

17.

Diagnose ergonômica de arneses utilizados em roçadeiras motorizadas: parâmetros para o design de acessórios confortáveis

Ergonomic diagnosis of harnesses used in gasoline brush cutters: parameters for the design of comfortable accessories

Daniel Ferrari
UNESP / CEETEPS
daniel.ferrari@etec.sp.gov.br

Gabriel Bonfim
UNESP
gh_cb@hotmail.com

Luis Paschoarelli
UNESP
paschoarelli@faac.unesp.br

João Santos
UNESP
guarneti@feb.unesp.br

Equipamentos manuais motorizados estão cada vez mais presentes em tarefas do cotidiano. Projetos pouco focados em atributos ergonômicos somados a utilização incorreta dessas ferramentas podem levar usuários a aquisição de distúrbios musculoesqueléticos. O presente estudo realizou uma análise sobre incidências de prováveis desconfortos causados por arneses de sustentação em atividades com roçadeiras laterais motorizadas. Através de uma pesquisa em campo, 10 usuários em potencial realizaram a atividade de roçagem experimentando 5 diferentes arneses de sustentação, sendo um deles projetado com atributos ergonômicos. Os resultados demonstram que o cinto provido de qualidades ergonômicas apresentou menores queixas de desconforto durante a atividade.

Palavras-chave arnês, roçadeira lateral motorizada, conforto, ergodesign.

Motorized manual equipment is increasingly present in everyday tasks. Projects that are not focused on ergonomic attributes plus the misuse of those tools can lead to musculoskeletal disorders. The present study carried out an analysis of the incidence of discomfort caused by harnesses in activities with gasoline brush cutters. Through a field survey, 10 potential users performed the mowing activity by experimenting 5 different harnesses, one of them was designed with ergonomic attributes. The results showed that the harness with ergonomic qualities presented lower complaints of discomfort during the activity.

Keywords harness, Gasoline Brush Cutters, Comfort, Ergodesign.

1. Introdução

O desenvolvimento tecnológico, a economia globalizada somada ao consumo exacerbado tem proporcionado considerável aumento na aquisição de equipamentos manuais motorizados, o que viabiliza diversas atividades profissionais e amadoras.

Por outro lado, problemas que compreendem a falta de ergonomia e usabilidade nesses produtos são cada vez mais frequentes, haja visto o considerável número de estudos científicos que tem relacionado a atividade laboral com equipamentos manuais.

As roçadeiras laterais motorizadas, equipamentos utilizados em diversas áreas que dependem de manutenção agrícola, paisagística ou florestal, estão entre os equipamentos que mais tem reivindicado estudos de ordem ergonômica.

É com base nesta conjuntura que a presente pesquisa busca, através de um experimento em campo, investigar níveis de satisfação relacionados ao conforto ou desconforto de arneses de sustentação utilizados em roçadeiras laterais.

2. Revisão de literatura

2.1. Postura e distúrbios musculoesqueléticos envolvendo arneses e similares

Estudos que tratam de experimentos que relatam conclusões sobre conforto ou usabilidade de arneses projetados para roçadeiras laterais motorizadas são desconhecidos até o momento. Dessa forma, pesquisas sobre experimentos com produtos e sistemas análogos foram necessários para que fosse possível obter alguns parâmetros.

Alguns experimentos realizados sobre tensões na coluna vertebral e lombar ocasionadas pela utilização de mochilas de uso militar foram evidenciados por Knapik et al., (2004); Lafiandra et al., (2004a); Lafiandra et al., (2004b); Quesada et al., (2000) e Holewun & Lotens, (1992). Dentre os pontos a serem considerados está a forma com que os arneses de sustentação são projetados. Southard & Mirka (2007), avaliaram propostas de melhorias em arneses de mochilas utilizadas por funcionários da NASA, onde suas atividades eram realizadas em posturas não neutras. Os resultados possibilitaram que propusessem algumas recomendações como: manter o centro da massa da mochila junto ao corpo bem como equilibra-la, além de buscar direcionar as forças verticais para arneses ou hastes projetadas lateralmente de modo a transferir as cargas para a pélvis. Concluíram que ao transferir mais carga da mochila diretamente para a bacia as forças musculares necessárias para suportar a carga são reduzidas.

Holewun & Lotens (1992) também observaram que um “cinto de anca” diminui a atividade muscular na cintura escapular, uma vez que a pélvis é menos sensível à pressão de contato do que os ombros. Além disso, estes autores verificaram que um sistema de suspensão mais rígida melhora o controle da carga, pois o sistema move-se em resposta ao movimento do torso do indivíduo, que transfere mais carga vertical para os quadris.

Em um estudo realizado por Golriz et al., (2014), que avaliou a postura corporal com o uso de mochilas universitárias, concluiu que o esforço percebido medido no pescoço, ombro, parte superior e extremidade inferior das costas, diminuíram com o uso de um cinto de quadril. Certificou-se também que a pressão das alças foi reduzida nas regiões do ombro e na parte superior das costas. Em um experimento com roçadeiras costais motorizadas Bo & Shusen (2017) relataram que a pressão das alças sobre os ombros do operador é constante. Concluíram que o aumento na área de contato nesta região pode diminuir a pressão do equipamento sobre os ombros. Sendo assim, os autores propõem que estes elementos devam possuir entre 5,5 a 6,9 centímetros de largura. Em um estudo que relacionou postura e conforto no uso de mochilas escolares Ramadan & Al-shayea (2013) constataram que, apesar de efeitos com mochilas pesadas utilizadas a longo prazo ainda serem desconhecidos, seu peso excessivo pode causar pressão sobre os nervos da nuca, podendo assim levar a espasmos musculares. Neste mesmo estudo os autores desenvolveram um novo modelo de mochila, provido de material estofado na região dos ombros e que, ao mesmo tempo, proporcionava em seu design compartimentos, tanto na região costal como na frontal, movimentando o centro gravitacional do acessório para próximo do corpo. Os resultados apontaram que os participantes do experimento se demonstraram mais satisfeitos com o novo design, além de apresentarem diminuição do esforço nos músculos reto abdominal, musculo eretor espinhal e redução dos custos cardíacos, se comparados aos sujeitos que realizaram o experimento com uma mochila escolar convencional.

2.3. Conforto

Segundo a norma ISO 9241-11 (ISO, 1998) o conforto é definido pela presença de atitudes positivas que o usuário sente quando usa um produto e o quão é aceitável em relação ao desejo de atingir os seus objetivos.

Segundo Van Der Linden, Guimarães & Tabasnik (2005) apud (Beretta, 2015), o conforto é um conceito subjetivo, dependendo em grande parte da percepção do indivíduo que está experimentando a situação, não existindo uma definição universalmente aceita. Smith, Andrews & Wawrow (2006) relatam que o conforto é uma construção subjetiva sendo complexa de se interpretar, medir e definir, devido a sua natureza psico-fisiológica.

Soltinho (2006) classifica o conforto em quatro aspectos:

- Conforto térmico, atributo que tem como função proteger o indivíduo do frio ou calor e, simultaneamente, permitir a transferência de umidade.
- Conforto psicológico, alcançado através de fatores estéticos, sociais e culturais.
- Conforto sensorial, causado pelo contato mecânico e térmico entre o tecido e a pele.
- Conforto ergonômico, ligado essencialmente a geometria do vestuário (cortes, costuras, forma de modelagem e tabelas antropométricas).

O mesmo autor salienta que o conforto sensorial é o resultado da quantidade de tensões de contato geradas no tecido e da forma como se distribuem na pele. Este contato pode ser estático ou dinâmico. Afirma também que o atrito entre os fios usados e o peso do vestuário causa perdas de energia mecânica e este mesmo atrito, em certas condições, pode irritar a pele, podendo provocar sensações negativas descritas na forma de adjetivos como: picante, arranhante e pegajoso.

3. Objetivos

A área objeto de estudo é o sítio São Félix, situado no distrito de Piau, Estrada RN 03, km 10, muEste estudo teve como objetivo investigar níveis de dor/desconforto, através da aplicação do diagrama de Corlett & Manenica (1980), bem como averiguar níveis subjetivos de conforto, por meio de questionário específico, no pós uso de cinco diferentes arneses de sustentação de roçadeiras laterais motorizadas.

4. Materiais e procedimentos metodológicos

4.1. Materiais

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE (CAAE: 44196815.8.0000.5663).
- Diagrama de desconforto postural (Corlett & Manenica, 1980).
- Questionário estruturado específico sobre conforto de arneses de sustentação.
- 01 Roçadeira lateral motorizada, motor 2 tempos, 1,7 Kw. Equipada com fios de nylon pesando 9Kg.
- 05 modelos distintos de arneses de sustentação, sendo o último (modelo "E") projetado com atributos ergonômicos. (Figura 1)



Figura 1. Modelos de arneses analisados.

4.2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa respeitou a todos os procedimentos éticos que envolvem investigações com seres humanos, onde todos participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O experimento ocorreu em campo na cidade de Batatais-SP (Latitude 20°52'43.6"S, Longitude 47°35'02.2"W) em uma área coberta por braquiárias, vegetação gramínea largamente utilizada em pastagens.

Participaram da pesquisa 10 usuários em potencial, todos do sexo masculino, com idades variando entre 18 e 47 anos (MÉDIA= 30,3; DP= 8,59), pesos entre 49 a 97Kg (MÉDIA= 74,9; DP= 13,12) e estaturas entre 1,67 e 1,83m (MÉDIA= 1,72; DP= 0,05).

Foram utilizados como critérios de exclusão: pessoas que se autodeclarassem com algum tipo de incapacidade motora nas regiões dos membros superiores e inferiores, quaisquer tipos de dificuldades de locomoção ou qualquer forma de distúrbio musculoesquelético crônico ou agudo, este último por um período inferior a 1 ano.

Os participantes foram convidados a utilizarem cinco diferentes tipos de arneses de sustentação numa atividade de roçagem com auxílio de uma roçadeira lateral motorizada. Um dos arneses averiguados (modelo "E") trazia em sua embalagem frases explicitando algumas "vantagens" ergonômicas implícitas em seu design, dentre elas o cinto de quadril.

Para garantir a correta vestimenta do acessório, bem como os demais equipamentos de segurança, um pesquisador orientou todo o procedimento.

Cada usuário foi convidado a realizar a atividade de roçagem com um dos arneses, por exatos 6 minutos e, após o uso, o participante respondia ao diagrama de desconforto postural de Corlett & Manenica (1980) e, em seguida, ao questionário específico sobre conforto. Cada questionário continha 5 questões específicas envolvendo a experiência no uso, tomando como foco o conforto de cada elemento que compunha cada cinto (alças, elementos de fixação etc) e uma questão relacionada a "sensação de segurança durante o uso". As cinco primeiras questões possuíam respostas categóricas e a última caracterizava-se aberta, de maneira a permitir que cada participante pudesse inserir suas impressões positivas ou negativas sobre o produto.

Após realização da atividade o usuário era convidado a experimentar outro cinto, e assim sucessivamente até o término da experiência com todos os modelos disponíveis. A escolha da ordem de experimentação dos arneses, bem como a das perguntas, ocorreram de maneira aleatória.

4. Resultados e discussão

4.1. Diagrama de desconforto postural

De maneira geral houveram pequenas frequências de apontamentos de dor/desconforto localizados essencialmente nos membros superiores estes, elencados como pouco graves. Entretanto deve-se considerar o curto espaço de tempo de exposição e principalmente as pausas após cada experimentação, estas com duração de aproximadamente 9 minutos (tempo médio para respostas dos questionários e vestimenta do próximo acessório). Sendo assim, considerando que a duração do combustível do equipamento prolonga-se por aproximadamente 40 minutos, é provável que haja uma relativa potencialização das dores ou desconfortos, caso um usuário, em atividade laboral, opte por prosseguir com a operação sem a realização de pausas.

Com exceção do cinto "D" (Figura 2), que se configurou no modelo gerador do maior número de registros de dor/desconforto e o acessório "E" (Figura 6) que se apresentou com o menor número de registros de queixas, os outros acessórios em análise produziram apontamentos relativamente semelhantes.

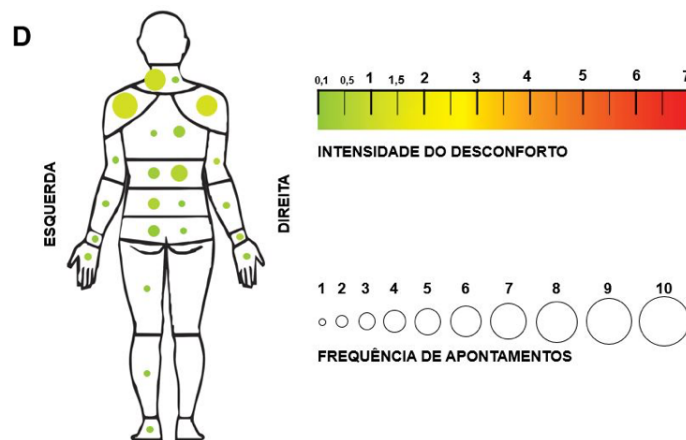


Figura 2. Diagrama de Desconforto Postural de Corlett & Manenica (1980). Usuários do cinto modelo "D". Média de intensidade de desconforto e frequência de apontamentos.

Ainda que o acessório "D" apresente suas alças com largura relativamente adequada (aproximadamente 7 cm) as características do material que compõem este elemento (revestimento em plástico vinil PVC com estofado de espuma em poliuretano expandido 8mm) não proporcionou o devido conforto nas regiões dos ombros e pescoço, onde foram constatados maiores números de registros (nível 1,5).

Nota-se também importante concentração de apontamentos (nível 1 a 1,5) na região lombar (Figura 2), se confrontados com os diagramas dos demais acessórios analisados (Figura 3, 4, 5 e 6). Neste caso, é possível deduzir que, a ausência de conforto proporcionado pelas alças dos ombros, acarretou na transferência do desconforto para regiões inferiores.

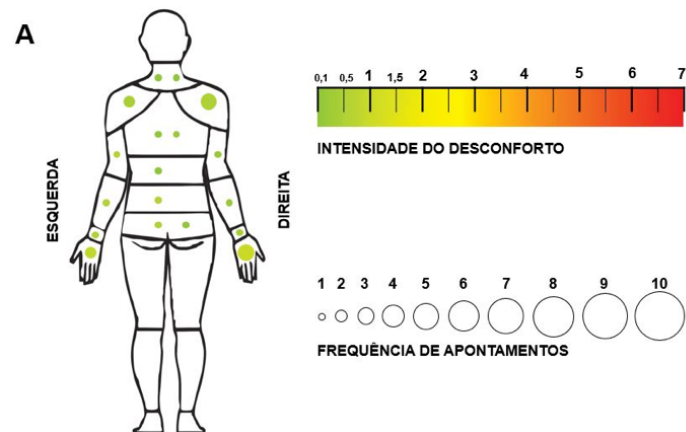


Figura 3. Diagrama de Desconforto Postural de Corlett & Manenica (1980). Usuários do cinto modelo "A". Média de intensidade de desconforto e frequência de apontamentos.

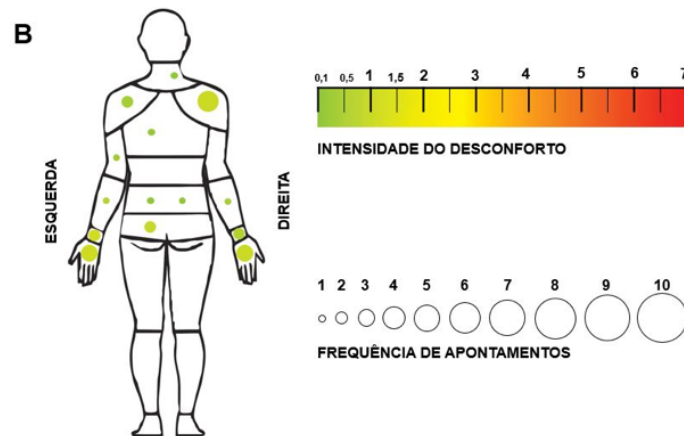


Figura 4. Diagrama de Desconforto Postural de Corlett & Manenica (1980). Usuários do cinto modelo "B". Média de intensidade de desconforto e frequência de apontamentos.

Alguns apontamentos de dor/desconforto (nível 1,5) recorrentes nas regiões das mãos e punhos, principalmente as localizadas no lado direito, onde está situado o gatilho acelerador (Figuras 3, 4 e 5) podem estar vinculadas ao aumento da tensão e da força de preensão palmar despendida por cada utilizador, fato este que pode sofrer variações, pois depende do nível de confiança de cada participante durante o manuseio.

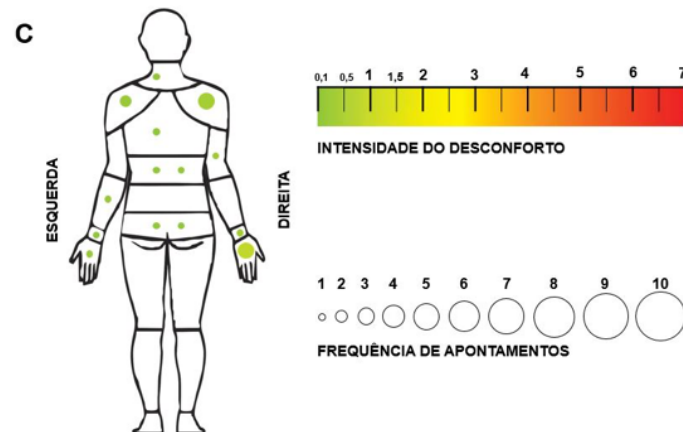


Figura 5. Diagrama de Desconforto Postural de Corlett & Manenica (1980). Usuários do cinto modelo "B". Média de intensidade de desconforto e frequência de apontamentos.

Enfim, o cinto modelo "E" (Figura 6), apesar de possuir o maior peso dentre os demais (aproximadamente 1,5 Kg), caracterizou-se no acessório que trouxe menor número de registros de dor/desconforto.

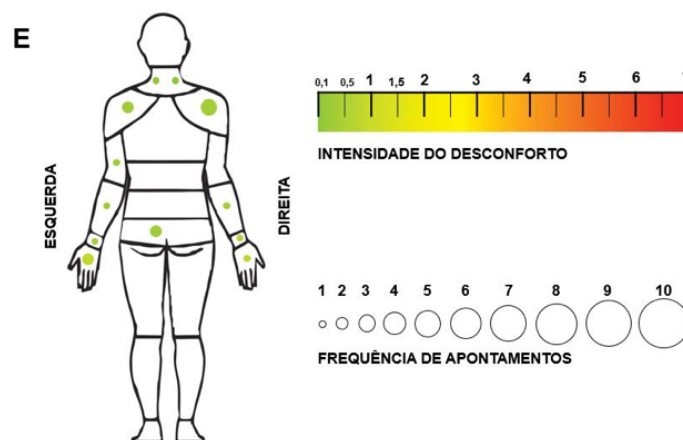


Figura 6. Diagrama de Desconforto Postural de Corlett & Manenica (1980). Usuários do cinto modelo "E". Média de intensidade de desconforto e frequência de apontamentos.

As formas geométricas de suas alças (revestimento em poliéster 550g e estofamento com espuma térmica *ethafoam*® 10mm) provavelmente modelou-se adequadamente ao corpo da maioria dos participantes. Em especial, na região lombar, onde houve a inobservância de apontamentos, pode-se atribuir tal constatação à existência do cinto de quadril, item disponibilizado apenas neste modelo. Esta ausência de desconforto corrobora com conclusões propostas por Southard & Mirka (2007) e Holewun & Lotens (1992), que relataram sobre a eficiência dos arneses de quadris em operações semelhantes.

4.2. Questionário estruturado sobre conforto durante o uso

As respostas dos questionários entraram em consonância com os resultados apresentados nos diagramas supracitados, pois apontaram maior número de concordância com os itens de conforto do acessório modelo “E” (Gráficos 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

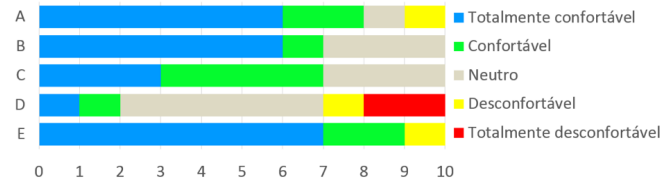


Gráfico 1. Síntese das respostas referente à questão: “Sobre o material que constitui as alças que se acomodam nos ombros e em outras partes do corpo”.

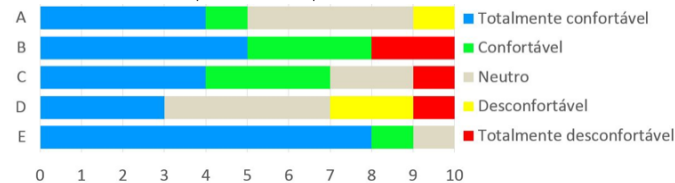


Gráfico 2. Síntese das respostas referente à questão: “Sobre o material que constitui o pad, localizado entre a perna direita e a haste do equipamento”.

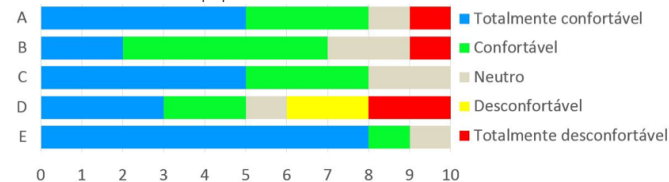


Gráfico 3. Síntese das respostas referente à questão: “Sobre os materiais que constituem os elementos de fixação das alças”.

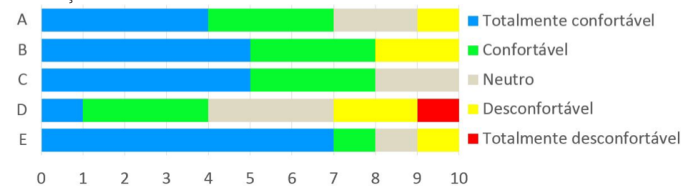


Gráfico 4. Síntese das respostas referente à questão: “Sua avaliação geral sobre o produto”.

Em contrapartida, um maior número de respostas de usuários que concordaram com o desconforto de alguns itens foram atribuídas ao produto modelo “D”.

A penúltima questão indagou sobre a segurança que o acessório pode trazer ao sujeito durante o uso da roçadeira (Gráfico 5). Novamente o cinto modelo “E” obteve o maior número de respostas que admitem que este acessório possa proporcionar maior sensação de segurança no momento do uso efetivo. Uma explicação plausível para tal constatação pode estar relacionada a área de contato com o corpo onde, um cinto “seguro”, segundo julgamento do experimentador, possa ser aquele em que mais se ajuste ao corpo. Neste caso, o cinto modelo “E”, por ser o único a trazer um cinto de quadril em seu design, também pode proporcionar maior contato em relação aos demais modelos estudados.

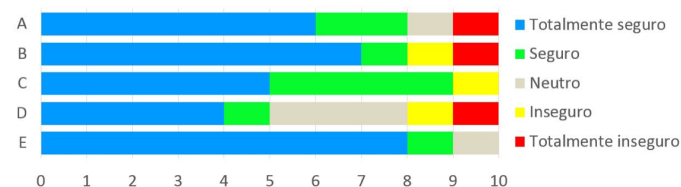


Gráfico 5. Síntese das respostas referente à questão: “Você se sentiu seguro ao utilizar este cinto?”.

A questão final (Gráfico 6) trouxe informações que também entraram em consonância com os resultados dos diagramas.

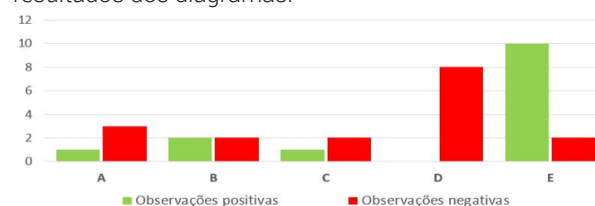


Gráfico 6. Síntese das observações positivas e negativas quanto ao conforto na experiência no uso de arneses de sustentação de roçadeiras laterais motorizadas.

A maioria das observações positivas atribuídas ao acessório modelo “E” referiam-se a boa espessura do estofamento, a largura correta das alças, a maior superfície de contato e ao conforto do cinto de quadril. Quanto ao cinto modelo “D”, as observações de cunho negativo foram imputadas principalmente ao incômodo causado pelos elementos metálicos de fixação das alças e a pouca espessura no acolchoamento das mesmas.

5. Conclusões

A pesquisa propôs-se a investigar incidências de dor/desconforto em arneses de sustentação utilizados na atividade com roçadeiras laterais motorizadas, através da aplicação de 2 tipos de protocolos. Foi possível inferir que a validade do questionário específico, realizado especialmente para esta classe de acessórios, deve ser plenamente considerada, pois os resultados nele encontrados entram em plena consonância com o diagrama de Corlett & Manenica (1980), protocolo já reconhecido e frequentemente utilizado por cientistas do ramo da ergonomia.

O cinto modelo “E”, projetado sob parâmetros ergonômicos, apontou ser o modelo mais confortável dentre os demais. Tal constatação demonstra a importância de se considerar atributos ergonômicos no design de arneses de sustentação de roçadeiras laterais motorizadas, pois não só podem trazer diferenças positivas em relação a satisfação dos usuários, mas também oferecer efetivas melhorias no conforto durante o uso do equipamento.

É provável afirmar que a ampliação de áreas estofadas onde hajam maiores concentrações de cargas (alças e cinto), desde que respeitados os padrões anatômicos, podem trazer resultados positivos no sentido de reduzir o desconforto na operação. Por outro lado, o uso de elementos rígidos, como por exemplo, metais, em contato direto com o corpo podem trazer algum desconforto.

A aplicação de materiais mais leves também deve ser considerada no projeto dessa classe de produtos, pois um aumento de peso no acessório, pode contribuir para uma sobrecarga física a quem os utiliza. Em suma, o experimento constatou sobre a importância de se obter um feedback de informações durante fases iniciais no design de arneses de sustentação de roçadeiras. Pois tratam-se de valiosas referências de projeto estas, sendo consideradas sob ótica da ergonomia, podem trazer redução do desconforto e consequentemente auxiliar na melhoria da postura dos utilizadores.

Referências bibliográficas

- BERETTA, E. M. (2015). *Obtenção e aplicação de microcápsulas de eicosano em espumas de poliuretano visando o conforto térmico em assentos para cadeiras de rodas*. Tese de doutoramento, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- BO, L & SHUSEN, L. (2017). *Research on Security of Improved Design of Knapsack Brush Cutter*. International Journal of Simulation Systems, Science & Technology, 17(36), 1-5. Retrieved 22 June, 2017, from <http://ijssst.info/Vol-17/No-1/paper36.pdf>
- CORLETT, E. N., & MANENICA, I. (1980). *The effects and measurement of working postures*. Applied ergonomics, 11(1), 7-16.
- GOLRIZ, S.; HEBERT, J. J.; FOREMAN, K. B., & WALKER, B. F. (2015). *The effect of hip belt use and load placement in a backpack on postural stability and perceived exertion: a within-subjects trial*. Ergonomics, 58(1), 140-147.
- HOLEWUN, M., & LOTENS, W. A. (1992). *The influence of backpack design on physical performance*. Ergonomics, 35(2), 149-157.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION (1988). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)*. Part 11: Guidance on usability. (ISO 9241-11)
- KNAPIK, J. J.; REYNOLDS, K. L., & HARMAN, E. (2004). *Soldier load carriage: historical, physiological, biomechanical, and medical aspects*. Military medicine, 169(1), 45.
- LAFIANDRA, M., & HARMAN, E. (2004a). *The distribution of forces between the upper and lower back during load carriage*. Medicine and science in sports and exercise, 36(3), 460-467.
- LAFIANDRA, M.; HARMAN, E., & LYNCH, S. (2004b). *The effect of walking grade and backpack mass on the forces exerted on the hips and shoulders by the backpack*. United States Army Research Institute of Environmental Medicine, Natick, MA.
- VAN DER LINDEN, J. D. S.; GUIMARÃES, L. D. M., & TABASNIK, R. (2005). *Conforto e Desconforto: São construtos opostos*. In Anais do Congresso Internacional de Pesquisa em Design (Vol. 3).
- QUESADA, P. M.; MENGELKOCH, L. J.; HALE, R. C., & SIMON, S. R. (2000). *Biomechanical and metabolic effects of varying backpack loading on simulated marching*. Ergonomics, 43(3), 293-309.
- RAMADAN, M. Z., & AL-SHAYEA, A. M. (2013). *A modified backpack design for male school children*. International Journal of Industrial Ergonomics, 43(5), 462-471.
- SOUTHARD, S. A., & MIRKA, G. A. (2007). *An evaluation of backpack harness systems in non-neutral torso postures*. Applied ergonomics, 38(5), 541-547.
- SMITH, D. R.; ANDREWS, D. M., & WAWROW, P. T. (2006). *Development and evaluation of the automotive seating discomfort questionnaire (ASDQ)*. International Journal of Industrial Ergonomics, 36(2), 141-149.
- SOUTINHO, H. F. C. (2006) *Design funcional de vestuário interior*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga – Portugal, 2006.