

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
PÓS-GRADUAÇÃO ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

JULIANO TRISTÃO DE ASSIS

**PERSPECTIVA DE ATENUAÇÃO DO RISCO ERGONÔMICO NAS
ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO COMO ESTRATÉGIA PROMOTORA
DA SEGURANÇA DO TRABALHO**

**CRICIÚMA
MAIO DE 2015**

JULIANO TRISTÃO DE ASSIS

**PERSPECTIVA DE ATENUAÇÃO DO RISCO ERGONÔMICO NAS
ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO COMO ESTRATÉGIA PROMOTORA
DA SEGURANÇA DO TRABALHO**

Monografia apresentada ao Setor de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, para obtenção do título de Engenheiro de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Willians Cassiano Longen

**CRICIÚMA
MAIO DE 2015**

Dedico este trabalho aos professores que nos auxiliaram e compartilharam seus conhecimentos, a toda a classe, e em especial aos meus queridos colegas Eng.º Lucas da Silva Fenilli e Eng.º Fauser Batista.

“A rotina nos impede de identificar o contraste que antes era notado, a não ser que nos desligamos por um tempo ou nos mantenhemos atualizados”.

Eng.º Juliano Tristão de Assis

RESUMO

A Ergonomia é aplicada ao ambiente de trabalho de muitas formas. O seu uso no ambiente de trabalho melhora o desempenho do trabalhador, reduzindo a fadiga visual e física, resultando em maior satisfação pessoal e melhorando a qualidade do serviço, e a segurança na atividade. O objetivo deste estudo foi descrever a partir de estudos ergonômicos e fisiológicos, ambientes e postos de trabalho para se adequar ao homem, se tornar mais agradável, melhorar o desempenho do trabalhador na sua função, na qualidade do seu serviço, e proporcionar maior qualidade de vida. Ambientes planejados com iluminação adequada, espaço físico, cores, ventilação, aberturas, são alguns itens que quando aplicados de maneira coerentes, refletem no resultado da atividade do trabalhador. Com a crescente demanda de profissionais da área técnica no setor de manutenção, a tendência é de que seja prioritária a criação de locais agradáveis para reter talentos na empresa, proporcionando além de crescimento profissional, um ambiente prazeroso, seguro, limpo e organizado, refletindo na imagem, confiabilidade e profissionalismo da empresa.

Palavras-chave: Ergonomia. Manutenção. Trabalhador. Segurança do Trabalho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O olho humano.....	21
Figura 2 – Espaço de trabalho	33
Figura 3 – Área de alcance	34
Figura 4 – Altura da mesa de trabalho.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vantagens comparativas entre o homem e a máquina, para efeito de alocação de funções no sistema homem-máquina	14
Tabela 2 – Valores dB(A)	24
Tabela 3 – Localização das dores no corpo, provocadas por posturas inadequadas.	28
Tabela 4 – Princípio de economia de movimentos	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NR	Norma Regulamentadora
NBR	Norma Brasileira
°C	Graus Celsius
m/s	Metros por segundo
Hz	Hertz
dB	Decibel
kcal/dia	Quilocaloria por dia
kg	Quilograma
mm	Milímetro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	ERGONOMIA NA INDÚSTRIA.....	12
2.1	CUSTOS E BENEFÍCIOS DA ERGONOMIA.....	13
2.2	HOMEM VERSUS MÁQUINA.....	13
2.2.1	A função integradora da atividade de trabalho	16
3	O ORGANISMO HUMANO	18
3.1	FUNÇÃO NEUROMUSCULAR.....	18
3.2	SISTEMA NERVOSO	18
3.3	MÚSCULOS	19
3.4	COLUNA VERTEBRAL.....	19
3.5	VISÃO.....	20
3.6	AUDIÇÃO	23
3.7	METABOLISMO	25
3.8	SENSO CINESTÉSICO	25
3.9	AS VARIAÇÕES INTRA-INDIVIDUAIS.....	25
4	BIOMECÂNICA OCUPACIONAL.....	27
4.1	APLICAÇÕES DE FORÇAS	28
4.2	LEVANTAMENTO E TRANSPORTE DE CARGA	29
4.3	ANTROPOMETRIA.....	30
4.4	POSTO DE TRABALHO	30
4.5	O ESPAÇO DE TRABALHO	33
5	AMBIENTE.....	36
5.1	TEMPERATURA.....	36
5.2	RUÍDO	36
5.3	VIBRAÇÕES.....	37
5.4	ILUMINAÇÃO	38
5.5	EFEITOS FISIOLÓGICOS DA ILUMINAÇÃO.....	38
5.6	OFUSCAMENTO.....	39
5.7	PLANEJAMENTO DA ILUMINAÇÃO.....	39
5.8	CORES NO AMBIENTE DE TRABALHO	40
6	FERRAMENTAS MANUAIS.....	41
7	METODOLOGIA.....	43

8	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	44
9	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

A finalidade da Ergonomia é transformar o trabalho para se adequar ao homem. Essas transformações são feitas visando não alterar a saúde do trabalhador encontrando possibilidades de valorizar a capacidade individual e coletiva.

As disfunções encontradas na produção de uma empresa ou na prestação de um serviço e diversas consequências para a saúde dos trabalhadores têm origem na atividade do trabalho. Os gestos que são feitos, os esforços exercidos, as posturas adotadas, os objetos, e o meio ambiente, muitas vezes são negligenciados, quando estes influenciam diretamente sobre as condições físicas e psíquicas do indivíduo.

Normalmente os trabalhadores são vistos como meios de trabalho, que se adaptam aos constrangimentos oriundos das escolhas técnicas e organizacionais. Todo trabalho resulta de uma inserção numa organização social e econômica da produção. A análise do trabalho não pode ignorar essa dimensão, pois ela que transforma a atividade humana em trabalho.

2 ERGONOMIA NA INDÚSTRIA

A Ergonomia contribui para melhorar a eficiência e a qualidade das atividades industriais. Pode partir do princípio do aperfeiçoamento do sistema homem-máquina, organização do trabalho e condições do ambiente de trabalho. Pode acontecer o aperfeiçoamento tanto na fase de projeto de máquinas, equipamentos e postos de trabalho do sistema homem-máquina como na fase de modificações aplicando melhorias nos sistemas já existentes, adaptando-se o trabalho ao homem nas suas capacidades e limitações (IIDA, 2003).

Uma categoria também importante na visão ergonômica são os aspectos organizacionais do trabalho, reduzindo a fadiga e a monotonia, principalmente voltado ao trabalho repetitivo, com ritmos mecânicos associados a falta de motivação provocado pela falta de participação nas decisões sobre o próprio trabalho.

De acordo com a *Ergonomics Research Society*, citado pelo Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº 17 (2002, p.11):

A Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente e, particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento.

A melhoria das condições de trabalho é feita pela análise das condições físicas de trabalho como ruído, temperatura, vibrações, gases tóxicos e iluminação. Uma iluminação insuficiente se torna fatigante em tarefas que exigem precisão, assim como os focos de luzes brilhantes podem provocar ofuscamento desconfortável.

A aplicação sistemática da Ergonomia na indústria é feita identificando-se os locais onde as condições ergonômicas são problemáticas. Podem ser notados pelos indicadores de erros, acidentes, doenças, absenteísmo e rotatividade de funcionários. Por trás dessas consequências podem estar ocorrendo inadaptação das máquinas, falhas na organização ou deficiências ambientais que provocam tensões musculares e psíquicas nos funcionários.

O próprio cotidiano é reflexo da Ergonomia quando se fala em acessibilidade. Os meios de transporte, os produtos domésticos e o mobiliário se tornam cada vez mais seguros, eficientes e confortáveis. Sempre procurando atingir

maior eficiência ergonômica para o usuário. Com isso a Ergonomia se expande saindo das indústrias e atingindo a vida diária trazendo maior satisfação e reduzindo o desgaste físico (IIDA, 2003).

2.1 CUSTOS E BENEFÍCIOS DA ERGONOMIA

Na comparação entre custos e benefício, os custos se tornam mais fáceis de serem mensurados, pois incidem a curto prazo na modificação e implantação de sistemas e melhorias no setor ou na atividade. Quando se fala de benefícios, estes se tornam mais difíceis de apresentarem resultados, mas que podem ser tangíveis ao se comparar os serviços produzidos, a qualidade desenvolvida e a quantidade alcançada, reduzindo desperdícios, economizando mão de obra, manutenção, energia, entre outros. Os afastamentos por acidentes e doenças ocupacionais também fazem parte os benefícios da Ergonomia e que acabam sendo intangíveis, assim como a relação de satisfação dos funcionários pelo seu maior conforto, trazendo menor rotatividade e um aumento da motivação e do moral do trabalhador (IIDA, 2003).

Castro (2008 apud Marques, 2010, p. 5) reconhece que os benefícios não são facilmente quantificáveis, como conforto e segurança, acidentes que serão evitados, não existência da queda de qualidade, entre outros e que podem apenas ser estimados.

2.2 HOMEM VERSUS MÁQUINA

As máquinas desde que surgiram, vem substituindo o homem em muitas tarefas. Cabe a administração decidir que tipo de função serão alocadas as máquinas e quais ficarão a cargo do homem. Para determinadas funções, a máquina ainda não é capaz de a executar bem, e envolvem os custos sobre a adaptação (IIDA, 2003).

Em operações perigosas em ambientes hostis com excesso de poeira, calor, ruído, gases tóxicos, risco de queda, incêndios, explosões, riscos ambientais, entre outras situações que comprometem a integridade física do funcionário, a consideração pode ser superior aos aspectos econômicos, ficando mais satisfatório

a opção pela mecanização. A Tabela 1 apresenta as restrições para cada fator na execução da tarefa comparando entre o homem e a máquina.

Tabela 1 – Vantagens comparativas entre o homem e a máquina, para efeito de alocação de funções no sistema homem-máquina

(continua)

	Fatores	Homem	Máquina
Entradas	Sensibilidade	Sensibilidade a uma grande variedade de estímulos. Percebe certas formas de energia de baixo nível. É capaz de discriminar padrões e fazer generalizações.	Percepção além dos limites humanos (onda de rádio, infravermelho, ultravioleta). É insensível a fatores estranhos.
	Atividades Complexas	Canal único de demanda	Possibilidade de uso simultâneo de vários canais
Saídas	Velocidade de resposta	Latência de 0,05s	Respostas rápidas, quase imediatas.
	Versatilidade	Grande versatilidade. Faz pequenas manipulações, especialmente quando podem ocorrer falhas inesperadas.	Pode fazer diversas coisas ao mesmo tempo
	Consistência	Ritmo variável	Impõe um ritmo, tanto aos homens como as máquinas. Executa tarefas repetitivas com rapidez e precisão, por longo tempo.
	Energia	Até 20 HP por 10 s Até 0,5 HP por alguns minutos Até 0,2 HP por várias horas	Capaz de exercer grandes forças, devagar e com precisão.

Tabela 1 – Vantagens comparativas entre o homem e a máquina, para efeito de alocação de funções no sistema homem-máquina

(continua)

	Fatores	Homem	Máquina
Processamento	Memória	Armazena informações por um longo período. Relembra eventos de baixa frequência. Relembra fatos importantes em ocasiões adequadas	Armazena e utiliza grande volume de informações, em curto espaço de tempo.
	Inteligência	Aprende com a experiência e muda o curso de direção. Lida com fatos imprevistos É capaz de fazer antecipações	Inteligência artificial em desenvolvimento.
	Raciocínio	Raciocina indutivamente e criativamente	Elabora processos lógicos e dedutivos.
	Computação	A baixa velocidade, sujeito a erros.	Realiza computações complexas com grande velocidade e precisão
	Sobrecarga	Continua operando, mesmo com sobrecarga. Apresenta degradação contínua.	Interrupção repentina.
	Fatores ambientais	Pouca tolerância a altas temperaturas, gases tóxicos, ruídos, radiações, etc.	Pode operar em ambientes hostis, além dos limites humanos.
Custo	Custo inicial	Pouco custo pelo grau de complexidade disponível. Precisa ser treinado.	Complexidade e disponibilidade limitadas pelo custo elevado

Tabela 1 – Vantagens comparativas entre o homem e a máquina, para efeito de alocação de funções no sistema homem-máquina

(conclusão)

	Fatores	Homem	Máquina
Custo	Custo operacional	Relativamente elevado	Facilidade de se adaptar a demanda. O custo de manutenção pode elevar-se muito com o grau de complexidade
	Regularidade	O custo unitário pode variar	Pouca variação do custo unitário.

Fonte: Iida, 2003, p. 29.

Em forma resumida, pode-se dizer que o homem possui flexibilidade, mas seu desempenho é limitado, não é constante nem uniforme, enquanto a máquina pode ser consistente, porém inflexível (IIDA, 2003)

2.2.1 A função integradora da atividade de trabalho

A atividade na execução de um trabalho é o elemento que faz a organização e estruturação dos componentes da situação. Ela estabelece sua própria realização, uma interação e uma interdependência entre os envolvidos.

Slack et al. (2002 apud Marques, 2010, p. 7) reconhece que o processo produtivo só existirá se todos os elos da cadeia funcionarem em harmonia dentro do ciclo de produção e consumo.

As dimensões econômicas, sociais e técnicas só existem em função da atividade que as põe em ação e as organiza.

Os determinantes da atividade de trabalho são o trabalhador, a empresa e suas regras, e o contexto para elaboração da atividade que são: salário, leis que preservam o trabalhador, a atividade e os objetivos de seu trabalho.

As consequências do resultado da atividade do trabalho podem ser negativas como alterações da saúde física, psíquica e social, mas também podem ser positivas como novos conhecimentos, experiência e aumento na qualificação.

Os determinantes da atividade englobam fatores internos interpessoais, conforme comentado por Guérin et al. (2001, p.28) que são: sexo, idade, tempo de serviço, estado de saúde, estado no momento, cansaço, em função do ritmo biológico, formação inicial, formação profissional continuada, itinerários profissionais.

3 O ORGANISMO HUMANO

Alguns organismos do ser humano interagem com a Ergonomia e influenciam no desempenho do trabalho como a função neuromuscular, a coluna vertebral, o metabolismo, a visão, audição e o senso cinestésico.

3.1 FUNÇÃO NEUROMUSCULAR

As contrações musculares exercem as forças do organismo. O sistema nervoso central é quem comanda os músculos, e se constitui pelo cérebro e pela medula espinhal (IIDA, 2003).

Todo o movimento do corpo é movimentado pelos músculos como a fala, os gestos, o movimento dos olhos, entre outros, e estes são transformados pelo sistema nervoso central que recebe, interpreta e processa as informações. Essas informações são captadas por estímulos do mundo externo ou do próprio corpo por células nervosas especializadas e transformadas em correntes elétricas. Os estímulos são o tato, a temperatura, o som, a luz, os movimentos, entre outros.

3.2 SISTEMA NERVOSO

Os sinais são ligados entre as células nervosas através da sinapse, que constituem cadeias de transmissão entre o sistema nervoso central e o músculo comandado (IIDA, 2003). Essas ligações são feitas pelos neurônios e podem ser de dois tipos, chamadas de sinapse elétrica e sinapse química (NISHIDA, 2013).

As propriedades básicas da sinapse são a fadiga, o sentido único, o efeito residual, o desenvolvimento e a acidez (IIDA, 2003, p. 61).

A fadiga ocorre quando são utilizadas com muita frequência, então as sinapses reduzem a sua capacidade de transmissão.

Os sinais são sempre conduzidos em apenas um sentido das células nervosas.

Quando se aplica o mesmo estímulo, um na sequência do outro, o último tem maior facilidade de passagem, fazendo supor que os neurônios são capazes de armazenar informações por alguns minutos, ou por horas. Essa é a propriedade do efeito residual.

Uma alteração física da sinapse pode ser gerada quando da estimulação repetida e prolongada durante vários dias, de modo que ela passa a ser estimulada com mais facilidade.

O aumento do teor alcalino no sangue aumenta a excitabilidade, enquanto o aumento da acidez tende a diminuir consideravelmente a atividade neuronal (IIDA, 2003).

3.3 MÚSCULOS

Os músculos transformam a energia química em contrações, movimentos, e são eles os responsáveis pelos movimentos do corpo. Eles são classificados em músculos estriados ou esqueléticos, músculos lisos e músculos do coração.

Os músculos lisos são comandados involuntariamente e encontram-se nas paredes dos intestinos, nos vasos sanguíneos, na bexiga, em aparelhos respiratórios e em outras vísceras.

Os músculos estriados somam um total de 434 músculos, onde 75 pares destes estão envolvidos na postura e movimentos globais do corpo. Outros são responsáveis por movimentos menores (IIDA, 2003, p. 63).

Os músculos recebem transferência de substâncias do sangue pelos vasos capilares, que têm paredes extremamente finas. Recebem oxigênio, açúcar e outras substâncias. Quando um músculo se contrai estrangula as paredes dos capilares, e o sangue deixa de circular, causando a fadiga muscular. Para facilitar a circulação sanguínea o músculo deve se contrair e relaxar com alguma frequência.

3.4 COLUNA VERTEBRAL

A coluna vertebral é constituída por 33 vértebras classificadas em 5 grupos. Começando de cima para baixo tem-se as 7 vértebras cervicais, 12 torácicas ou dorsais, 5 lombares, 5 sacro que estão fundidas e, 4 cóccix que ficam na extremidade inferior que são pouco desenvolvidas. Então somam 24 vértebras flexíveis das 33 existentes. As mais flexíveis são as cervicais que ficam na região do pescoço e as lombares que ficam na região do abdômen.

“Cada vértebra sustenta o peso de todas as partes do corpo situadas acima dela. Assim sendo, as vértebras inferiores são maiores, porque precisam

sustentar maiores pesos” (IIDA, 2003, p.66). Entre uma vértebra e outra existe um disco cartilaginoso, composto de uma massa gelatinosa.

As vértebras se conectam entre si por ligamentos, onde torna possível a execução dos movimentos devido a compressão e deformação dos discos e pelo deslizamento dos ligamentos.

A coluna vertebral também tem a função de proteger a medula espinhal, que faz parte do sistema nervoso central.

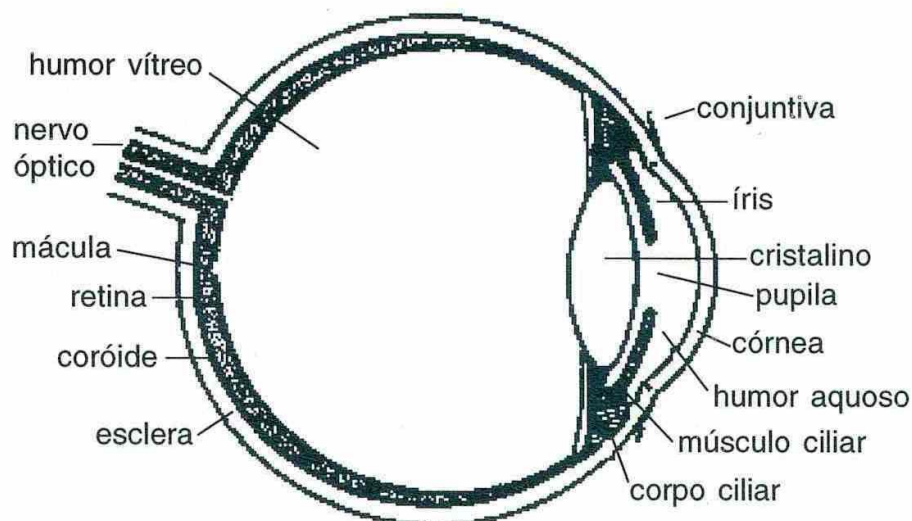
A nutrição dos discos não ocorre pelos vasos sanguíneos, eles dependem da difusão dos tecidos vizinhos. A compressão e descompressão fazem a redução e aumento do seu volume, semelhante a uma esponja que, ao aumentar de tamanho absorve água, e ela, nutrientes. Em cargas estáticas em tempo prolongado do disco, é muito prejudicial porque interrompe o processo nutricional dos discos e pode provocar degeneração.

A coluna vertebral está sujeita a deformações como escoliose, cifose e lordose. Como fica na vertical acaba sendo sustentada pelos músculos, e estes precisam ser exercitados para prevenir que estas deformações apareçam por má postura, deficiência da musculatura, esforço físico, entre outros (IIDA, 2003).

3.5 VISÃO

A visão pode ser considerada o órgão do sentido mais importante do corpo humano, tanto para a vida diária como para o trabalho. A Figura 1 mostra as principais partes que compõem o olho.

Figura 1 – O olho humano



Fonte: José e Oliveira, [S.l.], apud Associação Médica Brasileira, 2015.

A luz passa através da pupila, que é uma abertura da íris, e a abertura da pupila pode variar, para controlar a quantidade de luz que penetra no olho (abre quando tem menor claridade e se fecha na luz forte). Através da pupila fica o cristalino, que é a lente do olho, acertado pela musculatura ciliar, provocando curvatura na lente (IIDA, 2003, p.71).

Conforme citado por Nishida (2012) “O olho além de possibilitar a análise do ambiente à distância, permite discriminar os objetos quanto a suas formas, se estão perto ou longe, se estão em movimento e dependendo da espécie, se são coloridos”.

A retina mantém as células fotossensíveis, os cones e os bastonetes, sensíveis a cor e luz. Os estímulos luminosos são transformados em sinais elétricos, conduzidos pelo nervo óptico até o cérebro, onde se produz a sensação visual. São cerca de 130 milhões de bastonetes e de 6 a 7 milhões de cones.

Os cones são responsáveis pela percepção das cores, do espaço e da acuidade visual. São capazes de detectar os objetos quando focalizados diretamente, pois estão localizados no fundo da retina, com maior incidência de luz, por isso funcionam em maior nível de iluminação (IIDA, 2003).

Segundo Nishida (2012, p.94) “Os cones, ao contrário dos bastonetes, necessitam de ambiente bem iluminado para serem ativados, isto é, estão adaptados à visão diurna ou fotópica e nos proporcionam maior nitidez dos objetos”.

Os bastonetes são sensíveis a baixos níveis de iluminação e não distinguem cores, apenas o branco, preto e tons de cinza. São eles também que percebem os objetos periféricos, por ficarem na parte periférica da retina.

Na adaptação à luz, quando da saída de um ambiente escuro, há um ofuscamento temporário que dura um ou dois minutos, até que os cones comecem a funcionar. “Esse ajuste se chama adaptação ao claro e ocorre de maneira bem mais rápida porque a reciclagem de pigmentos nos cones é bem mais rápida” (NISHIDA, 2012, p.95).

Quando ocorre do ambiente claro para o escuro, a adaptação é mais demorada, cerca de 20 minutos. Os cones deixam de funcionar para aumentar a sensibilidade dos bastonetes. O olho é muito mais sensível no ambiente escuro quando adaptado do que no claro. O diâmetro pupilar aumenta, começam a funcionar os bastonetes e a recuperar a visibilidade, no entanto, com a perda da resolução detalhada e a visão das cores (NISHIDA, 2012, p. 95).

Segundo Iida (2003, p.73) “a acuidade visual é a capacidade visual para discriminar pequenos detalhes. Ela depende de muitos fatores, sendo os dois mais importantes a iluminação e o tempo de exposição”. A iluminação muito forte prejudica a acuidade visual devida a contração da pupila.

A luz solar, luz branca ou luz natural, contém todos os comprimentos de onda visíveis. A luz refletida tem composição diferente da luz incidente, e essa diferença corresponde ao aparecimento de cores. Um objeto iluminado por uma luz artificial pode apresentar uma cor diferente quando exposto a luz solar, porque o espectro é diferente.

Em movimentos contínuos de objetos, o olho é capaz de persegui-los até fixá-los, mas ao deslocar-se mais rapidamente, os olhos começam a atrasar e se fixar em apenas alguns detalhes, omitindo outros. A velocidade máxima dos movimentos que podem ser perseguido varia de acordo com o indivíduo e a idade (IIDA, 2003).

3.6 AUDIÇÃO

O ouvido é o órgão responsável pela captação do som, ele capta e converte as ondas de pressão em sinais elétricos, produzindo as sensações sonoras transmitidas pelo cérebro. Os sons chegam por vibrações do ar, captados pelo ouvido externo, transformados em vibrações mecânicas no ouvido médio, e em pressões hidráulicas no ouvido interno.

A captação do som é caracterizado pela frequência, intensidade e duração. A frequência é o número de vibrações por segundo, percebida como altura do som. A percepção humana fica na faixa de 20 a 20.000 hertz (Hz). Os sons abaixo de 1.000 Hz são chamados de graves e acima de 3.000 Hz de agudos.

A intensidade depende da energia das oscilações e se define em termos de potência por unidade de área. São medidas em escala logarítmica chamada decibel (dB) devido a enorme gama de intensidade de sons audíveis (IIDA, 2003).

O ouvido humano percebe sons de 20 a 120 dB. Sons acima de 120 dB causam desconforto, e atingindo 140 dB a sensação é dolorosa.

A ABNT estabelece níveis de ruído para para conforto acústico estabelecidos na NBR 10152, conforme mostra a Tabela 2. O valor inferior representa o nível sonoro para conforto, enquanto o valor superior, o nível sonoro aceitável para a finalidade.

Tabela 2 – Valores dB(A)

Locais	dB(A)
Hospitais	
Quartos, enfermarias, berçários, centros cirúrgicos	35-45
Laboratórios, áreas para uso do público	40-50
Serviços	45-55
Escolas	
Bibliotecas, salas de música, salas de desenho	35-45
Salas de aula, laboratórios	40-50
Circulação	45-55
Hoteis	
Apartamentos	35-45
Restaurantes, salas de estar	40-50
Portaria, recepção, circulação	45-55
Residência	
Dormitórios	35-45
Salas de estar	40-50
Auditórios	
Salas de concertos, teatros	30-40
Salas de conferências, cinemas, salas de uso múltiplo	35-45
Restaurantes	40-50
Escritórios	
Salas de reunião	30-40
Salas de gerência, salas de projetos e de administração	35-45
Salas de computadores	45-65
Salas de mecanografia	50-60
Igrejas e templos (cultos meditativos)	40-50
Locais para esporte	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45-60

Fonte: ABNT, 1987.

Os sons de curta duração, menor que 0,1 segundo, é de difícil percepção e apresentam ser diferentes daqueles de longa duração, acima de 1 segundo.

3.7 METABOLISMO

Toda energia produzida para o corpo humano provém da alimentação. Parte dela é usada como combustível e a outra parte para a construção de tecidos. Dos combustíveis, uma parte destina-se para alimentação do próprio organismo no seu funcionamento. O restante pode ser acumulado como gordura ou usado em trabalho externo. Em média são gastos 1.800 kcal/dia para os homens e 1.600 kcal/dia para as mulheres para manter a pessoa sem trabalho algum, em repouso (IIDA, 2003).

3.8 SENSO CINESTÉSICO

Sem que haja o acompanhamento visual, o corpo humano pode perceber o movimento de partes do corpo pelo senso cinestésico. Através dele o cérebro obtém informações sobre tensões internas e externas, e forças exercidas pelos músculos. As contrações são percebidas pelas células receptoras situadas nos músculos, tendões e juntas, que informam o sistema nervoso central sobre as pressões e tensões que estão ocorrendo, podendo-se perceber o movimento sem que haja sua visualização.

Acontece quando é praticado um movimento sem que precise olhar para fazê-lo, como o simples ato de dirigir ou operar uma máquina. A própria movimentação pode ser identificada inclusive quando há um erro de movimento. Este movimento é identificado antes mesmo de concluí-lo ou da necessidade de visualizá-lo (IIDA, 2003).

3.9 AS VARIAÇÕES INTRA-INDIVIDUAIS

Os efeitos dos ritmos biológicos, fadiga ligada aos acontecimentos do dia como acontecimentos familiares ou ao transporte, acumulação de fadiga entre feriados e ao longo dos anos, são acrescentados a diversidade das pessoas.

Conforme cita Guérin et al. (2001, p.51) “O organismo humano obedece a ritmos biológicos, dos quais os mais conhecidos são os ritmos menstruais das mulheres e os ritmos circadianos, aproximadamente 24 horas”. Em certos horários

são mais intensas certas secreções, sensibilidade aos medicamentos, e variam no decorrer do dia, assim como a capacidade de memória.

Depois dos 35 anos, aproximadamente, as funções biomecânicas, pulmonares, cardiovasculares, musculares, sofrem uma redução de sua capacidade máxima, o sono fica mais vulnerável, e as variações de horários e de ambiente trazem cada vez mais sensibilidade.

Segundo Falzon (2009, p. 112), “o envelhecimento é a inscrição do tempo em cada indivíduo. É marcado por transformações biológicas, psicológicas e sociais nas idades extremas, mas também durante o período dito da vida ativa”.

4 BIOMECÂNICA OCUPACIONAL

O trabalho estático exige uma contração contínua de alguns músculos para manter sua posição. Ele é altamente fatigante e deve ser evitado sempre que possível. A alternância de movimentos possibilitando uma mudança da postura pode ser uma forma de alívio para os músculos, permitindo a circulação sanguínea e funcionando como uma irrigação dos capilares (IIDA, 2003).

A postura do corpo em trabalho ou em repouso é identificada como deitada, sentada ou de pé.

A posição deitado é a postura mais recomendada para repouso e recuperação da fadiga. Nesta posição não há concentração de tensão nas partes do corpo. O sangue flui livremente e o consumo energético é mínimo. Em algumas manutenções como em automóveis, esta posição pode se tornar fatigante sobretudo para a musculatura do pescoço, que geralmente a cabeça, que pesa em torno de 5 kg, fica sem apoio.

A posição sentada consome de 3 a 10% mais energia que a posição horizontal. A tensão gerada pelo peso do corpo é suportado pela pele que cobre o osso ísquio, nas nádegas. Nesta postura exige atividade muscular do ventre e do dorso para manter a posição. Uma inclinação para frente é mais natural e menos fatigante que a posição ereta. A alternância entre as duas posições retarda o aparecimento da fadiga.

A posição em pé, parado, exige muito trabalho estático da musculatura e se torna altamente fatigante. O coração encontra maior dificuldade para bombear sangue para os extremos do corpo. Segundo Lida (2003, p.85) "as pessoas que executam trabalhos dinâmicos em pé, geralmente apresentam menos fadiga que aquelas que permanecem estáticas ou com pouca movimentação.

A Tabela 3 mostra as dores e consequências de posturas mal empregadas por um longo período.

Tabela 3 – Localização das dores no corpo, provocadas por posturas inadequadas.

Postura	Risco de Dores
Em pé	Pés e pernas (varizes)
Sentado em assento	Músculo extensores do dorso
Assento muito alto	Parte inferior das pernas, joelhos e pés
Assento muito baixo	Dorso e pescoço
Braços esticados	Ombros e braços
Pegas inadequadas em ferramentas	Antebraço

Fonte: Iida, 2003, p.85

A inclinação da cabeça para frente como em algumas manutenções, montagens ou inspeções, ou até mesmo em escritórios, onde a mesa pode estar muito baixa ou que esteja afastada do campo de visão, essa postura provoca rapidamente fadiga nos músculos do pescoço e do ombro, devido ao esforço em suportar o peso da cabeça para frente. Uma inclinação maior que 20° começa a aparecer dores no pescoço. Uma correção seria mudar a posição da peça, ajustar a altura da mesa ou cadeira, ou reduzir o tempo de exposição.

4.1 APLICAÇÕES DE FORÇAS

Na aplicação do movimento são combinadas diversas contrações musculares que conforme a combinação pode ter características e gastos de energia diferentes. Uma atividade de um operador experiente é menos fatigante do que o iniciante porque ele aprendeu a usar combinações mais eficientes e menos desgastantes.

Em esforços pesados é preferível que se utilize as pernas, pois possuem uma musculatura mais resistente. O uso da gravidade e do movimento também ajuda na redução do custo energético.

Em trabalhos de precisão, são realizados os movimentos pelas pontas dos dedos. O uso do punho, braço e cotovelo possuem maior resistência e força, porém perde-se a precisão.

lida (2003, p.91) cita que “os movimentos devem ser suaves, curtos e rítmicos. Acelerações ou desacelerações bruscas, ou rápidas mudanças de direção são fatigantes, porque exigem maiores contrações musculares”.

Os movimentos retos são mais difíceis de serem executados devido a tendência natural do corpo em executar os movimentos curvos gerados pelas articulações. O movimento reto exige a integração do movimento de diversas juntas.

Os posicionamentos precisos também são difíceis e demorados de serem executados quando precisam de um acompanhamento visual. Uma ajuda com um anteparo ou posicionamento mecânico auxilia na tarefa.

4.2 LEVANTAMENTO E TRANSPORTE DE CARGA

A musculatura das costas é a que mais sente no levantamento de peso, principalmente quando da postura com o dorso curvado. A coluna vertebral, como possui discos superpostos, qualquer força exigida diferente da direção do seu eixo, terá pouca resistência da coluna. A posição vertical é sempre a exigida.

Para o transporte manual de cargas, quanto mais próximo a carga estiver do corpo, melhor, isso evita a presença de outros esforços para corrigir o momento gerado em função do centro de massa da carga estar afastado do centro de massa do corpo.

O transporte com os braços flexionados aumenta a carga estática dos músculos, além de criar um momento em relação ao centro de massa do corpo, que se situa a altura do umbigo.

A coluna vertebral deve ser mantida sempre que possível na vertical.

As cargas simétricas são mais fáceis de serem transportadas do que as assimétricas, pois exigem de um esforço adicional da musculatura dorsal para manter o equilíbrio. Sempre dividir o mesmo peso para ambos os braços. Em peças muito compridas, devem ser usados dois carregadores para facilitar a simetria.

O levantamento de cargas excessivas pode ser realizado em equipe, evitando lesões a uma só pessoa (IIDA, 2003).

4.3 ANTROPOMETRIA

A antropometria cuida das medidas físicas do corpo humano, mostrando medidas confiáveis de uma população que contém indivíduos dos mais diversificados tipos. A antropometria mostra as diferenças entre grupos separados por etnias, regiões, cultura, sexo e idade. No uso industrial destas medidas para fins de projeto de postos de trabalho, pode ser analisados as medidas da antropometria estática, dinâmica e funcional (IIDA, 2003).

A estática se refere ao corpo parado no posto de trabalho ou com pouco movimento, como no caso do mobiliário.

A antropometria dinâmica mede os alcances dos movimentos. São medidos os movimentos de cada parte do corpo mantendo o resto dele estático.

A antropometria funcional é a combinação dos diversos movimentos com a execução de tarefas específica. Na prática, observa-se que cada parte do corpo não se movimenta isoladamente. O movimento das mãos não se limita ao comprimento dos braços, pois ele exige também o movimento dos ombros, a rotação do tronco e a inclinação das costas.

Um erro muito sério na aplicação de dados, segundo Panero e Zelnik (2005, p. 37) “é pressupor que uma dimensão de percentil 50 represente as medidas de um homem médio e criar um projeto para acomodar os dados desse percentil”. Na sua concepção, analisando uma população mediana de peso e estatura, quando analisado as dimensões dos indivíduos, a faixa mediana chega a 7% da população para duas dimensões de medidas, 3% para três dimensões, e 2% para quatro dimensões, desprezando a existência de “homem médio”.

4.4 POSTO DE TRABALHO

O posto de trabalho pode ser considerado a menor unidade produtiva. Para que o trabalho seja feito de forma correta, cada posto de trabalho precisa funcionar bem.

O posto de trabalho para ser ergonômico precisa partir do princípio de economia de movimento, a partir da análise biomecânica da postura. A Tabela 4 mostra os princípios da economia de movimento.

Tabela 4 – Princípio de economia de movimentos

(continua)

Uso do Corpo Humano	As duas mãos devem iniciar e terminar os movimentos no mesmo instante.
	As duas mãos devem ficar inativas ao mesmo tempo.
	Os braços devem mostrar-se em direções opostas e simétricas.
	Devem ser usados movimentos manuais mais simples.
	Deve-se usar quantidade de movimento (massa x velocidade) ajudando o esforço muscular.
	Deve-se usar movimentos suaves, curvos e retilíneos das mãos (evitar mudanças bruscas de direção).
	Os movimentos balísticos ou soltos são mais fáceis e precisos que os movimentos controlados.
Uso do Corpo Humano	O trabalho deve seguir uma ordem compatível com o ritmo suave e natural do corpo.
	As necessidades de acompanhamento visual devem ser reduzidas.
Arranjo do Posto de Trabalho	As ferramentas e materiais devem ficar em locais fixos.
	As ferramentas, materiais e controles devem localizar-se perto dos seus locais de uso.
	Os materiais devem ser alimentados por gravidade até o local de uso.

Tabela 4 – Princípio de economia de movimentos

(continua)

Arranjo do Posto de Trabalho	As peças acabadas devem ser retiradas por gravidade.
	Materiais e ferramentas devem localizar-se na mesma sequencia de uso.
	A iluminação deve permitir uma boa percepção visual.
	A altura do posto de trabalho deve permitir o trabalho de pé, alternado com trabalho sentado.
	Cada trabalhador deve dispor de uma cadeira que possibilite uma boa postura.
Projeto das Ferramentas e do Equipamento	As mãos devem ser substituídas por dispositivos, gabaritos ou mecanismos acionados por pedal.
	Deve-se combinar a ação de duas ou mais ferramentas.
	As ferramentas e os materiais devem ser pré-posicionados.
	As cargas no trabalho com os dedos devem ser distribuídas de acordo com as capacidades de cada dedo.
	Os controles, alavancas e volantes devem ser manipulados com alteração mínima da postura do corpo e com a maior vantagem mecânica.

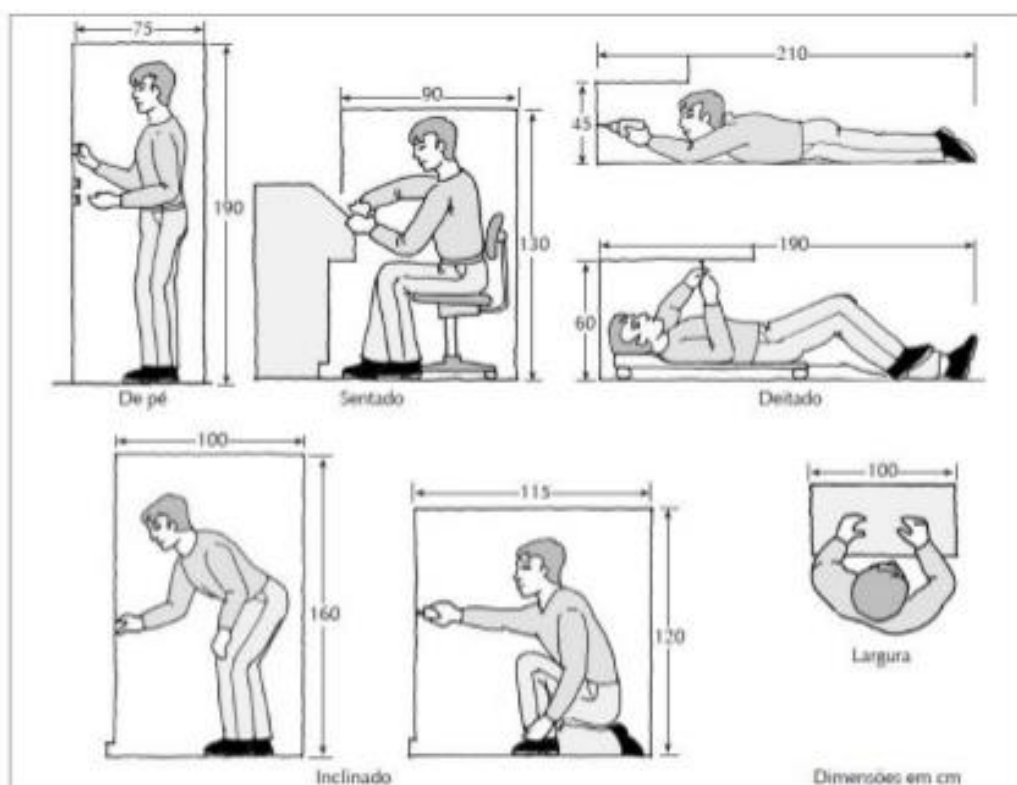
Fonte: Lida, 2003, p. 147.

A Tabela 4 auxilia a executar a atividade no posto de trabalho sem que exerça movimentos desnecessários, reduzindo o tempo da atividade e do esforço.

4.5 O ESPAÇO DE TRABALHO

O espaço de trabalho é o espaço necessário para realizar um trabalho, seja em qualquer posição. A Figura 2 mostra os espaços recomendados para as posições mais usuais.

Figura 2 – Espaço de trabalho



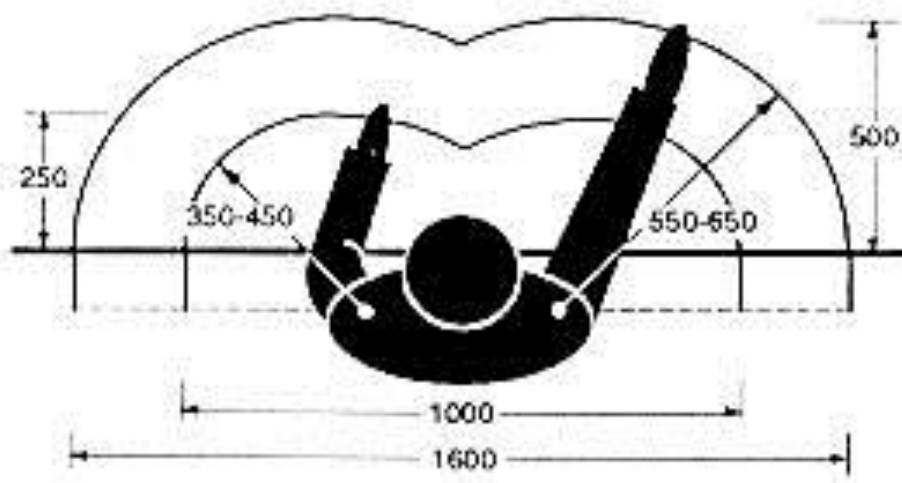
Fonte: Iida (2003)

Os trabalhos que exigem agarramento com as mãos, como no caso de alavancas, devem ficar pelo menos de 50 a 60 mm próximos do operador, mais próximas do que botoeiras, que exigem apenas a execução com a ponta dos dedos.

Conforme Iida (2003, p. 136) “a área de alcance ótimo sobre a mesa pode ser traçada, girando-se os antebraços em torno dos cotovelos com os braços caídos normalmente. Estes descrevem um arco com raio de 35 a 45 cm”. Esta área é utilizada para montagens de precisão. O alcance máximo é marcado girando-se os braços estendidos, que chegam a um alcance de 55 a 65 cm. A diferença do alcance máximo e do alcance ótimo forma uma área que pode ser utilizada para posicionamento de peças a serem utilizadas na montagem, ou tarefas menos

frequentes, que não exijam precisão. Um esboço com as medidas é mostrado na Figura 3.

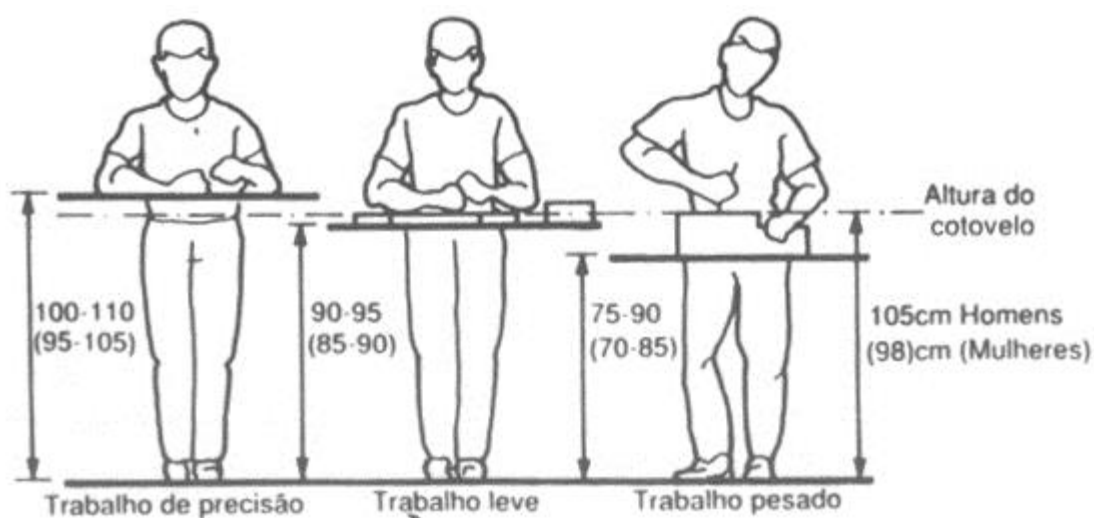
Figura 3 – Área de alcance



Fonte: Iida, 2003, p.136.

A altura da mesa de trabalho varia com a altura do cotovelo e o tipo de trabalho a ser executado, conforme mostra a Figura 4. Para trabalhos de precisão é conveniente superfícies mais altas com até 50 mm acima da altura dos cotovelos. As atividades que exijam pressão para baixo, 300 mm abaixo do cotovelo.

Figura 4 – Altura da mesa de trabalho.



Fonte: Iida, 2003, p. 139.

Em bancas fixas, é melhor dimensionar sua altura pelo homem mais alto, e providenciar estrado para corrigir a altura para o homem ou mulher mais baixa.

As alturas indicadas são para as superfícies de trabalho, podendo variar com o objeto a ser executado, descontando sua altura a da bancada.

5 AMBIENTE

As características e fatores apresentados referentes ao ambiente são referenciados como o posto de trabalho. São os fatores Ergonômicos que afetam ou melhoram a satisfação das pessoas.

5.1 TEMPERATURA

A zona de conforto térmico é delimitada entre as temperaturas efetivas de 20 a 24°C e umidade relativa de 40 a 60%, com velocidade do ar na ordem de 0,2 m/s. As diferenças de temperaturas no mesmo ambiente não podem ser superiores a 4°C (IIDA, 2003, p. 236).

A temperatura efetiva equivale a sensação térmica, medida com o ar com 100% de umidade relativa e parado. Variando a umidade e a velocidade do ar, a temperatura ambiente maior pode ser equivalente à mesma temperatura efetiva menor.

Conforme citado na Norma Regulamentadora nº 17 referente Ergonomia no ambiente de trabalho, item 15.5.2, fica delimitado o índice de temperatura de 20 à 23 °C, velocidade do ar não superior a 0,75 m/s e umidade relativa do ar não inferior a 40% para atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, como salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros.

5.2 RUÍDO

O ruído intenso prejudica a tarefa que exige concentração e atenção, ou velocidade e precisão dos movimentos. Com duas horas de exposição os resultados tendem a piorar. Pode também ficar visível o aborrecimento, pois dificulta a comunicação verbal, precisando as pessoas falar mais alto e prestar mais atenção para compreender, isso aumenta a tensão psicológica podendo provocar dores de cabeça.

A intermitência do ruído provoca maiores alterações no desempenho da função do que ruídos contínuos. A queda no desempenho pode ser notada no início do ruído e ao final dele, mantendo-se constante quando ele é mantido.

Em ruídos de longa duração na faixa de 70 à 90 dB não se observa mudanças significativas em tarefas intelectuais. Para ruídos acima de 90 dB o desempenho começa a cair, surgindo stress e fadiga. Em tarefas que exigem atenção, o número de erros aumenta significativamente. No entanto, o organismo humano pode se adaptar a ambientes ruidosos.

“A música de fundo tem sido recomendada como um meio de quebrar a monotonia e reduzir a fadiga, principalmente em situações de trabalho altamente repetitivos” (IIDA, 2003, p. 242). A música proporciona um bem-estar, melhora a atenção, a vigilância, aumentando o rendimento do trabalho e reduzindo o índice de acidentes e absenteísmo, pois são consideradas agradáveis e são apreciadas pelos trabalhadores.

Ainda conforme lida (2003):

Contudo, alguns estudos demonstram que a música tocada continuamente não produz esses efeitos desejados, perdendo o efeito estimulador. Ela deve ser tocada, então, durante uma parte da jornada de trabalho, preferivelmente nos horários em que a fadiga manifesta-se com maior intensidade. Esses estudos indicam que não é a música em si, mas é a mudança que ela provoca no ambiente, quebrando a monotonia, que influi no desempenho. Notou-se também que o tipo de música, popular ou erudita, não faz diferença.

5.3 VIBRAÇÕES

O efeito da vibração sobre o corpo humano podem ser extremamente graves, podendo danificar permanentemente alguns órgãos. Os efeitos são fisiológicos e psicológicos, entre eles são a falta de concentração, perda de equilíbrio, visão turva e redução da acuidade visual.

As vibrações com baixa frequência, de 1 a 80 Hz (Hertz), são danosas, provocando lesões nos ossos, juntas e tendões. Cada parte do corpo pode tanto amortecer como amplificar a vibração, isso devido ao efeito da ressonância. Cada parte do corpo possui um faixa de frequência natural que ao coincidir com a frequência de exposição, entra em ressonância amplificando a frequência sofrida. Quando há exposição do corpo inteiro sobre uma plataforma que aumenta gradativamente sua frequência, em cada instante, determinada parte do corpo vibra com maior intensidade, e depois com o aumento progressivo, essa parte pára, e outra parte começa a vibrar.

O corpo inteiro é mais sensível na faixa de 4 a 8 dB, mais precisamente em 5 Hz, que corresponde a frequência de ressonância na direção vertical, longitudinal ao corpo. Na direção horizontal e lateral, as ressonâncias ocorrem na faixa de 1 a 2 Hz.

“As frequências na faixa de 30 a 200 Hz provocam doenças cardiovasculares, mesmo com baixa amplitude, 1 mm, e nas frequências altas, acima de 300 Hz, aparecem sintomas de dores agudas e distúrbios neurovasculares” (IIDA, 2003, p. 244). Alguns dos sintomas podem ser reversíveis após um longo período de descanso, e podem retornar rapidamente quando novamente exposto a vibração.

5.4 ILUMINAÇÃO

Uma iluminação e o emprego de cores adequadas aumenta a satisfação no ambiente, seja de trabalho ou em residência, e por si, melhora a produtividade e reduz a fadiga e conseqüentemente os acidentes e erros.

5.5 EFEITOS FISIOLÓGICOS DA ILUMINAÇÃO

São vários os fatores que influenciam na capacidade de discriminação visual, como as diferenças individuais, faixa etária, entre outros, mas os mais visados na Ergonomia e controláveis, são a quantidade de luz, o tempo de exposição e o contraste entre o fundo e a figura.

A quantidade de luz no ambiente afeta a fadiga visual agindo inversamente com o aumento do nível de iluminação (lux). Para altos níveis de iluminação se tem um rendimento visual alto e uma fadiga visual baixa. Esse aumento se mantém até em média 1.000 lux, acima deste nível não provoca melhoria sensível no rendimento, e a fadiga visual começa a aumentar. Assim, pode ser utilizado 2.000 lux como o valor máximo, excedendo casos onde é necessário uma luminosidade maior como em inspeções e montagens de peças pequenas, este valor pode chegar a 3.000 lux.

Nos ambientes onde a circulação de pessoas é menor, a luminosidade pode ser menor, em torno de 100 lux. Existem tabelas indicativas que auxiliam na melhor escolha para determinado ambiente, variando com a atividade, e apontando

a melhor faixa para se aplicar a iluminação, podendo também direcionar o foco de luz sobre os detalhes desejados.

O contraste entre o fundo e a figura, que pode ser entendido como a diferença de brilho entre um e outro, caso não haja uma diferença considerável, a figura permanecerá despercebida, como se fosse camuflada (IIDA, 2003).

5.6 OFUSCAMENTO

O ofuscamento acontece pela presença de áreas brilhantes excessivamente em relação aos demais níveis do ambiente, ao qual o olho foi acostumado. Pode acontecer por uma fonte de luz muito forte no campo visual, causando cegueira temporária, e também irritação e distração visual gerado por desconforto (IIDA, 2003).

Quando ocorre o ofuscamento, o olho precisa de alguns segundos para se recuperar e ajustar-se a situação novamente. O olhar é naturalmente atraído para a parte mais brilhante do campo visual, sofrendo o efeito fototrópico.

Um objeto brilhante que se destaca em um ambiente escuro, gera ações contraditórias entre os músculos que tendem a fechar e outros que tendem a dilatar a íris, causando fadiga, irritação e distração.

Para eliminar o ofuscamento, a medida mais eficiente é eliminar a fonte de brilho do campo visual, reduzindo a fonte de brilho através de uma substituição, mudando a posição do trabalhador, inserindo anteparos entre a fonte e os olhos ou eliminando as superfícies refletoras.

Segundo a NR 17 item 17.5.3, “Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade”. Na mesma norma, item 17.5.3.2 “A iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos”.

5.7 PLANEJAMENTO DA ILUMINAÇÃO

A luz natural possui excelente qualidade e pode ser planejado seu uso sendo complementada pela luz artificial, gerando também economia de energia.

Alguns cuidados devem ser tomados quando do uso da luz natural, pois na incidência da luz solar direta provoca perturbação visual e aquecem as peças como paredes e mobiliário que ficam em contato com ela, deixando o ambiente mais aquecido.

Um sistema de iluminação adequado com uso de cores e contrastes favoráveis pode produzir um ambiente agradável, seja na fábrica, escritório ou lar.

A claridade do ambiente não é determinada apenas pela intensidade da luz, mas também pelo índice de reflexão das paredes, tetos, mobiliário, máquinas, piso, e suas distâncias.

No planejamento da iluminação, existem basicamente três tipos que são a iluminação geral, iluminação localizada, e a iluminação combinada.

A iluminação geral é a distribuição da iluminação sobre toda a área do ambiente, garantindo um nível uniforme sobre o plano horizontal.

A iluminação localizada concentra maior intensidade sobre a tarefa, aproximando a fonte para locais próximos da área de interesse.

A iluminação combinada é a complementação da iluminação localizada na iluminação geral, tendo a localizada maior intensidade que a geral, cerca de 3 a 10 vezes.

O posicionamento das luminárias deve evitar a incidência de luz direta ou refletida sobre os olhos. Acima de 30° em relação à linha da visão (horizontal), e de preferência posicionadas atrás do trabalhador ou lateralmente.

No caso de iluminação localizada ou combinada, a fonte de luz que incidir sobre a tarefa precisa estar provido de anteparo, para evitar o foco de luz direto sobre os olhos.

A luz das janelas tem grande valor psicológico, permitindo a visão para o ambiente externo e inibindo a sensação de isolamento.

Os níveis mínimos de iluminação são estabelecidos na NBR 5413.

5.8 CORES NO AMBIENTE DE TRABALHO

As cores no ambiente de trabalho devem ser cuidadosamente planejadas, juntamente com a iluminação, de modo que o conjunto seja harmônico, desta forma, a produtividade pode ser aumentada, como por exemplo, aplicando-se cores claras

em grandes superfícies com contrastes adequados para identificar os diversos objetos.

A aplicação de cores quentes em ambientes frios como em lavabos, pode reduzir a sensação de frio, como também a aplicação de cores frias em ambientes quentes, transmitindo a sensação de frescor (IIDA, 2003).

As cores de equipamentos podem ser pintadas em sua maior parte com cores claras, que descanse a vista, como verde claro, azul claro, verde-azul claro, ou cinza claro. Cores foscas são melhores que as brilhantes, pois não produzem reflexos, e não distraem o trabalhador com reflexos.

Como citado por Marques et al. (2010, p. 5) “Sempre que possível se faz necessário humanizar o ambiente (plantas, quadros e quando possível, som ambiente), estimular a convivência social entre os funcionários”.

As partes móveis e perigosas, tubulações, precisam ser pintadas com as cores conforme as normas NBR 7195, NBR 6493 e NR 26.

6 FERRAMENTAS MANUAIS

As ferramentas manuais, assim como os produtos domésticos, apresentam como fator comum a Ergonomia do manejo.

As soluções ergonômicas estão associadas às condições do modo de pega e empunhadura, levando-se em conta a força a ser exercida no seu uso.

Pode ser adotada uma configuração de manejo geométrica, se assemelhando à figuras geométricas regulares como cilindros, cones, esferas, etc. Essa configuração é indicada para produtos que não exigem grandes esforços. Dessa forma proporciona maior flexibilidade de uso para diferentes tipos de usuários como crianças, idosos, mulheres, entre outros.

Pode também ser adotado o manejo anatômico ou antropomorfo, que apresenta superfícies irregulares, conformando-se com a parte do corpo usada no manejo, principalmente mãos e pés. É indicado onde exige maior firmeza, pega e transmissão de força.

Segundo Filho (2010, p. 98), “a classificação dos manejos pode se diferenciar, genericamente, em grosseiro, médio e fino”. O manejo grosseiro não exige grande precisão e se caracteriza por elementos de forma mais pesada,

enquanto o de manejo fino exige, e, às vezes, habilidade por parte do usuário. Suas formas são mais delicadas. O manejo médio serve para situações intermediárias.

São diversos os modelos de ferramentas disponíveis no mercado. Cabe escolher a mais apropriada para a atividade a ser executada, de modo que as articulações possam ser mantidas na posição neutra, evitando curvatura de punho, antebraço, entre outros.

Pode ser optado por ferramentas com empunhadura curva, que evitam a torção do punho, como no caso de ferramentas com punho reto.

Segundo Lugli (2015), “as ferramentas manuais não devem exceder 2 kg. Quando houver necessidade de usar ferramentas mais pesadas, elas devem ficar suspensas por contrapesos ou molas”.

A manutenção das ferramentas ajuda a reduzir a carga de trabalho, como no caso de lâminas de corte sem fio, o que exige mais força para executar a atividade.

Para Motamedzade (2007 apud Garcia et al. 2012):

O uso extensivo de ferramentas manuais apresenta relação direta no aparecimento de lesões e distúrbios musculoesqueléticos, principalmente dos membros superiores, sendo que a má concepção dessas ferramentas é um dos fatores que podem resultar em acidentes, distúrbios e traumas cumulativos.

Jordan (1998), explica que além de funcional e eficiente, os produtos também deveriam proporcionar satisfação, experiências agradáveis a seus usuários, tornando-os fáceis de usar.

Pavani (2007) explica que o uso de ferramentas manuais ergonômicas pode reduzir os riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, os impactos negativos como reduções da produtividade, custos, absenteísmo médico, melhorar a qualidade de vida do trabalhador, e evitar indenizações.

Para Kuijt-Evers et al. (2004, p. 453), quando uma ferramenta provoca desconforto como músculos doloridos e pressão sobre a mão, não se pode continuar a tarefa. Seria preciso pausas frequentes, principalmente se a tarefa é realizada em alta velocidade. Assim, o desconforto pode causar diminuição da produtividade.

7 METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre os fatores que influenciam na atenção e conforto do trabalhador no posto de trabalho, envolvendo a atividade de manutenção.

Pesquisou-se na revisão da literatura os seguintes descritores: Ergonomia, Homem-Máquina, Saúde do Trabalhador, Segurança do Trabalho, Ambiente de Trabalho, Condições de Trabalho.

Foram apresentados os fatores que prejudicam e de qual forma podem ser alterados e evitados para melhorar a condição do ambiente de trabalho e facilitar a atividade, propositivos para a promoção de maior segurança e melhorando o desempenho.

Além de referências clássicas da literatura sobre o assunto, buscou-se artigos científicos em bases de dados que abordassem a funcionalidade do ligamento e a reabilitação física.

8 DISCUSSÃO

A atividade de manutenção seja ela de equipamentos mecânicos, hidráulicos, eletrônicos, elétricos, térmicos, entre outros, exige atenção e concentração do profissional.

Nas diversas modalidades de manutenção, a postura do profissional pode ser em pé, sentado ou deitado, como no caso de acesso a máquinas e automóveis.

Na diversidade da atividade, ela pode ser executada no local onde houver a necessidade de manutenção ou em bancadas preparadas para o serviço.

Em análise às diversas influências que o ambiente influencia sobre no desempenho do trabalhador, pode ser citado como principal, a altura da mesa ou bancada. Esta deve ser de modo que a postura e a força a ser aplicada ou inspeção a ser realizada sejam coerentes. No caso de aplicação de força para baixo, deixar 300 mm abaixo da altura do cotovelo, e no caso de inspeção e precisão, 50 mm acima, descontando a altura do equipamento (IIDA, 2003).

Outro fator importante na inspeção e manuseio do equipamento na manutenção é a iluminação. A iluminação influencia em muito na qualidade da inspeção a ser realizada e na fadiga do trabalhador, sendo fundamental que haja iluminação localizada, de preferência com a incidência da luz natural no ambiente.

As cores das máquinas, paredes e piso precisam ser suaves e claras como o verde, o azul, ou cinza, ou até mesmo o branco (IIDA, 2003). Desta forma reduz a fadiga visual. Deixar cores fortes como o vermelho, para peças móveis que apresentam algum risco a saúde. A aplicação das cores está padronizado na NBR 7195, indicando o local que cada uma pode ser aplicada, como o amarelo indicando “cuidado”, o laranja “perigo”, o verde “segurança”, e também quais as cores das indicações com as cores de fundo, criando maior contraste para destacar a visibilidade.

Os fatores térmicos agem sobre o ambiente de tal forma que quando estão acima dos valores estabelecidos como agradável, gera um desconforto e reduz a capacidade de concentração do trabalhador. Desta forma, em casos onde a manutenção é minuciosa, pode reduzir a qualidade do serviço, ficando a deriva de montagens apressadas sem que haja o devido cuidado.

O ruído é um fator que influencia também na concentração e desatenção do trabalhador. Paralelo ao ruído pode ser citado a conversa entre funcionários, que

atraem a atenção dos demais trabalhadores quando há interesse sobre o assunto. O desvio da atenção pode ser um fator de risco em atividades de responsabilidade quando há aplicação de força e contato com eletricidade ou pressão atmosférica alta.

A postura é alvo de tantos estudos ergonômicos, e tem influência direta sobre o rendimento do trabalhador. Ela é resultado dos locais de acesso e dos postos de trabalho, que podem ser mais bem planejadas e adequadas ao profissional, evitando fadiga e aumentando o tempo de exposição.

O ambiente de trabalho pode ser melhorado ainda na fase de projeto evitando paredes e pisos brilhantes, que podem proporcionar ofuscamento e cansaço dos olhos. Mobiliário com cantos arredondados, locais de fácil limpeza com cores agradáveis deixam a sensação de tranquilidade. Esta sensação submete calma e tranquilidade ao trabalhador, melhorando seu desempenho e satisfação.

Galpões e ambientes de trabalho podem ser construídos de tal forma que se obtenha luz natural sem a incidência da luz direta do sol, satisfazendo em conjunto a sensação de liberdade ao trabalhador, possibilitando o contato com o ambiente externo fora da empresa. Galpões em *shed* são uma boa opção. São galpões onde a cobertura é montada como se houvessem degraus, proporcionando ventilação e iluminação. Essa vista para fora do ambiente fica direcionada para o sul, justamente para evitar o contato direto com os raios solares, reduzindo o ofuscamento e o excesso de temperatura (CBCA, 2014). São melhorias e adaptações que precisam ser planejadas antes da construção.

Os fatores que influenciam na Ergonomia do ambiente proporcionam conforto e satisfação do trabalhador, melhorando seu desempenho e atenção, preservando-o de possíveis descuidos e incidentes na atividade.

As ferramentas de trabalho precisam estar organizadas, limpas e a disposição para cada atividade em específico. O uso da ferramenta adequada reduz a probabilidade de acidente de trabalho, principalmente em serviços com grande esforço físico.

Com a evolução da tecnologia e estudos ergonômicos, o mercado disponibiliza uma gama de ferramentas manuais, elétricas, hidráulicas e pneumáticas, facilitando o serviço pesado, antes praticado com o auxílio de alavancas e em conjunto com mais trabalhadores quando da necessidade de grande força.

Muitas ferramentas são anatômicas, possibilitando maior aplicação de força com o aumento da superfície de contato entre a mão ou pé com a ferramenta.

Sempre que possível, utilizar a força da gravidade para exercer força a ferramenta. Aumentando a aplicação e reduzindo o esforço físico.

Com a experiência adquirida, o trabalhador começa a executar a atividade com menor esforço e de maneira mais rápida, pois passa a conhecer os limites e a necessidade da força para execução da tarefa (FILHO, 2010).

Deixar a bancada livre para execução do serviço, ficando ao alcance apenas ferramentas e objetos que tem maior utilidade, evitando o deslocamento frequente e repentino dos ombros e giro do tronco. Preparar o apoio para os pés quando da posição em pé por longo período, com tapetes preparados para amortecer o contato, reduz a tensão sobre as articulações das pernas, ficando um local mais agradável e menos cansativo.

9 CONCLUSÃO

Muitos são os fatores ambientais que podem auxiliar ou prejudicar o desenvolvimento da atividade de manutenção, seja mecânica, elétrica, hidráulica, eletrônica, entre outras. Toda atividade de manutenção precisa ser cautelosa e feita com atenção.

Os fatores do ambiente de trabalho podem e devem proporcionar satisfação ao trabalhador, e isto inclui desde as ferramentas adequadas para cada serviço, altura de bancadas, posicionamento, até a iluminação, cores das paredes, piso, brilho, iluminação localizada, geral, temperatura, ruído até a limpeza.

A satisfação está associada a qualidade do serviço, segurança e desempenho. São os três itens que em conjunto transmitem confiabilidade ao cliente e saúde ao trabalhador através da qualidade de vida no trabalho.

O assunto abordado possibilita juntar convergência entre a engenharia de segurança do trabalho e a engenharia de produção, ampliando a visão da atividade. Todos os fatores abordados fazem o trabalhador refletir se sua atividade naquela empresa realmente está trazendo retorno satisfatório para ele ou não. Para a mesma atividade o trabalho em um local pode ser cansativo, mas em outro com ambiente planejado, com outras condicionantes às quais o trabalhador está exposto, não. Melhores condições ergonômicas tornam o trabalho mais propício para execução do trabalho com maior desempenho e vontade por parte do trabalhador.

Com a crescente demanda de profissionais da área técnica no setor de manutenção, a tendência é de que seja prioritária a criação de locais agradáveis para reter talentos na empresa, proporcionando além de crescimento profissional, um ambiente prazeroso, seguro, limpo e organizado, refletindo na imagem, confiabilidade e profissionalismo da empresa.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO MÉDICA BRASILEIRA. Departamento de Oftalmologia. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.cbo.com.br/novo/publico_geral/noticias/2663>. Acesso em: 10 jun. 2015.

CBCA, Centro Brasileiro da Construção em Aço. **Apostila Dimensionamento de Estruturas em Aço – Parte 1**. Material didático. Rio de Janeiro, 2014.

FALZON, Pierre. **Ergonomia**. Título original: Ergonomie. Publicado pela Presses Universitaires de France, 2004. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 2009.

FILHO, João Gomes. **Ergonomia do Objeto**. 2ª Edição. Escrituras Editora, São Paulo, 2010.

GARCIA, Lucas José et al. **Usabilidade Aplicada a Ferramentas Manuais: Requisitos de Produto para Faca Utilizada em Desconche de Mexilhões**. II Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para Inovação. Florianópolis, 2012. Disponível em: <http://juliomontex.com.br/wp-content/uploads/2013/04/IDEMi_2012_Artigo_Mexilhoes.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2015.

GUÉRIN, F. et al, **Compreendendo o Trabalho para Transformá-lo: a Prática da Ergonomia**. 6ª reimpressão - 2012. Tradução Giliane M.J. Ingratta, Marcos Maffei. Título original: *Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie*. Editora Edgard Blücher, 2001.

IIDA, Itiro. **Ergonomia Projeto e Produção**. 9ª reimpressão - 2003. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, SP, 1990.

JORDAN, P.W. **An Introduction to Usability**. London: Taylor & Francis, 1998.

KUIJT-EVERS, L. F. M. et al. **Identifying factors of comfort in using hand tools**. *Applied Ergonomics*, v. 35, n. 5, 2004.

LUGLI, Djair. **Ergonomia**. Apostila Colégio Rio Branco, Curso Técnico em Segurança do Trabalho. 2010.

MARQUES, Amanda et al. **A Ergonomia como um fator determinante no bom andamento da produção: um estudo de caso**. Revista Anagrama: Revista Científica Interdisciplinar da Graduação, São Paulo, Ano 4 – Edição 1, Setembro - Novembro de 2010. Disponível em <http://www.usp.br/anagrama/Marques_Ergonomia>. Acesso em 06 jun. 2015.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 17 - Ergonomia**. Disponível em: < <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>>. Acesso em: 11 maio. 2015.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www3.mte.gov.br/seg_sau/pub_cne_manual_nr17>. Acesso em: 10 jun. 2015.

NISHIDA, Silvia M. **Apostila do Curso de Fisiologia**, UNESP, Botucatu, 2012. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/Neuro/08.sentido_visao>. Acesso em: 09 maio. 2015.

NISHIDA, Silvia M. **Apostila do Curso de Fisiologia - Ciclo de Neurofisiologia**, UNESP, Botucatu, 2013. Disponível em: <<http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/Neuro/04.sinapse.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento Humano para Espaços Interiores**. Editora Gustavo Gili, 2002. 2ª Reimpressão. Título original: Human dimension & interior space. Tradução Anita Regina Di Marco. Barcelona, 2005.

PAVANI, R. A. **Pesquisa ergonômico aplicando o método *Occupational Repetitive Actions (OCRA)*: Uma contribuição para a gestão da saúde no trabalho**. Dissertação (Mestrado em Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente)- Centro Universitário SENAC, Campus Santo Amaro, São Paulo, 2007. Disponível em: < <http://www.fisioterapia.com/public/files/artigo/ocra.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2015.