ANÁLISE MACROERGONÔMICA DO TRABALHO (AMT): MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM PROGRAMA DE ERGONOMIA DA EMPRESA

(artigo ainda em desenvolvimento)

Lia Buarque de Macedo Guimarães, PHD, CPE

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 da Ergonomics Research Society (1949) "a ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente e....". A idéia era que a ergonomia, atuando na concepção de um novo projeto ou na correção de um sistema já existente, deveria 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.

Na última década, no entanto, a ergonomia foi ampliando seus horizontes e passou a dar mais valor à questão da qualidade do que da adequação. A ergonomia do sistema humano-organização prioriza o sistema organizacional (que engloba o posto) em busca da qualidade de vida conforme pode-se depreender da definição da International Ergonomics Association (IEA, 2003), "*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 projetação e a avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, meio ambientes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas*".

Segundo Hendrick (1993), a evolução da prática da ergonomia pode ser diferenciada em quatro fases, de acordo com a tecnologia enfocada. Analizando-se cada uma delas, nota-se que a adaptação do posto vai perdendo a força para a qualidade do processo, da organização e da qualidade de 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 a aplicação dos dados no design de controles, displays e arranjos de interesse militar. No início de sua aplicação na área civil, a ergonomia estava mais voltada para as questões físicas do ambiente de trabalho e a questões fisiológicas e biomecânicas implicadas na interação dos sistemas humano-máquina. Denominada de ergonomia física, sua aplicação resulta em incremento da segurança, eficiência e conforto do sistema. Ainda é o maior campo de atuação de muitos ergonomistas.

A partir da década de 1970, tem impulso a 2ª fase da ergonomia ou ergonomia do meio ambiente que trata das questões ambientais (i.e. ruído, vibrações, temperatura, iluminação, aerodispersóides) que interferem no trabalho. Ela se fortaleceu em função do interesse de se compreender melhor a relação do ser humano com seu meio ambiente, quer natural ou construído. As questões ecológicas, bastante em voga recentemente e tão importantes para a restauração do equilíbrio do planeta, e com isto, as exigências das Normas (i.e. ISO 14000, 18000), deverão ampliar a atuação de ergonomistas nesta linha de abordagem.

Com o advento da informática, a partir da década de 1980, estabelece-se a 3ª fase da ergonomia, denominada ergonomia cognitiva**.** Também conhecida como ergonomia de *software*, lida principalmente com as questões de processamento de informação. Tem um campo de trabalho fortalecido em função da informatização de processos e produtos que exige, cada vez mais, uma ergonomia da interface com o usuário. À parte a parcela física de trabalho, o componente cognitivo inserido no processo de transformação da matéria e da informação passou a ter maior enfoque a partir do desenvolvimento de novas tecnologias. O processo de captação, processamento da informação e tomada de decisão torna-se cada vez mais importante no projeto de adequação e concepção de sistemas tanto de trabalho quanto da vida diária.

Apesar de atualmente existir uma tendência de separar a ergonomia tradicional ou de *hardware*, da ergonomia cognitiva ou de *software*, deve ficar claro que a natureza da ergonomia é a mesma, isto é, adaptar a tecnologia ao ser humano, havendo diferença apenas no tipo de tecnologia tratada em cada uma das duas ênfases: a tecnologia das máquinas industriais, da ergonomia clássica, e a tecnologia informatizada, da ergonomia cognitiva. Historicamente, é o tipo de ferramental disponível para o trabalho e o lazer que definem as duas abordagens. Embora existissem trabalhos de carga cognitiva predominante (telefonista, contador, por exemplo), é com a informatização que se passa de um plano mais físico, como tratado pela ergonomia tradicional ou "clássica", para um plano mais intelectual/simbólico, tratado pela ergonomia "cognitiva" que incorpora os conhecimentos da psicologia cognitiva, da lingüística computacional e da inteligência artificial.

Esta diferença entre a ergonomia de *hardware* e de *software* reflete as conseqüências da tecnologia empregada em cada fase. De início, durante a era da automação, as questões que a ergonomia mais se deparava diziam respeito à relação mais física entre o homem e seu trabalho. As questões mais freqüentes envolviam conhecimentos de antropometria, biomecânica e fisiologia. No entanto, o desenvolvimento da microinformática transformou radicalmente a relação homem-máquina: mudaram o trabalho e a máquina. Se na era industrial a produção se dava sobre objetos mecânicos, físicos (manipulação de controles de uma máquina, por exemplo), na era da informatização é a informação que é manipulada. Em outras palavras, o trabalhador não mais manuseia um determinado produto mas, sim, controla a máquina que está operando sobre este produto. A diferença entre as máquinas da era da automação e as máquinas da era da informatização é bastante importante: aquelas atuam como extensões para ampliação da ação física do ser humano ao passo que estas atuam como extensões do cérebro. Na interface das máquinas industriais, os elementos perceptual e psicomotor estão onipresentes e os controles são analógicos: a manipulação ou operação dos controles, pedais ou alavancas de uma máquina, percepção de sinais tais como ruído e aquecimento do motor. Enquanto as máquinas industriais, mecânicas, têm comandos basicamente unifuncionais, exigindo ação sobre uma única tarefa, as máquinas computadorizadas têm caráter multifuncional que podem teoricamente ter um número infinito de aplicações.

A computadorização impôs uma interação digitalizada onde a operação é simbólica com ênfase na entrada e resgate de dados. Por exemplo, um telefone da era industrial servia como telefone e só telefone. Hoje, devido o advento do microprocessador, um telefone pode ser ao mesmo tempo máquina de fax, secretária eletrônica, máquina copiadora etc. A ergonomia deve tratar e analisar questões bem mais variadas e complexas que são parte de um único elemento ou ambiente. Apesar da relação física que ainda existe entre o homem e o computador (acionando teclado, mouse, disquetes, botões) a relação é, sobretudo, cognitiva já que o que mais está em atuação são os fatores relacionados aos processos cognitivos tais como atenção, memória, processamento de informação e tomada de decisão. Para otimizar este novo sistema homem-máquina, desenvolve-se a ergonomia cognitiva.

Deve ficar claro, no entanto, que qualquer sistema contempla as perspectivas física e cognitiva. A análise efetuada sob estas duas perspectivas, isoladamente, têm por abrangência a questão individual, limitada por condições específicas, identificadas como problema. Neste processo de intervenção, denominado de microergonômico, as questões identificadas neste patamar de pesquisa vê-se limitada exclusivamente à realização de uma tarefa ou de um grupo de tarefas que se vêem relacionadas com questões ambientais, físicas e/ou cognitivas, não contemplando o contexto

organizacional e psico-social do sistema. Para estudar a interação entre estes contextos, surge a macroergonomia (Brown, 1995).

A macroergonomia, considerada a 4ª fase da ergonomia, diz respeito à ergonomia enfocada dentro de um contexto mais amplo, deixando de se restringir a questões pontuais (como o posto ou o ambiente físico de trabalho) para atuar, também, no processo organizacional. O ponto de vista das primeiras três fases é o operador, ou grupos de operadores, dentro de subsistemas de um conjunto maior que é a organização em que se inserem. A visão macro da ergonomia atual focaliza o ser humano, o processo de trabalho e a organização, o ambiente e a máquina como um todo de um sistema mais amplo. Conceitualmente, a macroergonomia é uma abordagem sociotécnica porque lida com quatro subsistemas: o tecnológico, o pessoal, o do trabalho e o do ambiente externo, que consiste na estrutura organizacional e processos. A sua abordagem é ao mesmo tempo *topdown (*porque adota uma abordagem estratégia), *bottom-up* (porque a abordagem é participativa) e *middle-out* (porque foca no processo) (Hendrick e Kleiner, 2000).

Ergonomia: custos e beneficios

Pelo seu histórico, é nítido que desde a sua oficialização, após a segunda guerra mundial, a Ergonomia vem atentando para a otimização de processos e produtos de forma a garantir uma sociedade mais saudável e confortável. No entanto, se é um fato que a ergonomia pode atuar nos diversos setores da sociedade, transformando-a para melhor, então, por que a ergonomia ainda é tão pouco conhecida e aplicada nas empresas? Por que as empresas não mantém um time de ergonomia em suas equipes e, ao contrário, consideram que isto é um custo a mais, sem retorno na produtividade e qualidade de seus produtos? Por que o governo não estabelece um "selo ergonomia", determinando que as questões ergonômicas sejam consideradas no design de produtos e sistemas de produção? Hendrick (1997) tem quatro explicações para tal:

Primeiro, algumas empresas podem ter sido expostas a uma ergonomia ruim, denominada "ergonomia vudu" por Chong (1996). Isto ocorre quando as empresas esperam que a intervenção trará vantagens ergonômicas mas, por ser mal conduzida, tal não ocorre. Esta situação é grave pois maus profissionais, sem qualificação, fazem-se passar por ergonomistas, "vendendo" a idéia de que têm o remédio para todos os problemas. A questão da qualificação é crucial para o desenvolvimento da boa prática da ergonomia.

Segundo, existe a idéia que ergonomia é bom senso, o que não é verdade, haja visto a lista de erros devido a mau design (cf in Casey, 1994, Vicente, 2005). A isto, deve-se acrescentar a idéia, que também não procede, de que ergonomia é fácil, ao alcance de qualquer pessoa que tenha um guia prático de atuação. É um erro comum a expectativa que há uma receita, uma fórmula mágica na ergonomia. Cada caso é um caso, e é com a experiência e estudo que se aperfeiçoa o bom profissional na área.

Terceiro, espera-se que a gerência de uma empresa vá suportar qualquer intervenção ergonômica pela simples menção que resultado será a melhoria da segurança, conforto e qualidade de vida dos empregados. Tal menção não é suficiente, pois não é justificativa bastante em um sistema que se baseia em lucro, a gerência tendo que justificar todo e qualquer emprego de capital. Desconsiderando as questões humanitárias envolvidas, na ótica do empresário a decisão de implementar, ou não, a ergonomia em qualquer setor empresarial resume-se na questão de custos. Uma história simplificada das preocupações dos empresários nos últimos 30 anos pode ser escrita da seguinte forma:

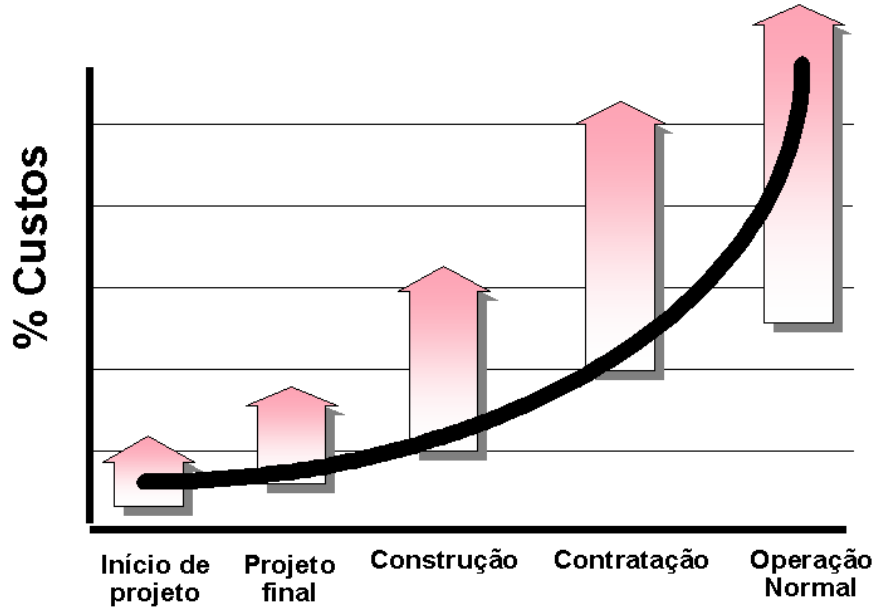
- Produzir o máximo que puder, o mais rápido possível, com o menor custo (caso da produção em massa);
- Produzir tudo o que todo mundo quiser, com o menor custo (caso da produção enxuta);

- Produzir tudo o que todo mundo quiser, com o menor custo, e *com segurança* (caso da produção sociotécnica).

Se o custo é a linguagem da empresa, nada mais lógico, então, que os ergonomistas tenham esta preocupação em mente quando for divulgar e implementar qualquer ação ergonômica na empresa. Esta questão leva imediatamente à quarta razão pela qual a ergonomia não tem avançado como deveria: os ergonomistas não são bons em divulgar seu trabalho, e também não têm se preocupado em estabelecer a relação custo-benefício de uma intervenção ergonômica bem sucedida. Hendrick (1997) vem clamando por estudos que considerem os custos e benefícios de uma ação ergonômica como forma de viabilizar a implantação da ergonomia na empresa. No entanto, poucas referências estão disponíveis na literatura. Algumas (poucas) aplicações da boa prática da ergonomia no design de produtos, postos de trabalho e sistemas foram divulgadas em Harris, (1987), Hendrick (1997) e Hendrick e Kleiner (2000).

De acordo com Hendrick e Kleiner (2000), um programa de ergonomia de Nagamachi e Imada em uma empresa distribuidora de petróleo, após dois anos da implantação reduziu em:54% em acidentes industriais; 51% em acidentes em veículos motorizados; 84% em acidentes fora do trabalho; 94% nos dias perdidos de trabalho. Resultou em uma economia de cerca de 0,5% dos custos globais da companhia (U$ 60.000 dólares anuais). Um trabalho de Nagamashi (1996) na Mitsubishi Eletric's Fukuyama Plant gerou incrementos de produtividade na ordem de 56%, além de ganhos de satisfação dos trabalhadores com o novo trabalho. Um trabalho de 3 anos na ABB de Cachoeirinha, RS, Brasil, realizado pelo Núcleo de Design, Ergonomia &Segurança (NDE) do LOPP/PPGEP/UFRGS, 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 (Fischer e Guimarães, 2006).

Um estudo sobre a utilização de ergonomia em projetos (Auburn Engineers, 2001) sugere, conforme a Figura 1, que se a ergonomia for considerada na fase de conceituação de projeto, ou seja, ocorrer como ergonomia de concepção, o custo da ergonomia 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%. Se a ergonomia só é considerada após o projeto ter terminado, os custos podem representar 10 a 20% do custo de projeto. É óbvio, então, que o custo da ergonomia é substancialmente menor quando é considerada no início de um projeto, ou seja, a ergonomia com melhor relação custo/benefício é a ergonomia de concepção.



Geralmente, no entanto, a ergonomia quando aplicada na empresa é a denominada ergonomia de correção, que ocorre para corrigir falhas identificadas no sistema homem-máquina. Os itens a seguir são alguns indicadores de possíveis problemas ergonômicos. Podem indicar que um empregado está tendo dificuldades com seu trabalho em função de um sistema de trabalho ruim. Estes itens significam custos para o sistema:

- 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.

O foco da ergonomia de correção 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.

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?

Este artigo aborda 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 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.

2 A ERGONOMIA SOB A VISÃO SOCIOTÉCNICA: A MACROERGONOMIA

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). 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.

Como base fundamental à aplicação da macroergonomia, o processo participativo verifica-se ao longo de todo o estudo ergonômico.

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.

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 acionistas).

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

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
REMIT	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

3 APLICAÇÃO DO MÉTODO PARTICIPATIVO E A PESQUISA-AÇÃO: A ANÁLISE MACROERGONÔMICA DO TRABALHO (AMT)

A Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), proposta por Guimarães (1999) é um método de ação ergonômica com abordagem participativa que, quando aplicada nas empresas, tem a

orientação metodológica de uma pesquisa-ação, "… 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" conforme proposto por Thiollent (1994). Pelo seu caráter de ação cooperativa, a pesquisa-ação se diferencia da pesquisa descritiva, geralmente levada a cabo 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 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 (MTE e Fundacentro, 2001), poucos autores em ergonomia, entre eles, Malchaire e Cock (1999) 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 grupo de Design e Ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS 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. Tentar atendê-las com melhorias no posto de trabalho seria em vão.

3.1 AMT como base para um programa de ergonomia da empresa

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, o método de Análise Macroergonômica do Trabalho (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 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.

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 desfocadamante 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 2 situações: não muda em nada a situação encontrada pois não é considerado; ou, quando usado, muda de uma forma que geralmente não seria a melhor, já que a empresa não tem competência para resolver, sozinha, pois não tem pessoal capacitado em ergonomia. Pode-se assumir, então, que este tipo de intervenção *topdown* não é eficaz.

A forma de contornar este problema é a substituição da figura da consultoria pela parceria para socializar, de forma *bottom up* e *midlle up down*, o conhecimento gerado e impedir que este conhecimento saia da empresa. Como consequência, o Programa de Ergonomia é uma estratégia de capacitação em ergonomia, a longo prazo, de 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 da AMT transforma os sujeitos em agentes de melhoria do produto e/ou sistema, ao qualificá-lo 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 (Guimarães, 1999).

A experiência que o NDE tem tido nas empresas tem mostrado que as soluções propostas por especialistas são recebidas, de início, com desconfiança pelos trabalhadores. Para eles, é difícil aceitar que alguém de fora venha opinar sobre o trabalho que eles executam há anos. 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 (1995) 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 macroergonomia tem sido desenvolvida nas empresas, pelo NDE, por meio da implantação de um Programa de Ergonomia com vistas à implantação de uma cultura de ergonomia na empresa. A forma de implantação de um Programa varia de acordo com as necessidades, interesses e possibilidades de cada empresa, mas segue as etapas da AMT com o apoio de um grupo de interessados em ergonomia na empresa. Os passos para a constituição e implantação deste comitê e operacionalização da AMT podem ser sumarizados conforme a descrição a seguir.

3.1.1 O Papel do Comitê de Ergonomia (COERGO)

O envolvimento dos usuários e garantia de sua cumplicidade em todas as fases de um projeto é geralmente viabilizado pelo comitê de ergonomia (COERGO) da empresa. Ao COERGO, cabe acompanhar todas as fases de um projeto de ação ergonômica na empresa tendo em vista o posto, o ambiente (físico e psico-social), 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, quer elas sejam efetuadas por interventores internos, externos ou especialistas.

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 diagnose, solução de problemas, validação e detalhamento final podem necessitar da colaboração entre interventores internos e especialistas externos.

A composição do COERGO

Geralmente, a conformação do COERGO suscita perguntas do tipo: quem deve participar? Durante quanto tempo? O que devem fazer?

Entende-se que o COERGO é o ponto nevrálgico da Ergonomia na empresa. Dele partem as demandas e as ações. 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), RH (o psicólogo), e representação legal (CIPA), além de representantes dos próprios trabalhadores diretos e indiretos (equipe de manutenção) do sistema. Outras pessoas interessadas podem ter mandato por menor tempo.

O COERGO deve ter um representante de cada um de todos os setores da empresa que atue como elo de ligação com o COERGO. 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.

3.1.2 Fases da AMT

A AMT propõe inicialmente o lançamento do projeto (fase 0) seguido de 5 fases. Estas 5 fases estão de acordo com a maioria dos modelos de intervenção ergonômica propostos na literatura (Harris, 1987, Moraes, 1998): 1) levantamento ou apreciação ergonômica; 2) análise da situação ou diagnose ergonômica; 3) proposta de soluções; 4) validação de soluções; 5) detalhamento ergonômico. A diferença entre a AMT e a maioria dos métodos de ação ergonômica é justamente o seu caráter 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 acaba 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.

Na abordagem da AMT, 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” de 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.

Para viabilizar a participação, a AMT utiliza, principalmente nas fases de apreciação e projetação, o Design Macroergonômico (DM, proposto por Fogliatto & Guimarães, 1999), um método 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 fases da AMT.

Fase 0- lançamento do projeto

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 as possíveis ações a serem tomadas de forma a conciliá-las com a cultura da empresa. É delineado o cronograma de projeto e definido o dia de início da primeira fase projetual que vem a seguir, ou seja, a apreciação.

Fase 1- levantamento inicial da situação ou apreciação

A fase de apreciação é 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 direta e indireta dos usuários.

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.

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):

1) Identificação do usuário e coleta organizada de informações;
2) 2) Priorização dos Itens de Demanda Ergonômica (IDEs) identificados pelo usuário; e
3) 3) Incorporação da opinião de especialistas.

Uma vez identificado o usuário, as informações são coletadas ouvindo-se a voz do 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 pelo usuário 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. As entrevistas podem ser individuais ou em grupo e duram, geralmente, entre 30 e 40 minutos. Os dados da entrevista são analisados estatisticamente e o resultado é a base para a confecção de questionários. Os questionários tendem a ter 30 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 10 minutos) 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).

A *Tabela 1* mostra os resultados de um levantamento por meio de entrevista aberta. No caso, as entrevistas foram gravadas e transpostas para uma planilha da seguinte forma: os itens mencionados estão listados nas linhas; o número do sujeito aparece nas colunas; o número nas células representa a ordem de menção do item para cada sujeito. 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 foi mencionado primeiro e/ou por um maior número de sujeitos).

As respostas das entrevistas geralmente são tabuladas em planilha Excel e analisadas pela equipe de especialistas. São expurgadas as informações não pertinentes 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. 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 $p^{ésima}$ 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.

Tabela 1 Itens mencionados nas entrevistas com uma amostra da população usuária. Os itens mais importantes constituirão um questionário a ser preenchido por todos os usuários

IDE citado pelos funcionários (em grupos)	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo N		soma	%
	OM	peso	OM	peso	OM	peso	OM	peso		
Exposiçao aos fatores climáticos	1	1,00	11	0,09	7	0,14	...	...	1,43	6,20
Dificil acesso as valvulas	2	0,50	5	0,20	6	0,17	...	...	2,28	9,87
Mal posicionamento das valvulas	3	0,33	1	1,00	5	0,20	...	...	2,53	10,95
Esforço físico	4	0,25		-	2	0,50	...	...	2,28	9,87
Problemas na infra-estrutura externa (ruas e caminhos com buracos)	5	0,20	10	0,10		-	...	...	0,50	2,17
Ar condicionado ruim	6	0,17		-		-	...	...	0,29	1,26
Trabalho da area não é valorizado	7	0,14		-		-	...	...	0,14	0,62
Menosprezo com funcionarios da area	8	0,13		-		-	...	...	0,33	1,41
Mato alto com animais nocivos	9	0,11	1	1,00	11	0,09	...	...	1,30	5,63
Projetos/planejamentos na area feitos por pessoas que desconhecem a tarefa	10	0,10	4	0,25	19	0,05	...	...	0,50	2,17
Estresse no trabalho	11	0,09	2	0,50		-	...	...	0,59	2,56
Horários de trabalho atrapalham vida social		-	1	1,00		-	...	...	1,16	5,02
Uso desapropriado da mesa de refeiçao (pela falta de outra)	12	0,08		-		-	...	...	0,08	0,36
Cadeiras da casa de controle péssimas	13	0,08	6	0,17	16	0,06	...	...	0,85	3,67
Chuveiros do vestiario	14	0,07		-		-	...	...	0,07	0,31
EPI´s incomodam(mangas compridas, por exemplo)	15	0,07	9	0,11	3	0,33	...	...	0,73	3,17
Capacetes usados não apropriados para o tipo de serviço	16	0,06		-		-	...	...	0,06	0,27
Pouca atençao com o aspecto do ambiente de trabalho (mobiliario antigo,visual feio,pintura)	17	0,06		-		-	...	...	0,59	2,56
Leiaute da sala de controle	18	0,06		-		-	...	...	0,06	0,24
Não gostam de trabalhar de noite		-	12	0,08	14	0,07	...	...	0,15	0,67
Faltam funcionários na area		-	3	0,33		-	...	...	0,46	1,98
Iluminaçao interna inadequada(excesso de iluminaçao)		-	7	0,14	18	0,06	...	...	0,53	2,30
Estresse causado pelo barulho dos alarmes		-	8	0,13		-	...	...	0,27	1,16
Percurso do transporte antes de chegar ao local de trabalho muito longo		-	13	0,08		-	...	...	0,08	0,33
Alimentaçao oferecida pela empresa		-	14	0,07		-	...	...	0,13	0,56
Riscos de saude que o local oferece (por causa dos gases,etc)		-	15	0,07		-	...	...	0,07	0,29
Poucos investimentos financeiros na area ao longo dos anos		-	16	0,06		-	...	...	0,06	0,27

Salario dos terceirizados é maior que os funcionarios da empresa		-	17	0,06		-	...	...	0,06	0,25
Iluminaçao externa inadequada		-		-	12	0,08	...	...	0,27	1,15
Muito tempo sentado na casa de controle		-		-	1	1,00	...	...	1,00	4,32
Carregamento de equipamentos de medição		-		-	4	0,25	...	...	0,33	1,41
Manual das valvulas automaticas exige esforço exagerado		-		-	8	0,13	...	...	0,13	0,54
Pasta para fazer medição é sensível a agua e não há proteção		-		-	9	0,11	...	...	0,11	0,48
Medo de cair dos tanques	2	-		-	10	0,10	...	...	0,10	0,43

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. 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. De maneira geral, o questionário é composto por questões quanto o meio ambiente, o posto de trabalho, as condições dos equipamentos e ferramentas utilizados, a organização do trabalho (tipo de gerência, responsabilidades, jornada, turnos, pausas…), as exigências físicas, cognitivas, mentais e psíquicas, questões para avaliar a percepção do funcionário sobre seu trabalho, e, também, questões sobre a ocorrência de desconforto/dor durante a jornada de trabalho. A *Figura 1* é um exemplo de questionário.

Figura 1 Exemplo de questionário elaborado a partir de entrevistas abertas. Ele é aplicado na fase de apreciação ergonômica para identificar os IDEs a serem priorizados na ação ergonômica.

- ***Marque na escala qual a sua opinião quanto às seguintes questões***

1. Temperatura no seu ambiente de trabalho

insatisfeito satisfeito

2. Ventilação no seu ambiente de trabalho

insatisfeito satisfeito

3. Qualidade do ar no seu ambiente de trabalho

insatisfeito satisfeito

4. Ruído no seu ambiente de trabalho

insatisfeito satisfeito

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) recomenda o uso desta escala com duas âncoras nas extremidades (insatisfeito e satisfeito ou nada importante e muito importante, etc) e uma âncora no centro (neutro). Mais recentemente, foi visto que a âncora do meio tende a induzir o usuário a marcar sua opinião sobre uma das três âncoras, o que não acontece com a exclusão da âncora do meio. Assim, atualmente, usa-se apenas as duas âncoras das extremidades. Esta escala tem 15 cm e ao longo dela o sujeito deverá marcar a sua percepção sobre o item. A intensidade de cada resposta poderá variar entre 0 (insatisfeito; ou nada importante...) e 15 (satisfeito; ou muito importante...).

Os dados dos questionários são tabulados e priorizados em função do nível de insatisfação; ou 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.

						q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8
quest	idade	sexo	escola	tempo (anos)	turno	temp	vent	qual_ar	ruido	ilum_int	intemp	veget	ar_cond
1	999	1	6	18	6	6.3	8.6	6.2	9.8	9.4	3.1	7.1	6.6
2	37	1	6	17	1	12.4	12.2	3.4	3.3	3.6	3.9	5.9	9
3	42	1	6	11	2	14.6	14.7	7.5	0.9	14.9	7.7	0.6	8
4	44	1	5	14	4	7.6	7	3.5	3.3	5.1	6.2	6	6
5	40	1	6	15	2	8.9	13.5	4.4	4.7	1.5	1.4	1.2	1.2
6	47	1	3	17	1	9.9	12.5	9	11	9.3	7	6.5	9.2
7	43	1	6	14	2	4.2	3	1.5	2.6	2	4.5	1.5	1.4
8	38	1	6	13	1	10.8	2.8	2.5	2	7.9	7.8	2.5	3.4
9	34	1	6	15	3	11	10.6	8.7	9.1	14.6	7.9	12	10.8
10	42	1	5	12	3	4	2.5	0.3	0.7	1.8	0.3	0.9	2.8
11	33	1	6	15	3	0.3	0.5	0.6	7.8	14.5	0.7	0.6	1
12	41	1	3	12	1	3.8	11.8	11.5	7.5	14.5	1	11.4	11.3
13	43	1	5	12	2	0.9	1	1.2	7.9	14.9	0.9	0.7	0.8
14	49	1	4	24	4	8.4	8.5	6.7	3.1	7	1.7	0	1.5
15	36	1	3	15	4	4	4.1	6.2	5.9	2.7	2.4	2	2.1
16	33	1	3	15	3	5.8	11.8	4.2	11.2	10.6	5	0.6	4.3
17	33	1	3	12	3	1.6	1.2	1.5	1.7	12.5	0.5	0.8	4.1
18	38	1	3	12	6	2	3.9	2.8	7.8	8	1.9	6	1.7
19	47	1	999	23	3	13.1	13	9.9	6.1	4.9	3.3	2.9	5.8
20	20	2	3	0	6	7.7	14.5	1	1	14.6	14.5	14.6	7.7
21	38	1	6	12	6	4.4	4.5	6.6	6.9	14.5	6.5	999	0.6
22	34	1	3	14	6	4.3	9.4	6.5	4.6	8.2	3	4	3
23	37	1	6	16	5	0.6	4.3	0.9	3.8	0.9	1	0.7	7.5
24	32	1	6	13	1	6.3	6.2	6.2	9.1	7.5	9.8	0	4.5
25	35	1	6	16	5	10	11.5	6.4	8.6	3	4.2	7.7	9.4

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.

A apreciação deve finalizar com um quadro geral mostrando os itens de demanda ergonômica mais importantes, e que devem ser analisados, com atenção, para uma futura modificação. A *Figura 2* mostra os IDEs, por constructo, que devem ser enfocados na próxima etapa de diagnóstico. 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. 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 (±) ou 3 (muito) difícil. O custo das alternativas deve ser aventado junto com a empresa. Os constructos foram definidos conforme os fatores que operacionalizam a AMT, conforme será explicado nas seções a seguir.

Contructo	**IDE**	**Valor/ ordem IDE**	**constrangimento**	**Possível solução**	**Grau dific.**	**custo**
Ambiente	Iluminação do caminho percorrido na área		Pouca iluminação na área dificulta a locomoção; Pode gerar acidentes (quedas, ataque de animais)	Rever iluminação	1	
	Iluminaçao interna		excesso de iluminaçao da sala atrapalha trabalho	Rever iluminação	1	
	temperatura		Ar condicionado ruim	Rever ar	1	
	ruído		Alarmes geram estresse	Rever alarmes	1	
Biomecânico ou de Posto de Trabalho	posicionamento das válvulas		mal posicionamento das válvulas resulta em esforço físico excessivo desnecessário; aumenta a força de manuseio de válvulas;	Adaptar as válvulas (aquelas mais prioritárias e/ou mais fáceis); Propor novas alternativas para novos projetos (distância	3	

	acesso às válvulas		Dificuldade de acesso às válvulas resulta em esforço físico excessivo desnecessário;	Adaptar as válvulas (aquelas mais prioritárias e/ou mais fáceis); Propor novas alternativas para novos projetos (distância	1	
	vegetação		Atrapalha a locomoção; dificulta visibilidade	Corte da vegetação em torno do caminho percorrido na área	1	
	Cadeira do posto da sala de operações		Gera desconforto; Gera cansaço; Atrapalha a atenção	Testar uma nova concepção de posto (mesa e cadeira)	1	R$ 3500,00
	Roupas e EPIs		atrapalham	Testar novas roupas	2	
Cognitivo ou conteúdo						
Organização do Trabalho	Nº funcionários		Poucos funcionários gera sobrecarga de trabalho		2	
	Horário de trabalho		Turnos alteram a vida social; traz insatisfação		2	
Risco	Riscos de saúde inerente à tarefa		Riscos de saude que o local oferece (por causa dos gases,etc)		3	
	Risco de acidente devido condições do posto (área)		Dificuldade de acesso à área pode gerar acidentes	Facilitar acesso	1	
Empresa	Respeito, Atendimento solicitações				3	
	salário				3	
	Investimentos no setor				3	

Retorno dos dados

A AMT propõe que, imediatamente após a conclusão da análise de dados da apreciação, volte-se à empresa para retorno das informações obtidas e discussão dos IDEs com os participantes. Neste momento, corrobora-se e/ou alteram-se os dados encontrados, pois é possível que algumas questões tenham passado desapercebidas. Esta discussão com a empresa permite entender melhor a situação e, portanto, viabiliza um diagnóstico (etapa subseqüente) mais confiável.

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 adaptadas aos 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. Procede-se, então, à fase de diagnóstico onde as questões priorizadas são analisadas em mais detalhe.

Fase 2. Diagnóstico

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.

Para a análise, utiliza-se protocolos e outras ferramentas de análise ergonômica disponíveis na literatura em ergonomia tais como estudos de comportamento, de tempos e movimentos, *checklists* (por exemplo, o de Lifshitz & Armstrong, 1986; Keyserling et al., 1993; e Couto, 1998) protocolos de avaliação de posturas (Karhu, Kansi & Kuorinka, 1977; Ahonen, Martii e Kuorinka, 1989; McAtammey & Corlett, 1993; Malchaire, 1998; Rodgers, 1992; e Long, 1993); Malchaire, 1998; Ahonen, Martii e Kuorinka, 1989) Renault ( ) REBA etc.

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 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.

Terminada a análise ergonômica, nova reunião é marcada para divulgar e discutir os resultados com a empresa, e oficializar o início da fase 3, subseqüente. 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 produto, inclusive de um posto de trabalho, é a análise da tarefa, realizada no diagnóstico.

Os resultados da fase de diagnóstico devem estar resumidos em um quadro denominado "Ergoshingo" 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.

ENTRA ERGOSHINGO

Fase 3 Proposição de soluções ou projetação ergonômica

Com base no diagnóstico, procede-se à proposição de soluções, os estudos de modificação, execução de *mock-ups*, protótipos etc dos produtos a serem criados ou modificados. Esta fase é responsável por traduzir, em projeto, as necessidades dos usuários ou Itens de Demanda Ergonômica (IDE) 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 (IDs) na DM), que podem atender aos IDEs. Em função de sua complexidade, um IDE pode exigir maior ou menor número de IDs.

A AMT propõe que a projetação 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);

A Figura 4 mostra o desdobramento de um QFD

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

As alternativas de projeto são discutidas na empresa, junto com os usuários diretos (que vão usar o sistema) e indiretos (que atuam no sistema indiretamente e que participaram da elaboração das alternativas). Com base na decisão do grupo quanto as alternativas mais viáveis e que deverão ser testadas, os projetos são, então, materializados em *mock ups* e protótipos para teste.

Fase 4 Validação

Na fase de validação, são analisadas as modificações propostas, efetuadas as modificações finais a nível ambiental, de posto, de organização, ou seja, aquelas que se fizerem necessárias.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 com base na análise das atividades realizadas sob as novas condições propostas em situação real de trabalho. Quando as últimas propostas implementadas são aprovadas pelo comitê de ergonomia e trabalhadores, pode-se considerar o projeto validado.

Fase 5 Detalhamento

Esta última fase de intervenção 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 5 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 se especialistas externos. Linhas mais finas representam que a participação é menor; linhas mais grossas indicam uma participação maior.

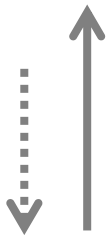
participantes	**demanda**	Fase 0 **lançamento**	Fase 1 **apreciação**	Fase 2 **diagnóstico**	Fase 3 **projetação**	Fase 4 **validação**	Fase 5 **detalhamento**
diretoria							
gerencial							
operacional							
externo							
	resultados	Divulgação da idéia do Programa Lançamento da semente da cultura ergonômica	Identificação e priorização de IDEs	Análise dos IDEs priorizados	Proposição de soluções Teste de *mockups*	Teste de protótipo Eventuais alterações Re-teste	Especificaç projetuais Recomendaç ergonômicas

Figura 5 Fases da AMT e o tipo e intensidade de participação dos vários integrantes do Programa de Ergonomia na empresa

3.2 AMT: Avaliando os vários fatores ergonômicos

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 nos fatores ambientais, biomecânicos ou do posto de trabalho, cognitivos, e de organização do trabalho. A meta de um Programa de Ergonomia é a estabilidade dos sistemas humano e técnico 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.

A literatura em ergonomia apresenta protocolos para facilitar o levantamento de dados e medir o desempenho em postos de trabalho, principalmente para avaliar o risco de DORTs. Os *checklists* (por exemplo, o de Lifshitz e Armstrong, 1986; Keyserling *et al*., 1993; e Couto, 1998) compreendem perguntas e as respostas são interpretados como riscos em uma escala. Os métodos semi-quantitativos (por exemplo, Karhu, Kansi e Kuorinka, 1977; Ahonen, Martii e Kuorinka, 1989; McAtammey 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 minuta da IEA (IEA, 1998). Estas ferramentas retornam uma avaliação generalizada, por meio de categorias de ação (i.e., 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. 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. 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 (ambiental, biomecânico ou do posto de trabalho, cognitivo ou de conteúdo e de organização do trabalho) além de controlar os fatores de risco no trabalho e a conceituação da empresa. 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 por seis pessoas, cada uma responsável por cada um dos seis fatores mencionados. Uma possibilidade é de responsabilizar estes seis integrantes 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 e da conceituação da empresa; o engenheiro de Produção junto com o psicólogo, pela Organização do Trabalho; o médico e o engenheiro de segurança pelo Risco. A seguir, são detalhadas as bases e a operação do protocolo AMT.

3.2.1 Operacionalizando a AMT

A Análise Macoergonômica do Trabalho (AMT) objetiva atentar para as quatro diferentes questões que importam em uma intervenção ergonômica e que tiveram ênfases diferentes em cada uma das fases da Ergonomia:

Questões **ambientais** (2ª fase);

Questões **biomecânicas** e antropométricas (1ª fase)

Questões **cognitivas** ou de **conteúdo** (3ª fase);

Questões de **organização do trabalho** e da **gestão da empresa** (4ª fase).

A AMT permite analisar as questões ambientais, biomecânicas, cognitivas, organizacionais e de gestão implicadas no trabalho, como um todo e com pesos iguais, associadas ao fator de **risco**. Desta forma, 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.

A AMT tem, como base matemática, a média geométrica destes 6 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, a média 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 $\sqrt{1\times 2} = 1{,}732$, penalizando o resultado).

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 (**A**mbiental**, B**iomecânico ou de posto/espaço de trabalho**, C**ognitivo ou de conteúdo do trabalho**, O**rganizacional, de **R**isco e da **E**mpresa), sendo que cada um deles considera um valor medido (m) conforme encontrado na literatura e um percebido (p) pelos usuários. A equação 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:

$$AMT = \sqrt[5]{\prod_{i=1}^{5} F_i}$$

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

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

onde:

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

"F_i" representa os fatores envolvidos, sendo obtido pela multiplicação do valor medido pelo valor percebido. Sendo F_1 = A (fatores ambientais); F_2 = B (fatores biomecânicos); F_3 = C (fatores cognitivos); F_4 = O (fatores organizacionais); F_5 = R (fatores de risco) e F_6 = E (fatores da empresa).

3.2.1 Como avaliar cada fator

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 de questionários. 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. 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 grupo de Design e Ergonomia do LOPP/PPGEP/UFRGS. 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, e não se nota nenhum prejuízo na avaliação.

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.

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 a_1 o valor de ruído, a_2 o valor da temperatura, a_3 o valor da iluminância, a_4 o valor das vibrações e a_5 o valor de aerodispersóides

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 ...

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 sendo 20 $a_2 = 1$
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 sendo 18 $a_2 = 1$

>>> 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 desteridade 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 vacularização e em conseqüência redução de sensibilidade tátil, exigindo um esforço muscular compensatório (Armstrong, 1985; Williamson et al, 1984 apud Malchaire, 1998). A atividade neurosensitiva está diminuída a uma temperatura cutânea de 15°C em 33% da população, e reduzida entre 15,9°C a 12°C em 53% da população. Um total de 72% da população não tem mais sensação cutânea a temperaturas entre 11,9°C e 10°C (Rodrigues, 1993, 1995). Temperaturas abaixo de 21°C são consideradas fator de risco para DORT (Lifshitz & Armstrong, 1986 apud Oliveira, 1998; 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°C = 1,66; 21°C = 2,32; 27°C = 2,32; 28°C = 1,66)

No caso de iluminância, tomar como base os valores de iluminância (níveis de iluminamento) 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

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, $a_5 = 1$

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), $a_5 = 3$
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 iluminamento 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 X.Y.

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

B (**b**iomecânica/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; 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).

A maioria das lesões de coluna são de natureza muscular e causadas por repetido abuso das costas (FONTE). Raramente as lesões são decorrentes de um levantamento de carga isolado. Geralmente decorrem do estiramento da coluna durante um período longo de tempo. Uma estatística americana mostra que em torno de 80% da população terá dores lombares em algum momento da vida e após tê-las estas pessoas serão 3 a 5 vezes mais suscetíveis a novos episódios de dores.

Traumas Cumulativos (CTDs) 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. Se alguma destas atividades resultará em CTD vai depender da influência dos fatores de risco.

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);
- vibração (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 Ambiente.

Dados fisiológicos, tais como batimento cardíaco, freqüência respiratória, resposta mioelétrica, têm sido usados para avaliação de carga física de trabalho. Mas outras ferramentas mais simples, tais como *check lists* e protocolos, podem ser usadas para informar como o ser humano responde às demandas impostas por seu trabalho. Dados cinesiológicos ou de postura podem ser avaliados com protocolos. Dados biomecânicos, que importam principalmente para situações de trabalho pesado, podem ser avaliados com dinamômetros, eletromiografia etc.

Os dados biomecânicos são mais difíceis de avaliar porque exigem equipamentos especiais. Para avaliar este coeficiente no dia a dia da empresa, pode-se usar protocolos tais como OWAS de Karhu, Kansi & Kuorinka (1977), Rula de McAtammey e Corlett (1993), Rodgers (1992), Moore e Garg (1995), IEA etc. Uma revisão da literatura sobre aplicação de protocolos para avaliação de posturas está disponível em Guimarães e Diniz (2002).

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 (Kivi e Mattila, 1991) que é um método computadorizado que facilita a utilização do Owas 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 $B_m = 3$

Se categoria = 4, então $B_m = 1$

Deve-se considerar dois pontos para dividir em duas categorias, ou seja: As categorias intermediárias 3 e 2, por interpolação, terão valores intermediários $B_m = 1{,}66$ e $B_m = 2{,}32$, 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, $B_m = 3$
Para Rula = 7, $B_m = 1$
Por interpolação, se Rula = 2, $B_m = 2{,}65$; se RULA = 3, $B_m = 2{,}32$; se RULA = 4, $B_m = 1{,}99$; se Rula =5, $B_m = 1{,}66$; e se Rula = 6, $B_m = 1{,}33$.

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

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

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

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

O método de Rodgers 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), $B_m = 3$

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

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

O instrumento de Moore & Garg é adequado para a avaliação da mão.

Se risco de Moore e Garg = 3,0 (baixo risco), $B_m = 3$
Se risco de Moore e Garg = 7,0 (alto risco), $B_m = 1$.
Se risco de Moore e Garg = 3,0 a 7,0 (risco duvidoso, questionável), interpolar B_m entre 3 e 1, respectivamente

O valor percebido B_p pode ser obtido com questionários de conforto tais como a escala de desconforto de Corlett e Bishop (1995) e a escala de Borg (19). No caso do diagrama de Corlett e Bishop (1995), adaptado e usado pela equipe LOPP, a escala varia de 0 (sem dor) a 9 (com muita dor). Assumir que no caso de sem dor 0 $B_p = 3$ e com dor 9 $B_p = 1$. Os valores intermediários na escala são obtidos por interpolação.

Caso não sejam utilizados os protocolos de avaliação de dor disponíveis na literatura, é importante montar um questionário sobre queixas de dor (com escala contínua) que contemple, no mínimo, as seguintes questões:

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?

Além de questionários de dor ou desconforto, a medida percebida B_p 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 XY.

C (INTERFACE HUMANO-INFORMACIONAL E DE CONTEÚDO DO TRABALHO (CONFORME A 3^{A} FASE DA ERGONOMIA)

C (cognitivo) 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 o 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.

Alguns protocolos para avaliar a carga subjetiva de trabalho foram propostos pela NASA. O NASA TLI (Hart e Staveland, 1988) 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 escore final é uma nota global.

Outra forma de avaliar a carga cognitiva de tarefas é usando o modelo processador humano de Card Moran e Newll (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.

O sistema perceptual consiste de sensores e bancos de memória associados, sendo os bancos mais importantes o visual e o auditivo, que armazenam a imagem auditiva e visual recebidas do mundo

exterior enquanto que elas estão sendo simbolicamente codificados. O sistema cognitivo recebe a informação simbolicamente codificada dos bancos de imagem sensoriais na sua memória de trabalho e usa a informação previamente armazenada na memória de longa duração para tomar decisões e dar uma resposta. O sistema motor é quem carreira a resposta. Como uma aproximação, o modelo considera que existe um processador separado para cada subsistema: um processador perceptual, um processador cognitivo e um processador motor. Para algumas tarefas, como, por exemplo, apertar um botão em resposta a um sinal de luz, o ser humano deve se comportar com um processador serial. Em outras tarefas, como, por exemplo, digitar, ler e fazer tradução simultânea, é possível integrar, em paralelo, os três subsistemas. Um digitador lê uma palavra com o processador perceptual e passa para o processador cognitivo, ao mesmo tempo que digita a palavra com o processador motor.

Parâmetros do modelo

Sistema Perceptual O sistema perceptual traduz a informação do mundo detectado pelos sistemas sensoriais. Por exemplo, ao descrever o parâmetro da informação visual tem-se:

movimento do olhar = 230 (70 ~ 700) msec

Essa expressão contém um valor típico (230 msec) o limite inferior e o limite superior (70 ~ 700) msec

memória perceptual Imediatamente após o estímulo visual uma representação do estímulo aparece no banco de imagem visual. Para um estímulo auditivo existe o banco de imagem auditiva. Estes bancos armazenam informação fisicamente codificada (não é simbólico é análogo ao estímulo externo). A codificação é afetada pelas propriedades do estímulo (intensidade, etc). As memórias perceptuais do modelo estão intimamente relacionadas com a memória de trabalho. Imediatamente após a representação de um estímulo em uma das memórias perceptuais, uma representação simbólica acústica ou visual ocorre na memória de trabalho. Se o conteúdo da memória perceptual é complexo ou muito numeroso a memória de trabalho se esgota antes que todos os itens da memória perceptual possam ser transferidos e representadas na memória de trabalho. No entanto, o processador cognitivo pode especificar qual é a porção da memória perceptual a ser codificada. A especificação só se dá pelas dimensões físicas já que ela é a única informação codificada.

perda de memória A perda da memória da imagem visual e auditiva é igual a metade do tempo de vida definido como o tempo que a probabilidade de retenção é menor que 50% capacidade de memória

visual: 200 (90~1000) msec

auditivo: 1500 (900~3500) msec

processador perceptual o tempo de ciclo do processador perceptual está relacionado com a resposta do impulso unitário e sua duração é de

100 (50~200) msec

sistema motor O pensamento é traduzido em ação pela ativação voluntária dos músculos. Para os operadores das máquinas, os sistemas mais importantes são do braço, mãos e dedos, e cabeça e olhos.

sistema cognitivo Nas tarefas mais simples, o sistema cognitivo serve para conectar os impulsos que chegam do sistema perceptual para as saídas do sistema motor. No entanto, a maior parte das tarefas realizadas pelo ser humano é complexa e envolve aprendizado, armazenamento de fatos ou a solução de problemas. Como se pode esperar, as memórias e os processadores do sistema cognitivo no modelo processador humana são mais complicados do que os sistemas motor e perceptual.

memórias cognitivas O modelo processador mantém duas memórias importantes: a memória de trabalho para armazenar informação que está sendo utilizada, e a memória de longa duração para armazenar conhecimento para uso futuro. A memória de trabalho mantém os produtos

intermediários do pensamento e as representações produzidas pelo sistema percentual. Funcionalmente, a memória de trabalho é de onde as operações mentais obtêm os seus operandos e deixa as suas saídas. Ela constitui o registro geral do processador cognitivo. Estruturalmente, a memória de trabalho consiste num subconjunto de elementos da memória de longa duração que se tornam ativados. Esta associação entre a memória de trabalho e a memória de longa duração pode ser representada quando se coloca a memória de trabalho dentro da de longa duração.

Codificação acústica e visual Embora a memória de trabalho possa ter informação codificada em várias maneiras, o uso de códigos simbólicos acústicos é muito comum, sem dúvida pela importância que o material verbal tem para as pessoas desempenharem uma determinada função. Códigos visuais também são utilizados. Para o propósito do modelo processador humano, considera-se que os dois códigos são predominantes.

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

O valor percebido C_p pode ser obtido por técnicas qualitativas (entrevistas, questionários) procedendo-se conforme item XY. A AMT propõe avaliar a carga cognitiva com base em um questionário 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?

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 para avaliação subjetiva quanto às características cognitivas do trabalho.

O (INTERFACE HUMANO-ORGANIZACIONAL CONFORME A 4^{A} FASE DA ERGONOMIA OU MACROERGONOMIA**)**

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.

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 & McGlothin (1993, *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* (1979, *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* (1991, *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 (1992 , *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 repetividade 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;

baixa: o operador não tem nenhuma dificuldade para executar a tarefa e as pausa são freqüentes;

muito baixa: o operador fica inativo a maior parte do tempo e eventualmente usa suas mãos.

Se o trabalho é dinâmico, rico e multifuncional, $O_m = 3$

Se o trabalho é repetitivo, $O_m = 1$

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

Se o trabalho é dinâmico e rico, $O_m = 2{,}98$

Se o trabalho é dinâmico, mas pobre, $O_m = 2{,}32$

Se o trabalho é parcialmente dinâmico e pobre, $O_m = 1{,}66$

A medida percebida O_p 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 dinâmico

o trabalho é enriquecedor

o trabalho é repetitivo

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 XY.

R

R (risco) considera o grau de risco de um dado trabalho. O valor medido considera o número de queixas, Cats etc disponíveis no Departamento médico e de Segurança 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.

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:

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?

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

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 XY.

E

E (empresa) 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 constructo E também engloba as questões que advém do ambiente externo, que indiretamente afetam a empresa e os funcionários. Por exemplo, o sistema legal vigente (por exemplo, a atuação dos sindicatos, Ministérios do Trabalho, da Saúde etc). O valor medido E_m 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 o trabalhador 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)

Avaliação geral do indicador AMT

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

$$AMT = \sqrt[6]{3\times3\times3\times3\times3\times3} = 3$$

Se $AMT = \sqrt[6]{1\times1\times1\times1\times1\times1} = 1$ (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.

Se $AMT = \sqrt[6]{3\times3\times3\times3\times3\times3} = 3$ ($AMT = \sqrt[6]{729} = 3$) (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.

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 retorna:

3.3 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 controle 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 queixas, tipos de queixas, número de afastamentos, de acidentes com e sem CATs, *turnover*, recursos dispendidos 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. A AMT pode 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.

4 Conclusão

Referências

AHONEN, MAUNO; MARTII & KUORINKA, TULIKKI. Ergonomic Workplace Analysis ISBN 951-801-674-7

ARMSTRONG, T.J. & CHAFIN, D.B. (1979) Some biomechanical aspects of the carpal tunnel. Journal of Biomechanics, 12:567-570.

AUBURN ENGINEERS, Inc. (2001) Discussão via internet. Auburn, Alabama.

BARNES, R.M. (1936) An investigation of some hand motions in factory work. University of Iowa City, Studies in Engineering, Bulletin 6.

BARNES, R.M. (1949) Motion and time study. New York, Wiley.

BROWN, O. Jr. The Development and Domain of Participatory Ergonomics. In: IEA WORLD CONFERENCE 1995 and BRAZILIAN ERGONOMICS CONGRESS, 7, Rio de Janeiro. *Proceedings* ... Rio de Janeiro:

BORG, G. (1986) Psychophysical studies of effort and exertion: some historical, theoretical and empirical aspects. Wenner-Gren Center International Symposium Series, n.46, pp. 3 - 12.CASEY, S.M (1993) *Set phasers on stun and other true tales of design, technology, and human error*. Santa Barbara, Aegean.

CHAFFIN, D.B. & ANDERSSON, G.B. (1984) *J. Occupational biomechanics*. New York: John Wiley & Sons. 454 p.

CHONG, I. (1996) The economics of ergonomics. Wokplace Ergonomics, p.26-29.

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

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

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 ostemusculares relacionados ao trabalho.* Belo Horizonte: Ergo.

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

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. ln: SINGLETON, W. T. (Ed.) *The body at work*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fischer, D.; Guimarães, L.B. de M. (2006) *Intervenção Macroergonômica: um Caso Prático*. Ergonomia de Processo, volume 2, cap.2.1, Série Monográfica Ergonomia. Porto Alegre: FEENG.

HARRIS, D.H. (1987) *Human Factors Success Stories*. Santa Monica, CA: Human Factors Society (video).

HART, S.C., STAVELAND, L.E. (1988) Development of a multi-dimensional worload rating scale: results of empirical and theoretical research. In: Hancock, P.A., Meshkati, N. (Eds), Human Mental Workload. Elsevier, Amsterdam. The Netherlands.

HENDRICK, H. W. (1997) Good Ergonomics is good Economics. *Ergonomics in Design,* v. 5, n. 2, abril, p. 1 - 15.

HENDRICK, H.W e KLEINER, B.M. (2000) *Macroergonomics: an introduction to work system design.* Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.

IIDA, I. (1990) *Ergonomia - projeto e produção*. São Paulo: Edgard Blucher. 465 p.ASTRAND, P-O and RODAHL, K (1986). *Textbook of work physiology*, 3rd ed. McGraw-Hill, New York, NY.

KARHU, O.; KANSI,P. & KUORINKA,I. (1977) Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. J. Applied Ergonomics,v.8.4:199-201.

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

KILBOM, A. (1994) Assessment of physical exposure in relation to work-related musculoskeletal disorders – what information can be obtained from systematic observations?. *Scand J. Work Environ. Health*. 20 special issue: pp. 30 – 45.

KIVI, P. and MATILLA, m. (1991) A*nalysis and improvement of work postures in the building industry: aplication on the the computerised OWAS method. Applied Ergonomics, 22 (1), p. 43 –48.*

KUMAR, S. & MITAL, A. Physiological and psychophysical responses of manual materiais handling in symmetrical and asyrnmetrical planes with rediiced clearance and standing room. ln: N1ARRAS, W. et al. (Eds.). *The ergonomics of manual work.* London, Taylor & Francis, 1993. 725 p. p 69 - 72.

LONG, A. (1993) Overview of the OVAKO working posture analysing system *(OWAS)*. In: POLLOCK, C. & STRAKER, L. (Eds.), *Ergonomics in a changing world*: ANAIS da 29ª conferência anual da Sociedade de Ergonomia da Austrália. Camberra: Ergonomics Society of Austrália. Pp. 3 – 10. .

LUOPAJARVI, 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.3:48-55.

MALCHAIRE, J.B. (1998) *Lesiones de miembros superiores por trauma acumulativo - Estratégia de prevención.* Unidad de higiene y fisiología del trabajo. Universidad Católica de Louvain – Belgica. 132 p.

MALCHAIRE, J.B.; COCK, N.A. *et al.* (1997) Relationship between work constraints and the develoment of musculoskeletal disorders of the wrist: A prospective study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19:471-482

MALCHAIRE, J.B. e COCK, N.A (1999) Risk prevention and control strategy for upper limb musculoskeletal disorders. *Newsletter of the European Trade Teccnical Bureau for Health and Safety*, nº 11-12, june:27-31.

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* 24(6):405-412.

McATAMNEY, L. & CORLETT, E.N. (1993) RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.

McCORMICK, E.J, (1985) *Human factors engineering*. New York, Mc Graw Hill.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO E 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

MOORE,J.S. & GARG,A. (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.

NIOSH- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (1996) *The new NIOSH manual lifiting equation*.

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

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. e colaboradores (1998) *Manual prático de L.E.R.- lesões por esforços repetivos.* 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*, 55(3):291-306.

REID, G., SHINGLEDECKER, C. EGGEMEIER, F. (1981) Application of conjoint measurement to workload scale development. Proceedings of the Human Factors Society 25 th Annual Meeting, Human Factors Society, CA, 522-526.

RODGERS,S.H. (1992) A functional job analysis technique. *Occup. med.: state of the art reviews*. 7(4):679-711.

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*, 11: 343-358.

STETSON, 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*., 6(11):927-937.

STONE, H., SIDEL, J., OLIVER, S., WOOLSEY, A. & SINGLETON, R.C. (1974) Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*. 28(1):24-34.

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

THIOLLENT, M. (1986) Metodologia da Pesquisa-ação. 3ª ed. São Paulo: Cortez.

TICHAUER, E.R. *The biomechanical basis of ergonomics*. New York, Wiley, 1978.

VICENTE, K. (2005) Homens e maquinas como a tecnologia pode revolucionar a vida cotidiana. Rio de Janeiro: Ediouro.

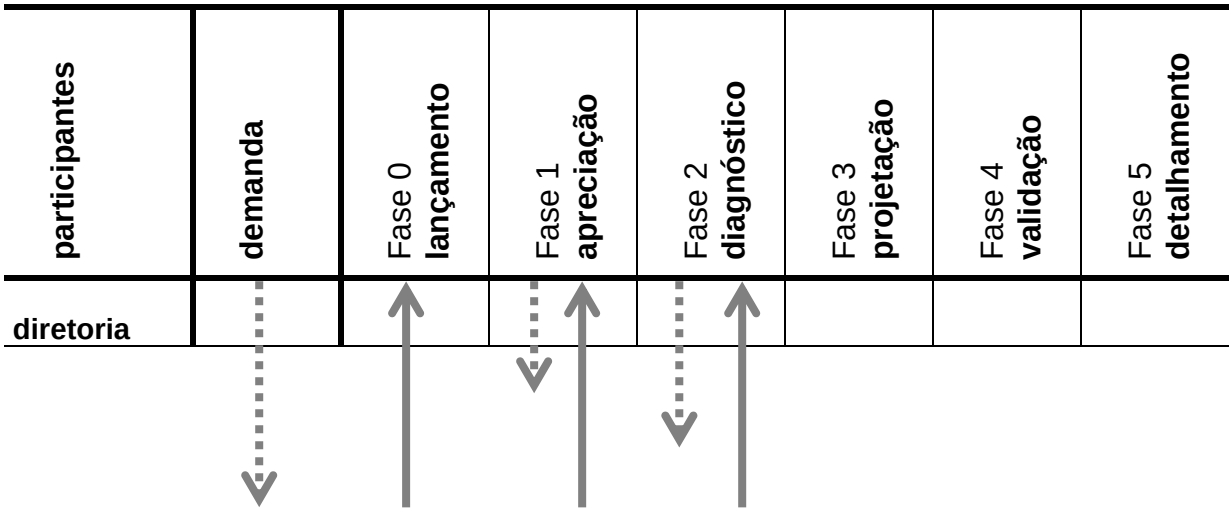
VAN COTT, H. & KINKADE,R.G. (1972) *Human engineering guide to equipment design*. Washington D.C. US Government Printing Office.

WICKENS, C.D. (1984) *Engineering psychology and human performance*. Columbus, OH: Merrill.

WILSON, J.R. & CORLETT, E.N. (1995) *Evaluation of human work – a practical ergonomics methodology*. Londres: Taylor & Francis. Pp. 663 – 713.

WinOWAS (1998) *A computerized system for the analysis of work postures*. disponível em ***http://turva.ma.tut.fi/owas/index.html***.

Contructo	IDE	Valor IDE	constrangimento	Possível solução	Grau dific.	custo
Ambiente	Iluminação do caminho percorrido na área	3	Pouca iluminação na área dificulta a locomoção; Pode gerar acidentes (quedas, ataque de animais)	Rever iluminação	1	
	Iluminaçao interna	3	excesso de iluminaçao da sala atrapalha trabalho	Rever iluminação	1	
	temperatura	2	Ar condicionado ruim	Rever ar	1	
	ruído	1	Alarmes geram estresse	Rever alarmes	1	
Biomecânico ou de Posto de Trabalho	posicionamento das válvulas	1	mal posicionamento das válvulas resulta em esforço físico excessivo desnecessário; aumenta a força de manuseio de válvulas;	Adaptar as válvulas (aquelas mais prioritárias e/ou mais fáceis); Propor novas alternativas para novos projetos (distância	3	
	Cadeira do posto da sala de operações	2	Gera desconforto; Gera cansaço; Atrapalha a atenção	Testar uma nova concepção de posto (mesa e cadeira)	1	R$ 3500,00
Cognitivo ou conteúdo	alarmes	4	Dificuldade em interpretar alguns alarmes	Rever interface	1	
Organização do Trabalho	No funcionários	2	Poucos funcionários gera sobrecarga de trabalho		2	
	Horário de trabalho	1	Turnos alteram a vida social; traz insatisfação		2	
Risco	Riscos de saúde inerente à tarefa	1	Riscos de saude que o local oferece (por causa dos gases,etc)		3	
Empresa	Respeito, Atendimento solicitações	5	Gera descontentameno e pouco compromisso com a empresa	Informar RH, gerência etc	3	



gerencial **operacional** **externo**							
	resultados	Divulgação da idéia do Programa Lançamento da semente da cultura ergonômica	Identificação e priorização de IDEs	Análise dos IDEs priorizados	Proposição de soluções Teste de *mockups*	Teste de protótipo Eventuais alterações Re-teste	Especificaç projetuais Recomendaç ergonômicas