

AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO FÍSICO EM TRABALHADORES DE UMA FUNDIÇÃO ATRAVÉS DA VARIAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

BRUNA ANGELA ANTONELLI (UTFPR)
PROF. DR. ANTONIO AUGUSTO DE PAULA XAVIER (UTFPR)
PROF. DR. TARCÍSIO F. ALVES DA SILVA (FADEP)
PROF. BELMAR RAMOS JUNIOR (FADEP)
LARISSA CRISTINE SKITTBERG (FADEP)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção / Universidade Tecnológica Federal
do Paraná
Campus Ponta Grossa - PR
E-mail: bruna_antonelli@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A relação entre o homem e o trabalho foi marcada a partir da revolução industrial, ocorrida entre 1760-1830. Nesse período, um conjunto de descobertas tecnológicas causou um impacto no trabalho humano e no processo produtivo em nível econômico e social. Isso induziu a uma reestruturação neste processo com crescente substituição do trabalho humano por tecnologias, modificando as características do trabalho e repercutindo profundamente na vida das pessoas (Deliberato, 2002; Dejours,1992).

A necessidade de respostas científicas referente à saúde no trabalho gerou uma busca para o desenvolvimento de teorias, conceitos e métodos no ambiente laboral. Preocupados com as condições árduas dos ambientes de trabalho em minas de carvão, fundições e outras situações insalubres os pesquisadores começaram estudar a fisiologia do trabalho e o gasto energético, na tentativa de transferir para o território prático, os conhecimentos de fisiologia gerados em laboratórios (Wunsch, 2004; Lida, 2005).

No Brasil, podem ser observados muitos trabalhadores envolvidos em atividades cujos processos produtivos são ainda rudimentares, com grau mínimo de tecnologia. A existência de trabalhos pesados, com alto consumo de energia e sobrecarga física é frequentemente encontrada (WUNSCH, 2004). Um exemplo de atividade pesada citada por Granjean (1998) são as indústrias de fundição, caracterizadas por posturas predominantemente estáticas de coluna vertebral e braços decorrentes do carregamento e manuseio excessivo de peso.

Em um trabalho físico pesado, conforme Lida (2005) e Garrett & Kirkendall (2003), a necessidade de contrações muscular é intensa devido as próprias características desse tipo de atividade. O corpo humano diante dessa situação passa por diversas adaptações que afetam os órgãos, tecidos e líquidos corporais, pois o músculo esquelético produz grandes quantidades de ácido láctico o que gera um aumento da acidez intra e extracelular. Isso provoca um desequilíbrio nos sistemas de controle biológico do corpo, acarretando uma série de desafios ao sistema de controle do organismo.

Segundo McArdle & Katch, (2003), o batimento cardíaco pode ser um sinalizador, através do qual se pode avaliar o estresse corporal, como também pode ser usado como demonstrativo de desgaste fisiológico de trabalho. Em estudos ergonômicos medem-se os índices fisiológicos com o objetivo de determinar o limite da atividade física que um indivíduo pode exercer (Alves et al, 2000). O gasto energético de uma atividade, conforme Garrett & Kirkendall (2002), pode ser entendido como a taxa de produção de energia do corpo. Já a carga de trabalho, é entendida como uma medida quantitativa ou qualitativa do nível de atividade motora, fisiológica e mental necessária para a realização de um trabalho.

Diante desse contexto, o presente estudo pretendeu avaliar do ponto de vista ergonômico as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, analisando a possível sobrecarga osteomuscular dos segmentos corporais de acordo com as atividades laborais, observando o

comportamento da frequência cardíaca a fim de identificar a atividade de maior e menor desgaste físico durante o trabalho.

O estudo é justificado, pois as indústrias de fundições apresentam-se com características de esforço físico braçal, levantamento e movimentação de cargas excessivas em altas temperaturas (Iida, 2005; Pontes, 2005). Dessa forma, o esforço físico do indivíduo é intenso, a capacidade para o trabalho bem como a saúde e bem estar do trabalhador pode estar comprometida. Este cenário pode ter efeitos metabólicos importantes nas alterações na composição dos líquidos corporais, podendo contribuir no desenvolvimento de processos patológicos pelo estresse ocasionado decorrente da atividade (Garret & Kirkendall, 2002).

Dessa forma ao realizar a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e avaliar a carga física do trabalho através da verificação da frequência cardíaca é possível estabelecer estratégias evidenciando a existência de problemas, que podem interferir diretamente no desempenho humano produtivo, uma vez que esta relação é fundamental para o êxito no ambiente de trabalho (Kahil, 2003).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em novembro de 2009 em uma fundição do estado do Paraná, constituída por 25 trabalhadores. A pesquisa foi realizada a partir de uma amostra probabilística intencional, com a seleção de 16 indivíduos do sexo masculino, com faixa etária indeterminada, atuantes no setor de fundição.

Foram incluídos no estudo os colaboradores com no mínimo um ano ininterrupto de atividade no setor da fundição e que aceitaram participar da pesquisa após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Já os colaboradores que faziam uso de medicação contínua e apresentaram diagnóstico médico de cardiopatia foram excluídos da amostra. Para a realização do estudo foram utilizados os seguintes materiais: Monitores de frequência cardíaca da marca Polar® modelo S625 e S810; Câmera digital da marca Sony®; Balança digital da marca Britânia® e Fita métrica.

Para a obtenção da frequência cardíaca em repouso foi chamado individualmente cada trabalhador, ressaltando-se que os mesmos foram orientados a não fumar nas três horas antecedentes ao teste e nem realizar exercícios físicos vigorosos. O horário da verificação ocorreu 1 hora antes de iniciar as atividades de trabalho. Para monitorar a frequência cardíaca durante o trabalho foi necessário inserir no frequencímetro as características individuais do sujeito (data de nascimento, altura (cm), massa corporal (kg), sexo. Após inserir os dados, foi colocada a cinta com o transmissor no tórax, abaixo dos músculos peitorais, seguindo as orientações de utilização.

Os dados do repouso foram coletados no ambulatório da empresa, onde só se encontrava o indivíduo e o avaliador. Orientou-se para que os avaliados se posicionassem em decúbito dorsal sobre a maca mantendo os membros superiores ao lado do corpo, e, que evitassem fazer movimentos. Ao ligar o transmissor era detectada a frequência cardíaca exibida em batimentos por minutos (bpm) e analisada pelo software *Polar Precision Performance SW*, que gera em forma de gráfico a variação da frequência cardíaca. Para a realização na análise ergonômica do trabalho foi utilizado uma câmera digital onde foi registrado através de filmagem o colaborador em situação de trabalho.

Os resultados foram transferidos para o computador por um equipamento próprio (“interface”) para análise em “software” desenvolvido pelo fabricante. Paralelamente foi feito um estudo de tempos pelo método de tempos contínuos, com o objetivo de analisar a carga de trabalho de acordo com a atividade.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo foi desenvolvido com 16 colaboradores do sexo masculino que atuam nas seguintes atividades: Moldagem manual e pneumática, Auxiliar de produção, Desmoldagem e Polimento. Foram avaliados 64% dos trabalhadores envolvidos no processo de fundição, onde 50% se apresentaram acima do peso ideal de acordo com o Índice de Massa Corporal (IMC).

A importância do IMC, segundo Matsudo *et al* (2000), deve-se ao fato que valores acima da normalidade estão relacionados com incremento da mortalidade, por doenças cardiovasculares e diabetes, enquanto que índices abaixo desses valores, com aumento da mortalidade por câncer, doenças respiratórias e infecciosas. Além deste aumento da mortalidade, Fiatarone (1990), cita também a maior prevalência em idosos obesos de osteoartrite do joelho, apnéia do sono, hipertensão, intolerância à glicose, diabetes, acidente vascular cerebral, baixa auto-estima, intolerância ao exercício, alteração da mobilidade e níveis elevados de dependência funcional.

Em relação a faixa etária, pode ser observado que os dois setores que apresentaram menor média foram a moldagem manual e desmoldagem, com 37,5 e 32 anos respectivamente. Os setores de moldagem pneumática, auxiliar de produção e polimento apresentaram faixa etária acima de 40 anos.

Segundo Hall (2005), a idade é um fator importante que interfere na força muscular de um indivíduo. Grandjean (1998) descreve que homens com idade entre 25 e 35 anos, possuem o ponto máximo de força muscular e se encontram no auge de suas capacidades laborativas, dessa forma deve-se conduzir esses funcionários para atividades que exigem maior esforço muscular. Acima dos 40 anos o trabalhador sofre um déficit progressivo da sua capacidade muscular, devido à diminuição das fibras musculares e unidades motoras, as mesmas responsáveis pela força total de um músculo, esse déficit é de aproximadamente 30% da força muscular total (Hall 2005).

Todas as atividades observadas nesta fundição se identificam por necessitar de força muscular intensa principalmente de coluna lombar, porém o setor de polimento apresenta-se com posturas mais estáticas de membros superiores, com menor carregamento de peso, o que pode justificar a presença de colaboradores com faixa etária maior.

Deve-se enfatizar que as posturas que os colaboradores assumem durante as atividades, são decorrentes do posto de trabalho apresentar características e dimensões que desfavorecem o desempenho humano com o aparecimento de patologias ou fadigas osteomusculares.

Considera-se que nas atividades analisadas, ocorre também alta exigência ergonômica de coluna lombo sacra, aliados às demandas físicas no trabalho, como posturas inadequadas, levantamento manual de peso e repetitividade desses movimentos. Ainda, ressalta-se que além esforço físico encontrado nas atividades, o ambiente de fundição apresenta alguns valores da temperatura de solidificação de metais como no caso o ferro com temperatura de 1535 °C, esse valor pode ser elevado dependendo do volume de produção. Isso interfere sensivelmente na temperatura do ambiente de trabalho, podendo oferecer danos à saúde do trabalhador, devido aumento da fadiga devido a exposição ao calor exigida pela atividade (Smith, 1996).

O trabalho físico pesado realizado em condições com temperatura elevada pode provocar segundo Lida (2002), dois tipos de demanda fisiológica. Primeiramente a musculatura exige maior irrigação sanguínea que pode alcançar até 25L/min, por outro lado, a circulação sanguínea deve fluir para superfície da pele para eliminar o calor a um fluxo de 10L/min. Diante dessa situação o sistema cardiovascular é extremamente exigido, devido principalmente sua capacidade de bombear o sangue ser de aproximadamente 25L/min. O trabalho pesado observado em indústrias de fundição, conforme o mesmo autor gera calor adicional durante os processos metabólicos, pois o organismo recebe uma carga adicional de calor por convecção e

radiação, onde a eficiência do trabalho é reduzida em até 41% se realizado em temperaturas com 28 °C.

Em estudos ergonômicos medem-se os índices fisiológicos com o objetivo de determinar o limite da atividade física que um indivíduo pode exercer (Alves et al, 2000). O limite de carga máxima no trabalho pode ser calculado com base na frequência cardíaca média do trabalho (FCMT) ou pela carga cardiovascular (CCV). A carga física de trabalho classificada de acordo com a metodologia proposta por Apud, 1997 conforme a tabela 1.

Tabela 1: Classificação das atividades de trabalho

Frequência cardíaca média	Classificação do trabalho
Inferior a 75 bpm	Muito leve
Entre 76 e 100 bpm	Medianamente pesado
Entre 101 e 125 bpm	Pesado
Entre 126 e 150 bpm	Extremamente pesado

Fonte: Apud E. (1997)

O limite de aumento da frequência cardíaca durante o trabalho, aceitável para uma “performance” contínua, é de 35 e 30 batimentos por minuto (bpm), no homem e na mulher, respectivamente. Isso significa que o limite é atingido quando a frequência cardíaca média do trabalhador estiver 35 bpm acima da frequência cardíaca média de repouso (FCR) (Fiedler, 1998).

Na tabela 2 são apresentados os valores médios encontrados no presente estudo referentes as frequências cardíacas de repouso (FCR), em trabalho (FCT), FC máx (FCM), carga cardiovascular (CCV) e a classificação do trabalho durante a jornada de trabalho.

Tabela 2 - FCR (frequência cardíaca de repouso); FCMáx (frequência cardíaca máxima); FCMT (Frequência Cardíaca Média no Trabalho); CCV (carga cardiovascular) e classificação do trabalho.

Atividades	Total de trabalhadores	Trabalhadores avaliados	FC repouso (bpm)	FC Máx (bpm)	FCMT (bpm)	CCV %	Classificação do trabalho
Moldagem manual	6	4	67,5	182,5	110,25	61 %	Pesado
Desmoldagem	6	5	71	188	119,5	64 %	Pesado
Moldagem pneumática	1	1	62,4	179,2	102	57 %	Pesado
Auxiliar de produção	4	2	56	178	125	70 %	Pesado
Polimento	8	4	65	176,5	95	54 %	Medianamente leve

Fonte: Pesquisador

Segundo Fronchetti (2006), os valores de FC em repouso são comumente utilizados como referência de condição funcional do organismo, influenciando inclusive na determinação de faixas de intensidade de exercício, em geral, baixos valores de FC repouso refletem uma boa condição funcional, enquanto que altos valores estariam aparentemente relacionados com

distúrbios fisiológicos e predisposição para a ocorrência de doenças cardiovasculares. As atividades segundo a classificação de trabalho de Apud (2007), apresentaram-se em sua maioria como pesadas, exceto o setor de Polimento que se classificou como medianamente leve.

Mediante as atividades analisadas observou-se que os indivíduos desempenham as atividades acima do limite ideal, ou seja, a carga cardiovascular corresponde à percentagem da frequência cardíaca do trabalho, em relação à frequência cardíaca máxima utilizável, na qual não deve ultrapassar 40% da frequência cardíaca do trabalho (Fiedler, 1998).

As atividades analisadas excedem a capacidade vascular, ou seja, o valor ideal da FC para indivíduo exercer suas atividades, sem exceder sua capacidade física. O corpo humano diante dessa situação passa por diversas adaptações que afetam os órgãos, tecidos e líquidos corporais. O nível de estresse ocasionado pelo trabalho pesado aumenta a intensidade das repostas de sudorese e de circulação que visam a dissipação do calor, onde indivíduo perde uma grande quantidade de líquidos do corpo.

Afirma Clark (1994) que, durante o exercício intenso, os músculos podem gerar 20 vezes mais calor do que quando o indivíduo está em repouso. Entre 75% e 80% da energia produzida pelo organismo é convertida em calor, e apenas 20 a 25% é utilizada pelos músculos para produzir energia mecânica para realizar o trabalho (Garret & Kirkendall, 2003; Powers & Howley, 2006). Essa realidade leva a alterações importantes no ambiente interno, não sendo facilmente possível superar tais modificações, com conseqüentes distúrbios severos no ambiente interno o que acarreta fadiga e em determinada instância interrupção da atividade.

Conforme Bridger (1995), o trabalho que exige grande demanda física, geralmente é realizado em locais onde temperaturas e umidade são elevadas, sendo assim, o gasto de energia é superior a 5 calorias por minuto, e os batimentos cardíacos ultrapassam 100/125 bpm, nestes casos é necessária a introdução de intervalos de pausa para descanso. Com o trabalho leve e moderado, o lactato e a frequência cardíaca atingem um novo nível estável, não havendo fadiga rápida, porém no trabalho pesado, a FC atinge sua máxima em curto tempo e, precisa-se interromper o trabalho (Powers & Howley, 2006).

Na empresa estudada, os colaboradores possuem uma hora para almoço e 10 minutos de intervalo durante o período tarde. Para Barnes (1977), sendo oficialmente permitido ou não, o operário deverá descansar em boa parte de seu turno de trabalho e, relata que, em atividades árduas, os homens descansavam de 5 a 25% do tempo de trabalho. Já se sabe que inúmeros fatores atingem o montante de tarefas executadas pelo indivíduo diariamente e, em conseqüência disso, a fadiga ocasionada.

As condições de trabalho, somando-se aos equipamentos apropriados, farão com que o operário execute um certo número de atividades por dia, levando-se em conta sua habilidade e destreza. Desta forma, o cansaço resultante do nível de atividades dependerá de fatores tais como: horas trabalhadas no dia e na semana, os descansos, sua duração e localização, condições ambientais e as formas de execução do trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as condições sob as quais foram realizados o estudo, e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que na amostra de trabalhadores e atividades desenvolvidas no setor de fundição, a região com maior carga osteomuscular é a coluna lombar e membros superiores devido as posturas estáticas e repetição dos movimentos. O transporte de carga excede as capacidades e limitações humanas, havendo a necessidade de mudanças do projeto desse sistema de produção, definindo o limite máximo para movimentação manual de cargas. Assim poderá aumentar a capacidade produtiva e evitar perda no processo gerada por problemas ergonômicos.

Mediante os valores da frequência cardíaca atingida pelos colaboradores avaliados, em todas as atividades esse valor excede a capacidade vascular, ou, o valor ideal da frequência

cardíaca para indivíduo exercer suas atividades, sem exceder sua capacidade física. Dessa forma considera-se a necessidade de distribuição de pausas estipulada pela própria empresa, em concordância com a atividade realizada. A organização do trabalho é um ponto importante que não deve ser negligenciado em qualquer avaliação de uma atividade. A organização contém pontos relevantes, e repercute de forma direta nos trabalhadores e na própria produção. Isso pode ser observado na atividade de auxiliar de produção onde possui um colaborador para desempenhar a atividade, apresentando o maior valor de capacidade cardiovascular (70%).

Sugere-se também um programa de treinamento para os trabalhadores, com sugestões por eles apresentadas, pois durante o estudo percebeu-se um grande interesse por parte dos trabalhadores, de realização de algum tipo de treinamento, sobretudo no que diz respeito à movimentação de cargas pesadas, as quais são as principais causas de dores e queixas.

Em relação aos dados antropométricos, idade, altura, peso e índice de massa corporal dos indivíduos avaliados, conclui-se que há sobrepeso em 50% dos colaboradores estudados, fator este que influencia o rendimento, a condição cardiorrespiratória e o estado físico, dessa forma, sugere-se avaliação e/ou orientação nutricional na dieta alimentar destes trabalhadores, os quais realizam atividades físicas intensas, nas quais a reposição energética tem um papel muito importante. Esta reposição não só deve dar-se nas refeições realizadas dentro da empresa, como também realizadas fora desta.

Outro fator relevante é acompanhamento médico neste tipo de atividade, pois os aspectos de saúde fazem parte importante de um bom desempenho. Por fim, ressalta-se a necessidade de intervenções ergonômicas na busca do entendimento do ambiente laboral e suas formas de interação com o homem, a fim de alcançar uma adequada harmonia destes aspectos, pois se torna fundamental na melhoria da qualidade de vida do trabalhador.

As duas ferramentas utilizadas neste estudo, Análise Ergonômica do Trabalho e análise da frequência cardíaca ofereceram dados suficientes para buscar meios na prevenção da fadiga e no estabelecimento de limites de carga de trabalho, onde são fatores importantes na prevenção de patologias osteomusculares vinculadas com o trabalho.

A ergonomia é essencialmente uma atividade interdisciplinar, que deve ser realizada por uma equipe de profissionais de diferentes áreas, pois é impossível que um profissional seja capaz de solucionar, de forma ergonômica, uma situação, por isto é importante que exista um trabalho em equipe, integrando as diferentes áreas do conhecimento, numa finalidade comum, que é a melhoria das condições de trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. U.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. **Avaliação do perfil e condições de trabalho de operários na atividade de propagação de *Eucalyptus* spp. em viveiros.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 1., 2000, Belo Horizonte. Anais, Belo Horizonte: 2000. p.135-140.

APUD, E. **Guide-lines on ergonomics study in forestry.** Genebra: ILO, 1989. 241 p.

APUD, E. **Temas de ergonomia aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra en cosecha florestal.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 1997, Vitória. Anais Vitória: SIF/DEF, 1997. p.46-60.

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 635 p.

BRIDGER, R.S. **Introduction to ergonomics: cognitive ergonomics problem solving and decision making.** Nova York: McGraw-Hill, 1995. 576 p.

CARVALHO, G. M. de. **Enfermagem do trabalho.** São Paulo: EPU, 2000.

COUTO, H. **Ergonomia aplicada ao trabalho.** Belo Horizonte: Ergo, 2001.

CLARK, K. Nutritional guidance to soccer players for training and competition. **Journal of Sports Science**. 12:S43-S50, 1994.

FIEDLER, C.N; VENTUROLI, F. **Avaliação da Carga Física de Trabalho exigida em atividades de fabricação de móveis no Distrito Federal**. CERNE, V.8, N.2, p.117-122, 2002.

FIEDLER, N. C. **Análise de posturas e esforços despendidos em operações de colheita florestal no litoral norte do Estado da Bahia**. 1998. 103 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FRONCHETTI, L; NAKAMURA, F; AGUIAR, C; *et al.* **Indicadores de regulação autonômica cardíaca em repouso e durante exercício progressivo: Aplicação do limiar de variabilidade da frequência cardíaca**. *Rev. Port. Cien. Desp.*, jan. 2006, vol.6, no.1, p.21-28. ISSN 1645-0523.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia – Adaptando o Trabalho ao Homem**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 1998.

GARRETT, E.W; KIRKENDALL. **A ciência do exercício e dos esportes**. Artmed, Porto Alegre, 2003.

HALL. S. J. **Biomecânica Básica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo, Edgard Blucher, 2005.

McARDLE, W. D. KATCH, F. I. KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício**. 5ª Ed. Rio de Janeiro:Guanabara, 2003.

POWERS, S. K. HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício**. 5ª Ed. São Paulo: Manole, 2006.

SMITH. W. F. **Princípios de Ciência e Engenharia dos Metais**. Portugal: McGraw-Hill, 1996.

WUNSCH, V.F. **Perfil Epidemiológico dos Trabalhadores**. *Rev. Bras. Med. Trab.*, Belo Horizonte. Vol. 2, No 2, p. 103-117, abr-jun: 2004.

Autor principal: Bruna Angela Antonelli
Rua Brasília, 156, apto 601
Telefone: 46-32247157/ 3225-6096
Email: bruna_antonelli@yahoo.com.br