecimento usualmente utilizados na ACT.

Entrevistas
entrevistas
dirigidas

Permitem a verbalização a partir de questionários abertos. Permitem a coleta de respostas comparáveis e identificáveis, mas exigem tempo de depuração.

entrevistas
semi-
dirigidas

Permitem a verbalização a partir de questionários abertos, de suportes visuais (fotos ou gráficos).

entrevistas
abertas

Permitem a verbalização a partir de um tema.

As entrevistas semi-dirigidas e as abertas permitem explorar situações pouco conhecidas mas demandam ainda mais tempo que as dirigidas.

entrevista de
explicitação

Consiste em obter uma verbalização sob o ponto de vista procedimental e coloca a pessoa em um ambiente que permita acessar a experiência necessária (situação de exploração do assunto). Não se usa a pergunta POR QUE? Usa-se a reformulação da última frase como trampolim para o sujeito continuar...

entrevista
com suporte
de
interlocutores
imaginário

Baseia-se em pedir ao operador para verbalizar para outra pessoa que não está presente, a partir do seguinte enunciado: "Você deve se ausentar e deixar as informações (no gravador, etc.) necessárias para o seu substituto". Permite a explicitação dos conhecimentos e estratégias, assim como a execução da atividade.

verbalizações
simultâneas

Pede-se à pessoa para fazer uma atividade enquanto pensa alto, verbalizando o que ela está fazendo. O ergonomista é apenas observador, podendo intervir muito pouco (Você pensou? Você vê?) se o operador parar de falar. Chega-se ao raciocínio do operador, mas a técnica tem o problema da dupla-tarefa: na situação rotineira, é difícil falar de coisas de que não se tem consciência

verbalizações
consecutivas

É a verbalização assim que termina a atividade É mais um complemento de informações do que coleta de dados em si. Permite voltar aos pontos não entendidos, durante a execução da tarefa e, portanto, podem completar as verbalizações simultâneas. Não perturba as atividades como as demais verbalizações.

Técnica de
auto
confrontação

A autoconfrontação individual é um exame *a posteriori* do registro de sua própria atividade A confrontação coletiva é o comentário de vários operadores sobre a atividade de um de outros, presentes ou não. Estas

técnicas têm a vantagem de não perturbar a atividade e não colocar as pessoas em dupla-tarefa. No entanto, a técnica não é fácil de ser aplicada e a reconstrução do pensamento nem sempre é fiel.

Técnica de alo confrontação

É uma técnica de verbalização análoga a de auto-confrontação, mas a verbalização é feita por um outro operador ou um grupo de operadores sobre a atividade registrada (em áudio, vídeo) de um operador.

alo confrontação individual

Na alo confrontação individual, o operador A é filmado e operador B verbaliza, na ausência mas com a concordância do operador A.

alo confrontação cruzada

Na alo confrontação cruzada, o operador A é filmado e operador B verbaliza na presença e com a concordância do operador.

alo confrontação coletiva

Na alo confrontação coletiva, o operador A é filmado e vários operadores verbalizam na presença e com a concordância do operador.

Método da decisão crítica

O método da decisão crítica (MDC), já comentado no texto de Dela Coleta, é uma entrevista semi-estruturada desenvolvida por Klein, Calderwood e MacGregor (1989) a partir dos trabalhos de Flanagan (1954)¹². É uma entrevista intensiva (mais ou menos 2 horas) conduzida por dois pesquisadores: um age como facilitador principal, mas também faz anotações. Outro é responsável pelas anotações e o plano da entrevista. Depois de feitas as introduções, pegar os dados demográficos e explicar o objetivo do relatório, a maior parte da entrevista versa sobre a revisão do incidente. Ao final da entrevista, têm-se o entendimento do incidente sob o ponto de vista dos entrevistados. No MDC, a entrevista tem 4 etapas:

- 1) Identificação do incidente;
- 2) Verificação na linha do tempo;
- 3) Aprofundamento (pergunta do tipo e se?);

Representação do conhecimento Codificação e representação de textos

4) Uma vez elicitado o conhecimento, ele deve ser representado de alguma forma. As verbalizações devem ser codificadas e representadas corretamente. Para tanto, são retirados do texto e não são codificados: tudo que for irônico e não pertencer ao raciocínio, tudo que pertencer ao trabalho mas muito dependente do contexto, não permitindo generalizações. Geralmente, para representação, usa-se a linha do tempo (*Figura 12*) e mapas conceituais (*Figura 13*).

linha do tempo

Na linha do tempo, coloca-se, no tempo, os eventos importantes e as ações tomadas pelos trabalhadores. Pode ser bem detalhada ou muito simples, como é o exemplo da *Figura 11*. O importante é que se tenha a informação gráfica do ocorrido em função do tempo.

¹²FLANAGAN, J.C. (1954) The critical incident technique *Psychological Bulletin* v. 51, n. 4 July.

01:00	02:00	03:00	10:00
Decisão	Decisão	ação	aprendizagem
Define metas	Procura de dados	Chama o gerente	Aprende sobre o ocorrido

Figura 12
Exemplo de linha
do tempo

Mapas
conceituais

Mapas conceituais (Figura 13) são diagramas usados para elicitar e representar o conhecimento. Os eventos, processos, procedimentos, e as estratégias dos operadores podem ser desenhados (a lápis sobre papel, quadros brancos, *post-its*, etc.) da seguinte forma: a descrição dos eventos são os nós (caixas) e as ligações entre eles mostra o contexto, ou seja, é a cola explanatória que dá sentido ao processo. Quando vários mapas são ligados e organizados, geram o modelo do mapa conceitual do conhecimento.

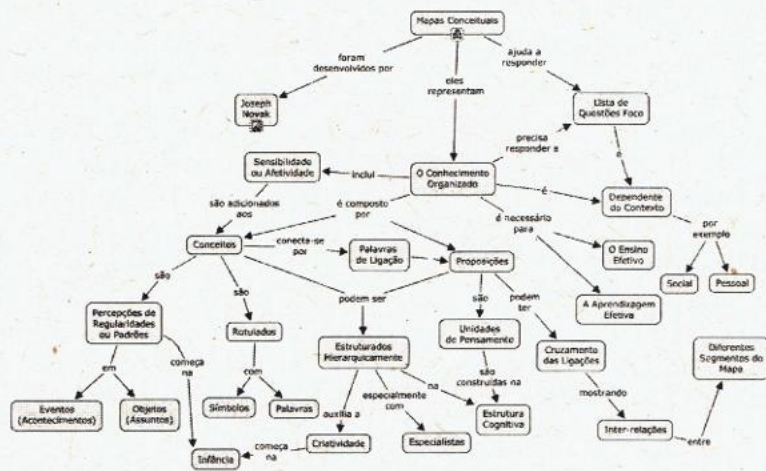


Figura 13 Mapa
conceitual de um
mapa conceitual

Análise de
dados na
ACT

A fase de análise dos dados na ACT é o processo de estruturação de dados, identificação de achados e descobrimento do significado. Geralmente consiste de textos, tabelas, gráficos e ilustrações, modelos qualitativos (*flowcharts*, etc.), simulação, modelos numéricos e simbólicos.

análise de
consistência

Uma questão importante é a análise de consistência dos dados. As etapas da análise de consistência são:

- decompor tarefas em sub-tarefas ou elementos de tarefas;
- identificar as habilidades relativas as sub-tarefas e elementos de tarefas;

- identificar pontos de diferenciação entre a performance de peritos e novatos;
- identificar áreas de dificuldade para novatos;
- identificar áreas de dificuldade para novatos sob alta carga de trabalho;
- identificar categorias de informação de consistência;

análise em eixos

Os dados coletados podem ser analisados em 3 eixos:

- eixo cronológico (as etapas da atividade do sujeito em função do tempo);
- eixo histórico, prático, descritivo da atividade;
- eixo cognitivo descrição do raciocínio do operador a partir da verbalização.

O Eixo cognitivo necessita 11 descritores ou componentes cognitivos que permitem codificar a atividade do sujeito para se compreender o raciocínio do operador:

1. **Planificação:** é a organização geral de uma atividade segundo um plano. Compreende a enunciação do alvo (objetivo) e sua decomposição em sub-alvos a fim de se chegar a um objetivo determinado;
2. **Antecipação:** previsão de uma situação futura que ajuda o sujeito a adaptar sua conduta, suas ações. É valiosa se ela é efetivamente levada em conta nas ações posteriores;
3. **Inferência:** operação mental a partir da qual o sujeito atua a partir de fatos, princípios em razão de suas ligações. A dedução é uma inferência;
4. **Heurística:** regra geral de organização da atividade que não garante chegar ao fim. Não é um algoritmo, é uma idéia diretiva;
5. **Avaliação:** análise pelo sujeito de uma ação realizada ou de uma situação vivida, de determinação de um valor da ação. A avaliação pode ser positiva ou negativa;
6. **Ação:** aquilo que o sujeito faz para concretizar o alvo;
7. **Alvo:** objetivo que o sujeito almeja atingir, que pode ser concretizado ou não pela ação;
8. **Metaconhecimento:** capacidade de utilizar seus próprios conhecimentos para a resolução de um problema. É o saber sobre o nosso próprio saber. Pode ser positivo ou negativo;

9. Regras: conhecimento do assunto já possuído pelo operador, uma prescrição, um princípio de conduta;

10. Pré-requisito: condição pré-estabelecida e necessária para se atingir o fim;

11. Tomada de informação: ação que consiste na coleta de elementos da situação.

6.3.1

Exemplo de diagnóstico da ilha de caixa da loja de departamento

Exemplos de Diagnóstico de cunho mais cognitivo são apresentados nos *Capítulos 4.2 e 4.5* do volume 3 deste livro (*Aplicações em Produtos e Serviços*) mas o exemplo apresentado dará continuidade ao estudo nas quatro lojas de departamentos. Tendo em vista que os maiores problemas identificados na Avaliação foram imediatamente resolvidos na reunião com o Ministério Público do Trabalho (foi substituída a meia por um uniforme de calça comprida e camiseta, e foi dado um *kit* de maquiagem para cada vendedora a cada semestre), o Diagnóstico concentrou-se na carga física de trabalho para projeção de um novo posto que permitisse alternância postural, que era a demanda de projeto. A fim de permitir posterior análise dos custos e benefícios dos dois balcões (o antigo e o proposto), foi necessário:

- (i) Analisar o trabalho realizado e determinar os parâmetros que definem a carga de trabalho dos usuários das ilhas;
- (ii) Mensurar os tempos de operações e de venda nas duas ilhas;
- (iii) Identificar a carga postural das operações, por segmento corporal e no corpo como um todo, durante uma venda;
- (iv) Avaliar a percepção dos atendentes quanto as duas ilhas;
- (v) Desenvolver um protocolo de avaliação da intensidade de risco de lesões osteomusculares em diversos segmentos corporais, em função das posturas adotadas.

Basicamente, o trabalho nas ilhas de caixa pode ser sumarizado da seguinte forma:

Ao chegar no caixa, o cliente deposita suas compras em cima do balcão;

o operador:

1. saúda o cliente e aproxima as mercadorias para o seu processamento;
2. quando for o caso, tira os cabides;
3. retira as "bolachas", com movimentos repetitivos sobre o balcão;
4. dobra as peças (quando necessário) conforme retira as bolachas;

5. recebe o cartão Renner;
 6. faz um check-up do cartão para avaliar se o cliente é adimplente. Se há problema, chama o gerente;
 7. registra os produtos com o leitor ótico que se encontra sobre o balcão, ao alcance da sua mão;
 8. após a passagem do leitor pelos produtos, o operador se afasta do balcão, caminha, inclina-se sob o balcão e retira a sacola do depósito que se encontra abaixo da sua área de trabalho;
 9. caminha novamente até sua posição inicial (em frente ao cliente)
 10. ensaca os produtos, desempenhando movimentos com os braços que variam de acordo com o tipo de produto;
 11. retira a sacola do apoio do balcão, caminha com ela em punho;
 12. balança a sacola no verificador de alarme secundário situado entre os dois operadores da ilha;
 13. desloca-se novamente até sua posição inicial e coloca a sacola novamente sobre o balcão.
- O cliente "indica" a forma de pagamento;
- O operador:
14. faz os registros no teclado para liberação da nota;
 15. espera a emissão da nota;
 16. destaca a nota, e
 17. dá a nota para o cliente junto com o cartão;
- O cliente assina e repassa o canhoto. O operador:
18. entrega a sacola para o cliente. Está finalizada a venda.

A Figura 14 é um fluxograma das operações de venda quando a compra é feita com cartão da loja, que representa 80% das vendas.

FLUXOGRAMA QUANDO DA COMPRA COM CARTÃO

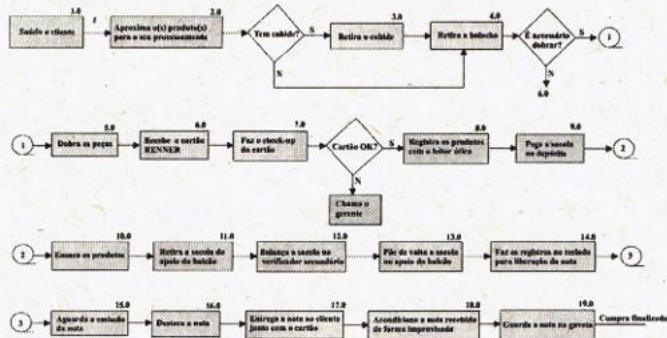


Figura 14 Fluxo de trabalho típico na ilha de caixa

A análise da carga física nas duas ilhas de caixa (antiga e nova) foi feita com a **participação direta dos trabalhadores** por meio de entrevistas e questionários, que geraram dados quali-quantitativos e também com a **participação indireta dos trabalhadores** por meio de: observação direta (observação in loco) e observação indireta (análise das filmagens feitas em sistema VHS pelos responsáveis pelo controle de segurança da loja). As filmagens permitiram analisar as atividades realizadas, os tempos e movimentos e os esforços despendidos, com base em protocolos de risco postural.

As *imagens da Figura 15* mostram que na ilha antiga, o trabalho é executado somente em pé e há esforço estático nos braços devido ao manuseio durante o ensacolamento, desmagnetização e entrega da sacola ao cliente. Nota-se que não há espaço suficiente para movimentação do corpo o que impacta negativamente no desempenho do trabalho, ou seja, nas condições de saúde do trabalhador (fadiga e risco de DORT) e na produtividade.



Figura 15
(esquerda) Na ilha antiga, o trabalho é executado somente em pé, há a adoção de posturas agachadas e há esforço estático nos braços devido ao manuseio durante o ensacolamento, desmagnetização e entrega da sacola ao cliente



A *Figura 16* mostra o resultado da cronometragem de tempo de operações que ocorreram com maior frequência (em percentual do tempo da jornada) na ilha antiga e a *Figura 17* mostra a percentagem de tempo das três posturas adotadas durante a jornada. Para a análise cinesiológica do trabalho, e como uma ferramenta de amostragem das atividades desenvolvidas, foi utilizado o método OWAS (Kivi e Matila, 1991) com o sistema computadorizado WinOwas (1998) que consiste na análise pela combinação da postura das costas, braços, pernas e a força exercida durante a realização do trabalho, cujos resultados são enquadrados em categorias de ação (*Figura 18*).

Figura 16
Operações que ocorreram com maior frequência (em percentual do tempo da jornada) na ilha antiga

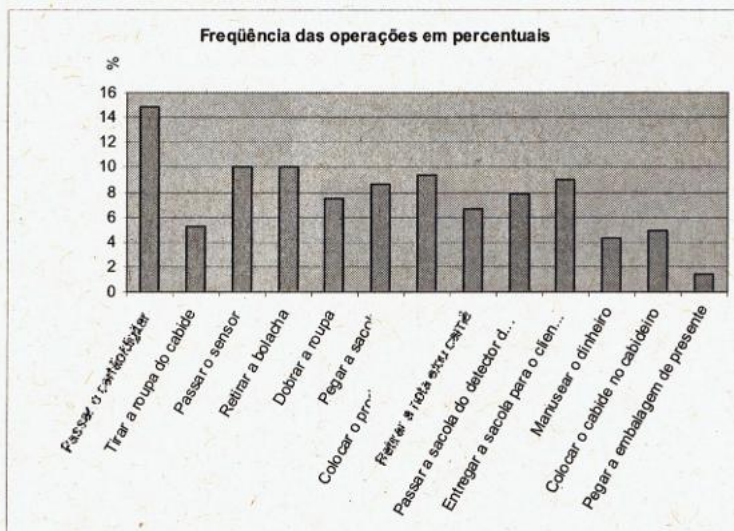
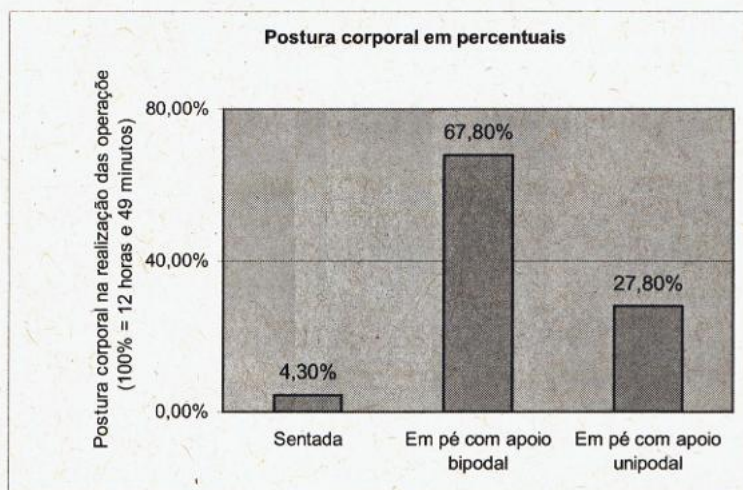


Figura 17
Distribuição de tempo nas posturas na ilha antiga



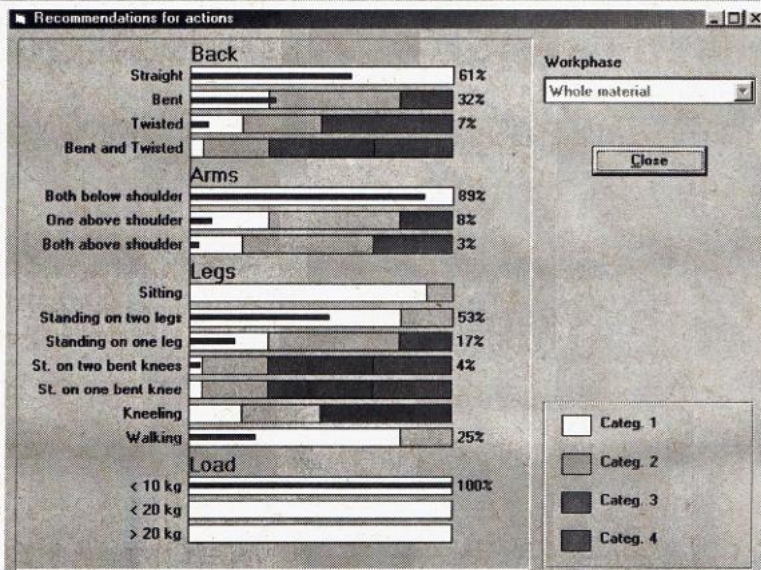


Figura 18 Um dos quadros de avaliação de posturas e amostragem do trabalho com a ferramenta WinOwas

Como era o esperado, os atendentes passam a maior parte do tempo de pé, porque mesmo que quisessem não podiam sentar já que a ilha não tem espaço para as pernas na postura sentada (é cheia de gavetas, prateleiras e penduradores sob o balcão). Os resultados estão de acordo com um estudo de Grandjean (1998) com 24 vendedoras de uma loja de departamentos: durante uma jornada de 8,5 horas, um total de 5 horas e 25 minutos ficava-se parado em um local. Em média, as vendedoras caminhavam 58 minutos, ficavam de pé 3 horas e 35 minutos, de pé apoiadas 1 hora e 30 minutos e curvadas 1 hora e 2 minutos. Entre 200 vendedoras questionadas, 79 (quase 40%) tinham queixas principalmente de dores nas pernas e nos pés (20%), costas (19%), dores na cabeça (19%), órgãos digestivos e fígado (9%), reumatismo, artrites, nevralgias (7%), nervosismo (6%), coração (5%), rins e bexiga (5%) e outras indicações (10%). A carga estática sobre as vendedoras é, portanto, considerável no trabalho de vendas. A literatura mostra que a manutenção de uma mesma postura ou “imobilidade postural” constitui um fator desfavorável para a nutrição do disco intervertebral, uma vez que depende do movimento e da variação de postura. Logo, quando há alternância de posturas, a incidência de dores lombares é menor (Grandjean, 1998; Brasil, 2001). Os riscos que uma má postura pode ocasionar, como a fadiga muscular, má circulação sanguínea nas pernas e dores lombares, está relacionada com o projeto do posto e da organização do trabalho pois os lojistas geralmente ficam de pé a maior parte do tempo de trabalho, à espera e

durante o atendimento do cliente. Esta constatação acarretou no projeto de uma nova ilha que permitisse a alternância postural, ao invés da simples especificação de um assento, que era o interesse da empresa.

6.3.2 2º portal da AMT: retorno dos dados do Diagnóstico

Terminada o Diagnóstico ergonômico, nova reunião é marcada para divulgar e discutir os resultados com a empresa, e oficializar o início da fase 3, de Projetação, subsequente. As questões devem ser extensivamente discutidas no Diagnóstico e o trabalho em foco muito bem analisado e compreendido porque a base de projeto de qualquer sistema, serviço ou produto, inclusive de um posto de trabalho, é a análise da tarefa, realizada no Diagnóstico.

O relatório do Diagnóstico deve apresentar a revisão da literatura e as recomendações ergonômicas. A conclusão do Diagnóstico compreende a confirmação ou refutação de predições ou hipóteses.

Os resultados da fase de Diagnóstico podem estar resumidos em um quadro denominado "Ergoshingo" (em anexo) que tem inspiração no quadro proposto por Shingo (1996 a,b). Este quadro resume as principais atividades da tarefa sob observação, resume a avaliação postural e/ou fisiológica e/ou cognitiva realizada, e os tempos alocados para cada atividade, o que permite uma breve análise de custo ergonômico. Esta análise preliminar de custos tem serventia como auxiliar na estratégia de atuação futura.

6.4 FASE 3. PROJETAÇÃO OU DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES DE MELHORIA

Com base no Diagnóstico, procede-se à fase 3 de Proposição de Soluções. É quando são feitos os estudos de modificação, execução de *mockups*, protótipos, etc. dos produtos e/ou sistemas a serem criados ou modificados. A fase de Projetação é responsável por traduzir, em projeto, as necessidades dos usuários, ou Itens de Demanda Ergonômica (IDEs) levantados na Apreciação e analisados no Diagnóstico. Para tanto, a equipe de projeto deve elencar os itens projetuais, ou elementos de projeto (denominados Itens de Design ou IDs no DM), que podem atender aos IDEs. Em função de sua complexidade, um IDE pode exigir mais ou menos IDs. A AMT propõe que a projeção siga as etapas 4 a 6 do DM (Fogliatto e Guimarães, 1999) :

- 4) listagem dos itens de design (IDs) a serem considerados no projeto ergonômico do posto de trabalho;
- 5) determinação da força de relação entre os itens de demanda ergonômica (IDEs) e os itens de design (IDs);
- 6) tratamento ergonômico dos IDs (para estabelecer propostas de modificações);

O projeto deve se basear na análise das atividades da tarefa real. Ele incorpora o conceito do projeto, a configuração e o dimensionamento de estações, equipamentos/ferramentas, ambiente ou sistema de trabalho a serem modificados tendo em vista o posto de trabalho, a organização do trabalho e a qualidade de vida como um todo.

Na fase de Projetação, geralmente a participação dos usuários finais é reduzida, e aumentada a participação dos integrantes da empresa que atuam indiretamente no sistema em foco (usuários intermediários). Por exemplo, é comum, nesta fase, o envolvimento do pessoal de engenharia de projetos, produção, logística e manutenção.

6.4.1
3º portal da
AMT:
discussão de
Alternativas
Projetuais

As alternativas de projeto dos postos, produtos e sistemas são discutidas na empresa, junto com os usuários diretos ou finais (que vão usar o sistema) e indiretos ou intermediários (que atuam no sistema indiretamente, por exemplo, fazendo a manutenção, e que participaram da elaboração das alternativas). Com base na decisão do grupo quanto às alternativas mais viáveis e que deverão ser testadas, os projetos são, então, materializados em *mockups* (que é como se fosse uma maquete, mas em tamanho real, com material simples e fácil de trabalhar tipo cartão, papelão, fita adesiva etc., para facilitar as alterações e/ou construções de alternativas) antes dos protótipos para teste.

Com relação ao estudo na loja de departamentos, foram desenvolvidas seis alternativas projetuais com o mesmo partido de projeto que ressaltou cinco parâmetros principais: 1) maximização de conforto; 2) permitir a alternância de postura; 3) minimização do esforço de ensacamento; 4) permitir uso compartilhado de alguns equipamentos; 5) utilização de gaveta tipo *flip top* para eliminar o incômodo de movimento para trás gerado pela gaveta comum.

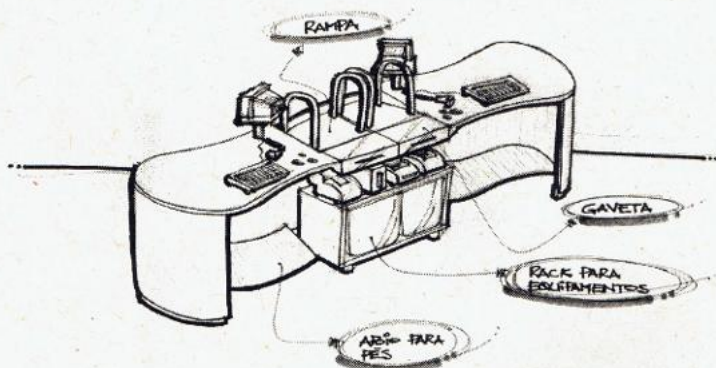


Figura 19 Uma das alternativas de projeto de ilha de caixa

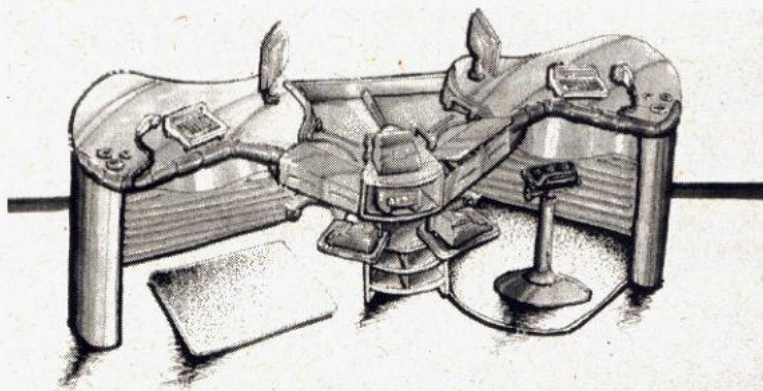


Figura 20 Outra alternativa de projeto de ilha de caixa

As Figuras 19 e 20 são exemplos de desenhos de alternativas projetuais e a Figura 21 é um dos *mock ups* (em papelão) testados nas dependências da própria universidade com sujeitos extremos (percentil 5 e 95) trabalhando em pé e sentado.



Figura 21 Teste de um dos *mock ups* nas dependências da própria universidade com sujeitos extremos (percentil 5 e 95) trabalhando em pé e sentado

6.5 FASE 4. IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOLUÇÕES Uma vez implementadas as alternativas projetuais, elas precisam ser testadas, o que pode requerer um planejamento de experimentos. Geralmente, vários protótipos são testados até se chegar a uma solução adequada à maioria das pessoas e ao sistema produtivo. Os protótipos devem, então, ser usados, experimentados pelos usuários diretos (o tempo de uso depende da complexidade das propostas) que, junto com os ergonomistas e os usuários indiretos, são responsáveis por validar as propostas. A análise é feita com base na análise das atividades realizadas sob as novas condições propostas em situação real de trabalho.

6.5.1 4º portal da AMT: discussão de mock-ups e/ou protótipos testados

Os vários *mock-ups* de ilhas foram testados e discutidos com o pessoal da loja interessada e, a partir dos testes, o *mock up* aprovado pelos usuários resultou em dois protótipos (conforme *Figura 22 e 23*) que foram instalados em duas lojas de Porto Alegre para teste de uso em situação real de trabalho. No entanto, em apenas uma das lojas (aquela em que os atendentes participaram desde o começo do projeto, inclusive no teste de *mock ups*) foi possível validar o projeto já que na segunda loja, a ilha não era operada como deveria (não alternavam a postura em pé e sentada e não usavam a rampa, entregando a sacola na mão do cliente). Na ilha ergonômica (*Figuras 22 e 23*), o esforço de ensacolamento, desmagnetização e entrega da compra foi transferida para uma rampa (o cliente pega a sacola). A instalação de uma cadeira alta e a abertura de espaço para movimentação das pernas sob o balcão permite a alternância de postura.



Figura 22
Detalhes do
protótipo da ilha
nova vista de
frente



Figura 23
Detalhes do
protótipo da ilha
nova vista de trás

6.6 FASE 5. VALIDAÇÃO

Na fase de Validação, são analisadas as modificações propostas nos testes, efetuadas as modificações finais em nível físico-ambiental, de posto, de organização do trabalho, ou seja, aquelas que se fizerem necessárias. Nesta fase, pode-se utilizar o mesmo questionário usado na Apreciação e, assim, comparar as respostas antes e depois da intervenção ergonômica, usando a estatística (pareada ou não). Uma vez aprovadas as modificações, o projeto é considerado validado.

Em resumo, a fase de implementação do novo design e acompanhamento implica nos seguintes passos que estão detalhados na etapa 7 do DM:

- 1º) organização de um posto-piloto de trabalho;
- 2º) teste e acompanhamento do projeto proposto a partir do posto-piloto (para auxiliar a equipe de design na verificação da eficácia das soluções propostas);
- 3º) ajustes finais;
- 4º) coleta de indicadores quanto à adequação do projeto proposto.

Quando as últimas propostas implementadas são aprovadas pelo COERGO e trabalhadores, pode-se considerar o projeto validado.

6.6.1 exemplo de validação da ilha de caixa de departamento

No caso do estudo nas lojas de departamento, as duas ilhas (antiga e nova/ergonômica) foram comparadas com os mesmos instrumentos: questionários, avaliação cinesiológica, de risco/carga postural e de produtividade. A *Figura 23* mostra o resultado da cronometragem de tempo de operações que ocorreram com maior frequência (em percentual do tempo da jornada) na ilha nova e o percentual de tempo em cada atividade. A *Figura 24* mostra o percentual de tempo de adoção das três posturas de trabalho.

Comparando-se os gráficos das *Figuras 24 e 25* com os da ilha antiga (*Figuras 16 e 17*), nota-se que uma das atividades que demandava esforço de braços (atividade para passagem das compras no detector de alarme ou desmagnetização) foi eliminada na ilha nova e que o trabalho tem sido realizado de pé e sentado, conforme projetado, enquanto na ilha antiga ficava-se a maior parte do tempo de pé.

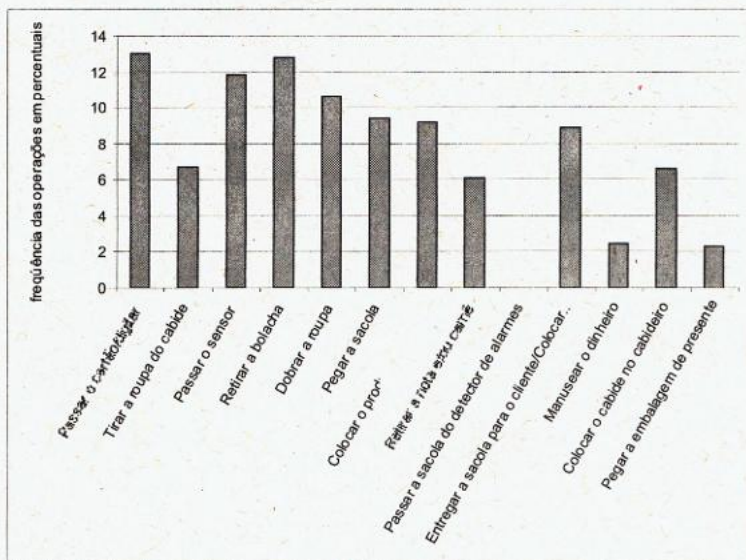


Figura 24
Operações que ocorreram com maior frequência (em percentual do tempo da jornada) na ilha nova

A *Figura 26* é um resumo das observações realizadas para a análise da ilha antiga e da nova. Foram coletadas imagens por cinco minutos a cada hora (doze horas por dia), seis dias da semana de segunda a sábado, e cinco minutos a cada hora (cinco horas por dia) no domingo nas duas semanas de coleta de dados. A análise das filmagens foi feita com cronômetro e um instrumento de avaliação de risco e carga

postural (Vitali Júnior, 2004) desenvolvido com base em protocolos de avaliação de risco da ocorrência de DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho): OWAS (Ovako Working Posture Analysing) proposto por Karu, Kansi e Kuorinka (1977); RULA (Rapid Upper Limb Assessment) desenvolvido por Mcatamney e Corlett (1993); REBA (Rapid Entire Body Assessment) proposto por Hignett e Mcatamney (2000).

Figura 25
Distribuição de tempo nas posturas na ilha nova

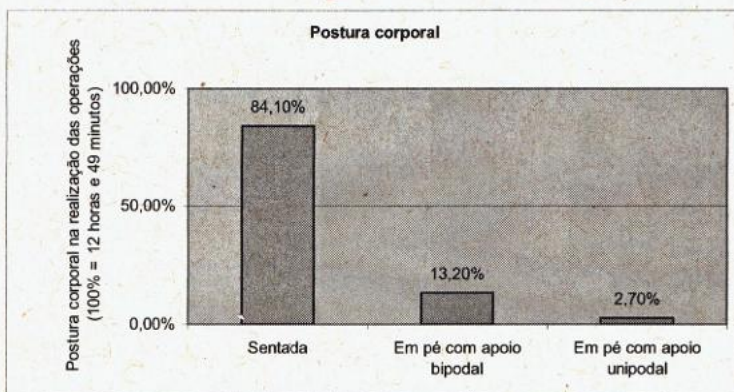
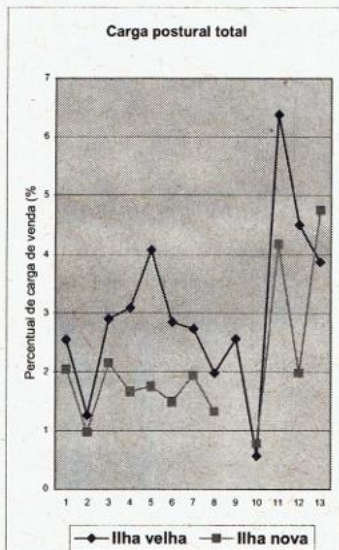
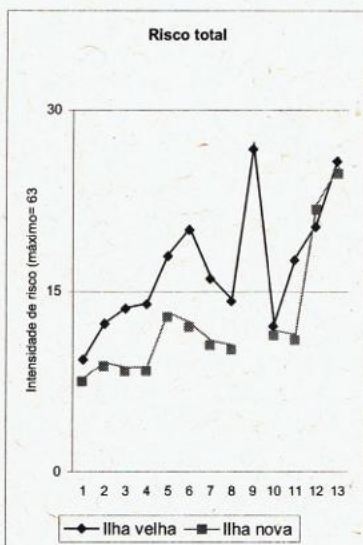


Figura 26
Características das observações realizadas com as duas ilhas

Operador	Idade (em anos)	Altura (em cm)	Peso (em kg)	Tempo de trabalho nas ilhas (em meses)	Número de operações analisadas	
					Ilha Velha	Ilha Nova
A	24	162	58	18	86	91
B	26	172	66	6	70	126
C	26	162	58	5	155	115
D	22	172	69	22	34	42
E	21	165	55	21		59
F	21	166	73	28		42
G	20	155	52	20		149
H	20	172	60	10		163
I	20	174	60	28		75
J	21	161	51	24		94
K	20	152	49	25		162
L	22	168	55	24		161
Número de operadores	Média de idade	Média de altura	Média de peso	Média de tempo de ilha	Número de operações na Ilha Velha	Número de operações na Ilha Nova
12	21,92	165,08	58,83	19,25	345	1279
Desvio padrão:	2,23	7,01	7,3464	8,02		

As Figuras 27a e 27b mostram as diferenças obtidas com os mesmos instrumentos de análise, que permitiu comparar o risco e carga postural da ilha antiga com a nova (ergonômica).

Resultados comparativos de risco e carga postural com as duas ilhas. **Figura 27a** (à direita) dizem respeito ao risco postural e **Figura 27b** (à esquerda) são relativos à carga postural



O risco total (*Figura 27a*) é o risco de desenvolvimento de lesão avaliado com base no protocolo desenvolvido por Vitalli Júnior (2004). A carga postural total (*Figura 27b*) é resultante do produtório entre o risco de lesão e o tempo de duração da operação. Nota-se que tanto a carga quanto o risco são menores na ilha nova. O gráfico da *Figura 28* indica diminuição da percepção de desconforto/dor para os pés, pernas e braços, e aumento da percepção de desconforto/dor para pescoço e costas. No entanto, a análise estatística (teste U de Mann-Whitney) mostrou que somente a percepção de desconforto/dor dos pés teve diferença significativa, ou seja, reduziu estatisticamente na nova ilha de caixa.

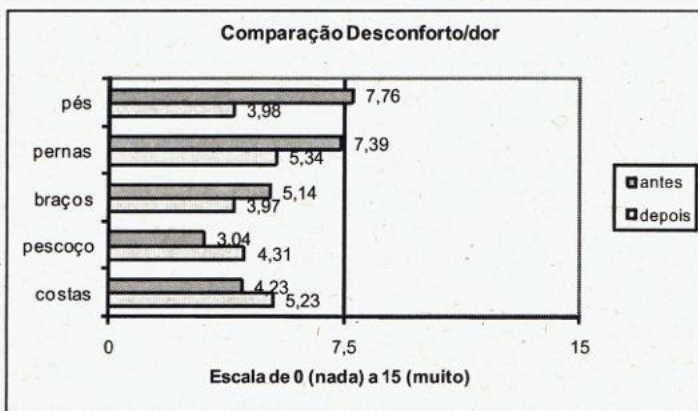


Figura 28 Gráfico comparativo de desconforto/dor com as duas ilhas (antes= ilha antiga; depois= ilha nova)

Além da redução de dores, risco e carga postural, conforme o teste Tukey de comparação de médias, os funcionários que testaram o novo protótipo acharam que a nova ilha de caixa é bonita (a média de satisfação atingiu o ponto máximo da escala), mas sua opinião sobre a praticidade, a facilidade de uso e se gostaram de trabalhar na ilha ficou em torno do ponto médio da escala (ponto neutro). Os elementos espaço físico, altura do balcão e remoção do alarme foram os que apresentaram diferença significativa, ou seja, comparados, tiveram melhor desempenho na nova ilha do que na antiga.

Os resultados do protótipo referente à loja estudada mostram que o projeto proposto para a ilha nova alterou a forma de venda, diminuindo o risco e a carga postural em todas as operações principais do processo de trabalho na ilha de caixa. Principalmente, observou-se a redução da carga postural no ensacamento dos produtos, e foi eliminada a operação de maior carga postural na ilha antiga, a desmagnetização do produto na sacola (passar a sacola no detector de alarme). A ilha nova possibilitou a alternância de posturas em pé e sentada, sendo a postura sentada a preferida na jornada de trabalho. Houve aumento de produtividade (2,3 a 4,5%) devido ao ganho de tempo de operação que a nova ilha propicia, já que o tempo médio de venda na nova ilha é menor que na antiga em função da eliminação de várias das restrições do projeto antigo. Também houve queda de fadiga durante a jornada na ilha ergonômica: a curva de fadiga mostrou que há uma menor queda no desempenho da ilha nova (perda de 1,7%) do que na ilha antiga (perda de 6%).

6.7 FASE 6. DETALHA- MENTO

Esta última fase de intervenção (Fase 5 Detalhamento) se dá após a validação dos *mock-ups* e/ou protótipos. É a fase de Detalhamento ergonômico e otimização do sistema, quando o estudo ergonômico pode ser considerado finalizado e emitido um relatório final.

A *Figura 29* mostra as fases da AMT e o tipo e intensidade de participação dos vários integrantes do Programa de Ergonomia. As setas tracejadas significam integrantes da empresa. As setas cheias representam a participação de especialistas externos. Linhas mais finas representam que a participação é menor; linhas mais grossas indicam uma participação maior.

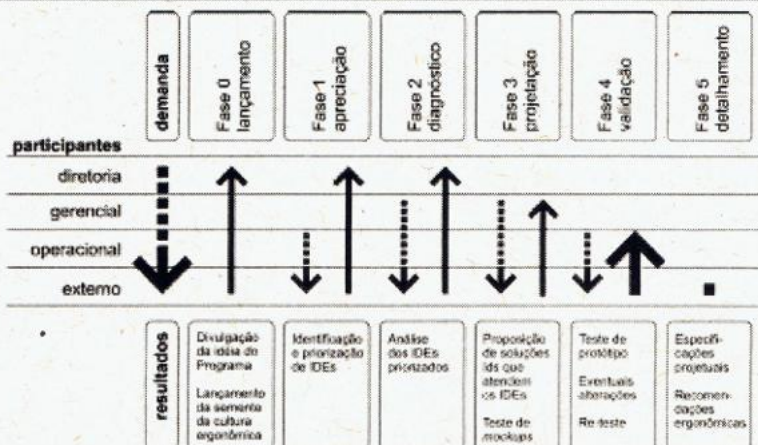


Figura 29 Quadro resumo das fases da AMT e o tipo e intensidade de participação dos vários integrantes do Programa de Ergonomia

7 AMT COMO FERRAMENTA BASE DE AVALIAÇÃO DE CUSTOS

Além dos dados de saúde e acidentes (disponíveis no SESMT da empresa) e de produtividade (disponíveis no setor de produção), é possível utilizar a AMT para avaliar a condição de cada fator sob análise e a importância de cada um deles no risco à saúde, segurança e qualidade de vida do trabalhador. Se a AMT for usada numa condição dada e novamente usada para avaliar uma nova condição otimizada de trabalho, pode-se aferir os ganhos obtidos pela ação ergonômica. Além de permitir a análise integrada de fatores, a AMT inova ao contemplar a opinião do trabalhador junto com a do especialista que se baseia nos parâmetros da literatura. A análise é feita incorporando seis fatores (Ambiental, de Posto/espaço de trabalho ou Biomecânico, Cognitivo ou de conteúdo do trabalho, Organizacional, de Risco e da Empresa), sendo que cada um deles considera um valor medido (m) conforme encontrado na literatura e um percebido (p) pelos usuários.

A AMT tem, como base matemática, uma equação que considera a média geométrica dos seis fatores. Assim, um valor não muito favorável penaliza a avaliação geral, o que joga sempre em prol da segurança da avaliação. Por exemplo, se uma empresa tem todas as questões razoavelmente bem resolvidas, sua nota geral será razoavelmente boa. No entanto, se um dos fatores é muito ruim enquanto outros são bons, sua média não é razoável, pois o fator ruim penaliza a nota final. Quando dispõe-se de dois valores iguais, a média aritmética e a média geométrica resultam em um mesmo valor (para 2 e 2, por exemplo, as médias aritmética e geométrica é 2). Quando os dois valores diferem entre si, as médias também diferem (por exemplo, para 1 e 3, a média aritmética continua sendo 2, mas a geométrica resulta em 1,5, penalizando o resultado).

A AMT considera a média geométrica entre o valor medido e o percebido, ou seja, considera que as duas medidas são igualmente importantes, conforme a seguinte equação:

$$AMT = \sqrt[3]{\prod_{i=1}^6 F_i}$$

$$F_i = \sqrt{F_{mi} \times F_{pi}}$$

$$AMT = \left[\left(\sqrt{A_m \times A_p} \right) \times \left(\sqrt{B_m \times B_p} \right) \times \left(\sqrt{C_m \times C_p} \right) \times \left(\sqrt{O_m \times O_p} \right) \times \left(\sqrt{R_m \times R_p} \right) \times \left(\sqrt{E_m \times E_p} \right) \right]^{1/6}$$

onde:

AMT representa o produtório dos coeficientes referentes aos seis fatores envolvidos;

“Fi” representa os fatores envolvidos, sendo obtido pela multiplicação do valor medido pelo valor percebido. Onde F1 = A (fatores físico-ambientais); F2 = B (fatores biomecânicos ou de posto de trabalho); F3 = C (fatores cognitivos ou de conteúdo); F4 = O (fatores organizacionais); F5 = R (fatores de risco) e F6 = E (fatores da empresa e do ambiente externo).

7.1 AMT: AVALIANDO OS VÁRIOS FATORES ERGONÔMICOS

Cada um dos seis fatores é avaliado pelo especialista, com base em normas, diretrizes ou protocolos disponíveis na literatura e usualmente utilizados por ergonomistas. Na AMT, o resultado da avaliação do especialista é considerado como valor medido.

Os mesmos seis fatores são avaliados pelos usuários por meio dos questionários distribuídos na fase 1 de Apreciação e novamente na fase 5 de Validação. O resultado desta avaliação é considerado como valor percebido, fruto da opinião dos usuários, geralmente tomada com base em uma escala contínua que facilita a análise estatística. Apesar de muitos autores proporem escalas discretas, é mais aconselhável o uso de escalas contínuas, pois elas favorecem o poder de discriminação entre respondentes (o que torna o nível de mensuração melhor), e permitem o uso de uma maior gama de técnicas de análise estatísticas (veja sobre utilização de escalas no *Capítulo 3.1* do livro *Ergonomia Cognitiva* e *Capítulo 4.1* do livro *Ergonomia de Produto*, v1, desta Série Monográfica). Drury e Coury (1982), por exemplo, concluíram que muitos sujeitos preferiam uma escala com maior discriminação para avaliar e comparar cadeiras de trabalho. Os autores optaram por utilizar uma escala de 9 cm com âncoras nas extremidades. Uma escala contínua com duas âncoras nas extremidades, conforme proposto por Stone *et al.* (1974), vem sendo usada com sucesso nos trabalhos do NDES. Portanto, é um modelo de avaliação subjetiva, proposto para utilização em todos os seis fatores deste modelo. Na maioria das avaliações, o comprimento da escala que vem sendo utilizada é de 15 cm, mas

algumas vezes são utilizadas escalas menores, de 9 cm (como na escala adaptada de Corlett (1995) (em Anexo e no *Capítulo 4.1* do livro *Ergonomia de Produto*, v1, desta Série Monográfica), e não se nota nenhum prejuízo na avaliação.

7.2
OPERACIONA-
LIZANDO A
AMT

Para operacionalizar a transformação dos valores percebidos de escala para a equação, os valores, dos extremos da escala são convertidos para 1 e 3, e os valores intermediários obtidos por interpolação. Utiliza-se, então, o valor médio de percepção (conforto, satisfação, concordância, etc.) de cada fator avaliado, de todos os indivíduos, que é obtido pelo somatório dos valores de escala de todos os indivíduos dividido pelo número de indivíduos questionados. Considerando uma escala de satisfação variando de 0 (insatisfeito) a 15 (satisfeito), 0 equivale a 1 e 15 equivale a 3.

Se o valor percebido de um fator é avaliado por mais de uma questão, considera-se, então, a média aritmética das respectivas questões para cada indivíduo, obtida pelo somatório dos valores de escala e dividido pelo número de questões que forem avaliadas. A média geral do fator para todos os indivíduos consultados é o valor a ser trazido para o respectivo fator da equação.

7.2.1 Como
avaliar cada
fator

A equação considera seis valores medidos e seis valores percebidos, um para cada fator. Os valores atribuídos a cada fator variam de 1 a 3, sendo que 1 é atribuído ao nível mais baixo (pior) e 3 é atribuído ao nível mais alto (melhor). Os níveis intermediários recebem notas intermediárias entre 1 e 3, obtidos por interpolação. A seguir, apresenta-se o desdobramento de cada um dos seis fatores da equação com exemplos de atribuição de valores.

A
(INTERFACE
HUMANO-
AMBIENTAL,
CONFORME
A 2ª FASE
DA
ERGONOMIA)

O Fator A (ambiente) considera as questões do ambiente físico (ruído, vibrações, temperatura, iluminância e aerodispersóides) que geralmente impactam no trabalho. O fator A deve considerar cada um dos fatores impactantes sendo que o valor final do ambiente medido é igual à média geométrica das notas dos 5 fatores do ambiente, ou seja:

$$A_m = \sqrt[5]{a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 \times a_5},$$

sendo a1 o valor de ruído, a2 o valor da temperatura, a3 o valor da iluminância, a4 o valor das vibrações e a5 o valor de aerodispersóides

ruído

No caso de ruído, considerando os valores nas faixas de conforto e segurança tabelados na literatura (difere da norma NR15, que lida com insalubridade):

- se ruído 65 dB(A), $a_1 = 3$ (porque está na faixa de conforto)
- se ruído 80 dB(A), $a_1 = 1$ (porque já há risco de perda auditiva)

Valores intermediários variam entre 3 e 1, ou seja, cada Decibel entre 65 e 80 corresponde a 15 decibéis a serem distribuídos entre 3 e 1, ou seja, um decréscimo de 0,13 na nota a cada aumento de 1 decibel e, portanto:

- se ruído = 66, $a_1 = 3 - 0,13 = 2,87$
- se ruído = 67, $a_1 = 2,87 - 0,13 = 2,74$
- se ruído = 68, $a_1 = 2,74 - 0,13 = 2,61$

E assim por diante ...

vibrações

No caso de vibrações, quando for identificada a necessidade de mensuração, tomar como base as normas (ISO) de corpo inteiro e/ou mão/braço.

- se condições abaixo de 50% do limite de tolerância (limite de ação), $a_5 = 3$
- se entre o limite de ação e abaixo do limite de tolerância, interpolar
- se condições acima do limite de tolerância, $a_5 = 1$

temperatura

No caso de temperatura

Seguir item 17.5 da NR17

No caso de locais cujo trabalho desenvolvido é intelectual e que exija atenção (salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, etc.)

- se temperatura efetiva 20° C e 23° C, UR 40% $a_2 = 3$
- se temperatura efetiva 20° C ou 25° C, $a_2 = 1$

Norma de ar condicionado considera a temperatura de conforto dentro das seguintes faixas:

No caso de fábricas

No verão,

- se temperatura efetiva 24° C e 26° C, $a_2 = 3$

Interpolar até máximo de 27° C sendo 27° C $a_2 = 1$

Interpolar até mínimo de 20° C sendo 20° C $a_2 = 1$

No inverno,

- se temperatura efetiva 20°C e 22°C , $a_2 = 3$

Interpolar até máximo de 27°C sendo 27°C $a_2 = 1$

Interpolar até mínimo de 18°C sendo 18°C $a_2 = 1$

- se temperatura efetiva 22°C e 26°C , $a_2 = 3$
- se temperatura efetiva 20°C ou 28°C , $a_2 = 1$

Esta recomendação considera as faixas de conforto e segurança. Uma exposição a baixas temperaturas pode gerar diminuição da dexteridade manual, isto é, da facilidade de movimentação dos dedos e mãos aumentando a força que deve ser exercida para realizar a tarefa. Isto porque há redução de vascularização e em consequência redução de sensibilidade tátil, exigindo um esforço muscular compensatório (Armstrong, 1985; Williamson, Chrenko e Hamley (1984)¹³ *apud* Malchaire, 1998). A atividade neurosensitiva está diminuída a uma temperatura cutânea de 15°C em 33% da população, e reduzida entre $15,9^{\circ}\text{C}$ a 12°C em 53% da população. Um total de 72% da população não tem mais sensação cutânea a temperaturas entre $11,9^{\circ}\text{C}$ e 10°C (Rodrigues, 1993, 1995). Temperaturas abaixo de 21°C são consideradas fator de risco para DORT (Lifshitz e Armstrong, 1986; Keyserling, 1993).

Temperaturas efetivas de 20°C e 22°C , ou 26°C e 28°C têm valor 1 acrescido de 0,66 para cada grau centígrado do intervalo ($20^{\circ}\text{C} = 1,66$; $21^{\circ}\text{C} = 2,32$; $27^{\circ}\text{C} = 2,32$; $28^{\circ}\text{C} = 1,66$)

iluminância No caso de iluminância, tomar como base os valores de iluminância da norma (NR17 que remete à NBR 5413)

- se iluminância no valor especificado, $a_3 = 3$
- se iluminância for 30% abaixo ou 50% acima do valor especificado, $a_3 = 1$

Valores de iluminância entre -30 % e +50% do valor especificado, interpolar

aerodispersóides No caso de aerodispersóides, tomar como base a ACGIH americana tendo em vista que a norma brasileira (NR15 anexo 11) não está tão atualizada.

- se condições abaixo de 50% do limite de tolerância (limite de ação), $a_5 = 3$

¹³Williamson, D.K.;
Chrenko, F.A.;
Hamley, E.J. (1984)
Applied Ergonomics
v.15, n.1, p.25-30.

- se entre o limite de ação e abaixo do limite de tolerância, interpolar
- se condições acima do limite de tolerância, $a_5 = 1$

O valor percebido A_p de cada um dos cinco fatores ambientais pode ser obtido com questionários de satisfação (ou conforto). Por exemplo, pode-se perguntar qual o nível de satisfação do usuário quanto:

- a temperatura do ambiente de trabalho;
- o nível de ruído do ambiente de trabalho;
- o nível de iluminância do ambiente de trabalho;
- o nível de vibrações percebidas;
- a qualidade do ar do ambiente de trabalho.

Para cada um dos cinco fatores ambientais, aplicar o procedimento descrito em 7.2.

B
(INTERFACE
HUMANO-
MÁQUINA,
CONFORME
A 1ª FASE DA
ERGONOMIA)

O fator B (biomecânica/fisiológico) considera as questões biomecânicas (força, posturas adotadas) e fisiológicas (esforço físico, questões de higiene) envolvidas no trabalho. Basicamente reflete as questões:

- do espaço de trabalho (dimensões do entorno, distâncias percorridas, qualidade do entorno, nível de organização e limpeza) que têm relação com o leiaute e as condições físicas e higiênicas da empresa, Note que o espaço engloba as áreas comunitárias da empresa, inclusive sala de reunião, banheiro e refeitório;
- das condições do posto de trabalho (dimensões e qualidade da superfície de trabalho ou seja, da mesa, da bancada, da esteira; e do assento de trabalho);
- dos equipamentos, máquinas e ferramentas utilizadas (dimensões e qualidade, disponibilidade, manutenção);
- dos EPIs;
- das roupas utilizadas.

Estas questões podem ser consideradas como responsáveis pela carga física imposta, mas refletem, também, questões de ordem psicofísica (por exemplo, grau de privacidade do posto, grau de comunicabilidade, grau de higiene, etc.).

Dados fisiológicos, tais como batimento cardíaco, frequência respiratória, resposta mioelétrica, têm sido usados para avaliação de carga física

de trabalho. Mas outras ferramentas mais simples, tais como *check lists*, podem ser usadas para informar como o ser humano responde às demandas impostas por seu trabalho. Dados biomecânicos, que importam principalmente para situações de trabalho pesado, são mais difíceis de avaliar porque exigem equipamentos especiais (como dinamômetros, células de carga, eletromiografia, etc.). Dados cinesiológicos ou de postura podem ser avaliados com protocolos de risco postural além de questionários de dor ou desconforto. No entanto, estes são usados no construto Risco que será detalhado mais adiante.

A medida percebida Bp pode ser obtida com questionários de avaliação subjetiva (com escala contínua) quanto ao grau de satisfação do usuário em relação ao espaço e/ou posto de trabalho. Algumas questões que podem revelar esta opinião são:

- a postura adotada de trabalho;
- condições da mesa de trabalho;
- condições do assento de trabalho;
- condições do espaço de trabalho;
- quantidade/qualidade das ferramentas e equipamentos de trabalho;

Procede-se, então, conforme item 7.2.

C
 (INTERFACE
 HUMANO-
 INFORMACIONAL
 CONFORME
 A 3ª FASE DA
 ERGONOMIA)
 COGNITIVA
 OU DE
 CONTEÚDO
 DO
 TRABALHO

C (cognitivo ou de conteúdo do trabalho) considera a demanda mental, de processamento de informação, memória, atenção e tomada de decisão que é imposta para cumprimento da tarefa. O fator C também se refere ao conteúdo do trabalho, ou como a carga subjetiva do trabalho é interpretada pelo usuário. Segundo a literatura, o ser humano é suscetível tanto à subcarga quanto à sobrecarga (Grandjean, 1998) mental. Portanto,

Se a carga é moderada $C_m = 3$

Se a carga é baixa $C_m = 1$

Se a carga é alta $C_m = 1$

O valor de alto, baixo ou moderado pode ser medido pelo teor de estressores (cortisol e catecolaminas) na urina ou saliva. Só alguns (muito poucos no mundo e nenhum no Brasil) laboratórios de ergonomia mais sofisticados contam com aparelho para medida de piscagem do olhar.

Uma das primeiras tentativas de modelar e avaliar a carga cognitiva de tarefas foi o modelo processador humano de Card Moran e Newell (1986). Estes autores propõem uma série de parâmetros que podem ser utilizados como uma aproximação da carga cognitiva do trabalho já que esta avaliação não é possível com medições fisiológicas mais simples como a avaliação de batimentos cardíacos tão difundida para avaliação de trabalho físico. O modelo do processador humano, que pretende ser um método para utilizar o conhecimento da psicologia na prática da engenharia, pode fornecer mais um índice da (sobre) carga imposta e reforçar as ações para tornar o trabalho mais humano e dignificante.

Card, Moran e Newell (1986) propõem um modelo simplificado do processador humano composto por um conjunto de parâmetros de memória e processadores e de um conjunto de princípios de operação. O modelo do processador humano tem três subsistemas que interagem: a) o sistema perceptual; b) o sistema motor; e c) sistema cognitivo. Cada um deles tem suas próprias memórias e processadores. As memórias e os processadores do modelo são descritos por alguns parâmetros. Os mais importantes parâmetros da memória são a capacidade de armazenamento, uma constante de perda e o tipo de código principal. O mais importante parâmetro de um processador é o tempo de ciclo. Este modelo teórico foi bastante divulgado nos anos 1980 devido ao *boom* da informatização, mas não atende às necessidades práticas de uma intervenção ergonômica.

Alguns protocolos para avaliar a carga subjetiva de trabalho foram propostos pela literatura. O NASA TLX (Hart e Staveland, 1988 e no *Capítulo 6* do livro *Ergonomia Cognitiva* desta Série Monográfica) é a ferramenta mais usada. O NASA TLX é um procedimento multi-dimensional que considera a média ponderada de 6 subescalas: demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho próprio, esforço e frustração. Outra ferramenta é a SWAT (Reid *et al.*, 1981) que também é uma ferramenta de escala subjetiva desenvolvida pela US Air Force. Usa 3 níveis (baixo, médio e alto) para cada uma das 3 dimensões: tempo, esforço mental, e estresse psicológico. O score final é uma nota global.

Corrêa (2003) avaliou diversos estudos e artigos recentes sobre aplicações em situações reais da avaliação da carga de trabalho, e concluiu que os mais utilizados são os métodos subjetivos com o apoio dos instrumentos NASA-TLX e SWAT. Segundo o autor, as pesquisas procuram construir modelos de predição, princípios de design para sistemas de trabalho, associações com a ergonomia cognitiva e principalmente relacionar o efeito de variáveis sobre a carga de trabalho. No entanto, desde que foram criados no final dos anos 80

até os dias de hoje, os métodos subjetivos em especial os instrumentos NASA-TLX é ainda o mais utilizado.

Sem dúvida, a carga cognitiva é a mais difícil de medir e, portanto, na ausência de dados, pode-se considerar apenas o valor percebido, que é coletado na fase de Apreciação.

O quadro da *Figura 30* apresenta um resumo dos principais métodos e instrumentos utilizados para acesso à carga sensorial, cognitiva, afetiva e visual de trabalho, que são cargas subjetivas. A maioria deles é apresentada em detalhe no livro *Ergonomia Cognitiva da Série Monográfica Ergonomia*.

Método	Instrumentos	Características	Aplicação e dificuldades
Fisiológico	Frequência Cardíaca	Cada um dos instrumentos possui técnicas e equipamentos diferentes, mas, de acordo com a literatura, os parâmetros fisiológicos nunca são utilizados isoladamente para determinação da carga de trabalho. Segundo Moray, são utilizados sempre como medidas de apoio. Embora sejam sensíveis às características individuais, não são muito sensíveis a componentes importantes da Carga Mental de trabalho.	Embora Najmedin, Hancock e Rahimi (1990) sejam bastante otimistas quanto ao uso dos parâmetros fisiológicos ficamos com o posicionamento mais recente de Moray. Exceto quando temos o uso de medidas mais sofisticadas como o EEG ou a Tomografia computadorizada. Além disso, uma barreira para estes métodos é o custo dos equipamentos e a dificuldade de se realizar as medidas em situação real sem interferir com os sujeitos.
	Pressão Arterial		
	Temperatura da Pele		
	Movimento dos Olhos		
	EEG (eletroencefalograma)		
Subjetivo	NASA- TLX (Task Load Index)	Estes instrumentos possuem diferenças entre si, mas basicamente dependem do entendimento e das respostas do participante. O instrumento SWAT necessita de uma preparação para cada vez em que será aplicado, já o NASA-TLX pode ser aplicado repetidas vezes. O SWORD é um instrumento um pouco mais antigo e pouco usado assim como as escalas de Cooper e Harper. Não encontramos muitas referências recentes a sua utilização. Segundo Moray esta é a técnica mais eficiente existente hoje para o acesso à Carga Mental de trabalho.	Notamos que estes instrumentos em especial o NASA e o SWAT são largamente utilizados atualmente mesmo 20 anos após sua criação. São relativamente fáceis de utilizar e resolvem de maneira parcial o problema da validade de resultados descrito por Najmedin, Hancock e Rahimi (1990).
	SWAT (Subjective Workload Assessment Technique)		
	Cooper - Harper		
	LEST		
Comportamental	Tarefa Primária	Os instrumentos parecem variar de acordo com o grau de dificuldade da tarefa secundária em relação à primária. Este método parece ser interessante naquelas situações onde os operadores não tem uma capacidade de entendimento suficiente para participar dos métodos subjetivos. Basicamente a Carga Mental é deduzida a partir das dificuldades encontradas para a execução da tarefa secundária.	Uma dificuldade destas medidas é determinar qual componente da tarefa está impactando na Carga. Tarefas muito complexas podem necessitar de diversas medidas. A interpretação e influência de fatores é um problema neste método.
	Tarefa Secundária		Em geral é mais custoso e demorado que o anterior além de mais difícil de administrar. Uma das razões é que os desempenhos nas tarefas primárias e secundárias tem de ser monitorados simultaneamente.

Figura 30 Resumo dos principais instrumentos de acesso à carga de trabalho. Fonte: Corrêa (2003)

O valor percebido Cp pode ser obtido por técnicas qualitativas (entrevistas, questionários) procedendo-se conforme item 7.2. A AMT propõe avaliar a carga cognitiva com base em um questionário de conteúdo do trabalho contemplando as seguintes questões sobre a carga subjetiva do trabalho:

- você sente dor de cabeça?
- você sente dor de estômago?
- você se sente nervoso?
- quanto de esforço físico é exigido no seu trabalho?
- quanto de esforço mental é exigido no seu trabalho?
- seu trabalho é monótono?
- seu trabalho é limitado?
- seu trabalho é criativo?
- seu trabalho é estimulante?
- seu trabalho envolve responsabilidade?
- Seu trabalho faz você se sentir valorizado?
- você sente autonomia para realizar seu trabalho?
- você sente pressão psicológica?
- você gosta do seu trabalho?

Deve-se ressaltar que para a análise de consistência interna do questionário de conteúdo do trabalho algumas questões devem ser invertidas (ou seja, deve ser considerado 15 menos o valor marcado na escala) pois a análise do alfa de Cronbach exige que todas as questões tenham um mesmo sentido. Desta forma, as perguntas “trabalho monótono” e “trabalho limitado” devem ser invertidas pois quanto mais monótono e mais limitado pior, ao passo que as demais questões, quanto maior o valor, melhor. As questões esforço físico e mental devem ser consideradas melhor quando estiverem na média. Assim, se elas estiverem com valores altos, devem também ser invertidas.

O
(INTERFACE
HUMANO-
ORGANIZACIONAL)
CONFORME
A 4ª FASE DA
ERGONOMIA
OU
MACROERGONOMIA

Alternativamente, as queixas (tais como dor de cabeça, dor de estômago, nervosismo, etc.) dos trabalhadores que estejam disponíveis no setor médico da empresa também servem como indicadores para avaliação subjetiva quanto às características cognitivas do trabalho.

O fator O (organização do trabalho) considera a forma de gestão do trabalho na empresa e reflete no conteúdo do trabalho. Pode-se medir este índice com base no grau de repetitividade/monotonia da tarefa em um extremo até o dinamismo/alto envolvimento em outro extremo, e com estudos de tempos e movimentos.

A noção de repetitividade é ambígua e de difícil definição. A repetitividade está relacionada com o conteúdo e o tempo em que uma tarefa é realizada. Com a finalidade de aumentar a produção, simplificar e eliminar movimentos, o trabalho foi empobrecido, fragmentado em operações cada vez mais simples e de curta duração.

Para Tanaka e McGlothlin (1993¹⁴ *apud* Malchaire *et al.*, 1998) a repetitividade é definida pelo número de produtos similares fabricados por unidade de tempo. Segundo Pichené, citado por Malchaire *et al.* (1998), essa definição não é adequada devido ao fato de não haver uma boa correlação entre número de movimentos e número de peças produzidas.

Luopajarvi *et al.* (1979¹⁵ *apud* Malchaire *et al.*, 1998), definem a repetitividade como o número de ciclos de trabalho efetuados no curso de uma jornada de trabalho.

Para Stetson *et al.* (1991¹⁶ *apud* Malchaire *et al.*, 1998), a repetitividade é definida pelo número de esforços por ciclo de trabalho, multiplicado pelo número de ciclos por posto.

Usando um enfoque mais sofisticado, com o uso de EMG, Ranaivosoa (1992¹⁷ *apud* Malchaire *et al.*, 1998) define a repetitividade pela velocidade de gestos, da qual são deduzidos dois índices dinâmicos: um índice angular (velocidade angular média) e um índice de força (número de manipulações por minuto, dado por picos de EMG).

De acordo com Silverstein *et al.* (1987) trabalhos altamente repetitivos são aqueles com tempo de ciclo menor do que 30 segundos (mais do que 900 vezes num dia de trabalho), ou quando em mais do que 50% do tempo de ciclo desempenha-se o mesmo tipo de ciclos fundamentais. Ciclo fundamental refere-se a uma sequência de passos no ciclo de trabalho, que se repete.

McAtamney e Corlett (1993) definem como repetitivo um ciclo que é executado mais de quatro vezes por minuto.

Armstrong (1995) classifica a repetitividade da tarefa em cinco níveis:

- muito alta: o operador tem dificuldade em executar a tarefa devido a elevada velocidade necessária;
- alta: o operador tem alguma dificuldade em executar a tarefa devido a elevada velocidade necessária;
- média: o operador consegue executar a tarefa sem muita dificuldades, existe a possibilidade de pequenas pausas;

¹⁴TANAKA, S. & MCGLOTHLIN, J.D. (1993) A conceptual quantitative model for prevention of work-related carpal tunnel syndrom. *Int. J. Ind. Ergonomics*, v.11, p.181-193.

¹⁵LUOPAJARVI, T.; KUORINKA, I.; VIROLAINEN, M. & HOLMBERG, M. (1979) Prevalence of tenosynovitis and other injuries of the upper extremities in repetitive work. *Scand. J. Work Environ. Health*, suppl.v. 3, p.48-55.

¹⁶STETSON, D.A.; KEYSERLING, W.M.; SILVERSTEIN, B.A. & LEONARD, J.A. (1991) Observational analysis of the hand and wrist: a pilot study. *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, v.6, n.11, p.927-937.

¹⁷RANAIVOSOA, A.; LOSLEVER, P. & CNOCKHAERT, J.C. (1992) Analyse des mouvements du poignet et des forces musculaires de préhension au poste de travail II. Application à des postes générateurs du syndrome du canal carpien. *Le Travail Humain*, v.55, n.3, p.291-306.

- baixa: o operador não tem nenhuma dificuldade para executar a tarefa e as pausas são frequentes;
- muito baixa: o operador fica inativo a maior parte do tempo e eventualmente usa suas mãos.
- se o trabalho é dinâmico, rico e multifuncional, $Om = 3$
- se o trabalho é repetitivo, $Om = 1$

Considerando notas entre 1 e 3 para valores intermediários, então:

- se o trabalho é dinâmico e rico, $Om = 2,98$
- se o trabalho é dinâmico, mas pobre, $Om = 2,32$
- se o trabalho é parcialmente dinâmico e pobre, $Om = 1,66$

A medida percebida Op pode ser obtida com questionários de avaliação subjetiva (com escala contínua) quanto a intensidade dos componentes do trabalho e quanto ao grau de satisfação quanto a forma que o trabalho é organizado. Pode-se subdividir em itens relacionados ao processo de trabalho e às relações de trabalho. Por exemplo, utilizando uma escala de nada (0) a muito (15), avaliar se:

- o trabalho é enriquecedor;
- o trabalho é complexo;
- a carga de trabalho está dentro de suas possibilidades de realização;
- as atividades no trabalho são diversificadas.

Pode-se perguntar, ainda, sobre o grau de satisfação do trabalhador, aferido com escala contínua de insatisfeito (0) a satisfeito (15), quanto ao processo de trabalho:

- o tempo disponível para realização do trabalho (jornada);
- as horas extras;
- o ritmo de trabalho;
- o tempo e o número de pausas, folgas;
- o número de pessoas para realizar a tarefa;
- oportunidade para utilizar suas habilidades;

Quanto ao Relacionamento no Trabalho:

- relacionamento com a chefia;
- relacionamento com colegas.

Procede-se então conforme item 7.2.

R (FATOR RISCO)

O fator R (risco) considera o grau de risco de um dado trabalho. O valor medido considera o número de queixas, CATs, etc., disponíveis no SESMT (Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho) da empresa.

- se o número de queixas é baixo (10%), então $R_m = 3$
- se o número de queixas é muito alto (40%), então $R_m = 1$
- se o número de queixas, CATs etc. é 10 e 40%, o R_m é obtido por interpolação.

fatores de risco

Para a avaliação do fator de risco biomecânico, pode-se utilizar protocolos e outras ferramentas de análise ergonômica disponíveis na literatura em ergonomia tais como *checklists* (por exemplo, o de Lifshitz e Armstrong, 1986; Keyserling *et al.*, 1993; e Couto, 1998) protocolos de avaliação de risco postural como o OWAS (Karhu, Kansu e Kuorinka, 1977); Rodgers (1992); RULA (McAtamney e Corlett, 1993); Malchaire (1998); e Long (1993); Moore e Garg (1995); REBA (Hignett e Mcatamney, 2000) etc. Uma revisão da literatura sobre aplicação de protocolos para avaliação de posturas está disponível em Guimarães e Diniz (2002 e no *Capítulo 4.1* do livro Ergonomia de Produto v.1 desta Série Monográfica).

Alguns protocolos retornam valores informando se a condição observada está dentro ou fora da faixa de aceitação. Não importando que instrumento seja usado, deve-se dar nota 1 quando a avaliação não atende aos requisitos e 3 quando atende plenamente. Avaliações que recaem em situações intermediárias devem ser associadas a notas entre 1 e 3, por interpolação.

Em geral, para avaliações gerais e dinâmicas do trabalho, propõe-se usar o WinOwas (1998) que é um método computadorizado que facilita a utilização do Owass para avaliação geral de posturas. O método classifica o grau de esforço físico em 4 categorias de ações determinadas com base nas posturas de trabalho e a força exercida durante uma ação específica:

- Classe 1 - Postura normal, não é exigida nenhuma medida corretiva;
- Classe 2 - Postura que deve ser verificada durante a próxima revisão rotineira dos métodos de trabalho: a carga física da postura é levemente prejudicial, sendo necessárias medidas para mudar a postura em um futuro próximo;
- Classe 3 - A carga física da postura é prejudicial, sendo necessárias medidas para mudar a postura o mais rápido possível;

- Classe 4 - A carga física da postura é extremamente prejudicial, são necessárias medidas imediatas para mudar as posturas;

Caso se use o WinOwas, se categoria = 1, então $R_m = 3$

Se categoria = 4, então $R_m = 1$

Deve-se considerar dois pontos para dividir em duas categorias, ou seja: As categorias intermediárias 3 e 2, por interpolação, terão valores intermediários $R_m = 1,66$ e $R_m = 2,32$, respectivamente.

O Rula é mais difícil de utilizar para situações de trabalho dinâmico, mas funciona para trabalhos estáticos que utilizam membros superiores. Usando a mesma lógica de pontuar 1 e 3 para os extremos e auferir notas intermediárias para valores intermediários ter-se-á 2 pontos para dividir em 5 níveis e portanto:

Para Rula = 1, $R_m = 3$

Para Rula = 7, $R_m = 1$

Por interpolação, se Rula = 2, $R_m = 2,65$; se RULA = 3, $R_m = 2,32$; se RULA = 4, $R_m = 1,99$; se Rula = 5, $R_m = 1,66$; e se Rula = 6, $R_m = 1,33$.

A minuta da IEA analisa ações técnicas (conjunto de movimentos para realizar as atividades)

Se Latere (IEA) = 0 a 0,75 (sem risco), $R_m = 3$

Se Latere (IEA) = 1,5 (alto risco), $R_m = 1$

Se Latere (IEA) = 0,75 a 1,5 (zona duvidosa), interpolar R_m entre 3 e 1, respectivamente

O método de Rodgers (1992) segmenta bastante o corpo humano e é um instrumento adequado para medir a intensidade do esforço físico e os grupos musculares envolvidos possibilitando, por exemplo, a proposição de ginástica laboral mais adequada.

Se esforço de Rodgers é baixo (0 a 30), $R_m = 3$

Se esforço de Rodgers é alto (70 a 100), $R_m = 1$

Se esforço de Rodgers é moderado (30 a 70), interpolar R_m entre 3 e 1, respectivamente

O instrumento de Moore e Garg (1995) é adequado para a avaliação da mão.

Se risco de Moore e Garg = 3,0 (baixo risco), $R_m = 3$

Se risco de Moore e Garg = 7,0 (alto risco), $R_m = 1$.

Se risco de Moore e Garg = 3,0 a 7,0 (risco duvidoso, questionável),
interpolando R_m entre 3 e 1, respectivamente

A maioria destes protocolos objetivam identificar as condições de trabalho que podem gerar os chamados DORT, que abrangem os Traumas Cumulativos (CTDs) e a Lesão por Esforço Repetitivo (LER). Estes distúrbios são distúrbios de tendões, nervos ou ligamentos geralmente das extremidades superiores resultando em condições debilitantes tais como tendinites, síndrome de túnel do carpo (punho), epicondilites (cotovelo), bursite (ombro). CTD também é entendido como lesão por esforço repetitivo (LER) porque a repetitividade da tarefa é uma das causas de CTD. Causas comuns de CTD são movimentos repetitivos, tais como na operação de teclados, uso de ferramentas manuais e colocação de porcas e rebites, por exemplo. Assim como no caso dos membros superiores, as lesões de coluna geralmente são de natureza musculoesquelética e causadas por repetido abuso das estruturas musculares, e raramente as lesões são decorrentes de um levantamento de carga isolado. Geralmente decorrem do estiramento da coluna durante um período longo de tempo. De acordo com a World Health Organization (WHO, 2007) da Organização Mundial de Saúde (OMS), as dores lombares são muito comuns em países industrializados e em desenvolvimento sendo que mais de 80% da população terá pelo menos um episódio de dor por ano em algum momento da vida. Dores lombares resultam em 800,000 DALYs* de perda por ano e é uma causa importante de absenteísmo no trabalho, resultando em perdas econômicas. Cerca de 40% de dores lombares está relacionada a riscos ocupacionais, como levantamento de carga inadequado, que podem ser prevenidos.

Fatores de risco são características que podem aumentar a possibilidade de ocorrência de CTD. Por exemplo, os fatores de risco de CTD a serem procurados em uma atividade são:

- posturas desconfortáveis;
- movimentos de pinçar com dedos (por exemplo, colocação de porcas, parafusos, rebites);
- dobrar mãos e punho (por exemplo, dobrar o punho para segurar uma ferramenta);
- rotação de ante-braço (afeta o cotovelo) (por exemplo, repetida rotação de ante-braço durante uso de aparafusadeiras);

- elevação de braço (afeta o cotovelo) (por exemplo, trabalhar com os braços elevados por causa de superfícies de trabalho muito altas);
- movimentos repetitivos (movimentos similares repetitivos);
- exercício de força (por exemplo, usar força para manter a posição de uma ferramenta, segurar ferramentas pesadas);
- estresse mecânico (por exemplo, esfregando ou comprimindo uma parte do corpo repetitivamente contra um objeto tal como uma ferramenta que comprime a palma da mão porque a empunhadura é muito curta);
- vibrações (por exemplo, ferramentas manuais vibratórias);
- exposição ao frio (por exemplo, o frio reduz a destreza das mãos como é o caso de ferramenta manual jogando ar na mão).

Os dois últimos fatores de risco já foram considerados no construto Ambiente.

O valor percebido R_p pode ser obtido com questionários de desconforto/dor tais como a escala de desconforto de Corlett (1995) e a escala de Borg (1986). No caso do diagrama de Corlett (1995), adaptado e usado pela equipe do NDES (em anexo), a escala varia de 0 (sem dor) a 9 (com muita dor). Assumir que no caso de sem dor $R_p = 3$ e com dor 9 $R_p = 1$. Os valores intermediários na escala são obtidos por interpolação.

Os dados também podem ser obtidos do questionário sobre queixas de dor (com escala contínua) que contemple, no mínimo as seguintes questões (sendo que no caso, menor é melhor):

- você sente dor nas mãos?
- você sente dor nos punhos?
- você sente dor nos braços?
- você sente dor nas pernas?
- você sente dor nos pés?
- você sente dor nas costas?
- você sente dor no pescoço?
- você sente dor de cabeça?

Procede-se então conforme item 7.2.

A medida percebida R_p pode ser obtida com questionários de avaliação subjetiva que considere como o trabalhador entende os riscos a que está submetido:

E (FATOR
EMPRESA
OU DO
AMBIENTE
EXTERNO)

- o seu trabalho envolve risco?
- o seu trabalho é perigoso?
- as ferramentas e equipamentos são seguros?
- os EPIs estão disponíveis e em número adequado para todos?

O fator E (empresa ou do ambiente externo) considera o tipo de gestão da empresa, a política interna e externa da empresa: a forma como trata seus funcionários, a imagem da empresa na sociedade etc. O fator E também engloba as questões que advêm do ambiente externo, que indiretamente afetam a empresa e os funcionários. Por exemplo, o sistema legal vigente (como a atuação dos sindicatos, Ministérios do Trabalho, da Saúde etc). O valor medido Em considera:

- quantidade e qualidade dos serviços de apoio para os funcionários (planos de incentivo financeiro, planos que incluem familiares)
- quantidade e qualidade do serviço educacional (escolas, cursos...);
- quantidade e qualidade do serviço de transporte;
- quantidade e qualidade do serviço médico;
- quantidade e qualidade do serviço de segurança;
- quantidade e qualidade de programas abertos para a comunidade.

A medida percebida E_p pode ser obtida com questionários de avaliação subjetiva que considere como o trabalhador enxerga a empresa em que trabalha: se tem orgulho de fazer parte dela, se se considera parte dela ou está lá apenas pelo emprego, se considera que é aceito etc. Algumas perguntas no questionário que podem atentar para isto são:

- oportunidade de promoção;
- oportunidade de crescimento pessoal;
- forma de reconhecimento do trabalho dos empregados;
- atendimento a sugestões e solicitações;
- justiça quanto remuneração e prêmios;
- atendimento às necessidades básicas (alimentação, transporte etc).

Se todas os valores (medidos e percebidos) de cada um dos 6 fatores forem os piores possíveis (pior nota para cada medida = 1), a equação retorna o valor mínimo que é 1. Se todos os valores (medidos e percebidos) de cada um dos 6 fatores forem os melhores possíveis (melhor nota para cada medida = 3), a equação retornaria o valor máximo que é 3, ou seja:

$$AMT = \sqrt[n]{a_1 * a_2 * \dots * a_n}, \text{ sendo}$$

$$1 \leq a \leq 3; \quad n = 6$$

$$\text{Se, } AMT = \sqrt[6]{1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1} = \sqrt[6]{1} = 1$$

(significa que todos os 6 coeficientes tiveram nota medida e percebida igual a 1, ou seja, a menor possível) as condições de trabalho são péssimas, havendo necessidade de intervenção ergonômica imediata.

$$\text{Se, } AMT = \sqrt[6]{3 * 3 * 3 * 3 * 3 * 3} = \sqrt[6]{3^6} = 3$$

(significa que todos os 6 coeficientes tiveram nota medida e percebida igual a 3, ou seja, a maior possível) as condições de trabalho são bastante favoráveis, não havendo necessidade de intervenção ergonômica.

$$\text{Se, } AMT = \sqrt[6]{1,2 * 2,4 * 3,0 * 1,9 * 2,2 * 1,0} = \sqrt[6]{36,1152} \cong 1,82$$

significa que há construtos com valores melhores e outros piores.

No entanto, para que o resultado se enquadre em uma escala mais usual, que as pessoas tenham mais facilidade de entender, o valor total gerado pode ser transformado em uma escala de 1 a 10 (um mínimo de 1 e um máximo de 10), que é uma escala mais convencional. Desta forma, a AMT deve ser transformada a partir de uma constante. A expressão então é:

$$AMT = \sqrt[n]{(a_1 * k) * (a_2 * k) * \dots * (a_n * k)}, \text{ sendo}$$

$$1 \leq a \leq 3; \quad n = 6; \quad k = \frac{10}{3}$$

$$AMT = \sqrt[n]{i_1 * i_2 * \dots * i_n}, \text{ sendo}$$

$$i = a * k; \quad 1 \leq i \leq 10; \quad 1 \leq a \leq 3; \quad n = 6; \quad k = \frac{10}{3}$$

$$AMT = \sqrt[6]{\left(1,2 * \frac{10}{3}\right) * \left(2,4 * \frac{10}{3}\right) * \left(3 * \frac{10}{3}\right) * \left(1,9 * \frac{10}{3}\right) * \left(2,2 * \frac{10}{3}\right) * \left(1,0 * \frac{10}{3}\right)} =$$

$$= \sqrt[6]{49.540,74} \cong 6,06$$

7.4 MEDINDO OS CUSTOS E BENEFÍCIOS

Uma forma de avaliar o progresso do programa de ergonomia na empresa é medindo seus custos e benefícios. Uma forma viável é criar centros de custo para os vários setores, de forma a se ter maior contro-le dos custos e benefícios das ações ergonômicas em cada setor. A idéia é que cada setor tenha ao menos um representante no COERGO. Cada setor é responsável por identificar seus próprios problemas, estabelecer seus próprios indicadores (por exemplo, número de quei-xas, tipos de queixas, número de afastamentos, de acidentes com e sem CATs, *turnover*; recursos despendidos em melhorias, benefícios obtidos com as melhorias, etc.) além de gerar, colocar em prática e validar as propostas de soluções para os problemas encontrados. Os custos da intervenção devem estar previstos e devem ser arcados por cada setor. Assim, a AMT pode ser a base para gerenciamento do programa de ergonomia implementado para cada situação e prioridades de atuação e de controle da eficácia das melhorias implementadas.

8 COMO FINALIZAR A AMT?

Tendo em vista que a AMT tem base na sociotecnia, o relatório final de projeto apresenta os resultados nos quatro subsistemas, ou seja: o relatório inicia com o subsistema do ambiente externo, apresentando a demanda e as características da empresa, destacando sua importância na sociedade, as relações com os *stakeholders*, etc. A seguir, a população investigada com suas características são apresentadas no item subsistema pessoal. As questões que foram identificadas quanto ao ambiente físico e do posto de trabalho, são apresentadas no ítem subsistema tecnológico. Principalmente neste ítem é feita a relação entre os riscos associados ao ambiente e posto. As questões do questionário de organização do trabalho, conteúdo e risco do trabalho, como um todo, são apresentadas no ítem subsistema projeto de trabalho.

Uma conclusão final com um quadro geral de constrangimentos e riscos associados e suas ligações com a normas vigentes (principalmente a NR17) justificam as soluções propostas, com a prioridade de implantação definida junto à empresa nas reuniões de retorno. Os *Capítulos 2.10 e 2.11* deste livro apresentam dois estudos realizados que foram apresentados nestes moldes.

- REFERÊNCIAS** AHONEN, MAUNO; MARTII e KUORINKA, TULIKKI (1989) (eds) *Ergonomic workplace analysis* FINNISH INSTITUTE OF OCCUPATIONAL HEALTH Topeliuksenkatu 41 a A - SF-00250 Helsinki - Finland. Tradução de João Alberto Camarotto, UFsCAR. Disponível em: <http://www.simucad.dep.ufscar.br/110345_Ergonomia_graduacao_1_2008/ewa.pdf>. Acesso em 17/12/2009.
- ANDERSON, J. (1976). *Language, memory and thought*. Hillsdale: Erlbaum Associates.
- ANDERSON, J. (1983) *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University Press.
- ANDERSON, J.; BOWER, G. (1973). *Human associative memory*. Washington, DC: Winston.
- ARMSTRONG, T.J.; CHAFIN, D.B. (1979) Some biomechanical aspects of the carpal tunnel. *Journal of Biomechanics*, v.12, p. 567-570.
- ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. (1986) *Textbook of work physiology*. 3 ed. New York: McGraw-Hill.
- AUBURNENGINEERS, Inc. (2001) *Discussão via internet*. Auburn: Alabama.
- BARNES, R.M. (1936) An investigation of some hand motions in factory work. *Studies in Engineering*, Bulletin 6. University of Iowa: Iowa.
- BARNES, R.M. (1949) *Motion and time study*. New York: Wiley.
- BORG, G. (1986) Psychophysical studies of effort and exertion: some historical, theoretical and empirical aspects. *Wenner-Gren Center International Symposium Series*, n.46, p. 3 - 12.
- BRASIL MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE); FUNDACENTRO (2001) *Pontos de verificação ergonômica: soluções práticas e de fácil aplicação para melhorar a segurança, a saúde e as condições de trabalho*. São Paulo: FUNDACENTRO.
- BRASIL MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE) (1978) *Norma regulamentadora nº 15 (NR 15) Atividades e Operações Insalubres* Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em 15/03/2009.
- BRASIL MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE) (2007) *Norma regulamentadora nº 17 (NR 17) - Ergonomia*. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em 15/03/2009.
- BROWN Jr., O. (1995) The development and domain of participatory ergonomics. In: IEA WORLD CONFERENCE 1995 and BRAZILIAN ERGONOMICS CONGRESS, 7. 1995, Rio de Janeiro. *Proceedings ...*, Rio de Janeiro: ABERGO.

CASEY, S.M. (1993) *Set phasers on stum and other true tales of design, technology, and human error*. Santa Barbara: Aegean.

CHAFFIN, D.B.; ANDERSSON, G.B. (1984) *Occupational biomechanics*. New York: John Wiley & Sons.

CHONG, I. (1996) The economics of ergonomics. *Workplace Ergonomics*, march/april, p.26-29

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; DELLEMAN, N.; FALLENTIN, N.; KILBOM, A.; GRIECO, A. (1999) *Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a consensus document*. Milano. Developed by the Technical Committee on Musculoskeletal Disorders of the International Ergonomics Association (IEA) endorsed by the Commission on Occupational Health (ICOH).

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

CORRÊA, F. de P. (2003) *Carga mental e ergonomia*. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COUTO, H.A. (1978) *Fisiologia do trabalho aplicada*. Belo Horizonte: Iberica.

COUTO, H.A. (1998) Avaliação dos riscos de DORT/LER. In: COUTO, H.A.; NICOLETTI, S.J.; LECH, O. e colaboradores. *Como gerenciar a questão das DORT/LER: lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho*. Belo Horizonte: Ergo.

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

DELA COLETA, J.A. (1972) A análise do trabalho e a determinação de critérios em psicologia aplicada. *Arq. Bras. Psic. Apl.*, Rio de Janeiro, v.24, n.3, p.71-82.

DE MONTMOLLIN, M. (1986) *L'intelligence de la tâche: éléments d'ergonomie cognitive*. Berna: Peter Lang.

DRURY, C. G.; COURY, B. G. (1982) A methodology for chair evaluation. *Applied Ergonomics*, v. 13, n.3, p. 195-202. DRURY, C. G. ; COURY, B. G. (1982) A methodology for chair evaluation. *Applied Ergonomics*, v. 13, n.3, p.195-202.

- DWYER, T. (2000). Abordagens participativas: novas fronteiras nos estudos do trabalho. In Anais do Encontro Anual da ANPOCS, 24th. Petrópolis, R.J. Associação Nacional de Pós-Graduação e pesquisa em Ciências Sociais, 2000.
- ERGONOMICS SOCIETY (2006) Disponível em: <www.ergonomics.org.uk>. Acesso em 4/07/ 2006.
- FIALHO, F.; SANTOS, N. dos. (1997) *Manual de análise ergonômica no trabalho*. 2.ed. Curitiba: Gêneseis.
- FISCHER, D. (2000) *Transformação de um Sistema Linear em Celular segundo os Aspectos Micro e Macro da Ergonomia*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- FOGLIATTO, F. S. (2001) *Design de produto: ergonomia*. Porto Alegre: UFRGS, Escola de Engenharia- Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Notas de aula.
- FOGLIATTO, F. S.; GUIMARÃES, L. B. de M. (1999) Design macroergonômico: uma proposta metodológica para o projeto de produto. *Produto e Produção*, Porto Alegre, v. 3 n.3, p. 1-15.
- GRANDJEAN, E. (1981) *Fitting the task to the man*. London: Taylor & Francis.
- GRANDJEAN, E. (1998) *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. Porto Alegre: Bookman.
- GRIEVE, D.; PHEASANT, S. (1982) Biomechanics. In: SINGLETON, W. T. (ed.) *The body at work*. Cambridge: Cambridge University Press.
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG J.; KERGUELEN, A. (2001) *Comprender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia*. São Paulo: Edgar Blücher.
- GROSS, C. M. (1996) *The right fit: the power of ergonomics as a competitive strategy*. Portland: Productivity Press.
- HAINES H.; WILSON J.R; VINK P.; KONINGSVELDE. (2002) Validating a framework for participatory ergonomics (the PEF) *Ergonomics*, v. 45, n. 4, 15 March 2002, p. 309-327(19) Taylor and Francis.
- HARRIS, D.H. (1987) *Human factors success stories*. Santa Monica: Human Factors Society. vídeo.
- HART, S.C., STAVELAND, L.E. (1988) Development of a multi-dimensional workload rating scale: results of empirical and theoretical research. In: HANCOCK, P.A., MESHKATI, N.(Ed.). *Human mental workload*. Amsterdam: Elsevier.

HENDRICK, H. W. (1990) Macroergonomics: a system approach to integrating human factors with organizational design and management. In: Annual Conference of the Human Factors Association of Canada,, 23, 1990, Ottawa, Canadá. *Proceedings...* Ottawa: HFAC.

HENDRICK, H.W. (1993) Macroergonomics: a new approach for improving productivity, safety and quality of work life. CONGRESSO LATINOAMERICANO, 2. E SEMINARIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 6. Florianopolis, *Anais...* ABERGO.

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

HIGGNETT, S.; McATAMNEY, L. (2000) Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, n. 31, p. 201 - 205.

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

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (2009). Disponível em: < http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics >. Acesso em: 01/08/2009.

JONASSEN, D. H.; BEISSNER, K.; YACCI, M. (1993) *Structural knowledge: techniques for re-presenting, conveying, and acquiring structural knowledge*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

KARHU, O.; KANSI, P.; KUORINKA, I. (1977) Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Journal of Applied Ergonomics*, v.8, n.4, p.199-201.

KEYSERLING, W. M. (1986) A computer-aided system to evaluate postural stress in the workplace. *American Industrial Hygiene Association Journal*, p. 641 - 649.

KEYSERLING, W. M.; STETSON, D. S.; SILVERSTEIN, B. A.; BROUWER, M. L. (1993) A cumulative trauma disorders. *Journal of Ergonomics*, v. 36, n. 7, p. 807 - 831.

KILBOM, A. (1994) Assessment of physical exposure in relation to work-related musculoskeletal disorders - what information can be obtained from systematic observations? *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*. 20 special issue: p. 30 - 45.

KIVI, P.; MATILLA, M. (1991) Analysis and improvement of work postures in the building industry: application on the computerised OWAS method. *Applied Ergonomics*, v. 22, n.1, p. 43 -48.

- KLEIN, G. A.; CALDERWOOD, R.; MacGREGOR, D. (1989) Critical decision method for eliciting knowledge. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, v. 19, n.3.
- KUMAR, S.; MITAL, A. (1993) Physiological and psychophysical responses of manual materials handling in symmetrical and asymmetrical planes with reduced clearance and standing room. In: MARRAS, W. et al. (Ed.). *The ergonomics of manual work*. London: Taylor & Francis, p 69 - 72.
- LAVILLE, A. (1977) *Ergonomia*. São Paulo: Editora da USP.
- LEWIN, K. (1946) Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues* v.2 p. 34-46.
- LIFSHITZ, Y.; ARMSTRONG T (1986) A design checklist for control and prediction of cumulative trauma disorders in hand intensive manual jobs. Vol. 2. *Proceedings of the 30th Meeting of the Human Factors Society*, Daytona, Florida, p. 837-841.
- LONG, A. (1993) Overview of the OVAKO working posture analysing system (OWAS). In: POLLOCK, C. ; STRAKER, L. (Ed.). *Ergonomics in a changing world: 29ª conferência anual da Sociedade de Ergonomia da Austrália*. Camberra: *Proceedings...Ergonomics Society of Austrália*. p. 3 - 10.
- LUOPAJARVI, T.; KUORINKA, I.; VIROLAINEN, M. & HOLMBERG, M. (1979) Prevalence of tenosynovitis and other injuries of the upper extremities in repetitive work. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, suppl.3, p. 48-55.
- MALCHAIRE, J.B. (1997) Stratégie générale de prévention des risques. *Cahiers de Médecine du Travail et Ergonomie*, XXXIV,3-4,159-165.
- MALCHAIRE, J.B. (1998) *Lesiones de miembros superiores por trauma acumulativo: Estrategia de prevención*. Unidad de higiene y fisiología del trabajo. Louvain: Universidad Católica de Louvain.
- MALCHAIRE, J.B.; COCK, N.A (1999) Risk prevention and control strategy for upper limb musculoskeletal disorders. *Newsletter of the European Trade Technical Bureau for Health and Safety*, no 11-12, June:27-31.
- MÁSCULO, F.S. ; AVERSARI, R. (2003) *Work process, environment and work conditions in the textile industry: a case study*. In: 27th ICOH - International Congress on Occupational Health. Foz do Iguaçu. Brazil. 1 CD.

- MATTILA, M.; KARKOVSKI, W.; VILKKI, M. (1993) Analysis of working postures in hammering tasks on building construction sites using the computerized OWAS method. *Applied Ergonomics*, v.24, n.6, p. 405-412.
- McATAMNEY, L.; CORLETT, E.N. (1993) RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, v.24, n.2, p. 91-99.
- McCORMICK, E.J. (1985) *Human factors engineering*. New York: McGraw Hill.
- MOLES, A. (1968) *Sociodinâmica de la cultura*. Barcelona: Gustavo Gili.
- MOORE, J.S.; GARGA. (1995) The strain index: a proposed method to analyse jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56:443-458.
- MORAES, A.; MONTALVÃO, C. (1998) *Ergonomia: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro: 2AB.
- NAGAMACHI, M. (1996) Relationship between job design, macroergonomics and productivity. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. New York: John Wiley. v.6, n.4, p.309-322, Summer.
- NAGAMACHI, M.; IMADA, A. S. (1992) A macroergonomic approach for improving safety and work design. In: THE HUMAN FACTORS SOCIETY ANNUAL MEETING 36, 1992. Atlanta, Georgia. *Proceedings...* Santa Monica: HFS, p. 859-861.
- NIOSH- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (1996) *The new NIOSH manual lifting equation*.
- OLIVEIRA, A.N.D.M.; COUTO, H. A. (1993) Análise de produto: o banco de posição semi-sentada. 2 congresso Latinoamericano e 6 Seminário Brasileiro de Ergonomia Florianópolis. p. 368-370.
- OLIVEIRA, C.R. et al. (1998) *Manual prático de L.E.R.: lesões por esforços repetitivos*. Belo Horizonte: Livraria e Editora Saúde.
- RANAIVOSOA, A.; LOSLEVER, P.; CNOCKHAERT, J.C. (1992) Analyse des mouvements du poignet et des forces musculaires de préhension au poste de travail II. Application à des postes générateurs du syndrome du canal carpien. *Le Travail Humain*, v.55, n.3, p.291-306.
- REID, G.; SHINGLEDECKER, C.; EGGEMEIER, F. (1981) Application of conjoint measurement to workload scale development. Human Factors Society Annual Meeting, 25. *Proceedings ... Human Factors Society*, CA, p.522-526.

RENNER, J.S. (2007) *Proposta de um Novo Sistema de Concepção do Trabalho no Setor Calçadista sob a Ótica do Sistema Sociotécnico*. Tese (doutorado em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RODGERS, S.H. (1992) A functional job analysis technique. *Occupational medicine: state of the art reviews*, v.7, n.4, p. 679-711.

SAURIN, T.A.; GUIMARÃES, L.B.de M. (2006) Ergonomic assessment of suspended scaffolds. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Londres, v. 36, n. 3, p. 229-237.

SEAMSTER, T. L.; REDDING, R. E.; KAEMPF, G. L. (1997) *Applied cognitive task analysis in aviation*. Aldershot: Ashgate Publishing Limited.

SHINGO, S. (1996a) *O sistema toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman.

SHINGO, S. (1996b) *Sistemas de produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas*. Porto Alegre: Bookman.

SILVERSTEIN, B.A.; FINE, L.J.; ARMSTRONG, T.J. (1987) Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 11, p. 343-358.

SILVA, P.S.S. (2007) *As perspectivas de consultoria: uma apreciação crítica do participante profissional de ergonomia em atividade consultiva*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção) COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. UFRJ.

SOARES, M.M. (2006) Ergonomics in Latin America: background, trends and challenges. *Applied Ergonomics*, v. 37, p. 555-561.

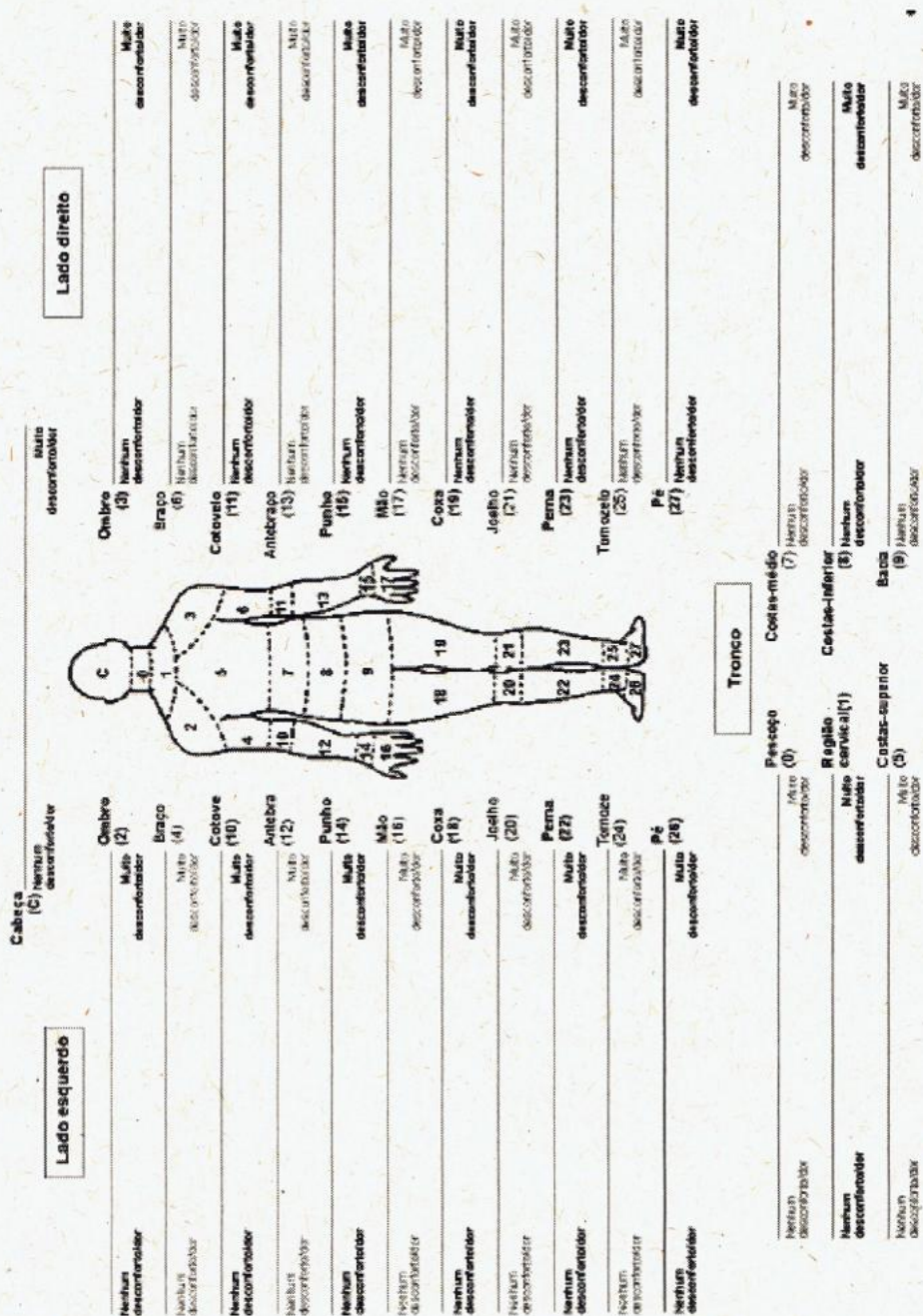
SOARES, M.M., SANTOS, G.P., e SILVA, G.G.A. (2002) Ergonomics analysis of dressmaker workstations in a textile industry in Brazil. In: McCABLE, P.T. (Ed.) *Contemporary Ergonomics*. London: Taylor and Francis. p. 396-401.

SPERANDIO, J-C. (1971) Variation of operator's strategies and regulating effects on workload. *Ergonomics*, v.14, n.5, p. 571-577.

SPERANDIO, J-C. (1978) The regulation of working methods as a function of work-load among air-traffic controllers. *Ergonomics*, v. 21, n. 2, p.195-202.

STETSON, D.A.; KEYSERLING, W.M.; SILVERSTEIN, B.A.; LEONARD, J.A. (1991) Observational analysis of the hand and wrist: a pilot study. *Applied Occupational. Environmental Hygiene*, v.6, n.11, p.927-937.

- STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. (1974) Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*. Chicago, v.28, n.11, p.24-34.
- TANAKA, S.; MCGLOTHIN, J.D. (1993) A conceptual quantitative model for prevention of work-related carpal tunnel syndrom. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v.11, p.181-193.
- THIOLLENT, M. (1986) *Metodologia da pesquisa-ação*. 3. ed. São Paulo: Cortez.
- TICHAUER, E.R. (1978) *The biomechanical basis of ergonomics*. New York: Wiley.
- VAN COTT, H.; KINKADE, R.G. (1972) *Human engineering guide to equipment design*. Washington, DC.: US Government Printing Office.
- VIDAL, M. C. (2003) *Guia para análise ergonômica do trabalho na empresa: uma metodologia realista, ordenada e sistemática*. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica.
- VITALI JÚNIOR, S. (2004) *Comparação da carga postural dos operadores de duas ilhas de atendimento de uma loja de departamento*. Dissertação (Mestrado profissionalizante). PPGEP/UFRGS.
- WICKENS, C.D. (1984) *Engineering psychology and human performance*. Columbus: Merrill.
- WILSON, J.R. (1999) Ergonomics and participation. In WILSON, J.R.; CORLETT, E.N. (ed.). *Evaluation of human work*. London: Taylor & Francis. chapter 37, p.1071- 1096.
- WILSON, J.R.; CORLETT, E.N. (1995) *Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology*. Londres: Taylor & Francis. p. 663 - 713.
- WinOWAS (1998) *A computerized system for the analysis of work postures*. Disponível em <<http://turva.ma.tut.fi/owas/index.html>> Acesso em 23/06/2009.
- WISNER, A. (1987) *Por Dentro do Trabalho - Ergonomia: Métodos e Técnicas*. São Paulo: FTD/Oboré.
- WOODS, D.D.; JOHANNESSEN, L.J.; COOK, R.I.; SARTER, N.B. (1994) *Behind Human Error: cognitive systems, computers, and Hindsight*. Columbus: CSERIAC.
- WHO (2007) World Health Organization/OMS. Disease control priorities Project. Musculoskeletal Conditions Are the Most Common Cause of Chronic Disability. *Global Burden of Disease and risk factors (2006)*. Disponível em <<http://www.dcp2.org/file/84/DCPP-Musculoskeletal.pdf>. http://www.who.int/topics/global_burden_of_disease/en/. Acesso em 19/05/2010.



2 Design Macroergonômico:

uma Proposta Metodológica para Projeto de Produto

Flávio S. Fogliatto & Lia Buarque de Macedo Guimarães

(Artigo publicado na revista Produto & Produção, vol. 3, n. 3, outubro 1999)

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 por meio de levantamento e análise das condições de ambiente físico e posto de trabalho, e dos fatores organizacionais, tais como leiaute, 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 estes 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 com base na Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT).

A estratégia participativa delineada acima pode ser estendida ao projeto ergonômico de produtos e postos de trabalho, com usuários estimulados a manifestarem suas preferências e a participarem ativamente no projeto. Uma modalidade de design com tais características constituiria um significativo avanço sobre projetos desenvolvidos seguindo o enfoque da ergonomia tradicional. Nestes, enfatiza-se a adequação física de produtos e postos de trabalho ao ser humano, com base no estudo dos problemas de manipulação associados às posturas adotadas (Hendrick, 1993). Nenhuma atenção é dada ao processo de composição da tarefa e à opinião dos usuários. Esta abordagem, de escopo limitado, tende a apresentar resultados insatisfatórios, já que não envolve trabalhadores nos processos decisórios e tampouco promove o enriquecimento de suas tarefas.

Neste artigo, propõe-se o Design Macroergonômico (DM), uma ferramenta para design de produtos e postos de trabalho, de caráter

participativo, baseada em preceitos macroergonômicos. O DM inova ao incorporar a demanda ergonômica do usuário no processo de design. Mais especificamente, busca-se propor um projeto com características orientadas à satisfação da demanda ergonômica do usuário. Por demanda ergonômica compreende-se as manifestações do usuário quanto às questões ergonômicas envolvidas nos produtos que manuseia e nos postos de trabalho onde executa suas tarefas.

A implementação do DM contempla as seguintes 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 amostrais (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 ferramenta;
- (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 através de inspeção na 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). O objetivo é identificar grupos de IDs a serem priorizados nas etapas seguintes da ferramenta;
- (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 ferramenta de DM apresenta uma demanda, inexistente nas metodologias tradicionais de design, pela utilização de técnicas que operacionalizam o envolvimento dos trabalhadores no projeto de seus postos de trabalho. Dada a complexidade da atividade de design dentro

do DM, técnicas embasadas em campos de conhecimento como psicologia, estatística e administração de empresas fazem-se necessárias.

A ferramenta de DM, proposta neste artigo, é operacionalizada pela utilização seqüenciada de um conjunto de técnicas estatísticas e de análise de decisão. As técnicas estatísticas contempladas no DM compreendem ferramentas para seleção de amostras e coleta de dados, tais como questionários e entrevistas estruturadas, bem como estratégias para organização das informações obtidas. Essas técnicas são utilizadas nas etapas (i) e (ii) da ferramenta, descritas acima. As técnicas de análise de decisão contempladas no DM são as matrizes de comparação em Saaty (1977) e o QFD – Desdobramento da Função Qualidade em Akao (1990). Essas técnicas são utilizadas nas etapas (iii) a (v) da ferramenta. As técnicas estatísticas e de análise de decisão mencionadas acima serão apresentadas em detalhes neste trabalho.

O procedimento tradicional de design de produtos compreende as etapas de aquisição de conhecimento, estudo de conceitos, design básico, construção de um protótipo e teste de campo (Clark e Wheelwright, 1993). O DM pode ser visto como uma aplicação desse procedimento à área da ergonomia. Todas as etapas da ferramenta de DM encontram par no procedimento tradicional de design de produtos. A etapa de aquisição de conhecimento está contemplada nos itens (i) a (iii), a etapa de estudo dos conceitos nos itens (iii) e (iv) e a etapa de design básico nos itens (v) e (vi) acima. Finalmente, as etapas de construção de um protótipo e teste de campo correspondem ao item (vii) das etapas do DM.

Como já mencionado, a ferramenta de DM promove a participação dos usuários no projeto de produtos e postos de trabalho. Nessa ferramenta, as opiniões de usuários e especialistas são incorporadas de maneira harmônica e estruturada no projeto, com vistas a identificar e priorizar itens relevantes de design. Na apresentação da ferramenta, delineada nas próximas seções deste trabalho, enfatizam-se 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, serão abordadas sem maiores detalhes.

A utilização da ferramenta de Design Macroergonômico proposta neste artigo é ilustrada através de 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.

Este artigo está estruturado em quatro seções, incluindo a presente introdução. Na seção 2, é apresentada uma descrição detalhada das etapas envolvidas na ferramenta de DM; técnicas estatísticas e ferramentas de análise de decisão utilizadas na ferramenta são explicitadas. A seção 3 traz uma aplicação da ferramenta proposta no estudo de caso em questão. A conclusão do artigo é apresentada na seção 4.

Esta seção encontra-se dividida em seis subseções. Em cada subseção, uma ou mais etapas da ferramenta de DM encontram-se detalhadas. Técnicas quantitativas de apoio à ferramenta são apresentadas nas etapas pertinentes. Desenvolvimentos matemáticos necessários para compreensão dessas técnicas também são apresentados de maneira simplificada e com o apoio de exemplos numéricos.

2 ETAPAS DA FERRAMENTA DESIGN MACROERGONÔMICO

2.1 IDENTIFICAÇÃO DO USUÁRIO, COLETA ORGANIZADA DE INFORMAÇÕES ACERCA DE SUA DEMANDA ERGONÔMICA E PRIORIZAÇÃO DOS ITENS DE DEMANDA ERGONÔMICA IDENTIFICADOS PELO USUÁRIO

Esta seção compreende as duas primeiras etapas da ferramenta de DM. Estas etapas cumprem dois objetivos: identificar itens de demanda ergonômica (IDEs) e gerar um *ranking* de importância que permita identificar itens de demanda a serem priorizados no projeto.

A identificação do usuário consiste na determinação dos indivíduos desempenhando atividades profissionais diretamente influenciadas por decisões tomadas no projeto de um dado produto e/ou posto de trabalho. Usuários podem ser primários ou secundários. Usuários primários são aqueles indivíduos atuando diretamente com o produto ou posto de trabalho em questão. Usuários secundários são indivíduos apresentando algum grau de interação com o usuário primário e que possam ser afetados pelas condições do produto ou posto de trabalho. A ferramenta de DM prioriza a identificação dos usuários primários (doravante denominados usuários).

A identificação dos usuários em estudos de design ergonômico de produtos e postos de trabalho é, geralmente, feita por observação direta. Usuários podem ser observados diretamente na empresa, quando do re-design; caso um novo produto ou posto de trabalho esteja sendo projetado (isto é, em empresas novas ou que não possuam produtos ou postos similares), a observação pode ser feita em empresas desempenhando atividades afins.

Para fins ergonômicos, uma classificação relevante dos usuários utilizaria um agrupamento por sexo, idade e grupo étnico (Panero e Zelnik, 1979). Para possibilitar uma composição apropriada da amostra da população de usuários, níveis são definidos dentro de cada agrupamento. Sexo, por exemplo, apresentaria dois níveis, masculino e feminino; idade apresentaria três níveis, jovens, adultos e idosos, cada nível

compreendendo faixas etárias distintas. Cada combinação de níveis forma uma subpopulação ou estrato da população (ver Cochran, 1977). Por exemplo, um estrato poderia ser composto por usuários do sexo feminino, adultas e afro-brasileiras. Estratos obtidos de uma população devem ser excludentes. Usuários em uma população são classificados em um único estrato. A identificação dos estratos de uma população possibilita selecionar uma amostra de composição balanceada.

Estratos populacionais podem receber pesos de importância idênticos ou distintos. Neste último caso, o peso de importância de um estrato costuma ser dado pela fração da população total contida naquele estrato (Hansen *et al.*, 1993). Assim, um estrato h composto de $n_h = 300$ usuários de uma população com um total de $N = 1000$ usuários, receberia um peso de importância $W_h = n_h / N = 0,3$

Na ferramenta de DM, a coleta de informações sobre a demanda ergonômica dos usuários pode ser feita em duas etapas. Numa primeira etapa, identificam-se os itens de demanda por meio de uma entrevista espontânea ou estruturada. Esses itens consistem, em geral, de características ou itens almejados pelo usuário relativamente a um produto ou posto de trabalho. Numa segunda etapa, os usuários recebem uma lista de itens de demanda e identificam seu grau de importância utilizando uma escala contínua. O grau de importância apontado pelos usuários permite uma priorização dos itens de demanda. Em ambas as etapas da coleta de informações, é necessário identificar o número de usuários a serem amostrados por estrato populacional.

As duas etapas descritas acima geram, pelo menos, duas estratégias para coleta de informações, detalhadas na seqüência:

Estratégia A: IDEs são levantados por meio de entrevistas e priorizados utilizando (i) a freqüência e (ii) a ordem de menção dos itens pelos entrevistados.

Estratégia B: IDEs são identificados por meio de entrevistas. Os mesmos usuários então pontuam o grau de importância dos itens utilizando uma escala contínua (sendo possível que alguns usuários venham a pontuar itens de demanda por eles não identificados). A priorização é feita a partir das medições de importância (o item com maior valor médio de importância é prioritário; os demais itens são classificados de maneira similar).

Dependendo da situação, pode ser utilizada a *Estratégia A*, a *Estratégia B* ou a *Estratégia A + B*. A *Estratégia A* isolada é conveniente quando não é possível retornar ao local, *a posteriori*, para aplicação do questionário. A *Estratégia A + B*, garante que as pessoas que não se manifestaram na entrevista possam expor suas opiniões.

Toda a coleta de informações na *Estratégia A* depende do correto planejamento da entrevista a ser aplicada ao usuário. Na ferramenta de DM, sugere-se a utilização de uma entrevista composta por um módulo espontâneo, seguido de um módulo induzido quando necessário. No módulo espontâneo, o usuário é solicitado a listar IDEs em seu posto de trabalho. No módulo induzido, o usuário é explicitamente perguntado sobre potenciais elementos de demanda; sua tarefa é indicar se os elementos de demanda selecionados pelo entrevistador são pertinentes. Itens de demanda já identificados no módulo espontâneo não são considerados no módulo induzido. A *Figura 1* apresenta um exemplo deste tipo de entrevista.

2.2 PRIORIZAÇÃO DOS ITENS DE DEMANDA ERGONÔMICA IDENTIFICADOS PELO USUÁRIO

A priorização dos itens de demanda mediante a *Estratégia A* é feita considerando a frequência corrigida de ocorrência da demanda. A correção é feita utilizando a ordem de menção dos itens no módulo espontâneo da entrevista. A informação sobre a ordem de menção dos itens pode ser considerada de diversas maneiras. Por exemplo, os primeiros três itens de demanda mencionados no módulo espontâneo da entrevista recebem pesos de importância 3,0, 2,0 e 1,0; os demais itens do módulo espontâneo, bem como todos os itens de módulo induzido recebem peso 1,0. Alternativamente, identifica-se a ordem de menção de cada fator pelos entrevistados tal que o peso de importância de um fator mencionado na $p^{\text{ésima}}$ posição seja dado pelo recíproco da respectiva posição; ou seja, $1/p$. Assim, o primeiro fator mencionado pelo entrevistado recebe um peso de importância $1/1 = 1,0$, o segundo fator recebe peso $1/2 = 0,5$, e assim por diante. A função recíproca garante um peso alto de importância para os primeiros fatores mencionados. Uma vez pontuados em todas as entrevistas, os itens de demanda têm seus pesos somados; a partir dos pesos finais pode-se gerar um *ranking* de importância para esses itens. Observe que tal *ranking* utiliza a suposição de que a ordem de menção dos itens de demanda nas entrevistas tende a representar um *ranking* de importância dos fatores, onde os três primeiros fatores mencionados tendem a ser os mais importantes (Guimarães, 1995); esse *ranking* pode ou não se preservar para os demais fatores mencionados.

A composição da amostra de usuários a serem entrevistados mediante a *Estratégia A* pode (i) basear-se no peso de importância dos estratos

identificados inicialmente para a população na determinação do número de usuários a serem amostrados em cada estrato, ou (ii) formar-se amostrando uma mesma quantidade de indivíduos por estrato. Em ambos os casos, é interessante especificar um número mínimo e máximo de usuários a serem amostrados de cada estrato. Mediante a *Estratégia A*, a composição da amostra conforme descrito em (i) é escolha mais apropriada. Note que nenhuma estatística acerca de variáveis aleatórias está sendo estimada a partir da amostra. Neste contexto, estimadores e suas propriedades não são relevantes. Assim, a amostra deve ser composta de forma a melhor representar a população amostrada. A *Tabela 1* exemplifica a composição de uma amostra mediante os critérios (i) e (ii), com restrição de amostrar não menos que 10 usuários por estrato.

A coleta de informações na *Estratégia B* utiliza uma entrevista seguida de um questionário. A entrevista tem por objetivo levantar os IDEs conforme percebidos pelos usuários, podendo ser espontânea e/ou induzida. O questionário tem por objetivo medir o grau de importância de cada item demandado.

Entrevista para coleta de informações sobre a demanda ergonômica dos cobradores de ônibus quanto ao seu assento de trabalho

Módulo Espontâneo:

Como você gostaria que fosse seu assento de trabalho?

Módulo Induzido:

Liste as características ideais para seu assento de trabalho no que diz respeito ao:

- a. Assento
- b. Encosto
- c. Apoio para os pés
- d. Apoio para os braços

Figura 1 Exemplo de roteiro para entrevista com módulos espontâneo e induzido

Na *Estratégia B*, após a entrevista, os IDEs identificados são agrupados por afinidade (de modo a evitar redundância) e listados na forma de um questionário, onde serão medidos quanto ao grau de importância. A priorização dos IDEs baseia-se exclusivamente no grau de importância a eles atribuídos. Na ferramenta de DM, a medição do grau de importância é feita utilizando uma escala contínua, de 15cm, com duas âncoras nas extremidades (*pouco importante* e *muito importante*) e uma âncora no centro da escala (*neutro*). Esta escala, sugerida por

Stone *et al.* (1974) é de fácil compreensão por parte dos entrevistados, além de gerar dados contínuos. A intensidade marcada na escala é diretamente transformada em valores numa escala de 0 a 15.

A coleta de dados explicitada acima tem por objetivo inferir acerca do grau de importância dos IDEs no questionário. Em geral, utiliza-se a média \bar{x}_i do valor de importância atribuído ao $i^{\text{ésimo}}$ item de demanda ergonômica como estatística de interesse. A precisão desejada na inferência determina o número de indivíduos a serem amostrados em cada estrato. Desta forma, o analista deve determinar *a priori* a magnitude do desvio d admitido entre o valor do $i^{\text{ésimo}}$ item de demanda e sua média real. Uma vez conhecido o valor de d , pode-se determinar o nível de significância (1- α) associado à inferência e o tamanho de amostra por estrato. Este procedimento encontra-se exaustivamente descrito em referências sobre teoria da amostragem; ver Cochran (1997) e Hansen *et al.* (1993) entre outros.

2.3 INCORPORAÇÃO DA OPINIÃO DE ESPECIALISTAS E DE ITENS PERTINENTES DE DEMANDA ERGONÔMICA NÃO IDENTIFICADOS PELO USUÁRIO

A utilização da opinião do usuário no design ergonômico de seu posto de trabalho é uma das principais características da ferramenta de DM. Promovendo a participação do usuário no projeto, aumentam as chances de sucesso quando de sua implementação definitiva. É comum, todavia, que alguns itens ergonômicos relevantes escapem à percepção do usuário, não sendo por ele listados. Por exemplo, ao levantar-se a demanda ergonômica em um assento para cobradores de ônibus, é possível que poucos usuários identifiquem a necessidade do apoio para os pés; este item dificilmente não seria mencionado por ergonômistas. No caso, é importante a intervenção do especialista inclusive para ajustar as ponderações dos usuários.

Nesta seção, apresenta-se um método estruturado para incorporação da opinião de especialistas acerca dos pesos de importância atribuídos aos IDEs identificados pelos usuários, bem como para incorporação de itens relevantes não mencionados.

Para revisão dos pesos de importância dos IDEs utilizando a opinião de especialistas, propõe-se a utilização da matriz de comparação aos pares de Saaty (1977). Para incorporação de itens ergonômicos relevantes não mencionados pelo usuário, propõe-se a técnica de *brainstorming*. A matriz de comparação aos pares de Saaty vem descrita a seguir. Para esclarecimentos quanto à técnica de *brainstorming*, ver Osborn (1963).

A idéia central do método de Saaty é a comparação de itens aos pares. Os resultados das comparações são escritos em uma matriz de comparações. Nessa matriz, cada célula (correspondente à interseção entre o

elemento da linha e o elemento da coluna) traz o resultado da avaliação do par de elementos em questão pelos especialistas; ver, por exemplo, a matriz na *Tabela 1*. A avaliação utiliza a escala apresentada na *Tabela 2*. Os valores escritos na matriz são resultado de consenso entre os especialistas na avaliação de cada par de fatores.

Tabela 1
 Composição da amostra com (i) usuários amostrados proporcionalmente ao peso do estrato e (ii) mesmo nº de usuários amostrados por estrato

	Estrato 1 Homens jovens	Estrato 2 Homens adultos	Estrato 3 Homens idosos	Estrato 4 Mulheres jovens	Estrato 5 Mulheres adultas	Estrato 6 Mulheres idosas	Total
Peso (W_h)	0,10	0,34	0,03	0,14	0,37	0,02	1
Amostra (i)	50	170	15	70	185	10	500
Amostra (ii)	83	83	83	83	83	83	~500

Tabela 2 Escala utilizada nas comparações aos pares

Valor	Descrição
1	Elementos são igualmente importantes
3	Elemento 1 é um pouco mais importante que elemento 2
5	Elemento 1 é mais importante que elemento 2
7	Elemento 1 é muito mais importante que elemento 2
9	Elemento 1 é absolutamente mais importante que elemento 2

Os valores nas células a_{mn} de uma matriz de comparação variam entre $1/9$ e 9. Quando dois elementos m e n são comparados utilizando opiniões de especialistas, o valor 1 descreve uma situação onde nenhuma diferença existe entre os elementos m e n . Quando m é muito mais importante do que n , o valor 9 é utilizado para descrever essa relação. Se o exato oposto for o caso, o valor $1/9$ é utilizado. Valores intermediários descrevem situações de compromisso.

Através de manipulação algébrica, pode-se obter duas informações da matriz de comparações: (i) um escore dos elementos comparados, e (ii) um índice (razão) de consistência das avaliações. Para entender o conceito de consistência, considere a comparação entre três elementos, A, B e C. Como a estratégia é de comparação aos pares, um total de três comparações são necessárias. Suponha que o grupo de especialistas compare os elementos A e B, tal que $A = 3B$. Na sequência, os elementos A e C são comparados, e o resultado é $A = 6C$. Para que o grupo de especialistas seja consistente, a avaliação dos elementos B e C deve resultar em $B = 2C$. O desvio observado desse valor esperado de avaliação fornece uma medida da consistência média dos especialistas executando as comparações.

O escore dos elementos de uma matriz de comparação A é dado pelo seu autovetor principal w (para verificação desse resultado, ver Saaty, 1977). O autovetor principal de uma matriz pode ser obtido da seguinte maneira. Multiplique os N elementos em cada linha da matriz e determine a n ésima raiz do valor resultante; o escore dos elementos na matriz, dado pelo vetor w , é obtido normalizando esses valores resultantes (isto é, dividindo cada valor pela soma de todos os valores).

O valor de consistência média de uma matriz de comparações é dado pela razão de consistência CR e obtido a partir de manipulações algébricas envolvendo o seu autovalor principal, 1. Para calcular o índice de consistência (CI), execute três operações: (i) $z = A \cdot w$, (ii) $o = z \cdot w$, e (iii)

, onde o corresponde ao elemento do vetor o . O índice de consistência CI da matriz de comparações A é dado por $CI = (1 - N) / (N - 1)$, onde N indica o número de linhas em A (Saaty, 1977). A razão de consistência CR de A é dada por $CR = CI / RI$, com RI (um índice aleatório) dado na Tabela 3 para diversos valores de N .

Conforme a literatura, é desejável trabalhar-se com valores de $CR < 0,10$. Esse valor, todavia, deve ser tomado como sugestão. Para compreender o significado desse valor, considere uma matriz de comparações onde os valores preenchidos na matriz foram escolhidos *aleatoriamente* da escala $[1/9, 9]$. Este corresponderia ao pior caso possível de consistência, já que nenhum critério de transitividade entre elementos foi considerado quando do preenchimento da matriz. Um valor de $CR = 0,10$ denota uma matriz de comparação onde 10% das avaliações foram realizadas sem nenhum critério, ou seja, existem 10% de "caos" nas comparações.

O número de IDEs a serem comparados usando o método de comparação aos pares constitui uma de suas principais limitações. Um número N de IDEs resulta em $N(N - 1)/2$ pares de alternativas a serem comparados (p.ex., quando $N = 7$, 21 pares devem ser comparados). Este problema pode ser contornado agrupando IDEs em categorias, conforme suas afinidades. Assim, somente IDEs dentro de uma mesma categoria passam a ser avaliados. Os pesos de importância dos IDEs são então obtidos considerando a importância da categoria a que eles pertencem relativamente às demais e normalizando os resultados. Um exemplo numérico vem apresentado a seguir.

Tabela 3 Índice aleatório (RI) para matrizes de dimensão $N = 1, \dots, 8$

N	3	4	5	6	7	8
RI	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41

Considere 8 IDEs agrupados em 2 categorias (ver *Figura 2*). A avaliação direta dos 8 IDEs implica na comparação de 28 diferentes pares de alternativas. Agrupando IDEs em categorias, a avaliação passa a ser executada dentro de cada categoria, reduzindo o número total de pares a serem comparados para 12. Suponha que após avaliação dos pares, chegue-se aos vetores de pesos de importância $w_1 = [0,2, 0,3, 0,1, 0,4]$ e $w_2 = [0,1, 0,1, 0,4, 0,4]$, associados a IDEs nas categorias 1 e 2, respectivamente. Suponha também que após avaliar as categorias entre si (um único par de alternativas), obtém-se o vetor de pesos $w_c = [0,3, 0,7]$. Considere o seguinte procedimento: pesos em w_i são corrigidos considerando o peso de importância da categoria i ($i = 1,2$); assim, o maior valor em w_i é substituído pelo peso de importância da categoria i , sendo os demais elementos em w_i também reescalados para refletir esta substituição (utilizando regra de três simples). Usando w_1 , w_2 e w_c acima, obtém-se os vetores reescalados $w'_1 = [0,15, 0,225, 0,075, 0,3]$ e $w'_2 = [0,175, 0,175, 0,7, 0,7]$. O peso de importância dos IDEs, conforme avaliado pelo grupo de especialistas pode ser obtido normalizando conjuntamente os pesos em w'_1 e w'_2 , isto é, $w = [0,06, 0,09, 0,03, 0,12, 0,07, 0,07, 0,28, 0,28]$. Um vetor de igual dimensão seria obtido comparando os 8 IDEs diretamente (isto é, comparando os 28 pares de alternativas). O procedimento apresentado acima, todavia, simplifica a análise.

Conforme descrito anteriormente, o método das comparações aos pares gera dois resultados: um *ranking* de importância dos elementos comparados na matriz (obtido através de seu vetor de pesos) e uma medida da consistência nas avaliações. O modo de utilização da informação contida no vetor de pesos depende da estratégia adotada para coleta de informações (ver etapa 1 do DM).

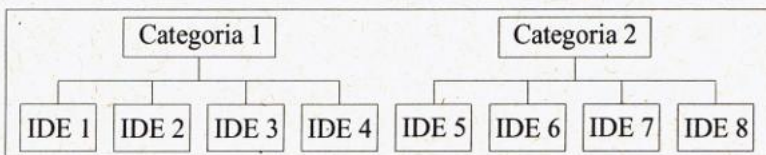
Mediante a *Estratégia A*, em que os pesos de importância dos IDEs são baseados em sua frequência e ordem de menção, a revisão dos pesos de importância dos IDEs utilizando a opinião de especialistas é feita qualitativamente. Em outras palavras, compara-se o *ranking* dos IDEs gerado pelos usuários e pelos especialistas: itens significativamente diferentes são revisados e concensados quanto ao seu *ranking* final (corrigido) de importância.

Mediante a *Estratégia B*, com pesos de importância dos IDEs mensurados quantitativamente, a comparação entre o *ranking* dos IDEs dados por usuários e especialistas é feita diretamente, usando as médias de importância para os IDEs dados pelos usuários e o vetor de pesos de importância gerados pelos especialistas. Caso hajam divergências nos *rankings*, pesos corrigidos de importância são obtidos calculando a média ponderada entre os pesos dados por usuários e

especialistas. A ponderação baseia-se na importância relativa atribuída às opiniões de usuários e especialistas. Por exemplo, considere três IDEs avaliados por usuários mediante a *Estratégia B*, resultando num vetor normalizado de médias de importância $w_{\text{usuário}} = [0,22, 0,74, 0,04]$; considere os mesmos IDEs reavaliados por especialistas utilizando o método de Saaty, resultando num vetor de pesos de importância $w_{\text{expert}} = [0,11, 0,68, 0,21]$. O *ranking* obtido a partir desses vetores é conflitante. O *project leader*, analisando a qualidade das informações fornecidas por cada grupo de analistas, atribui o mesmo peso de importância às avaliações feitas por usuários e especialistas. Um *ranking* corrigido de importância das IDEs analisadas pode ser obtido através da média ponderada dos vetores, ou seja, $w_{\text{final}} = 0,5 \cdot w_{\text{usuário}} + 0,5 \cdot w_{\text{expert}} = [0,165, 0,710, 0,125]$.

Finalmente, cabe ao grupo de especialistas avaliar a necessidade de incorporação de itens ergonômicos relevantes não mencionados pelo usuário na lista de IDEs. Para tanto, sugere-se a utilização da técnica de *brainstorming*. Nesta técnica, lista-se o maior número possível de IDEs; itens relevantes listados no *brainstorming* e não constantes na lista de IDEs gerada pelos usuários passam então a ser considerados. O peso de importância dos novos IDEs é determinado qualitativamente, comparando sua importância com itens já ponderados. Considere o exemplo anterior, com um vetor de pesos corrigidos dado por $w_{\text{final}} = [0,165, 0,710, 0,125]$. Um novo IDE é introduzido à lista com peso de importância similar ao 1º item (isto é, 0,165). Assim, aloca-se um peso de importância 0,165 ao novo item, sendo ele introduzido no vetor w_{final} , o qual é então normalizado. O novo vetor corrigido resultante será dado por $w'_{\text{final}} = [0,142, 0,142, 0,609, 0,107]$.

Figura 2 Itens de Demanda Ergonômica (IDEs) agrupados em categorias (exemplo com 8 IDEs e 2 categorias)



2.4 LISTAGEM DOS ITENS DE DESIGN A SEREM CONSIDERADOS NO PROJETO ERGONÔMICO DE PRODUTOS E POSTOS DE TRABALHO

Nesta etapa, itens a serem avaliados no design ergonômico de produtos e postos de trabalho são listados. Estes itens são denominados itens de design (ID), já que serão contemplados no projeto do posto de trabalho. IDs podem ou não ser alterados na intervenção macroergonômica. A atuação sobre os IDs é ditada por sua relação com os IDEs. Um ID sem efeito sobre os IDEs será mantido inalterado (no caso de um produto ou posto de trabalho já existente) ou não será contemplado no projeto (no caso de novos produtos ou postos de trabalho). A relação entre IDs e IDEs será discutida em detalhes na etapa 5, a seguir.

Um *checklist* inicial de IDs relacionados a diversos produtos e postos de trabalho pode ser encontrado em autores como Grandjean (1998). Tais listagens podem ser utilizadas como ponto de partida na determinação dos IDs candidatos ao projeto. Alternativamente, diversas técnicas para levantamento de IDs podem ser utilizadas, tais como:

- (i) observação direta das características do produto ou posto de trabalho em questão;
- (ii) filmagem em vídeo da rotina de trabalho de seus usuários;
- (iii) observação participativa de membros da equipe de design (por exemplo, para identificar IDs em um determinado posto, membros da equipe de design trabalham no posto por um determinado período de tempo; ver Flynn *et al.*, 1990);
- (iv) inspeção do elenco de IDEs selecionados na etapa anterior e determinação de possíveis IDs relacionados a eles, e
- (v) compilação de dados históricos disponíveis em literatura.

É importante ressaltar que o objetivo nesta etapa da ferramenta de DM é obter uma listagem completa de possíveis IDs a serem considerados no projeto do produto ou posto de trabalho. Quaisquer esforços para identificação de IDs significativos na satisfação dos IDEs listados nas etapas anteriores devem ser deferidos até a próxima etapa do DM.

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

Nas etapas 3 e 4, a equipe de design em conjunto com os usuários geraram listagens de IDEs e IDs através da utilização de técnicas estatísticas e de análise de decisão. Os IDEs, além de identificados, foram também ponderados relativamente à sua importância ergonômica. Nesta etapa da ferramenta de DM, a força de relação entre IDEs e IDs deve ser explicitada. Dois são os objetivos nesta etapa: (i) identificar IDs sem efeito na satisfação dos IDEs e, conseqüentemente, desconsiderá-los no projeto, e (ii) gerar pesos de importância para IDs relevantes na satisfação dos IDEs e, através destes pesos, classificá-los quanto à sua prioridade no projeto. Esses objetivos são alcançados na ferramenta de DM através da utilização da Matriz da Qualidade do QFD (*Quality Function Deployment*). O QFD é uma ferramenta de planejamento utilizada no desenvolvimento de novos produtos e serviços ou na melhoria daqueles já existentes (ver Akao, 1990 e Cohen, 1995).

A Matriz da Qualidade (MQ), uma das partes componentes do QFD, é uma ferramenta de análise de decisão utilizada na priorização de itens de design. Os resultados da MQ não indicam *como* projetar os itens de design, mais quais itens são prioritários. A priorização dentro da MQ na

ferramenta de DM é baseada na demanda ergonômica do usuário e na opinião de especialistas, como apresentado a seguir.

Um exemplo genérico de MQ vem apresentado na *Tabela 4*. Naquela tabela são apresentados apenas os elementos da MQ utilizados na ferramenta de DM. Matrizes mais complexas podem ser encontradas em Cohen (1995). Os elementos apresentados na *Tabela 4* são detalhados na seqüência (a numeração é a mesma utilizada na tabela):

1. *Itens de Demanda Ergonômica/Desdobramento* – nas linhas da MQ são listados os IDEs levantados na etapa 3. Quando IDEs são agrupados por afinidades em categorias (ver procedimento em etapa anterior, acompanhando a *Figura 2*), as categorias correspondem a desdobramentos *primários* das IDEs, enquanto IDEs dentro de cada categoria consistem desdobramentos *secundários*. É importante ressaltar que, uma vez sendo os pesos de importância associados a IDEs e não às suas categorias, a menção das categorias na MQ é facultativa.

2. *Pesos de Importância, PI_i* – os pesos a serem escritos na MQ estão relacionados aos IDEs e correspondem a pesos *corrigidos*, isto é, aos pesos obtidos após levar em consideração conjuntamente as opiniões de usuários e especialistas sobre a importância relativa dos IDEs. A cada IDE i corresponde um peso de importância PI_i .

3. *Itens de Design* – nas colunas da MQ são listados os itens de design levantados na seção acima.

4. *Avaliação Estratégica, E_i* – associado a cada IDE i , existe um valor de avaliação estratégica E_i . Nesta avaliação, considera-se a repercussão do atendimento aos IDEs sobre (a) a satisfação dos usuários primários e secundários do produto ou posto de trabalho em estudo, (b) a imagem da empresa junta a seus clientes e fornecedores, (c) a sobrevivência da empresa no médio e longo prazo etc. A avaliação estratégica dos IDEs pode ser realizada tanto pela equipe de especialistas responsável pelo projeto do posto de trabalho, como por um grupo de gerentes ou executivos da empresa. A escala a ser utilizada na avaliação estratégica dos IDEs está apresentada na *Tabela 5*. Vale ressaltar que esse item é de preenchimento facultativo na MQ.

5. *Avaliação Competitiva, M_i* – a idéia da avaliação competitiva é analisar a posição da empresa em relação à concorrência, relativamente a cada um dos IDEs. A comparação é feita contra dois ou três concorrentes bem conceituados no mercado. No caso da empresa ser a líder de seu segmento no mercado, a comparação é feita considerando uma empresa concorrente com características *ideais*. Para cada IDE i , existe um valor de avaliação competitiva M_i correspondente. A avaliação

competitiva dos IDEs é geralmente realizada pela equipe de especialistas responsável pelo projeto. A escala utilizada na avaliação competitiva está apresentada na *Tabela 6*. A avaliação competitiva, assim como a avaliação estratégica dos IDEs, é de preenchimento facultativo na MQ.

6. *Priorização do Item de Demanda Ergonômica, P_i* – a priorização do *i*ésimo IDE leva em consideração (a) a importância aferida pelos usuários e especialistas ao IDE, (b) os resultados da avaliação estratégica, e (c) os resultados da avaliação competitiva, através da seguinte expressão:

$$P_i = PI_i \times \sqrt{E_i} \times \sqrt{M_i}, i=1, \dots, J. \quad (1)$$

onde *J* denota o número total de IDEs sendo considerados no projeto do produto ou posto de trabalho.

7. *Relação entre os Itens de Demanda Ergonômica e os Itens de Design, R_{ij}* – a avaliação da relação entre os IDEs e IDs listados na MQ utiliza a escala apresentada na *Tabela 7*. No preenchimento da matriz, a equipe de especialistas deve avaliar o quanto cada ID (listados nas colunas da matriz) atende à demanda ergonômica expressa pelos IDEs (listados nas linhas da matriz). Algumas situações especiais podem ocorrer:

(a) Matriz com muitas relações fracas - indica inconsistência entre IDEs e IDs. Nesta situação, os IDs devem ser revistos pela equipe de especialistas, já que não atendem às necessidades ergonômicas expressas pelos IDEs.

Tabela 4 Matriz da qualidade utilizada na ferramenta DM

① Itens de Demanda Ergonômica (IDEs)		② Peso de Importância (PI)	③ Itens de Design			Avaliação dos Competidores		
Primário	Secundário		Item 1	Item 2	...	④ Avaliação estratégica, E.	⑤ Avaliação competitiva, M.	⑥ Priorização do IDE, P.
IDE Prim. 1	IDE Sec. 1							
IDE Prim. 2	IDE Sec. 2		⑦	R_{ij}				
...	...							
⑧ Importância Técnica, IT_i								

Tabela 5 Escala utilizada na avaliação estratégica dos itens de demanda ergonômica listados na matriz da qualidade

Valor	Descrição
0,5	Importância pequena
1,0	Importância média
1,5	Importância grande
2,0	Importância muito grande

Tabela 6 Escala utilizada na avaliação competitiva dos itens de demanda ergonômica listados na matriz da qualidade

Valor	Descrição
0,5	Acima da concorrência
1,0	Similar a concorrência
1,5	Abaixo da concorrência
2,0	Muito abaixo da concorrência

Tabela 7 Escala utilizada na avaliação da relação entre itens de demanda ergonômica e itens de design na matriz da qualidade

Valor	Descrição
0	Nenhuma relação
1	Relação fraca
3	Relação média
5	Relação forte

Obs.: valores intermediários denotam situações de compromisso.

(b) Matriz com colunas em branco - indica a existência de IDs desnecessários, os quais devem ser revistos quanto à sua importância ou desconsiderados no projeto do posto de trabalho.

(c) Matriz com linhas em branco - indica inconsistência na seleção dos IDs selecionados pela equipe de especialistas. IDs importantes para a satisfação da demanda ergonômica expressa pelos IDEs não encontram-se listados na matriz, devendo ser identificados e acrescentados à MQ.

8. *Importância Técnica, IT_j* - a importância técnica de um Item de Design j estabelece sua prioridade relativamente aos demais. O cálculo de IT_j utiliza os valores de importância P_i , além dos valores de intensidade de relação R_{ij} , através da seguinte expressão:

$$IT_j = \sum_{i=1}^I P_i \times R_{ij}, j = 1, \dots, J. \quad (2)$$

onde J denota o número total de IDs listados na matriz. Uma vez determinados os valores de IT_j , pode-se gerar um *ranking* de prioridade para os Itens de Design a serem considerados no projeto do posto de trabalho. Um *ranking* desta natureza pode servir a diversos fins, como estabelecer critérios de alocação de recursos humanos e financeiros no projeto do produto ou posto de trabalho ou justificar necessidades materiais junto à direção da empresa. É importante ressaltar que o *ranking* de prioridade para os IDs é essencialmente determinado pelos pesos de importância alocados aos IDEs pelos usuários e especialistas. Em suma, através da participação de usuários e especialistas é possível estabelecer prioridades no projeto, cumprindo, assim, ao objetivo principal da ferramenta de DM, a saber: promover o projeto participativo e “customizado” de produtos e postos de trabalho.

2.6 TRATAMENTO ERGONÔMICO DOS ITENS DE DESIGN

Na etapa anterior da ferramenta de DM, determinaram-se Itens de Design a serem considerados no projeto do posto de trabalho, bem como sua ordem de prioridade. Nesta etapa, o objetivo é estabelecer metas ergonômicas para os IDs. As metas consistem de especificações técnicas e valores-alvo, os quais levam em conta aspectos como conforto e segurança do ambiente físico, questões antropométricas e de organização do trabalho, materiais a serem utilizados, viabilidade técnica etc.

O tratamento ergonômico de IDs em projetos de produtos ou postos de trabalho, com enfoques diversos, pode ser encontrado na literatura (Kroemer, 1994, Osborne, 1987, Salvendy, 1997, Pheasant, 1996). A combinação de IDs específicos para cada tipo de produto ou posto de trabalho não permite estabelecer um procedimento padrão para seu tratamento ergonômico. O trabalho multidisciplinar envolvendo ergonomistas, designers, médicos e engenheiros, entre outros, e a utilização conjunta da *expertise* desses profissionais possibilita a obtenção de resultados satisfatórios nesta etapa da ferramenta de DM.

2.7 IMPLI- MENTAÇÃO DO NOVO DESIGN E ACOMPA- NHAMENTO

A implementação do novo design, uma vez concluído o tratamento ergonômico dos IDs, implica na organização de um produto-piloto ou protótipo para teste do projeto proposto e ajustes finais. O objetivo principal do protótipo é auxiliar a equipe de design na verificação da eficácia das soluções propostas.

Uma vez concluídos os ajustes no protótipo, o novo design pode ser implementado. O acompanhamento nesta fase é essencial, pois os usuários devem ser reeducados na utilização de novos produtos ou na execução do trabalho nos novos postos, proporcionando um *feedback* à equipe de design quanto às soluções implementadas.

Testes com protótipos encontram-se bastante documentados na literatura, não constituindo o foco de atenção deste trabalho. Para um tratamento mais completo da etapa de testes com protótipos, são recomendados os trabalhos de Clark e Wheelwright, 1993 e Bowen *et al.*, 1995.

3 ESTUDO DE CASO

Nesta seção, as etapas (i) a (v) da ferramenta de Design Macroergonômico são ilustradas através de 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 UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul e uma concessionária de pedágios da região Sul do país. As etapas (vi) e (vii) da ferramenta de DM foram omitidas intencionalmente desta apresentação, visando atender às exigências de sigilo da empresa contratante.

O projeto em questão tinha por objetivo estabelecer parâmetros ergonômicos para o projeto de cabines de pedágio a serem construídas pela contratante no Estado do Rio Grande do Sul. Parâmetros ergonômicos, neste contexto, compreenderam fatores relacionados ao conforto e segurança do ambiente físico (como, por exemplo, 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 ferramenta de Design Macroergonômico foi utilizada na execução do projeto das cabines. A aplicação das etapas (i) a (v) da ferramenta e resultados obtidos vêm apresentados a seguir.

- *Identificação do usuário e coleta organizada de informações acerca de sua demanda ergonômica*

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 8*. 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.

- *Priorização dos itens de demanda ergonômica identificados pelo usuário*

Tendo em vista o tamanho da amostra disponível, adotou-se a *Estratégia A* para coleta de informações sobre a demanda ergonômica dos usuários. A coleta utilizou uma entrevista composta por um módulo espontâneo, sendo o entrevistado questionado sobre sua demanda ergonômica relativamente ao seu posto de trabalho atual. A utilização de um módulo induzido foi descartada, frente aos bons resultados obtidos utilizando somente o módulo espontâneo. A ordem e frequência de menção dos IDEs foi considerada na determinação de seus pesos de importância. A ordem de menção foi incorporada aos pesos de importância utilizando a função recíproca já descrita. Alguns dos IDEs levantados e seus pesos de importância são apresentados na *Tabela 9*.

Tabela 8
 População de
 cobradores de
 pedágio no RS e da
 amostra do estudo,
 distribuídos por
 sexo

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

Tabela 9 Lista
 parcial dos Itens
 de Demanda
 Ergonômica
 utilizados no
 projeto das
 cabines de pedágio
 e seus pesos de
 importância

<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
Favorecendo 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

- *Incorporação da opinião de especialistas e obtenção de um ranking corrigido de itens de demanda ergonômica*

Os IDEs levantados na etapa anterior foram analisados pela equipe de projeto (isto é, pelo grupo de especialistas mencionado nas etapas da ferramenta), agrupados considerando aspectos como duplicidade de informação e afinidade e separados em Itens Primários e Secundários. Após observação *in loco* das condições do posto de trabalho e análise de gravações em vídeo, o grupo optou pela não inclusão de novos IDEs àqueles listados inicialmente 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 10*.

A avaliação da importância dos IDEs pela equipe de projeto foi feita através do método de comparação aos pares descrito na etapa 3 do DM. Inicialmente, a equipe avaliou os IDEs primários; a matriz de comparações resultantes está apresentada na *Tabela 11*. Na seqüência, grupos de IDEs secundários foram avaliados; uma das matrizes de comparações resultantes está apresentada na *Tabela 12*. O valor limite para a Razão de Consistência CR definido pela equipe de projeto foi de 0,2.

Concluídas as avaliações aos pares dos IDEs primários e secundários, pode-se calcular os novos pesos de importância para os IDEs, seguindo o procedimento que acompanha a *Figura 2*, na etapa 3; estes pesos encontram-se listados na *Tabela 10*. Não houve diferença significativa no *ranking* de importância dos IDEs, sob o ponto de vista dos usuários e da equipe de projeto. Optou-se, assim, pela utilização dos pesos constantes na *Tabela 10* nas etapas posteriores da ferramenta.

- *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: observação direta das características do posto de trabalho, filmagem em vídeo da rotina de trabalho de seus usuários e *brainstorming* com membros da equipe de projeto. Uma lista parcial de IDs vem apresentada na *Tabela 13*.

Tabela 10 Lista parcial dos itens de demanda ergonômica após incorporação da opinião do grupo de especialistas e seus pesos corrigidos de importância

<i>IDEs Primárias</i>	<i>IDEs Secundárias</i>	<i>Peso</i>
1. Eliminar fumaça		5,00
Incidência de Sol	2. Reduzir incidência de luz	2,92
	3. Reduzir incidência de calor	0,73
Postura no Trabalho	4. Eliminar dor no braço	1,67
	5. Liberdade e estabilidade de movimento	0,67
	6. Facilidade na arrecadação da tarifa	0,88
	7. Permitir alternância de postura	0,23
	8. Apoio adequado para os pés	0,22
9. Eliminar ruído		1,29
10. Facilidade de identificação do nº de eixos (categorização do veículo)		2,73
11. Manter conforto térmico na cabine		1,13

Tabela 11 Matriz de comparações entre itens primários de demanda ergonômica; *w* denota o vetor de pesos de importância (razão de consistência = 0,15)

<i>IDEs Primários</i>	1	2	3	4	5	6	w
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. N° 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 12 Matriz de comparações entre itens secundários de demanda ergonômica pertinentes ao item primário postura no trabalho; *w* denota o vetor de pesos de importância (razão de consistência CR = 0,18)

	1	2	3	4	5	Score
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 13 Lista parcial de Itens de Design considerados no projeto da cabine de pedágio

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

• *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 ferramenta foi incorporada à Matriz da Qualidade apresentada na *Tabela 4*. Nas linhas da matriz, introduziram-se informações similares àquelas apresentadas na *Tabela 10*. Nas colunas da matriz, introduziram-se informações similares àquelas na *Tabela 13*. Os itens referentes à avaliação dos competidores (*avaliação estratégica e avaliação competitiva*) foram desconsiderados no projeto das cabines (isto é, todos os IDEs receberam valor 1,0 nos quesitos avaliação estratégica e competitiva). Assim, os valores P_i de Priorização para os IDEs, obtidos utilizando a equação (1), resultaram idênticos aos pesos de importância PI_i inicialmente escritos na matriz.

A força da relação entre os IDEs e IDs foi avaliada pela equipe de projeto, utilizando a escala na *Tabela 7*. Esses valores, em conjunto com os valores P_p , foram utilizados para determinação dos valores de Importância Técnica (IT_j) para os itens de design, utilizando a equação (2). Os valores (percentualizados) de IT_j foram então utilizados na priorização dos IDs. Utilizando esses resultados, criou-se quatro categorias de IDs, prioritários, secundários, terciários e irrelevantes, como descrito a seguir.

A alocação de IDs às categorias utilizou-se da seguinte estratégia: 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 14* apresenta alguns dos IDs alocados em cada categoria.

Tabela 14 itens de design classificados em categorias de prioridade conforme seus valores de importância técnica percentual (IT_i %)

Itens de Design Primários		IT_i %
1.	Largura da janela	8,12%
2.	Altura da Janela	7,12%
3.	Tipo de acionamento da janela	6,90%
Itens de Design Secundários		
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%
Itens de Design Terciários		
1.	Material de construção interno da cabine	1,90%
2.	Material de construção externo da cabine	1,81%
3.	Posição da impressora	1,78%
Itens de Design Irrelevantes		
1.	Tipo de teclado	0,79%
2.	Espessura da superfície de trabalho	0,23%
3.	Tipo de impressora	0,19%

Itens de design 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: nenhum impacto decorrente do não atendimento desses itens é esperado sobre os usuários.

4 CONCLUSÃO

Neste artigo, apresenta-se a ferramenta de Design Macroergonômico para o projeto de produtos e postos de trabalho. Esta ferramenta, baseada em preceitos macroergonômicos, inova ao incorporar a demanda ergonômica do usuário no processo de design, aliando-a à *expertise* da equipe de projetistas.

A ferramenta promove a utilização conjunta de técnicas estatísticas, ferramentas de análise de decisão e conceitos ergonômicos, sendo implementada através de um procedimento em sete etapas. A ferramenta é ilustrada através de um estudo de caso, onde o objeto de estudo é o projeto ergonômico de cabines para cobrança de pedágio.

REFERÊNCIAS

- AKAO, Y. (1990) *Quality function deployment: integrating customer requirements into product design*. Cambridge: Productivity Press.
- BROWN, O. Jr. (1995) The development and domain of participatory ergonomics. In: INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION - IEA WORLD CONFERENCE 1995 and BRAZILIAN ERGONOMICS CONGRESS, 7. 1995, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro: ABERGO, p. 28-31.
- BOWEN, H. K.; CLARK, K.; HOLLOWAY, C.; WHEELWRIGHT, S. (1995) *Vision and capability: high performance product development in the 1990's*. New York: Oxford University Press.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. (1993) *Managing new product and process development: text and cases*. Boston: Free Press.
- COHEN, L. (1995) *Quality function deployment: how to make QFD work for you*. New York: Addison-Wesley.
- COCHRAN, W. G. (1977) *Sampling techniques*. 3. ed. New York: John Wiley.
- FLYNN, B. B.; SAKAKIBARA, S.; SCHROEDER, R. G.; BATES, K. A.; FLYNN, E. J. (1990) Empirical research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, v. 9, n. 2, p. 250-283.
- GRANDJEAN, E. (1998) *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.
- GUIMARÃES, L. B. de M. (1995) *Desenvolvimento de metodologia para design e avaliação de interfaces: relatório de projeto*. Porto Alegre: CIENTEC.
- GUIMARÃES, L. B. de M. (1998) *Ergonomia de processo, v.1*. Porto Alegre: PPGEP - UFRGS.
- HANSEN, M. H.; HURWITZ, W. N.; MADOW, W. G. (1993) *Sample survey methods and theory (in 2 Volumes)*. New York: John Wiley.

HENDRICK, H. W. (1993) Macroergonomics: a new approach for improving productivity, safety and quality of work life. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ERGONOMIA, 2 e SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 6. 1993, Florianópolis. Anais... ABERGO. p. 39-58.

KROEMER, K. H. E. (1994) *Ergonomics* : how to design for ease and efficiency. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

OBORNE, D. J. (1987) *Ergonomics at work*. 2. ed. New York: Wiley.

OSBORN, A. F. (1963) *Applied imagination*: principles and procedures of creative problem-solving. 3. ed. New York: Scribner.

PANERO, J.; ZELNIK, M. (1979) *Human dimension & interior space*. London: Architectural Press.

PHEASANT, S. (1996) *Bodyspace : anthropometry, ergonomics, and the design of work*. 2. ed. London: Taylor & Francis.

SAATY, T. (1977) A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, v.15, n. 3, p. 234 - 281.

SALVENDY, G. (Ed.). (1997) *Handbook of human factors and ergonomics*. 2. ed. New York: Wiley.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. (1974) Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*, Chicago, v. 28, n.11, p. 24-34.

AGRADECIMENTOS Os autores agradecem à equipe de projeto das cabines de pedágio, composta por Andréia Nahra Leal, Daniela Fischer, Flávio Belmonte, Julio van der Linden e Marcelo Moutinho Silva, pelo auxílio no desenvolvimento do estudo de caso.

3

Efeitos Positivos da Ergonomia

Participativa: Estudo de Caso ABB

Daniela Fischer & Lia Buarque de Macedo Guimarães

(Publicado nos Anais do VI Congresso Latino-Americano de Ergonomia, Gramado, 2001)

1 INTRODUÇÃO

A abordagem da ergonomia participativa propõe a participação dos trabalhadores em todos os momentos de estudos e/ou intervenções ergonômicas. Segundo Nagamachi (1996, p.318), "*(...) se as pessoas na organização participam da tomada de decisões elas são capazes de experienciar a utilização de suas habilidades e discernimento (julgamento). Como resultado, esse tipo de situação fornece às pessoas um sentimento de responsabilidade e comprometimento com a organização*". A participação de todos os trabalhadores envolvidos no trabalho, tanto de concepção quanto de operação, garante um maior envolvimento e, por conseguinte, maior índice de sucesso nas modificações propostas para melhorar as condições de trabalho (Fogliatto e Guimarães, 1999).

A intervenção ergonômica, alvo deste capítulo, foi realizada pela equipe do Núcleo de Design, Ergonomia & Segurança (NDES) do LOPP/PPGEP/UFRGS em parceria com a Asea Brown Boveri (ABB) de Cachoeirinha, RS, empresa do setor eletromecânico montadora de medidores de energia elétrica, junto ao setor de montagem polifásica inicial, primeiro setor da área de montagem eletromecânica polifásica. A intervenção foi conduzida segundo os moldes da macroergonomia e da ergonomia participativa. Em linhas gerais, consistiu na análise e adequação das condições de trabalho e no reprojeto do sistema de manufatura vigente, a saber, uma linha de montagem manual de medidores polifásicos de energia elétrica estruturada conforme os moldes taylorista-fordista de produção, em um sistema de trabalho mais rico para o ser humano, no caso, o sistema celular, segundo critérios micro e macro da ergonomia. Com base nos fatores humanos e organizacionais relacionados com o trabalho e com as questões de produção (características, capacidades e limitações do ser humano, necessidades e exigências da tarefa, por exemplo), buscou-se a reestruturação da organização do trabalho, a concepção e o dimensionamento da tarefa a

cargo de cada operador, do sistema de manufatura e respectivo mobiliário e a adequação das ferramentas, dispositivos de apoio e equipamentos. As alterações foram graduais e seguiram o cronograma e a disponibilidade financeira da empresa. As melhorias propostas foram implementadas, validadas e otimizadas em conjunto com os funcionários da empresa.

Quanto à utilização da abordagem participativa, em particular, tinha-se por objetivo conceder a oportunidade de os trabalhadores intervirem sobre as condições de seu trabalho (organização do trabalho, conteúdo da tarefa, ambiente físico e psicossocial, ferramentas) identificando os problemas, atuando nas propostas de melhorias e verificando os benefícios da condução da intervenção segundo os moldes da ergonomia participativa.

A seguir, apresenta-se o método de trabalho e a condução das atividades durante a intervenção no setor de montagem polifásica inicial, os resultados obtidos quanto à participação dos trabalhadores e as considerações finais. Fischer (2000) apresenta os resultados sobre a saúde e segurança física dos trabalhadores, especificamente, distúrbios osteomusculares em membros superiores e acidentes do trabalho, grau de satisfação dos trabalhadores em relação às condições de trabalho e à organização e de produtividade.

A intervenção ergonômica procedida junto ao setor de montagem polifásica inicial seguiu o método proposto Guimarães (2000) - Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT).

2 INTERVENÇÃO ERGONÔMICA - MÉTODO DE TRABALHO E CONDUÇÃO DAS ATIVIDADES

A abordagem participativa foi utilizada em todas as etapas da intervenção ergonômica, a saber, levantamento inicial ou apreciação ergonômica, análise ou diagnose ergonômica, proposta de soluções ou projeção ergonômica, avaliação/validação ergonômica e detalhamento ergonômico e otimização do sistema. Os métodos e técnicas da pesquisa descritiva - observação e inquirição, foram utilizados para investigar os problemas, analisar e avaliar as soluções propostas (protótipo e o novo sistema de montagem em funcionamento) e para identificar os efeitos da abordagem participativa na intervenção. As informações coletadas a partir de observações assistemáticas e sistemáticas diretas ou indiretas (com exceção das filmagens), entrevistas abertas e verbalizações foram registradas em uma caderneta de campo. Essa caderneta foi utilizada, também, para registrar todos os eventos, procedimentos e tomadas de decisões em cada uma das etapas da intervenção.

Desde o início do estudo, todas as questões foram discutidas entre a equipe de ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS, os integrantes do Comitê de Ergonomia (COERGO) organizado na empresa, representado por engenheiros de produção, de processo e de produto, médico do trabalho e técnico de segurança, e os próprios operadores da montagem. Parte-se do pressuposto de que aqueles que trabalham são as pessoas mais indicadas para informar os problemas que acontecem no dia-a-dia e, igualmente, propor soluções a partir dos recursos próximos que se dispõe. A participação foi voluntária, sendo os engenheiros de produção e de processo, médico do trabalho, supervisor de linha e os operadores da montagem os principais colaboradores. Com raras exceções, todos os eventos da intervenção ocorreram no chão-de-fábrica, especificamente, na área relativa ao setor de montagem polifásica inicial.

O levantamento inicial foi realizado junto à linha de montagem, onde especialistas e operadores da empresa apontaram e discutiram os problemas decorrentes no sistema. À equipe de ergonomia coube a condução/fomento do diálogo entre os especialistas e, posteriormente, a análise e o diagnóstico ergonômico dos problemas. Imediatamente após a apresentação do diagnóstico para os funcionários envolvidos, gerentes e diretor geral, seguiu-se a discussão dos problemas, enfatizando as questões ergonômicas, e a proposição conjunta de soluções. Entendido que o sistema linear vigente deveria ser transformado em celular, partiu-se para a etapa de concepção e projeto do novo sistema de montagem - conteúdo das tarefas, leiaute e mobiliário e na adequação dos meios de trabalho. Com exceção das diretrizes de projeto, que foram estabelecidas a priori pela equipe de ergonomia com base nos aspectos micro e macro da ergonomia, os demais eventos (otimização dos processos, dimensionamento do leiaute celular e respectivo mobiliário, entre outros) foram realizados em conjunto com engenheiros, médico e operadores. Para a avaliação/validação do novo sistema de montagem foi construído um protótipo o qual foi testado durante 4 meses pelos operadores da montagem. Uma vez por semana, operadores e especialistas se reuniam para analisá-lo, discutir os aspectos que precisavam ser modificados e propor soluções. A quinta etapa da intervenção foi realizada quando do sistema celular em funcionamento. Posterior à sua implantação, não se deu por encerrado o processo de avaliação e proposição de melhorias. Os montadores foram organizados em pequenos grupos e incentivados a continuamente proceder melhorias. O ritmo da intervenção seguiu as disponibilidades e o cronograma físico-financeiro da empresa. Na *Figura 1* apresenta-se o cronograma das atividades tal como ocorreram ao longo da

intervenção no setor de montagem inicial. O desenvolvimento detalhado das atividades desenvolvidas em cada etapa da intervenção está em Fischer (2000).

Figura 1
Cronograma das atividades realizadas junto ao setor de montagem polifásica inicial durante a intervenção

Etapas	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Levantamento e diagnóstico	X														
Definição dos parâmetros de projeto		X													
Projeto (leiaute e mobiliário)		X	X												
Construção de protótipo				X											
Avaliação e validação do protótipo					X	X	X	X							
Implantação do sistema celular										X	X	X	X	X	X
Melhoria contínua (trabalhos em grupo)											X	X	X	X	X

3 RESULTADOS

A condução da intervenção, conforme os moldes da ergonomia participativa, alavancou o trabalho em equipe e o exercício da multidisciplinaridade, além de ter promovido a transferência de conhecimentos em ergonomia para os funcionários envolvidos. Nesse sentido, tem-se que no novo sistema, os operadores se organizam em pequenos grupos de trabalho para proceder melhorias ergonômicas no mobiliário e nos meios de trabalho utilizados na célula. Dependendo da complexidade do problema, especialistas de outras áreas (engenheiros de processo e de produto, principalmente) interagem com os operadores tendo em vista a solução dos problemas. Tal como quando da intervenção, a avaliação/validação das melhorias propostas é feita pelos operadores, engenheiros e médico. Essas melhorias e a interação entre operadores e especialistas ratificam a aprendizagem da ergonomia pelos trabalhadores envolvidos e a continuidade dos trabalhos em grupos multidisciplinares.

A participação de funcionários de diferentes áreas e níveis hierárquicos dentro da organização e dos próprios operadores da montagem, em todas as etapas da intervenção, facilitou a identificação e a correção dos problemas e a implementação e otimização do novo sistema. A participação dos montadores, em particular, contribuiu no sentido dos trabalhadores sentirem-se comprometidos com a nova forma de organização do trabalho e responsáveis pelo mobiliário e meios de trabalho de sua célula. Ao final do dia de trabalho, por exemplo, limpam a célula com aspirador de pó (a pedido dos funcionários a empresa comprou um aspirador de pó para cada célula) e pano embebido no álcool.

Quando da saída da equipe de ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS da empresa, em outubro/1999, as melhorias ergonômicas continuaram a ser procedidas. Como decorrência da intervenção, as questões ergonômicas passaram a integrar a cultura da empresa. No reprojeto ou projeto de postos e meios de trabalho, por exemplo, os aspectos micro e macro da ergonomia passaram a ser requisitos de projeto, sendo, inclusive, motivadores destes processos. O mesmo ocorreu na área de desenvolvimento de produto, onde componentes e medidores foram reprojitados. O medidor mais simples (monofásico M8C), por exemplo, foi reprojitado e é fabricado desde janeiro de 1998.

4 CONCLUSÃO

A experiência vivenciada no setor de montagem polifásica inicial, foi estendida para os demais setores da área de montagem eletromecânica monofásica e polifásica, sendo a tecnologia, inclusive, difundida para outras unidades de negócios do grupo ABB. Esta tarefa foi delegada ao Comitê de Ergonomia (COERGO) que fora organizado na empresa no início da intervenção.

REFERÊNCIAS

FISCHER, D. (2000) *Transformação de um sistema de manufatura linear em celular segundo os aspectos micro e macro da ergonomia*. 2000. 240f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FOGLIATTO, F.S.; GUIMARÃES, L. B. de M. (1999) Design macroergonômico: uma proposta metodológica para projeto de produto. *Produto & Produção*, Porto Alegre, v.3, n.3, p. 1-15, out.

GUIMARÃES, L. B. de M. (2000) Abordagem ergonômica: o método macro. In: GUIMARÃES, L. B. de M. *Ergonomia de Processo*. 3. ed. Porto Alegre: FEENG. v. 1, cap. 1.1. p. 1-28.

NAGAMACHI, M. (1996) Relationship between job design, macroergonomics and productivity. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, New York: John Willey. v. 6, n. 4, p. 309-322, Summer.

4 Dinâmica de Comitês de Ergonomia

Daniela Fischer, Tatiana Maglia Pastre & Silvério Kmita

(Publicado nos Anais do VII Congresso Latino-Americano de Ergonomia, Recife, 2002)

1 INTRODUÇÃO

Dentro de um enfoque macroergonômico, a implantação de uma intervenção se dá com base na ergonomia participativa, a qual propõe o envolvimento dos trabalhadores em todas as etapas do processo (Guimarães, 2000). "*(...) se as pessoas participam das tomadas de decisões, elas são capazes de experienciar a utilização de suas habilidades e discernimento. Como resultado, esse tipo de situação fornece às pessoas um sentimento de responsabilidade e comprometimento com a organização*" (Nagamachi, 1996, p. 318). Neste contexto, o Comitê de Ergonomia (COERGO), foco deste capítulo, é uma ferramenta que possibilita a participação e envolvimento dos trabalhadores. A seguir é apresentado e discutido a implementação e o funcionamento de COERGOs em quatro empresas de diferentes segmentos do sul do país.

2 MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DO COMITÊ DE ERGONOMIA

A implantação dos Comitês de Ergonomia nas quatro empresas, que compõem os estudos de casos deste capítulo, seguiu o método proposto por Guimarães (2000) denominado Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) e apresentado no *Capítulo 1* deste livro. Este método propõe a participação dos trabalhadores e a consolidação de um Comitê de Ergonomia (COERGO) na empresa para atuar junto com os *experts*, em todas as etapas da intervenção ergonômica - levantamento inicial ou apreciação ergonômica, análise ou diagnose ergonômica, proposta de soluções ou projeção ergonômica, avaliação ou validação ergonômica e detalhamento ergonômico e otimização do sistema. O conhecimento do *expert* é fundamental *a posteriori*, quando da análise dos problemas e proposição de soluções.

Durante a primeira fase, ou seja, de apreciação ergonômica, na qual são levantados os problemas da empresa, dentro de um enfoque participativo, é organizado o Comitê de Ergonomia, com representantes de diferentes áreas e níveis hierárquicos dentro da organização. Neste

momento é enfatizada a colaboração de todos, em todos os momentos do estudo, sendo estimulado o trabalho em equipe e a multidisciplinaridade. A participação dos trabalhadores envolvidos nas atividades, tanto de concepção quanto de operação, garante um maior envolvimento e, por conseguinte, maior índice de sucesso nas modificações propostas para melhorar as condições de trabalho (Fogliatto e Guimarães, 1999).

É no COERGO que ocorre a transferência de conhecimentos Universidade-empresa. É onde são passadas as ferramentas e a metodologia ergonômica aos envolvidos no processo de melhoria da empresa. Conforme Guimarães (2000), essa implantação de COERGO promove um processo de melhoria contínua na empresa.

O local e a frequência dos encontros é determinado em função das necessidades e prioridades da organização e segue o cronograma físico da empresa.

3 PERFIL DE COERGO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE CILINDROS

A estrutura organizacional da empresa fabricante de cilindros encontra-se segmentada em nove mini-fábricas: fábrica de cilindro, fábrica de montagem de moto-serras, virabrequim, plásticos, fundição de magnésio, fundição de alumínio, tratamento térmico, sabris e pinhão.

O interesse inicial da empresa era o da Universidade realizar o levantamento inicial e diagnóstico ergonômico do trabalho realizado no setor de cromagem da fábrica de cilindros e a proposição de soluções de melhoria do dispositivo de encaixe de cilindros.

Por ocasião da apresentação dos resultados para a alta administração e gerências, a empresa decidiu dar continuidade às atividades dentro de um enfoque macroergonômico. Estando consolidada a parceria entre a empresa e a equipe de ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS, foi implementado um COERGO para o setor de cilindros.

Inicialmente, participavam do COERGO o gerente da fábrica, os engenheiros de produto (um novo e um mais antigo na empresa), o engenheiro de processo, a equipe da Universidade. Da fábrica de montagem, veio um consultor da área de treinamento e ginástica laboral. Foram convidados para participar do COERGO a área médica e de segurança do trabalho (SESMT), mas a sua participação só ocorria quando chamados pela gerência. O departamento de Recursos Humanos (RH) também foi convidado a participar das reuniões visto que é um setor importante nas reuniões, por ser o responsável pelas pessoas (subsistema pessoal), mas o que normalmente ocorre é que o RH não

participa ou, quando participa, por conhecer pouco o processo e o trabalho das pessoas (subsistemas projeto de trabalho e técnico), não agrega valor. O pessoal de RH deveria ter mais conhecimento dos funcionários e dos processos produtivos da empresa, mas o que ocorre é que cabe normalmente ao RH apenas os aspectos burocráticos de seleção de pessoal para contratação e demissão.

As questões ergonômicas já vinham sendo trabalhadas dentro da fábrica de montagem, visto que é na montagem que normalmente ocorrem os maiores índices de problemas de saúde ocupacional. Nesta mini-fábrica já havia um Comitê de Ergonomia instalado, sendo que a filosofia deste comitê tinha um enfoque microergonômico com seus trabalhos baseados em trabalhos de CCQ, tendo também na montagem um programa de ginástica laboral e treinamento básico em ergonomia.

O fato de em outra das mini-fábricas já ter um Comitê de Ergonomia facilitou a criação de um COERGO na fábrica de cilindros. No entanto, ao longo das reuniões, esta facilidade inicial acabou por prejudicar o bom andamento, visto que se tentou trazer para a fábrica de cilindros o enfoque microergonômico do consultor de treinamento básico em ergonomia (TBE).

Devido essas diferenças de propostas, ocorreram alguns problemas durante as reuniões, porque normalmente soluções microergonômicas são mais fáceis de serem implementadas do que as macroergonômicas. Outro agravante foi a de que o consultor de treinamento passou a freqüentar as reuniões, na fábrica de cilindros, plantando a idéia de que treinamento básico de ergonomia é de fundamental importância, indo contra a filosofia da Universidade que não acredita em treinamentos e sim capacitação, ou seja, deve-se capacitar os indivíduos.

Nesta empresa, o COERGO se reunia uma vez por semana, mas nas reuniões nem sempre estavam todos presentes, ficando os assuntos, então, pendentes para a outra semana. O problema do adiamento das decisões é a insatisfação gerada nos funcionários com a demora na implementação das melhorias.

Ao longo das reuniões, o engenheiro de manutenção começou a participar, ficando sob sua responsabilidade a implementação das melhorias. Durante as reuniões do COERGO, a pessoa que ficou responsável pelas medidas e organização foi o engenheiro de produto com menos tempo de empresa, visto que era o maior interessado. Isso ficou evidente quando este foi para uma outra unidade desta empresa, sendo suspensas as reuniões do COERGO até sua volta. As melhorias que ainda não tinham sido efetuadas até o término da parceria ficaram

sob a responsabilidade dos grupos de CCQ que eram os que realmente tocavam os projetos.

4 PERFIL DE COERGO DE UMA MONTADORA DE MEDIDORES ELÉTRICOS

De 1997 a 1999, uma empresa montadora de medidores de energia elétrica (Asea Brown Boveri - ABB) em parceria com a equipe de ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS, desenvolveu um programa de Ergonomia junto à área de montagem eletromecânica monofásica e polifásica, segundo os moldes da macroergonomia e da ergonomia participativa.

Conforme proposto por Guimarães (2000), o COERGO foi implementado logo no início do projeto, sendo representado por engenheiros de produção, de processo e de produto, médico do trabalho, técnico de segurança e os próprios operadores da montagem.

Desde o início, todas as questões foram discutidas entre a equipe de ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS, os integrantes do Comitê de Ergonomia (COERGO) e os operadores da montagem. A participação foi voluntária sendo os engenheiros de produção e de processo, médico do trabalho, supervisor de linha e os operadores da montagem, os principais colaboradores. Com raras exceções, as reuniões do COERGO ocorreram no próprio chão-de-fábrica, especificamente, na área relativa ao setor de montagem eletromecânica. A frequência dos encontros variou de acordo com as necessidades do projeto. Durante as etapas de levantamento e proposição de soluções, os encontros ocorreram semanalmente ou a cada quinze dias. A partir da fase de avaliação das soluções propostas os encontros passaram a ser mensais.

No decorrer do projeto, precisamente posterior à implantação do experimento, houve rotatividade de pessoal na empresa (demissão de funcionários e pedidos de demissão por parte de outros) e, em decorrência, alteração/redução do quadro de integrantes do COERGO. Entre os funcionários que estavam saindo da empresa, havia dois integrantes do COERGO, um representante da área de manufatura e outro da área de saúde ocupacional. Com a saída do gerente da área de manufatura (o qual era percebido como líder natural do grupo) em especial, o COERGO ficou enfraquecido especialmente no tocante à percepção macro da ergonomia e da abordagem utilizada para a resolução dos problemas. O elo Universidade-empresa foi rompido, de certa forma. Na seqüência dos acontecimentos, o COERGO, que desde o início das atividades na empresa era gerido pela área de manufatura, passou a ser administrado pela área de RH. Surge, então, um novo líder natural do grupo, cuja abordagem ergonômica diverge da conduzida pela equipe de ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS, a saber, micro orientada. Em

decorrência, os problemas encontrados, as ações/soluções propostas passaram a ser pouco importantes para a organização (não foram mais tomadas como prioridade) o que dificultou a continuidade das ações ergonômicas conforme proposto inicialmente. Novamente, alterações ocorreram na empresa. Um engenheiro de processo que havia participado das fases iniciais do projeto de ergonomia assume a gerência da área de manufatura e passa a supervisionar as atividades desenvolvidas pelo COERGO, o qual, por sua vez, assume um novo formato.

Quando da saída da equipe de ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS da empresa, em outubro/1999, as melhorias ergonômicas continuaram a ser implementadas. Como decorrência da intervenção, as questões ergonômicas passaram a integrar a cultura da empresa. A experiência vivenciada no setor de montagem inicial foi estendida para os demais setores da área de montagem eletromecânica monofásica e polifásica, sendo a tecnologia, inclusive, difundida para outras unidades de negócios do grupo ABB. Esta tarefa foi delegada ao Comitê de Ergonomia (COERGO) que fora organizado na empresa no início da intervenção (Fischer, 2000 e Pastre, 2001).

**5 PERFIL
COERGO DE
UMA
EMPRESA
DO SETOR
QUÍMICO:
TINTAS**

Esta empresa está voltada ao setor químico, caracterizando-se pelo desenvolvimento, análise e produção de tintas, tanto para o mercado interno, como também para exportação. Salienta-se que essa unidade está composta pela união de duas empresas, dentro de um mesmo complexo fabril.

Tendo em vista a melhoria das condições de trabalho dos setores informatizados da empresa, como também, laboratórios, onde são desenvolvidas e analisadas as tintas, a empresa e o LOPP/PPGEP/UFRGS formaram uma parceria para o diagnóstico ergonômico e a proposição de soluções para estes setores, a serem implementadas dentro de uma visão macroergonômica.

No início do mês de março de 2000, a empresa procurou o Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP) da Universidade Federal do Rio Grande do sul (UFRGS) para firmar a parceria, a qual foi consolidada através de uma reunião onde participaram área médica, segurança do trabalho, diretores administrativos e representantes da Universidade.

Inicialmente, o COERGO tinha sua representação composta pela parte médica, dois médicos do trabalho que atuavam em turnos diferentes, três técnicos de segurança do trabalho, sendo um representante de uma unidade e os outros dois representando outra empresa do comple-

xo empresarial e representantes da Universidade (engenheiros, fisioterapeutas e designer).

À medida que ia se expandindo os trabalhos, eram envolvidos funcionários e responsáveis pelos setores, com os quais eram discutidos os dados levantados.

A frequência dos encontros do grupo COERGO ocorreram à medida que as etapas da implementação do trabalho eram desenvolvidas, e o ritmo de implementação ditava as datas de encontros. Como dito anteriormente, os funcionários e representantes do setor participavam no desenvolvimento do trabalho, como prega o método, mas na maioria das vezes não participavam das reuniões do COERGO, tendo uma visão do processo apenas no seu setor, não conseguindo enxergar o todo.

Buscou-se expandir o COERGO, além da parte médica, segurança e Universidade, procurando atrair mais a engenharia e a manutenção, pois além de unir e fortalecer o grupo, todos os processos de implementação de melhorias teriam que passar por eles tornando as respostas, para as soluções, mais rápidas e simples.

Notava-se na empresa uma grande preocupação com o COERGO, pela parte médica, devido ao grande número de queixas no ambulatório e os afastamentos. A segurança do trabalho tinha uma participação média e a parte administrativa e outras áreas tinham pouca participação. Convém lembrar que pela divisão da unidade em duas empresas, encontrou-se muita dificuldade para aplicar as medidas reparadoras, visto que, todos os dados teriam que passar por administrações diferentes (das duas empresas) que possuíam prioridades diferentes.

Realizou-se reuniões definindo novas diretrizes tentando envolver mais segmentos, mas novamente o COERGO não se fortaleceu. Devido à insistência da parte médica buscou-se a participação da manutenção para a realização de pequenas melhorias, que poderiam ser feitas dentro da empresa, com baixo custo.

Inicialmente, começa-se a testar a utilização de apoios de pés em alguns setores (item levantado pelos funcionários na etapa de apreciação do método), para, a seguir, expandir o processo para outros setores. Essa iniciativa tinha o intuito de despertar o interesse de outros setores, desenvolvendo uma certa "competição" na corrida das melhorias ergonômicas entre eles, com a idéia de expandir para o todo. Os custos dos apoios de pés são de responsabilidade dos centros de

**5 PERFIL DE
COERGO DE
UMA
EMPRESA
DO SETOR
METAL
MECÂNICO**

custos de cada setor. O processo é lento, mas naquele momento obteve-se alguns resultados.

Os produtos fabricados por essa empresa são tratores, colheitadeiras, plantadeiras e plataformas e esteiras para serem acopladas nas colheitadeiras. A produção dos tratores e colheitadeiras ocorre na Fábrica 2 e a montagem de plataformas e esteiras na Fábrica 3.

A empresa buscava diagnosticar e corrigir problemas em seus vários setores (instalações de escritório, de saúde ocupacional e de produção) considerando os aspectos ergonômicos.

No primeiro semestre de 1999 a empresa contactou o LOPP/PPGEP/UFRGS, interessada em estabelecer um comitê de ergonomia (COERGO), em sua planta do Rio Grande do Sul. Em outubro do mesmo ano, a empresa firmou um contrato com o LOPP para suporte técnico ao comitê de ergonomia. O processo de instalação do COERGO teve início com uma visita técnica à empresa, por parte de um ergonomista (especialista externo) e uma reunião com membros da direção, representantes do setor de segurança, medicina do trabalho e administração. Não havia representação do RH e dos trabalhadores da produção. Nesta ocasião, foi feita uma explanação geral sobre o que é ergonomia, como funciona a macroergonomia, proposta por Guimarães (2000), e as vantagens de um COERGO. Também, foram estabelecidos os critérios de composição do grupo a ser formado, a saber, desejava-se uma equipe multidisciplinar composta por: direção/gerência, trabalhadores interessados, setor de recursos humanos (RH), equipe médica e de segurança (SESMT) e representação legal (CIPA). Com isso, deu-se por inaugurado o COERGO da empresa.

Na primeira reunião, firmou-se o calendário e o local para os próximos encontros do COERGO e definiu-se as bases de um projeto piloto de ação ergonômica na empresa, considerando todas as etapas de uma ação ergonômica.

Devido ao tamanho da fábrica e de suas divisões internas, decidiu-se que cada setor contaria com sua devida representação junto ao COERGO. Com o andamento das etapas os representantes do COERGO organizaram subgrupos dentro de suas divisões, motivando ainda mais a participação de novos integrantes. A capacitação das pessoas ocorreu ao longo de todo o processo de melhoria por meio de palestras e mini-cursos ministrados por um ergonomista externo.

O trabalho vem sendo desenvolvido, com grande êxito, em vários

setores da fábrica. Busca-se cada vez mais a expansão do projeto a fim de se atingir 100% dos setores, tanto administrativos como fabril. Os setores estão integrados e buscam, através de reuniões, que ocorrem sempre na primeira quarta-feira do mês, manter a coesão do projeto através de apresentação e discussão de resultados, como também manter um cronograma de execução. Em suma, o projeto está fragmentado dentro da empresa, mas sempre focado em resultados globais.

7 CONCLUSÃO

Atualmente, trabalha-se na montagem de um manual intitulado "Princípios de Ergonomia Ocupacional", numa tentativa de incorporar a ergonomia em todos os segmentos da empresa, ou seja, na filosofia da empresa.

Com base na experiência nas quatro empresas, alvo deste artigo, constatou-se que cada COERGO tem um tipo de filosofia, baseada no seu tipo de organização, e que um programa de ergonomia para ser efetivo precisa, antes de tudo, ser um compromisso de toda a empresa. O apoio da alta administração é vital para o andamento das atividades.

A participação de profissionais de diferentes áreas e níveis hierárquicos dentro da organização e dos próprios trabalhadores no COERGO facilita a identificação/correção dos problemas e a implementação das modificações propostas. Da mesma forma, contribui para estimular o trabalho em equipe e o exercício da multidisciplinaridade e para a transferência de conhecimentos, no caso de ergonomia.

Como geralmente as empresas não têm ergonomistas em seu quadro de pessoal, e normalmente esse profissional é uma pessoa externa à fábrica, o COERGO passa a ser uma ferramenta importante para a capacitação dos trabalhadores em ergonomia. Do mesmo modo, para o desenvolvimento de um processo de melhoria contínua, caso seja de interesse da empresa, e o sucesso dos trabalhos.

Em relação aos integrantes do COERGO, em particular, ficou claro que aqueles que ocupam cargos hierarquicamente superiores na organização (no caso, gerências) têm influência sobre o processo de tomada de decisão, priorização e viabilização das soluções propostas. Contudo, a experiência mostrou que nem sempre aqueles que tem poder de decisão na empresa e funcionários mais antigos são alocados para o comitê. Ficam então no COERGO funcionários sem autonomia e/ou com pouca experiência, dificultando assim o andamento das soluções.

Constatou-se, também, que ao longo do processo há o surgimento de um líder natural no grupo e que a sua percepção/entendimento da ergonomia tem influência sobre as atitudes/atividades do COERGO.

Líderes que possuem uma visão holística da organização assimilam com maior facilidade a proposta do trabalho.

Outro aspecto observado no tocante à lideranças, diz respeito à personalidade e ao caráter do líder. Por algum motivo, existem aqueles que tentam usar o COERGO de maneira a obter ganhos pessoais, não se preocupando com o processo como um todo e utilizando-se de ergonomia "vudu", conforme Chong (1996) (veja discussão no *Capítulo 1* do livro *Ergonomia de Processo*, volume 1).

No tocante à motivação e engajamento dos trabalhadores, verificou-se que nas primeiras reuniões do COERGO ocorre um grande comprometimento, devido à euforia inicial, mas o que se percebe é que o mesmo vai diminuindo com o passar do tempo. Os trabalhadores do chão-de-fábrica e engenheiros de processo geralmente mantêm-se motivados e engajados ao longo de todo o processo. Um fato curioso é que em nenhum dos comitês conseguiu-se a adesão simultânea do médico do trabalho e do técnico e/ou engenheiro de segurança.

REFERÊNCIAS

CHONG, I. (1996) The economics of ergonomics. *Workplace Ergonomics*. p. 26-29.

FISCHER, D. (2000) *Transformação de um sistema de manufatura linear em celular segundo os aspectos micro e macro da ergonomia*. 2000. 240f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

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

GUIMARÃES, L. B. de M. (2000) *Abordagem ergonômica: o método macro*. In: GUIMARÃES, L. B. de M. *Ergonomia de Processo*. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 2000. v. 1. cap. 1.1.

HENDRICK, H. W. (1993) Macroergonomics: a New Approach for Improving Productivity, Safety and Quality of Work Life. In: Congresso Latinoamericano de Ergonomia 2 e Seminário Brasileiro de Ergonomia 6, Florianópolis, SC 1993. *Anais...* p. 39-58.

NAGAMACHI, M. (1996) Relationship between job design, macroergonomics, and productivity. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. New York: John Wiley. v. 6, n. 4, p. 309-322, summer.

PASTRE, T. M. (2000) *Análise do estilo do trabalho em montagem de precisão*. 2000. 112f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Impressão:


UFRGS
GRÁFICA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Av. Osvaldo Aranha, 99 sala 510
90035-190 Porto Alegre - RS - Brasil

Tel.: (0xx51) 3308 3948/3308 4006

fax: (0xx51) 3308 4007

www.producao.ufrgs.br



Cândido Portinari, *Café*, 1935

Di Cavalcanti, *Cinco Moços de Guaratinguetá*, 1930

Djanira da Motta e Silva, *Estado Decorativo, si data*

Tarcila do Amaral, *A Feira I*, 1924