



AValiação BIOMECÂNICA DO USO DA ESCADA EXTENSÍVEL POR TRABALHADORES DOS SETORES ELÉTRICO E DE TELECOMUNICAÇÕES

**Virgílio Gaudereto PAVEL¹, Stanley SCHETTINO², Luciano José MINETTE³,
Ronaldo Nunes RIBEIRO⁴**

¹ Engenheiro Eletricista, Universidade Federal de Juiz de Fora, virgilio.pavel@iguarani.com.br

² Engenheiro de Segurança do Trabalho, Universidade Federal de Viçosa, stanley.schettino@oi.com.br

³ Professor Adjunto, Universidade Federal de Viçosa, minette@ufv.br

⁴ Engenheiro Agrimensor, Universidade Federal de Viçosa, engronaldonr@gmail.com

Resumo - Este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação biomecânica dos trabalhadores dos setores elétrico e de telecomunicações durante o uso da escada extensível. Os dados foram coletados na cidade de Viçosa, Estado de Minas Gerais, tendo sido amostrados 12 trabalhadores dos 2 setores. Para a avaliação biomecânica foi utilizado o Modelo Biomecânico Tridimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (3DSSPPTM), da Universidade de Michigan. Os resultados mostraram que o ambiente de trabalho estudado proporcionava riscos de lesões musculoesqueléticas e de acidentes aos trabalhadores. A análise biomecânica indicou que parte da atividade estudada ultrapassou a carga-limite recomendada gerando forças de compressão excessivas sobre o disco L₅-S₁ da coluna vertebral, além de sobrecarregar as articulações do punho, ombro, coxofemorais e joelhos, favorecendo o surgimento de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, causadas por posturas forçadas e, ou, inadequadas ou ferimentos por quedas.

Palavras-chave: Ergonomia, Saúde do trabalhador; Doenças ocupacionais

Área do Conhecimento: Engenharia Elétrica.

INTRODUÇÃO

O uso de escada do tipo extensiva de fibra de vidro faz parte da rotina diária dos trabalhadores que realizam intervenções nos postes das áreas urbana e rural, para o desenvolvimento de atividades relacionadas aos setores elétrico e de telecomunicações. Essas intervenções podem ocorrer tanto nas linhas de média e baixa tensão elétrica, como também no cabeamento de dados e de telefonia. Esse tipo de escada é comumente utilizada por técnicos de dados para manutenção na faixa destinada ao compartilhamento de infraestrutura com as empresas detentoras. A escolha da escada a ser utilizada deve obedecer às normas da companhia que tem a concessão de distribuição e comercialização de energia elétrica do município e ser apropriada ao trabalho. Em razão da altura dos postes, as escadas para uso de telefonia e dados chegam a 6 metros de extensão, enquanto as utilizadas para manutenção da energia elétrica em postes podem ser desde 7,2 até 10 metros.

Segundo dados da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), o Brasil terminou junho de 2015 com 24,9 milhões de acessos a banda larga. Para fornecimento desse acesso, a fibra óptica é um dos meios mais utilizados para disponibilizar maiores velocidades, devido a sua grande capacidade de transmissão de dados e

custo reduzido. É fato que hoje nas cidades são inúmeros os cabos na faixa destinada às prestadoras de serviços, cedido pela detentora para o compartilhamento de infraestrutura nos postes. Essa superlotação é um problema para as concessionárias de energia que administram seu uso, já que a grande maioria desses cabos é irregular. Em consequência, os postes sobrecarregados de cabos dificultam as tarefas dos trabalhadores, o que aliado à falta de treinamento os expõe a maior probabilidade de riscos de lesão no trabalho com o uso das escadas extensíveis.

Esses dados são preocupantes sobre a ótica da segurança do trabalho. O Ministério da Previdência Social, em seu Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho de 2013, informa que empresas de CNAE 42.21-9, que executam obras para geração e distribuição de energia elétrica e para telecomunicações, foram responsáveis por 5.945 acidentes em 2013 (0,83% de todos os acidentes de trabalho registrados no País neste ano), inclusive acidentes típicos, de trajeto e doenças do trabalho, o que demonstra a importância em abordar-se o tema em estudo.

As atividades que requerem o manuseio das escadas extensíveis podem apresentar alguns de problemas ergonômicos, tais como elevada carga de trabalho físico, alta exigência de forças,

posturas forçadas, falta de pausas e repetitividade dos movimentos.

De acordo com (KISNER e COLBY, 1998), dependendo da maneira como as atividades são executadas, os trabalhadores, muitas vezes, levantam e transportam cargas com pesos acima dos limites toleráveis, além de realizarem essa movimentação de modo incorreto e de forma contínua comprometendo a integridade do sistema musculoesquelético, podendo levar a um desgaste de todas as articulações envolvidas. Ainda, segundo os autores, quando o trabalhador adota uma postura forçada por períodos prolongados, existe risco eminente de uma sobrecarga mecânica, que pode desencadear quadros algícos e desequilíbrios de força, colocando em risco, desta forma, a integridade física e psíquica do trabalhador.

Neste contexto, surge a biomecânica ocupacional que, de acordo com IIDA (2005), tem como objetivo analisar as interações associadas ao ser humano e o trabalho, bem como as possíveis consequências que implicam, a partir dos movimentos do sistema musculoesquelético, estudando as posturas e as forças aplicadas. Por sua vez, os limites que um indivíduo pode exercer durante uma atividade física podem ser determinados através da medida dos índices fisiológicos, bem como se torna possível definir, de acordo com a capacidade física do trabalhador, a duração da jornada de trabalho e das pausas, assim como a frequência delas.

A análise biomecânica do ser humano é feita com os objetivos de minimizar ou, mesmo, eliminar os problemas causados pela má postura ou pela aplicação excessiva de forças, evitar desperdício energético, obter maior eficiência e determinar a força máxima suportável, entre outros (ALVES, 2004).

Diante disso, este estudo objetivou realizar a avaliação biomecânica do trabalho durante o manuseio de escadas extensíveis por trabalhadores dos setores de telecomunicações e elétrico, visando identificar se os mesmos estão expostos a riscos de desenvolvimento de doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho.

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no Município de Viçosa, situado na região da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil, localizado entre as Serras da Mantiqueira, do Caparaó e da Piedade. O local tem altitude de 649 metros e caracteriza-se por estar no meio de um vale montanhoso e com relevo predominantemente acidentado. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima

predominante na região é Cwa - clima subtropical úmido, ou seja, possui verões úmidos devido a massas tropicais instáveis e invernos predominantemente secos. Tem como coordenadas geográficas o paralelo de 20°45'14'', latitude S, e o meridiano de 42°52'54'', longitude W.

A amostra abrangeu 12 trabalhadores, todos do sexo masculino, correspondendo a 80% da população dos técnicos que trabalham com a escada em duas empresas que atuam na região de Viçosa. Uma empresa é do ramo elétrico e outra de telecomunicações. A idade média de 28,1 anos, peso médio de 72,8 Kg e estatura média de 1,79 m, consistindo em um grupo homogêneo de exposição.

De acordo com FUNDACENTRO (2001), em sua Norma de Higiene Ocupacional Nº 1, o grupo homogêneo de exposição é definido como sendo "um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de parte do grupo seja representativo da exposição de todos os trabalhadores que compõem o mesmo grupo".

Os trabalhadores foram informados sobre os objetivos e a metodologia do trabalho, tendo assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido estando, portanto, em conformidade com a Resolução nº 196/1996 da Comissão de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde.

A atividade pode ser dividida em 3 etapas representadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das atividades analisadas

Atividade	Caracterização da atividade
Levantamento da escada desde o chão até o veículo ou retirada da escada do veículo e disposição no chão	Recolhe a escada, pesando 27 kg, posicionada no chão, e a levanta para ser acoplada no suporte do veículo, a 1,70 m de altura, com as duas mãos. Ao contrário, após a escada ser retirada do suporte do veículo, é depositada no chão
Condução da escada desde o veículo até o poste ou desde o poste ao até o veículo	Carregamento da escada junto ao corpo na altura dos ombros, em distâncias que variam de 2 a 6 metros.
Colocação ou retirada da escada no suporte do veículo	Imediatamente antes do apoio ou logo após a retirada da escada no suporte veicular

A escada extensiva de fibra utilizada nas análises pesa 27,0 Kg com extensão de 4,20

fechada e 7,20 m aberta com degraus cilíndricos em alumínio. Ela é utilizada para trabalho em altura para instalação, manutenção e vistoria das redes elétrica e de telecomunicações, durante a realização dos trabalhos nos postes.

De forma a verificar o percentual de tempo que os trabalhadores permaneciam em cada fase da atividade, a coleta dos dados de tempos e movimentos foi efetuada pelo método de cronometragem de tempo contínuo. Esse método caracteriza-se pela medição do tempo sem detenção do cronômetro, isto é, de forma contínua (SIMÕES e SILVA, 2010).

A avaliação biomecânica foi feita através de análise tridimensional das várias fotos, em vários ângulos, retiradas no momento da execução das atividades com a câmera fotográfica Nikon Coolpix P500. Através das imagens foi possível analisar os ângulos formados pelas articulações em todo o corpo e a força de compressão no disco entre as vértebras Lombar 5 e Sacral 1 (L_5-S_1) da coluna vertebral. Uma vez escolhidas as etapas que caracterizam o movimento de manusear a escada, definidos os ângulos e as características antropométricas de altura e peso da população em estudo, foi inserido no programa computacional de Modelo Biomecânico Tridimensional de Predição de Posturas e Forças Estáticas (3DSSPPTM) versão 6.0.6, desenvolvido pela Universidade de Michigan, dos Estados Unidos (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2011).

A análise do software forneceu a carga limite recomendada, que corresponde ao peso que ao menos 99% dos homens conseguem manusear. A carga limite recomendada induz a uma força de compressão de 3.426 N sobre o disco L_5-S_1 da coluna vertebral que pode ser tolerada pela maioria dos trabalhadores em boas condições de saúde sem a possibilidade de surgimento de lesão a coluna vertebral (UNIVERSITY OF MICHIGAN, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As posturas típicas da atividade analisada encontram-se na Figura 1.

Para cada fase do ciclo da atividade analisada, apresentadas na Tabela 2, são mostradas as forças aplicadas nas no disco situado entre as vértebras L_5-S_1 da coluna vertebral. Na Tabela 3 são apresentados os percentuais de trabalhadores capazes de realizar suas atividades sem risco de lesões em cada uma das articulações analisadas.

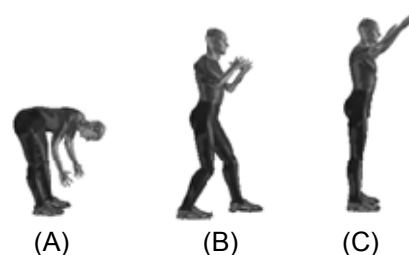


Figura 1 – Etapas da atividade de manuseio das escadas extensíveis, sendo (A) levantamento ou disposição da escada no chão; (B) condução da escada; e (C) colocação ou retirada da escada no veículo.

Tabela 2 - Resultado da avaliação biomecânica para as atividades de manuseio da escada extensível por trabalhadores dos setores elétrico e de telecomunicações, em atividade típica do dia-a-dia de trabalho, considerando o risco de lesão na coluna vertebral

Fases	Tempo na Postura (%)	Força de compressão no disco L_5-S_1 (N)	Condição de suportar a carga
Pegar ou deixar escada no chão	20 %	3.837	CRL
Condução da escada ao até o veículo ou até ao poste	60%	2.356	SRL
Colocação ou retirada da escada no suporte	20%	2.430	SRL

SRL: postura sem risco de lesão nas articulações da coluna vertebral; CRL: postura com risco de lesão.

A sobrecarga postural e o trabalho estático podem gerar fadiga muscular, transtornos musculoesqueléticos, compressão de estruturas nervosas e até mesmo o agravamento de lesões prévias nos tecidos moles (músculos e ligamentos) dos membros inferiores (COUTO, 1995).

A atividade de pegar/deixar a escada executada em 20% do período da atividade analisada ultrapassou ao limite máximo de carga estabelecido pelo programa, da ordem de 3.426 N. Com 3.837 N de força de compressão no disco situado entre as vértebras L_5-S_1 indicando o risco de lesão nas articulações da coluna vertebral. Estes valores decorrem das características intrínsecas das atividades, exigindo posturas com o tronco inclinado e os braços esticados, gerando forças de compressão excessivas sobre o disco L_5-S_1 (CHAFFIN et al. 2001).

Tabela 3 - Resultado da avaliação biomecânica para as atividades de manuseio da escada extensível por trabalhadores dos setores elétrico e de telecomunicações, em atividade típica do dia-a-dia de trabalho, considerando o percentual de capazes para cada articulação avaliada

Fases	Articulação	Percentual de capazes nas articulações (%)
Pegar ou deixar escada no chão	Punho	96
	Cotovelo	100
	Ombros	100
	Tronco	72
	Coxofemorais	73
	Joelhos	67
	Tornozelos	80
Condução da escada ao até o veículo ou até ao poste	Punho	41
	Cotovelo	100
	Ombros	84
	Tronco	93
	Coxofemorais	56
	Joelhos	91
	Tornozelos	99
Colocação ou retirada da escada no suporte	Punho	57
	Cotovelo	100
	Ombros	34
	Tronco	90
	Coxofemorais	95
	Joelhos	96
	Tornozelos	89

Sobre o ponto de vista do impacto nas articulações, na primeira fase da atividade, os resultados demonstraram que os trabalhadores podem sofrer algum tipo de lesão nas articulações do tronco, coxofemorais, dos joelhos e tornozelos, sendo tal possibilidade da ordem de 18%, 17%, 33% e 20%, respectivamente.

Nas outras fases de condução até o veículo e colocação no suporte, nas análises de compressão do disco entre as vértebras L₅-S₁, não foram identificados esforços excessivos, tendo sido encontrados os valores de 2.356 N e 2.430 N, respectivamente.

Na fase de condução da escada até o veículo ou deste até o poste, foi verificado que 59% dos trabalhadores podem vir a sofrer alguma lesão nos punhos e 44% dos indivíduos podem vir a contrair alguma lesão no coxofemorais. No caso observado, a distância foi de 3 metros, mas essa situação se agrava, caso a distância percorrida aumente, já que as articulações do quadril e dos punhos trabalharão sobre pressão.

Na colocação da escada no suporte foi observado que, o fato da escada estar a uma altura superior aos ombros, cerca de 66% dos indivíduos podem adquirir alguma lesão nestas articulações, e 43% apresentam riscos de lesão nos punhos. Em todas as situações de esforço estático ou isométrico, a consequência primária

chama-se fadiga muscular, em que ocorre dor nos segmentos afetados, devido ao acúmulo de ácido láctico. Segundo RIVAS (1998), a fadiga pode acarretar também o aparecimento de tremores, que contribuem para a ocorrência de erros na execução das atividades e, consequentemente, a predisposição a acidentes de trabalho.

De acordo com SILVA et al. (2008), o levantamento de cargas, comum em todas essas fases, pode causar sérios danos as articulações dos membros inferiores dos trabalhadores, visto que o peso levantado pode sobrecarregar as articulações do quadril, joelho e tornozelos, provocando desgaste articular, tendinites, lesão do menisco e ruptura dos ligamentos.

Para a realização das atividades estudadas, a boa postura é fundamental para evitar sobrecargas biomecânicas. Porém, face as características intrínsecas das atividades analisadas, não tem sido possível a obtenção de um bom posicionamento durante a realização das mesmas, o que leva importantes alterações biomecânicas que são prejudiciais para o organismo dos trabalhadores.

Para realizar um movimento, as articulações devem ser conservadas, tanto quanto possível, na sua posição neutra, sendo necessária uma reeducação postural. Nessa posição, os músculos e ligamentos que se estendem entre as articulações são tensionados o mínimo. Além disso, os músculos são capazes de liberar a força máxima, quando as articulações estão na posição neutra (DUL e WEERDMEESTER, 1995).

CONCLUSÃO

Nas condições em que este estudo foi conduzido, pode-se concluir que:

- A atividade avaliada proporciona risco iminente de lesões musculoesqueléticas ao pegar ou deixar a escada no chão.
- A posição usual para se fazer a retirada ou recolocar a escada no chão está em desacordo com o preconizado pela ergonomia que indica os joelhos flexionados, de forma que a força estabelecida para o levantamento da carga se distribua na região da coxofemorais, que possuem estrutura para suportar a força necessária.
- Nesta fase, a mais crítica da atividade, além do esforço no disco entre as vértebras L₅-S₁ da coluna vertebral, também se sobrecarrega os joelhos e quadril, podendo vir a causar lesões nas articulações e músculos.
- O carregamento da escada por longas distancias, na segunda fase da atividade analisada, não é indicado já que sobrecarrega

as articulações coxofemorais e induz o surgimento de lesões musculoesqueléticas nessas articulações.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. U. Análise ergonômica da produção de mudas de eucalipto em viveiro, no Vale do Rio Doce, MG. 2004. 100 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- CHAFFIN, D.B.; ANDERSSON, G.B.J.; MARTIN, B.J. Biomecânica ocupacional. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2001. 579 p.
- COUTO, H. A. Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995, v. 1. 353 p.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. Ergonomia prática. São Paulo: E. Blucher, 1995. 148 p.
- FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO. Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. NHO-01. São Paulo, 2001. 40 p. (Normas de Higiene Ocupacional).
- IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2.ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2005. 614p.
- KISNER, C., COLBY, L.A. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. São Paulo: Manole, 5 ed., 2009. 972 p.
- RIVAS, R.R. Algunos critérios ergonômicos sobre la fadiga e el descanso. Salud Ocupacional, p. 16-22, 1998.
- SILVA, E.P.; SOUZA, A.P.; MINETTE, L.J.; BAETA, F.C.; VIEIRA, H.A.N.F. Avaliação biomecânica do trabalho de extração manual de madeira em áreas acidentadas. Sci. For., Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 231-235. 2008.
- SIMÕES, D.; SILVA, M.R. Análise técnica e econômica das etapas de produção de mudas de eucalipto. Revista Cerne, 16: 359-366. 2010.
- UNIVERSITY OF MICHIGAN. 3D Static strenght prediction program: version 6.0.6 – user's manual. Michigan, Universidade de Michigan, Centro de Ergonomia, 2014. 120 p.
- WATERS, T. R.; ANDERSON, V. P.; GARG, A. et al. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics, v. 36, n. 7, p. 749-776, 1993.