

AValiação DA ERGONOMIA EM TRATORES AGRÍCOLAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

ALINE SOARES PEREIRA¹, ÂNGELO VIEIRA DOS REIS², MAURO FERNANDO FERREIRA³, MÁRIO CONILL GOMES⁴, LUIS ANTONIO DOS SANTOS FRANZ⁵

¹ Doutora em Agronomia, UFPel, pereira.asp@gmail.com

² Doutor em Engenharia Mecânica, UFSC, areis@ufpel.edu.br

³ Doutor em Agronomia, UFPel, maurof@ufpel.edu.br

⁴ Doutor em Engenharia de Produção, UFSC, mconill@gmail.com

⁵ Doutor em Engenharia de Produção, UFRGS, luisfranz@gmail.com

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar a adequação dos tratores adquiridos na agricultura familiar segundo requisitos existentes na legislação com foco em ergonomia. Os procedimentos adotados na aplicação da metodologia foram: pesquisa documental e bibliográfica acerca da legislação aplicada a tratores agrícolas e entrevistas com especialistas do NIMEq (Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas) da UFPel para gerar o modelo a partir da metodologia multicritério MCDA-C e coleta de dados em concessionárias da região onde foi realizada a pesquisa de campo. Os resultados desta avaliação ergonômica indicam o atendimento aos requisitos com índices entre 43,8 a 87,5, dependendo do modelo e marca do trator avaliado. Como resultados percebe-se que a adoção da cabine no trator agrícola tem um impacto muito grande no conforto do operador, ainda que acresça bastante no custo final do trator. De maneira evidente, itens ergonômicos trazem conforto durante a operação do trator. Isto, associado a itens de segurança, são essenciais também para a proteção e a prevenção de doenças ocupacionais e acidentes.

PALAVRAS-CHAVE: LEGISLAÇÃO PARA TRATORES; MCDA-C; NORMAS TÉCNICAS.

EVALUATION OF ERGONOMICS IN AGRICULTURAL TRACTORS FOR FAMILY AGRICULTURE

ABSTRACT: The present work aimed to assess the suitability of tractors acquired by small holders according to existing requirements in the Brazilian legislation with focus on ergonomics. The procedures adopted in the application of the methodology were: documentary and bibliographic research on the legislation applied to agricultural tractors and interviews with experts from the NIMEq (Innovation Center in Agricultural Machinery and Equipment) at UFPel in order to generate the model through the MCDA-C multi-criteria methodology, and data collection at dealerships in the region where the field research was carried out. The results of this ergonomic evaluation indicate that the requirements are met with indices between 43.8 and 87.5, depending on the model and brand of the evaluated tractor. As a result, it can be seen that the adoption of the cabin in the agricultural tractor has an impact on the operator's comfort, although it adds a lot to the final cost of the tractor. Evidently, ergonomic items bring comfort during tractor operation. This along with safety items are also essential for the protection and prevention of occupational diseases and accidents.

KEYWORDS: LEGISLATION FOR TRACTORS; MCDA-C; TECHNICAL STANDARDS.

INTRODUÇÃO: As transformações ocorridas, nas últimas décadas, nos sistemas de produção agrícola estão ligadas a investimentos realizados para melhorar a produtividade e a eficiência nas propriedades rurais. Nesse contexto, o trator agrícola é uma das invenções mais importantes de todos os tempos, uma máquina versátil, capaz de fornecer potência para executar os mais diversos trabalhos em uma propriedade rural. As aquisições de máquinas e equipamentos oportunizam melhores condições de trabalho para os agricultores familiares. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), no ano de 2019, o Brasil vendeu 13.779 tratores com potência de até 58,8 kW, representando 41,6% do total. As regiões Sudeste e Sul concentraram as vendas com 11.557 e 11.364 unidades, respectivamente. No entanto, é preciso investigar se há uma disponibilidade de máquinas e equipamentos projetados de forma adequada no mercado. O atendimento à legislação é fundamental e necessário para a integração entre "homem-máquina". De um lado, os requisitos de ergonomia trazem conforto durante a operação dos tratores e essa condição reflete diretamente na saúde do tratorista. De outro, requisitos de segurança devem ser incorporados nos projetos de máquinas e equipamentos e são obrigatórios por promover a redução da exposição ao risco e, conseqüentemente, evitar acidentes. O uso de tratores agrícolas ergonomicamente mal projetados está relacionado com a ocorrência do desgaste físico e com inúmeros problemas de saúde comuns em operadores de máquinas agrícolas. Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar a adequação dos tratores adquiridos na agricultura familiar segundo requisitos existentes na legislação com foco em ergonomia.

MATERIAL E MÉTODOS: Inicialmente realizou-se um estudo exploratório sobre os temas ergonomia em tratores agrícolas, por meio de um levantamento em documentos e bases científicas, a fim de ampliar o conhecimento da pesquisadora sobre o problema. A seguir, organizou-se o material relativo à revisão de literatura entre livros, páginas na internet e catálogos das máquinas, bem como um levantamento bibliométrico sobre trabalhos (artigos, folhetos, guias) existentes na área. Um estudo sobre a legislação aplicada ao produto trator. Na sequência examinaram-se em torno de 20 normas impressas disponíveis no Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas (NIMEq), localizado na UFPel, e no site da Instituição, que na época, tinha acesso gratuito à base de consulta on-line da ABNT. Entre as normas da ABNT, 9 foram consideradas fundamentais e, por isso, deveriam ser estudadas com profundidade. No total, pesquisaram-se 29 NBRs, 4 NRs, 2 resoluções, 2 projetos de lei e uma lei alterando a CLT. A seguir fez-se um estudo a cerca da legislação e dos trabalhos científicos sobre os temas ergonomia e segurança em tratores agrícolas, foram elaborados instrumentos iniciais de coleta de dados para avaliar tratores utilizados na agricultura familiar. As normas consultadas e os instrumentos de coleta podem ser visualizados na pesquisa de Pereira (2019). A amostra estabelecida foi escolhida dentre os tratores de quatro rodas com potência de até 60 kW e possuindo um expressivo volume de vendas no mercado. Buscaram-se modelos com as seguintes características tecnológicas que poderiam causar impacto na ergonomia: trator sem plataforma de operação, platformado e cabinado. As características principais dos modelos são mostradas no Quadro 1.

Trator	Potência (kW)	Características técnicas e ergonômicas
Modelo A	36,8	Trator fruteiro tracionado com TDP independente, EPC (Estrutura de Proteção no Capotamento) duplo, 8 marchas à vante não sincronizadas, com 2 alavancas entre as pernas do operador, um espelho retrovisor, assento com regulagens de peso, altura e profundidade.
Modelo B	55,2	Trator tracionado, com plataforma do operador plana, TDP independente, EPC, 9 marchas à vante, sincronizadas, com 2 alavancas laterais, piloto

		automático universal, assento com regulagens de peso, altura, profundidade e apoios de braços, painel de instrumentos eletrônico.
Modelo C	57,4	Trator com cabine, ar condicionado, isolamento acústico tracionado, EPC incorporado na cabine, TDP independente, 12 marchas à vante, sincronizadas, com 2 alavancas laterais, assento com suspensão totalmente ajustável, sistema de iluminação interna completo.

QUADRO 1: Principais características dos modelos de tratores selecionados para o estudo.

Os itens para avaliação na área de ergonomia foram construídos objetivando-se a “promoção da saúde ocupacional através de um trator confortável”. Os itens de avaliação foram: **Facilidade operacional:** Esforço mental, Visualização, Iluminação interna, Ter sistemas de controle adequados, Movimentação e Posicionamento. **Proteção e conforto:** Assentos, Vibrações, Ruído, Intempéries, Esforço físico. **Esforço Mental:** Painel de instrumentos (modelo e cores); Sinais de Segurança (modelo, localização, proteção de danos, idioma, cores); Pictogramas de risco (idem); Símbolos (idem). **Visualização:** Escapamento; Volante de direção; Cabine. **Iluminação interna:** existência de lâmpadas no posto do operador. **Controles operacionais:** Acionamento da TDP; Acionamento padrão em controles – Sistema de operação (partida e desligamento do motor); desligamento do motor (controle mecânico); acelerador de pé; acelerador manual; freios de serviço; freio de estacionamento; transmissão (embreagem); bloqueio do diferencial; engate de 3 pontos; função hidráulica remota; movimentos dos controles; controles manuais com código de cores. Nesse quesito também se verificou a operação dos controles conforme norma ISO NBR 15077. **Movimentação e Posicionamento:** Facilidade de acesso aos itens de manutenção; Ajuste do volante de direção; Alcance dos controles; Posto operador (dimensões mínimas do espaço interno). **Assentos:** Regulagens (apoio para braços, reguladores); Formato e Revestimento. **Vibrações:** Cabine; Superfície do Piso; Amortecimento. **Níveis de ruído.** **Intempéries:** cabine, para-lamas, anteparo de vidro, toldo. **Esforço Físico:** Pesos dos lastros; Identificação dos pesos. Cabe ressaltar, que cada eixo de avaliação e critério tem um peso de valoração determinado pela metodologia multicritério. Assim, o atendimento a critérios diferentes podem resultar em notas distintas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados mostrados na Figura 1 são expressos em porcentagem de atendimento às normas e legislação em vigor.

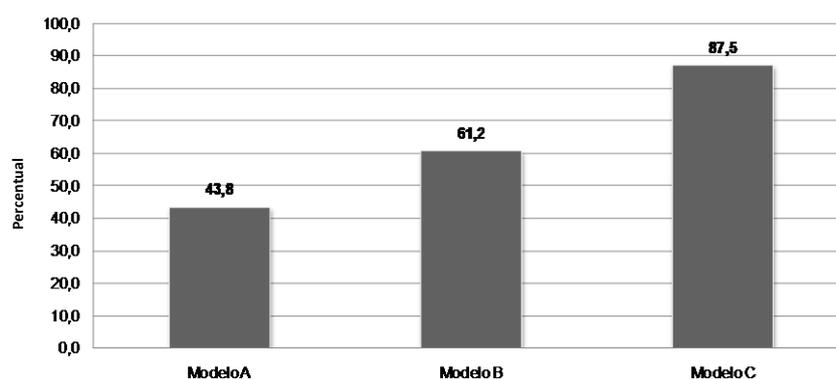


FIGURA 1: Resultados dos critérios de ergonomia por trator avaliado.

Para o trator A destaca-se que dos 35 itens avaliados, 11 estão no nível considerado inaceitável. São eles: os modelos dos sinais de segurança não atendem às dimensões da norma; volante de direção obstruindo as informações no painel de instrumentos; ausência de iluminação no posto do operador; ausência de regulagens do volante de direção; assento sem apoio para braços; tecido do assento inadequado; superfície do piso inadequada; níveis de

ruído elevados para o operador; ausência de toldo, para-lamas, defletores de poeira; pesos dos lastros acima do limite definido na CLT e falta de identificação dos pesos. Nesse contexto, a nota final para o trator de modelo A foi de 43,8%. O modelo B pode ser assim interpretado: dos 35 itens avaliados, 13 estão com resultado inaceitável. São eles: dificuldade de visualizar adesivos de sinais de segurança (mensagens de texto); volante de direção obstruindo as informações do painel; ausência de iluminação interna; freio de estacionamento não atendendo às especificações da norma; ausência de regulagens do volante de direção; controles dos pés fora das zonas de conforto; tecido do assento inadequado; falta de sistema de suspensão para vibrações; níveis de ruído elevados; pesos dos lastros acima do limite definido na CLT. A nota final para o trator B foi de 61,2%. Destaca-se que o trator B apresenta dois itens a mais na escala inaceitável que o trator A, porém ao inserir os pesos em cada critério analisado, etapa referente a metodologia multicritério MCDA-C, esses são menos relevantes enquanto risco ergonômico, fazendo com que esse percentual de atendimento não tenha um forte impacto na nota final. Para o trator C, com cabine, constatou-se o melhor desempenho nos critérios de ergonomia. De todos os itens avaliados, apenas 5 estão com resultados na faixa inaceitável: o modelo dos sinais de segurança não atendem às dimensões da norma; presença de adesivos na língua inglesa; volante de direção obstruindo as informações no painel; controles dos pés fora das zonas de conforto; pesos dos lastros acima do limite definido na CLT. A nota final para o trator C foi de 87,5%.

Com base nos resultados gerais sobre ergonomia, percebeu-se que, quanto maior a potência do trator, maiores são as suas notas. Isso se deve a alguns fatores como o trator de maior potência ter cabine, apresentar assento adequado, ter sistemas de suspensão para redução da vibração, dispor de controles para mãos e pés ao alcance do operador, entre outros. Além disso, o modelo multicritério de ergonomia identificou pontos que carecem de melhorias no trator, os quais acabam aumentando o custo do produto. É o caso da cabine que acresce bastante no custo final do trator. Porém, tal fato não deve representar um obstáculo, visto que, atualmente, o trator é financiável para o agricultor. De maneira evidente, itens ergonômicos trazem conforto durante a operação do trator e não se dissociando da área de segurança, já que ambos compartilham diversos princípios dedicados à proteção e a prevenção de doenças ocupacionais e acidentes.

CONCLUSÕES

Os tratores com as notas inferiores indicam a necessidade de ter sistemas projetados para permitir uma melhor movimentação e posicionamento no posto de operação, assentos confortáveis e com suspensão, dispositivos para reduzir as vibrações, redução dos níveis de ruído, dispositivos para conforto ambiental (intempéries) e lastros projetados de forma adequada. A adoção da cabine tem um impacto muito grande no conforto do operador, ainda que acresça bastante no custo final do trator. De maneira evidente, itens ergonômicos trazem conforto durante a operação do trator. Isto, associado a itens de segurança, são essenciais também para a proteção e a prevenção de doenças ocupacionais e acidentes.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira. Disponível em: < <https://anfavea.com.br/anuario2021/anuario.pdf> >. Acesso em: 20 abr. 2022.

PEREIRA, Aline Soares. **Tratores para agricultura familiar: proposta de um modelo multicritério de avaliação considerando os requisitos de ergonomia e segurança. 2019.** 386 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, 2019. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4519>. Acesso em: 17 jul. 2019.