



Distribuição dos comandos de operação em tratores agrícolas nacionais com até 55 kW de potência

Gustavo H. Nietiedt¹, Rodrigo L. Ribas¹, José F. Schlosser²,
Ulisses G. Frantz¹, André Luis Casali¹ & Daniel Uhry¹

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, comparar a localização dos comandos de operação em quatro tratores agrícolas novos, na faixa de 55 kW de potência: John Deere 5603, Massey Ferguson 4275, New Holland TL75E e Valtra A750. Utilizaram-se, como referência, as normas ABNT NBR ISO 4253 (1999) para determinação do Ponto de Referência do Assento (SIP) e ISO 15077 (1996), para determinação das regiões de alcance do operador sentado e das posições dos comandos de operação em relação ao SIP. Na análise do perfil vertical longitudinal os comandos frequentemente utilizados estiveram presentes, em maior número, na Zona de Conforto no trator Valtra A750 (38,5% dos comandos). Neste mesmo perfil, o trator John Deere 5603 apresentou não só 60,0% de seus comandos localizados dentro da Zona de Acesso mas também o menor percentual de comandos na Zona Inacessível do trator (20,0% dos comandos); já no perfil superior horizontal o trator Massey Ferguson 4275 apresentou 60,0% dos comandos na Zona de Conforto enquanto o trator Valtra A750 obteve o maior percentual de comandos localizados na Zona de Acesso e menor percentual na Zona Inacessível, com 38,5 e 23,0%, respectivamente.

Palavras-chave: ergonomia, zona de acesso, zona de conforto

Distribution of operation controls in national agricultural tractors with 55 kW of power

ABSTRACT

This work aimed to compare the location of the operation controls in four new tractors in the range of 55 kW, John Deere 5603, Massey Ferguson 4275 New Holland TL75E and Valtra A750. As reference the standards ABNT/NBR ISO 4253 (1999) for determining the Seat Index Point (SIP), and ISO 15077 (1996) for determining the regions of range for the operator seated and the position of controls operation in reference to the SIP. In the analysis of longitudinal vertical profile, the frequently used controls were present in greater numbers in the Comfort Zone in the tractor Valtra A750 (38,5% of controls). In the same profile, the tractor John Deere 5603 showed 60,0% of its controls located within the Access Zone, which also showed the lowest percentage of controls in the Inaccessible Zone of the tractor (20,0% of controls). In the upper horizontal profile, the tractor Massey Ferguson 4275 showed 60,0% of its controls in the Comfort Zone, while Valtra A750 showed the highest percentage of controls located in the Access Zone and the lowest percentage in the Inaccessible Zone with 38,5 and 23,0%, respectively.

Key words: ergonomics, access zone, comfort zone

¹ UFSM, Avenida Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, RS. Fone: (55) 3220-8175. E-mail: gustavoheller@hotmail.com, rodrigoribasagronomia@yahoo.com.br; ulissesgf@hotmail.com; andrcasali@yahoo.com.br; d_uhry@hotmail.com

² Departamento de Engenharia Rural/UFSM, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Fone: (55) 3220-8850. E-mail: josefernandoschlosser@gmail.com

INTRODUÇÃO

No estágio de desenvolvimento da agricultura atual as indústrias fabricantes de equipamentos agrícolas têm dedicado especial atenção aos postos de trabalho dos operadores, através de conhecimentos técnico ergonômicos porém muitas exigências ainda são negligenciadas. Conforme Minette et al. (2007) começou-se a perceber que para aumentar o rendimento da operação e diminuir o índice de acidentes o operador deveria estar perfeitamente relacionado com seu posto de trabalho, operando com atenção, melhor visibilidade, comandos ajustados à sua postura de trabalho e com conforto e segurança. Logo, a otimização dos fatores ergonômicos é capaz de aumentar a eficiência com que o sistema homem-máquina executa suas funções (Debiasi et al., 2004).

A ergonomia é a ciência que estuda o melhor meio de adaptar o trabalho, seus instrumentos, equipamentos, máquinas e dispositivos para o trabalhador, pela análise do ciclo de trabalho do operador visando, assim, melhorar o ambiente de trabalho, para que seja mais seguro e confortável (Silva et al., 2011).

Pode-se perceber que, desta forma, as demandas em conforto e segurança para operadores de tratores agrícolas se vêm tornando cada vez mais crescentes visto que este mercado cresce anualmente no Brasil.

Segundo Dhingra et al. (2003) a definição científica para a palavra conforto pode ser “uma harmonia agradável entre fatores fisiológicos, psicológicos e físicos, entre o ser humano e o ambiente”. Assim, um local de trabalho deve ser saudável e, ao mesmo tempo, proporcionar proteção ao trabalhador, prevenindo acidentes e doenças ocupacionais, além de proporcionar melhor relacionamento entre a empresa e o empregado (Fiedler et al., 2006).

A disposição correta e o dimensionamento dos componentes do posto de operação embora não resolvam todos os problemas relacionados à qualidade ergonômica dos tratores, colaboram para uma melhoria significativa nas condições de conforto oferecidas ao operador e, em consequência, para uma diminuição na ocorrência de acidentes e de doenças ocupacionais visando ao aumento na produtividade do trabalho (Schlosser et al., 2002). Logo, torna-se necessário considerar as características dos operadores e do trabalho que se realiza alcançando, sem dúvida, maior eficiência produtiva, maior grau de conforto e segurança na tarefa, obtendo-se melhoria das condições de trabalho (Fontana et al., 2004). Por outro lado, as principais causas dos acidentes com tratores agrícolas estão relacionadas indiretamente à ergonomia dos postos de operação (Santos et al., 2008).

O esforço para o acionamento dos comandos é um aspecto imprescindível para avaliação ergonômica de máquinas, objetivando maior conforto, segurança e produtividade durante a realização de determinada jornada de trabalho (Lima et al., 2005). Schlosser et al. (2002) destacam a importância de o operador alcançar e acionar, com o mínimo esforço e de forma a manter uma postura corporal correta, todos os principais comandos de operação de uma máquina agrícola (volante de direção, pedais dos freios e da embreagem, acelerador e chaves de comando) os quais são de frequente acionamento por parte do operador.

Tais comandos devem estar dispostos de maneira a permitir o controle, através de um manuseio fácil e seguro, pelo operador na sua posição usual de trabalho. Sob esta análise, Rozin et al. (2010) reconhecem que os avanços do conhecimento em ergonomia colaboraram com o surgimento de novos conceitos, fazendo com que os fabricantes passassem a oferecer modelos de tratores agrícolas com melhor localização de comandos de operação e instrumentos de controle.

Algumas normas definem as áreas de alcance do operador em relação a um referencial e os esforços que o mesmo tenha que realizar para acessar os comandos de operação. Para simular o operador sentado no posto de operação de uma máquina agrícola, adota-se um ponto de referência sobre o assento do operador, o Ponto de Referência do Assento (SIP), que é definido pela norma ISO 5353 (1999). Já a norma ISO 15077 (1996) delimita áreas de alcance para o operador sentado, em relação ao SIP, abrangendo todos os comandos presentes no posto de operação de máquinas agrícolas autopropelidas. De acordo com esta norma, os comandos acionados em um intervalo igual ou inferior a cinco minutos durante a operação agrícola são considerados comandos de uso frequente; caso contrário, esses comandos são classificados como raramente utilizados.

Existem áreas ou zonas que delimitam o posicionamento dos comandos no posto de operação, classificadas como zonas de conforto, de acesso e zonas inacessíveis, abrangendo tanto comandos de acionamento manual quanto comandos acionados pelos pés. Assim, torna-se coerente conhecer o espaço do qual as mãos e os braços necessitam para a apreensão e movimento, o que acarreta em um planejamento melhor do posicionamento de controles e comandos de operação, motivo pelo qual existem normas que estabelecem regiões de alcance para o posicionamento ergonômico dos comandos nos postos de operação de tratores agrícolas e demais máquinas autopropelidas como a ABNT/NBR (1999) e a ISO (1996).

Este trabalho teve como objetivo identificar e comparar a localização dos comandos de uso frequente e raro pelo operador, em relação às regiões de alcance, em quatro diferentes modelos de tratores agrícolas nacionais, com até 55 kW (75 cv) de potência estabelecendo, como referencial, o SIP, sob orientação das normas ABNT/NBR ISO 4253 (1999) e ISO 15077 (1996).

MATERIAL E MÉTODOS

Na realização deste trabalho foram avaliados apenas tratores classe II em relação à potência bruta do motor (entre 50 e 75 kW de potência), todos em seu formato padrão, ou seja, nenhuma das máquinas avaliadas se apresentava na configuração de bitola reduzida (inferior a 1150 mm), permitindo a aplicação das normas ABNT/NBR ISO 4253 (1999) e ISO 15077 (1996) como referencial de avaliação. As medições foram realizadas de forma direta, nas próprias concessionárias representantes de cada marca, visto que todos os tratores avaliados eram novos. A opção por esta classe de tratores se justifica pelo fato de o mercado dessas máquinas, com até 55 kW (75 cv) se encontrar bastante aquecido devido, em parte, aos incentivos fornecidos pelo Governo Federal

para a aquisição de tratores dessa classe. Assim, foram analisados quatro postos de operação de diferentes tratores, sendo na configuração plataforma nos tratores Massey Ferguson 4275, New Holland TL75E e Valtra A750 e semiacavalada no trator John Deere 5603.

Com vista à determinação do ponto de referência do assento, utilizou-se um dispositivo metálico (Figura 1), de acordo com as orientações da norma ISO 5353 (1999), sobre o qual eram adicionadas massas cilíndricas padronizadas até atingir a massa de 75 kg (contabilizando-se o dispositivo), considerada a massa média dos operadores brasileiros; posteriormente, uma primeira linha era posicionada horizontalmente entre o SIP e o centro do volante, com o auxílio de um fio de prumo, de um nível de bolha e de uma fita métrica; uma segunda linha, passando pelo SIP em posição perpendicular à linha que liga o SIP ao centro do volante, era posicionada e fixada horizontalmente nas laterais internas do trator, com o auxílio de um esquadro e de um nível de bolha; enfim, eram estabelecidos os referenciais para que se pudesse dar início à coleta das coordenadas dos comandos de operação e em seguida eram tomadas as medidas dos comandos de operação em relação ao SIP, utilizando-se uma régua de referência horizontal e vertical graduada em milímetros e um nível de bolha.



Figura 1. Dispositivo para a determinação do SIP posicionado sobre o assento, já acrescido das massas metálicas padronizadas e com as linhas referenciais já estabelecidas

Cada comando de operação medido foi representado por um ponto identificado por coordenadas em três dimensões. Foram considerados três planos referenciais perpendiculares entre si, passando pelo SIP, apresentados na Figura 2, de acordo com as normas ISO 5353 (1999), ISO 15077 (1996) e ABNT/NBR ISO 4253 (1999). Assim, o plano vertical longitudinal corta o trator na sua direção longitudinal dividindo-o em duas partes: esquerda e direita, indicando o posicionamento lateral dos comandos em relação ao SIP. O plano vertical transversal, por sua vez, corta o trator na direção transversal, passando pelo SIP, dividindo-o em duas porções: anterior e posterior, indicando o posicionamento frontal e traseiro dos comandos de operação em relação ao SIP. Da mesma forma, o plano horizontal divide o trator agrícola em dois hemisférios: no superior e no inferior, estabelecendo a altura dos comandos em relação ao SIP.

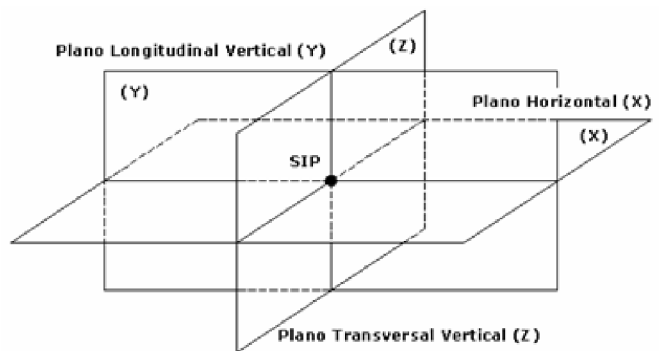


Figura 2. Diferentes planos utilizados como referencial para o levantamento das coordenadas de cada comando de operação

É importante salientar que as coordenadas do SIP tiveram origem no ponto zero (0, 0, 0), na ordem X, Y e Z. Assim, a coordenada X se vincula a uma medição perpendicular ao plano transversal vertical, a coordenada Y se vincula a uma medição perpendicular ao plano longitudinal vertical e a coordenada Z se vincula a uma medição perpendicular ao plano horizontal. Foram avaliados todos os comandos de operação presentes nos tratores avaliados, sejam eles de acionamento frequente ou raro. Os comandos de operação utilizados em intervalos de tempo inferiores a cinco minutos são classificados como de uso frequente pedais de freio (direito e esquerdo); pedal de embreagem; pedal de acelerador; acelerador manual; comandos do sistema hidráulico (posição, profundidade, sensibilidade e comando remoto); comandos de câmbio (comando de marchas, seletor de grupo e seletor de regime). Caso contrário, se os intervalos de acionamento excederem os cinco minutos, esses comandos passam a ser classificados como de acionamento raro (chaves de luz; tomada de potência; comando de tração dianteira; bloqueio de diferencial e buzina).

As coordenadas dos comandos em três dimensões foram confrontadas com a norma ISO 15077 (1996), a qual determina as regiões de alcance do operador sentado e as posições dos comandos de operação em relação ao SIP. Nas Figuras 3A e 3B estão representadas as áreas de alcance no plano vertical longitudinal e superior horizontal, respectivamente.

Os resultados obtidos com as avaliações ergonômicas foram comparados entre si, objetivando a geração de um aporte informacional maior para trabalhos subsequentes, o que acarretará em um constante aperfeiçoamento tecnológico dos tratores agrícolas fabricados no país conferindo, aos parâmetros de ergonomia e segurança, uma grande parcela de importância durante a elaboração e execução de futuros projetos na área de máquinas agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No trator marca John Deere modelo 5603, foram avaliados 26 comandos de operação, dos quais 15 classificados como comandos de acionamento frequente e 11 de acionamento raro. Com base na análise do perfil vertical longitudinal, 20,0% dos comandos considerados de uso frequente se situavam na zona

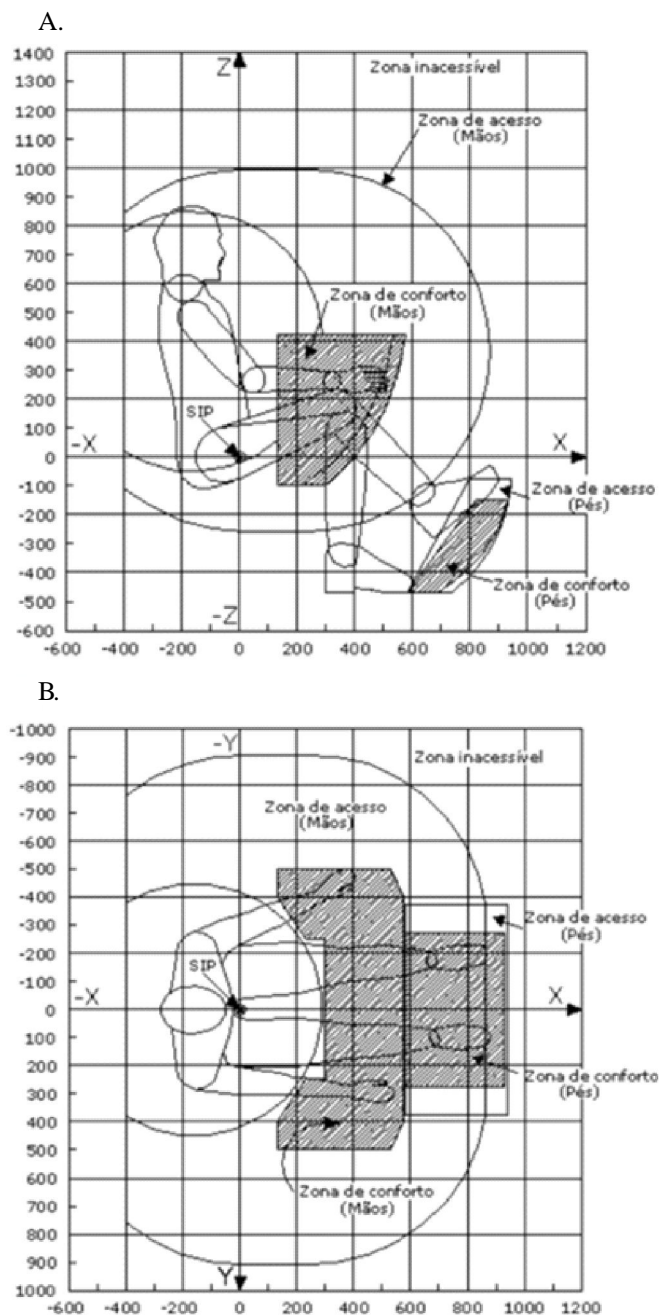


Figura 3. Regiões de alcance ao operador sentado no plano vertical longitudinal (A), e Regiões de alcance ao operador sentado no plano superior horizontal (B)

de conforto, 60,0% se posicionavam na zona de acesso e 20,0% estavam na zona inacessível, de acordo com os parâmetros descritos na norma ISO (1996); já nos comandos classificados como acionamento raro 63,6% estavam posicionados na zona de acesso e 36,4% figuravam na zona inacessível. A análise do perfil superior horizontal revelou que 33,0% dos comandos de frequente acionamento se localizavam na zona de conforto, 20,0% na zona de acesso e 46,7% na zona inacessível. Para os comandos de acionamento raro 72,7% estiveram presentes na zona de acesso e 27,3% na zona inacessível (Figura 4A). Fontana et al. (2004) observaram que em máquinas mais modernas é comum que a maior parte dos comandos de operação se situe entre as zonas de conforto e de acesso, expressando a evolução

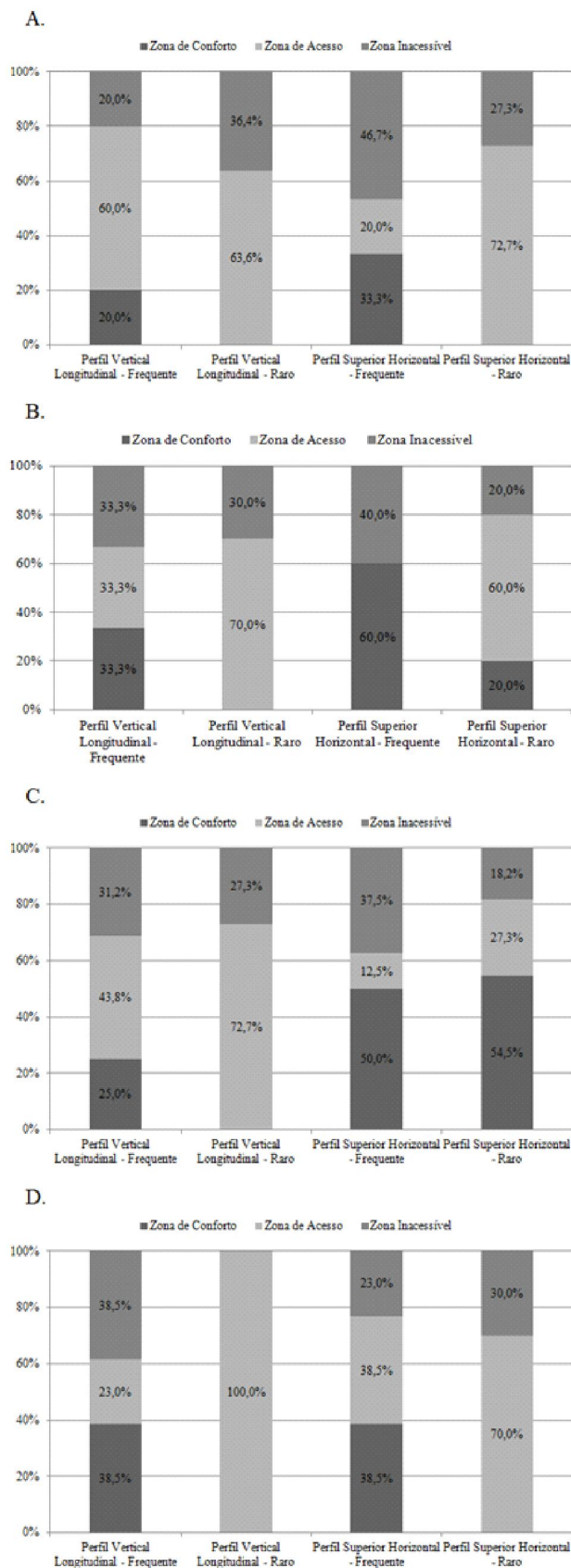


Figura 4. Distribuição dos comandos de acionamento frequente e raro nos perfis vertical longitudinal e superior horizontal dos tratores: John Deere 5603(A), Massey Ferguson 4275 (B), New Holland modelo TL75 (C) e Valtra A750 (D)

dos projetos de máquinas agrícolas, no que tange à ergonomia e segurança.

No que se refere ao trator marca Massey Ferguson modelo 4275, foram avaliados 25 comandos de operação, dentre eles 15 foram classificados como comandos de frequente acionamento e 10 classificados como de acionamento raro. Analisando-se o perfil vertical longitudinal, 33,3% dos comandos considerados de acionamento frequente estiveram distribuídos na zona de conforto, 33,3% na Zona de Acesso e 33,3% na Zona Inacessível. Não foram encontrados comandos de operação localizados na zona de conforto, sendo distribuídos 70,0% na zona de acesso e 30,0% na zona inacessível; no perfil superior horizontal os comandos de acionamento frequente estiveram distribuídos na seguinte proporção: 60,0% na zona de conforto e 40,0% na zona inacessível. Quanto aos comandos considerados de acionamento raro, 20,0% se localizavam na zona de conforto, 60,0% na zona de acesso e apenas 20,0% na zona inacessível. Esses resultados podem ser visualizados na Figura 4B.

Da mesma forma que no modelo anterior, os comandos de acionamento frequente se localizaram em maior percentual, na zona de conforto do que comandos considerados de uso raro. Esses resultados corroboram com o que mencionam Rozin et al. (2010), os quais relatam que comandos de uso frequente, como o pedal da embreagem por exemplo, tendem a situar-se dentro de uma zona ótima de acesso.

O trator marca New Holland modelo TL75E foi o que apresentou o maior número de itens avaliados, no total foram 27 comandos de operação, dos quais 16 foram classificados como de acionamento frequente e 11 de acionamento raro. Na avaliação do perfil vertical longitudinal 25,0% dos comandos de acionamento frequente se localizavam na zona de conforto, 43,8% na zona de acesso e 31,2% na zona inacessível. Já nos comandos considerados de acionamento raro 72,7% estavam presentes na zona de acesso e apenas 27,3% se encontraram na zona inacessível. Com relação ao perfil superior horizontal, 50,0% dos comandos frequentemente acionados estavam localizados na zona de conforto, 12,5% na zona de acesso e 37,5% na zona inacessível. Dos comandos de acionamento raro 54,5% estão localizados na zona de conforto, 27,3% na zona de acesso e apenas 18,2% na zona inacessível. A Figura 4C ilustra os resultados encontrados na avaliação dessa máquina.

O trator marca Valtra modelo A750 foi o que apresentou o menor número de comandos de operação avaliados, 23 no total; desses, 13 foram classificados como de acesso frequente e apenas 10 considerados de acesso raro. Quando avaliado o perfil vertical longitudinal, 38,5% dos comandos de operação considerados de acionamento frequente estavam localizados na zona de conforto, 23,0% estavam na zona de acesso e 38,5% na zona inacessível. Quando avaliados os comandos de uso raro, 100,0% dos comandos estiveram posicionados na zona de acesso do operador. Na avaliação do perfil superior horizontal os comandos de acionamento frequente estiveram localizados 38,5% na zona de conforto, 38,5% na zona de acesso e 23,0% na zona inacessível. Dentre os comandos de acionamento raro, 70% estiveram localizados na zona de acesso e 30,0% localizados na zona inacessível. Os resultados referentes a esse trator podem ser visualizados na Figura 4D.

Segundo Minette et al. (2008) todas as máquinas apresentam alguma desconformidade em relação à localização de seus comandos de operação. Isso se explica devido ao fato de os padrões para dimensões do posto de trabalho serem estabelecidos de acordo com as normas europeias, para operadores com até 190 cm de altura, em assento fixo com altura de 45 cm e ajustável para 5 cm, podendo diferir das medidas representativas de operadores de outros países (Siqueira, 1976). Mesmo em meio a desconformidades no posicionamento de alguns comandos de operação e tendo como base o perfil dos operadores brasileiros, os atuais projetos de máquinas agrícolas demonstram a crescente elevação do padrão de qualidade no que tange à ergonomia e segurança dos tratores agrícolas fabricados no país.

CONCLUSÕES

1. Analisando-se o perfil vertical longitudinal, o trator Valtra apresentou o maior número de comandos de uso frequente presentes na zona de conforto e o trator John Deere 5603 apresentou o maior número de comandos de uso frequente presentes na zona de acesso e o menor número de comandos presentes na zona inacessível

2. Quando se faz referência ao perfil superior horizontal, nota-se que o trator Massey Ferguson 4275 apresentou o maior número de comandos de uso frequente localizados na zona de conforto e o trator Valtra A750 apresentou o maior número de comandos de uso frequente presentes na zona de acesso enquanto o trator John Deere 5603 apresentou o maior número de comandos de uso frequente alocados na zona inacessível.

3. Quanto aos comandos de acionamento raro, apenas o trator New Holland TL 75E apresentou a maior parte de seus comandos alocada na zona de conforto, tendo como perspectiva o perfil superior horizontal; já sob a análise do perfil longitudinal vertical todos os tratores avaliados apresentaram a maior parte de seus comandos de acesso raro, alocados na zona inacessível.

LITERATURA CITADA

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Tratores agrícolas – Acomodação do assento do operador – Dimensões: NBR ISO 4253. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 3p.
- Debiasi, H.; Schlosser, J. F.; Pinheiro, E. D. Características ergonômicas dos tratores agrícolas utilizados na região central do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v.34, p.1807-18011, 2004.
- Dhingra, H. S.; Tewari, V. K.; Singh, S. Discomfort, pressure distribution and safety in operator's seat – A critical review. *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research and Development*, v.5, p.1-16, 2003.
- Fiedler, N. C.; Venturoli, F.; Minetti, L. J. Análise de fatores ambientais em marcenarias no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.679-685, 2006.

- Fontana, G.; Silva, R. P. da; Lopes, A.; Furlani, C. E. A. Avaliação de características ergonômicas no posto do operador em colhedoras combinadas. *Engenharia Agrícola*, v.24, p.684-694, 2004.
- ISO - International Organization for Standardization. ISO 5353. Earth-moving machinery, tractors and machinery for agriculture and forestry - Seat index point, Genève: ISO. 1999. 5p.
- ISO - International Organization for Standardization. ISO 15077. Tractors and machinery for agriculture and forestry: operator controls: Actuating forces, their displacement and location, Genève: ISO. 1996. 5p.
- Lima, J. S. de S.; Souza, A. P. de; Machado, C. C.; Oliveira, R. B. Avaliação de alguns fatores ergonômicos nos tratores “feller-buncher” e “skidder” utilizados na colheita de madeira. *Revista Árvore*, v.29, p.291-298, 2005.
- Minette, L. J.; Silva, E. P.; Souza, A. P.; Silva, K. R. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.664-667, 2007.
- Minette, L. J.; Souza, A. P. de; Silva, E. P. da; Medeiros, N. M. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. *Revista Ceres*, v.55, p.66-73, 2008.
- Rozin, D., Schlosser, J. F.; Werner, V.; Perin, G. F.; Santos, P. M. dos. Conformidade dos comandos de operação de tratores agrícolas nacionais com a norma NBR ISO 4253. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.1014-1019, 2010.
- Santos, P. M. dos; Schlosser, J. F.; Romano, L. N.; Rozin, D.; Turatti, J. C.; Witter, M. Prioridades de requisitos para projeto de postos de operação de tratores quanto à ergonomia e segurança. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.869-877, jul., 2008.
- Schlosser, J. F.; Debiasi, H.; Parcianello, G.; Rambo, L. Antropometria aplicada aos operadores de tratores agrícolas. *Ciência Rural*, v.32, p.983-988, 2002.
- Silva, C. B.; Volpato, C. E. S.; Andrade, L. A. B.; Barbosa, J. A. Avaliação ergonômica de uma colhedora de cana-de-açúcar. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p. 179-185, 2011.
- Siqueira, C. A. A. Um estudo antropométrico de trabalhadores brasileiros. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1976. 53p.