



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO
ON-LINE

02 a 04
de dezembro 2020

Fatores de Projeto que Impactam na Ergonomia e na Segurança do Trabalho em Cabines de Máquinas Agrícolas

Alisson Luis Becker

Departamento Acadêmico de Mecânica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Regiane Kazmierczak

Engenheira Agrônoma e Doutoranda da Agronomia – Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

Resumo: Os fatores de projeto impactam a ergonomia e segurança de trabalhadores agrícolas. O objetivo deste trabalho foi verificar quais são os fatores que devem ser considerados quando realizado o projeto de cabines de equipamentos agrícolas e qual o impacto destes na ergonomia e segurança para o operador. Para isso, utiliza-se de conceitos teóricos, aliados a constatações práticas, que determinam quais os padrões a serem seguidos, padrões estes que evoluíram com o avanço tecnológico ocorrido no ramo de máquinas agrícolas. Nesse projeto, os fatores mais importantes para aumentar a eficiência, a segurança e diminuir a fadiga dos operadores são a sonorização, o nível de visibilidade, o conforto percebido e o nível de exposição ao ruído. Como constatações práticas, testes de intensidade de ruído e intensidade de vibração foram realizados, além de aferição da temperatura ambiente. Os resultados servem como base para identificar se os equipamentos testados se encontram dentro das condições adequadas de ergonomia e segurança para o operador.

Palavras-chave: Cabines agrícolas, segurança de projeto, ergonomia do operador, agronegócio, mecanização agrícola.

Design Factors that Impact on Ergonomics and Work Safety in Agricultural Machines

Abstract: The design factors impact the ergonomics and safety of agricultural workers. The objectives of this work was to verify what are the factors that must be considered when the design of agricultural equipment cabins is carried out and what is their impact on ergonomics and safety for the operator. For this, it uses theoretical concepts, combined with practical findings, which determine which standards to be followed, standards that have evolved with the technological

advancement in the field of agricultural machinery. In this project, the most important factors for increasing efficiency, safety and reducing operator fatigue are sound, the level of visibility, the perceived comfort and the level of exposure to noise. As practical findings, tests of noise intensity and vibration intensity were carried out, in addition to measuring the ambient temperature. The results serve as a basis for identifying whether the tested equipment is within the proper conditions of ergonomics and safety for the operator.

Keywords: Agricultural cabins, project safety, operator ergonomics, agribusiness, agricultural mechanization.

1. Introdução

Atualmente os equipamentos agrícolas dispõem de vários componentes que aumentaram a segurança de operação e a eficiência dos maquinários. Dentre os diversos fatores relacionados à ergonomia e à segurança a serem observados durante o projeto de um equipamento agrícola, a cabine é o local onde se concentra os principais pontos de atenção, pois é nela onde o operador ficará ao longo da sua jornada de trabalho, exposto a diversas condições de visibilidade e ruído (DEBIASI et al., 2014).

Devido a isso, existe a necessidade em se avaliar os fatores de projeto que impactam diretamente na ergonomia e segurança das cabines, na busca da melhoria da qualidade de vida do trabalhador ao longo do período de operação dos equipamentos. No projeto de cabines, os fatores mais importantes para aumentar a eficiência, a segurança e diminuir a fadiga dos operadores que devem ser levados em conta são a questão do isolamento sonoro, os níveis de visibilidade pelo operador, o conforto percebido em operação e os níveis de exposição aos mais diversos ruídos encontrados (DEBIASI et al., 2014). É necessário considerar estes fatores no projeto, a fim de prevenir e evitar diversas doenças de trabalho, muito difundidas no meio industrial, e que com a mecanização agrícola e os avanços tecnológicos, trouxeram ao campo a preocupação com os mesmos problemas (FERNANDES,2013).

Sabe-se que na década de 60, a utilização dos equipamentos agrícolas passou a ser em grande escala, porém, o foco da fabricação das máquinas estava no desempenho e na produtividade, deixando a desejar no que diz respeito a saúde do operador (segurança e conforto). Hoje, é essencial garantir a qualidade de vida no trabalho, seja ela no meio urbano ou rural, já que existe tecnologia e possibilidade de avanços nesta área do conhecimento. Os estudos atuais têm por objetivo a melhoria das condições de ergonomia e segurança do operador, visando melhorar as condições de trabalho, diminuir o nível de fadiga ao qual este está exposto, diminuir o risco de acidentes e inclusive, aumentar a produtividade e qualidade do trabalho (TOSSIN, 2009).

O objetivo geral deste trabalho é conhecer quais são os fatores de projeto mais importantes na atualidade, no âmbito da segurança de operação e ergonomia em máquinas agrícolas. O objetivo específico é avaliar na prática, o desempenho de dois tratores agrícolas em função da transmissão de ruído e vibração para o operador no posto de trabalho, ao colocar o equipamento em regime de trabalho.

2. Referencial teórico

Historicamente no Brasil, o número de equipamentos agrícolas com cabines fechadas apresentou um número reduzido devido a três aspectos principais: aspecto legal, econômico e cultural. No que se refere aos aspecto legal, a legislação brasileira não exigia

através de leis e normas, a obrigatoriedade de cabines para determinados serviços. Sabe-se que a legislação brasileira referente a segurança do trabalho possui regras definidas e desmistificadas a pouco tempo, e que ainda hoje, existe muito a agregar até que exista um equilíbrio adequado entre qualidade de vida e lucratividade pela prática do trabalho (FERNANDES,2013).

Em alguns países, como no Brasil, a legislação limita a 15 mg/m^3 de concentração de poeira no ambiente de trabalho (ABNT, 1999). Apenas para comparação, numa operação de preparo de solo, a concentração média de concentração de poeira é de 146 mg/m^3 e, pode atingir até 577 mg/m^3 . Assim, além de exigir o uso de equipamentos cabinados, os mesmos devem ser muito bem projetados, a fim de se adequar ao que determinam as normas (TOSSIN, 2009).

Referente ao aspecto econômico, a grande preocupação em ganhar pelo preço de produtos proporcionou maior demanda por maquinário agrícola com preço reduzido, visto que a máquina seria um objeto de trabalho e deveria promover a geração de lucro, e não despesas (DEBIASI et al., 2014).

O aspecto cultural também influenciou pois no país, existem muitas propriedades que possuem funcionários e, devido a isso, entende-se não haver a necessidade em investir em conforto ao operador, já que não se trata de o proprietário conduzir o equipamento (DEBIASI et al., 2014).

Figura 1 – Tratores 1105 na linha de fabricação da CBT na década de 60



Fonte: Site tratores antigos. Disponível em: www.tratoresantigos.blogspot.com.br

Atualmente, as mudanças comportamentais e legais fizeram aumentar a preocupação com os conceitos de segurança e ergonomia no trabalho, fazendo com que haja maior demanda pelos equipamentos agrícolas mais seguros. A cabine é considerada um acessório, mas de fato, se tornou acessório quase obrigatório devido a sua importância. As mesmas são consideradas acessórios não por serem desnecessárias, mas por não serem essenciais ao funcionamento do equipamento. Porém, no que diz respeito a segurança do trabalho e a ergonomia, é a cabine a estrutura principal, onde o operador está alocado e passa boa parte do seu período de trabalho (TOSSIN, 2009).

Figura 2: Trator CASE Steiger 470, modelo 2018



Fonte: Site CNH Industrial. Disponível em:

https://assets.cnhindustrial.com/caseih/LATAM/LATAMASSETS/Folhetos/Tratores/0173_18-Folheto-Steiger-2018-baixa.pdf

Quando do projeto das cabines, deve-se levar em consideração os seguintes fatores, a fim de garantir a qualidade e a segurança do operador: adequada sonorização, aumento da visibilidade e do conforto térmico, diminuição das vibrações e melhoria nas posições dos controles e instrumentos (DEBIASI et al., 2014).

2.1. Sonorização

Um dos causadores de problemas de audição em trabalhadores é a exposição ao ruído. A perda de audição é uma das doenças mais comuns. No campo, os equipamentos de uso agrícola são os que emitem maior ruído. Os ruídos acima de níveis considerados aceitáveis, além de prejudicar a saúde do operador, afetam diretamente seu desempenho no trabalho e aumentam o risco de acidentes, pois reduzem sua capacidade de concentração (TOSSIN, 2009).

Uma definição teórica simplificada de ruído é a de que se trata de um som ou uma combinação de sons, que causam desconforto a quem percebe. A unidade padrão para medir o ruído é o Decibel (dB). Porém, para melhor avaliar a sensação causada, deve-se expressá-lo em pressão sonora. Isto porque um aumento de 6 dB duplica a pressão sonora, de onde se conclui que pequenos acréscimos no nível de ruído, em dB, acarretam em um grande aumento de pressão sonora. O problema está também não apenas na exposição ao ruído, mas também ao tempo em que se permanece exposto a ele. O limite máximo, para uma jornada média de trabalho de 8 h, é de 85 dB, sendo que a cada 5 dB de acréscimo ao ruído, reduz-se em 50% a máxima exposição diária permissível (DEBIASI et al., 2014).

Usando como base tratores com cabines, podemos observar que existem regiões com maior produção de ruído, da mesma forma que em alguns pontos da cabine há mais facilidade na transmissão dos mesmos até o operador e, por isso, devem ter atenção redobrada na hora do projeto. Esses locais são nos batentes das portas com déficit de vedação, nos pontos de contato da estrutura da plataforma que provocam vibrações sonoras, nas uniões entre vidros das janelas e estruturas que deixam o som entrar, e nos pontos de circulação de ar, ventilação ou do ar condicionado, além de, em alguns casos, orifícios e frestas em defeitos de fabricação (TOSSIN, 2009).

Estudos sobre os ruídos produzidos pelos tratores vêm sendo feitos desde a década de 30. Os níveis encontrados estão em uma faixa alta, sendo que operá-los torna-se insalubre. Em um teste realizado em 1991, foi avaliado 128 tratores, em condições de trabalho, sendo encontrados valores maiores de 90 dB, com a maior parte dispersa na faixa de 90-97 dB. Estes níveis de ruídos podem variar conforme a marca, modelo, potência e rotação do motor, marcha, implemento, umidade e tipo de solo. Outros aspectos analisados foram as fontes de ruído (FERNANDES,2013).

No motor, a exaustão foi caracterizada como a principal fonte de ruído, seguida da hélice, filtro do motor e as várias vibrações mecânicas. Uma alternativa simples, para proteção do aparelho auditivo do operador, seria a utilização de protetores auriculares, porém dados de pesquisa revelam que somente 7,2% dos operadores declaram utilizar algum tipo de proteção nos ouvidos. Se alterações na posição do escapamento e o redimensionamento deles for proposta, reduções de ruído podem ser obtidas. Neste contexto, as cabines para tratores agrícolas, como forma de diminuir a exposição do operador aos ruídos, trazem os maiores benefícios (FERNANDES,2013).

Para o projeto de uma cabine de uso agrícola é imprescindível que haja possibilidade de circulação fechada de ar, isto é, que se impeça totalmente a entrada de ar externo, recirculando o ar interno, útil nos casos de aplicação de produtos agrícolas (herbicidas, fertilizantes, etc.). Desta maneira, se impede a intoxicação do operador pelo uso do ar condicionado ou mesmo do ventilador durante a aplicação. Também devem ser colocados filtros na entrada do ar externo e na saída do ar condicionado (FERNANDES,2013).

2.2 Visibilidade

O campo visual é definido como sendo a área que pode ser visualizada pelo operador, com o mesmo sentado no banco do trator. Um bom campo visual é considerado essencial devido a diversos aspectos. Os dois principais referem-se ao tempo de reação e à fadiga. Sob boas condições de visibilidade, o operador tem uma capacidade de reação mais rápida, o que colabora para a diminuição dos riscos de acidentes e, também, aumenta a eficiência do trabalho. Já a fadiga pode ser originada, dentre outras fontes, do próprio campo visual inadequado, o que leva o operador a movimentar-se constantemente para visualizar determinadas partes do conjunto trator-implemento. Como consequência, o operador fica mais exposto a acidentes e a doenças ocupacionais (ROZIN, 2004).

O campo visual pode ser influenciado por diversos fatores, como altura do assento em relação à plataforma, porte do trator, características antropométricas do operador, presença, localização, ângulo em relação à direção de visão e largura de partes componentes, ângulo de inclinação da parte frontal do trator, entre outros. Portanto, a inclusão de itens relacionados ao conforto e segurança, como estruturas de proteção contra o capotamento e os equipamentos com cabines, tende a diminuir o campo visual. O operador deve poder olhar para várias posições durante o trabalho, sendo prejudicado pela presença de colunas, espelhos, maçanetas, reforços, etc (TOSSIN, 2009).

Figura 3: Ambiente interno de cabine de um trator agrícola



Fonte: Site New Holland. Disponível em: www.newholland.com.br

2.3 Conforto Térmico

O conforto é algo relativo, pois depende das condições do posto de trabalho e das características do ser humano. Quanto à temperatura, conceitua-se como conforto térmico o estado mental que expressa a satisfação do operário com o seu ambiente térmico, e a zona de conforto térmico situa-se entre 20° e 24°C para a maioria dos indivíduos. Existem equações matemáticas muito complexas que expressam o conforto térmico, e algumas características do ambiente do operador influem diretamente sobre ele. Dentro das cabines, os pontos que mais influenciam no conforto térmico são as vedações entre o ambiente interno e externo, as formas de ventilação, aquecimento e resfriamento do ar, a forma de filtragem do ar que entra e, a pressurização da cabine (ROZIN, 2004).

2.4 Vibrações

A vibração é definida como movimento alternado de um corpo sólido em relação ao seu centro de equilíbrio, sendo ela uma oscilação ou balanço. A vibração é uma forma de energia que não pode ser vista e sim, percebida por um corpo. Dentro de uma cabine de um equipamento, a vibração se transmite pelos pontos de ancoragem da estrutura (DEBIASI et al., 2014).

As cabines devem ser montadas sobre plataformas unidas ao trator por meio dos chamados “silents blocks”, coxins, ou vibra stops, que são estruturas de isolamento à vibração, feitos de borracha, cuja eficiência depende do grau de transmissibilidade da borracha e da frequência da vibração que se quer diminuir. O piso da plataforma também deve ser revestido pelo lado inferior e no lado que serve de apoio ao operador (TOSSIN, 2009).

Os bancos também são importantes influenciadores da transmissão da vibração. São eles os que estão no foco de estudos mais atuais no que diz respeito ao conforto percebido. Os bancos devem ser projetados ergonomicamente e com componentes de fixação equivalentes aos que utilizamos na montagem das plataformas, ou seja, também fazemos uso de vibra stops, pois, mesmo que mínima, existe uma parcela de vibração que passa pela estrutura da cabine ainda que com todas as melhorias no projeto e montagem. Além disso, o tipo de molas, amortecedores, revestimentos e fixadores, interferem diretamente nos níveis de transmissão de vibração, cabendo análise minuciosa nestes componentes (DEBIASI et al., 2014).

No anexo nº 08 da NR-15, temos os índices considerados limites de exposição à vibração de corpo inteiro, sendo baseados na NHO-09 da Fundacentro. Conforme o texto da NHO 09, a avaliação da exposição de corpo inteiro deve observar que o limite de exposição ocupacional diária à vibração de corpo inteiro, adotado na norma NHO-09, corresponde a um valor da aceleração resultante de exposição normalizada (aren) de 1,1 m/s² e ao valor da dose de vibração resultante (VDVR) de 21 m/s^{1,75} (DEBIASI et al., 2014).

O Valor da dose de vibração resultante (VDVR), deve ser avaliado quando for constatada a ocorrência de choques ou solavancos significativos na exposição do trabalhador sob estudo (DEBIASI et al., 2014).

Figura 4: Exemplo de banco de um equipamento agrícola



Fonte: Site Tratornew. Disponível em: http://www.tratornew.com.br/exibe_eventos.php?codigo=114

2.5 Ergonomia de instrumentos

O avanço tecnológico trouxe benefícios incontáveis ao campo. Dentro de uma cabine, além de ser um ambiente mais confortável para o operador, existe hoje uma gama muito grande de comandos e funções que vieram justamente com essas inovações. Cada acessório traz um benefício específico e muitos deles se tornam essenciais ao trabalho. Olhando pelo lado ergonômico, uma boa distribuição dos comandos dentro da cabine deve ser planejada na busca de melhorar o conforto e a postura do operador. De nada adianta um banco ergonômico e com baixo índice de transmissão de vibração, se o operador precisar ficar inclinado para operar os instrumentos ou até mesmo usar o volante do equipamento. Todos os botões, manoplas, telas e comandos devem estar dispostos de forma a proporcionar uma operacionalidade fácil e prática (ROZIN, 2004).

Figura 5: Exemplo de painel de instrumentos



Fonte: Site New Holland. Disponível em: www.newholland.com.br

2.6 Detalhes de projeto

No projeto das cabines, deve ser evitada a colocação de chapas de grande dimensão, sem reforços, evitando a ressonância que provoca ruído. É muito importante a perfeita compatibilidade entre a posição da escada e a abertura da porta, que deve ser para trás. Geralmente, a estrutura de uma cabine é composta de três marcos, em cada lado, unidos por um teto na parte superior: O marco dianteiro deve servir de encaixe para o pára-brisa e de batente para a porta; O marco central contém as dobradiças das portas e, junto com o marco traseiro, forma uma pequena janela lateral; O marco traseiro suporta a janela traseira e suas dobradiças e fechos (FERNANDES,2013).

Um dos fatores de encarecimento das cabines dos tratores são os vidros que, em um bom projeto, devem ser curvos para evitar a presença de colunas suplementares. No mercado atual de cabines para tratores, existem duas opções: as cabines originais ou as cabines alternativas. As cabines originais, com arco de segurança incorporado, que são geralmente fornecidas pelos próprios fabricantes de tratores e contêm o arco de segurança incorporado nos próprios marcos, geralmente formando uma estrutura de quatro pontos, ocupando o marco dianteiro e o traseiro. Desta forma, ocupam melhor o espaço e são melhores quanto à visibilidade (ROZIN, 2004).

Cabines alternativas, geralmente fornecidas por fabricantes especializados em cabine que costumam utilizar duas opções, com ou sem arco de segurança. As cabine sem arco de segurança, podem ser adaptadas ao arco de segurança existente do trator, montando-se por fora ou por dentro da estrutura contra o capotamento. O problema é que estas também podem ser montadas sem o arco de segurança, o que de certa forma é inadmissível, pois oferecem uma ideia de proteção quando na verdade não a proporcionam. Já as cabines com arco de segurança possuem o seu próprio arco de segurança incluído na cabine e adaptado para os diferentes modelos de trator. Hoje em dia, devido a difusão da fabricação de equipamentos cabinados, torna-se mais adequado a aquisição deste com projetos diretos de fábrica (ROZIN, 2004).

Figura 6: Lançamento de Trator T6-130 movido a biometano



Fonte: Canal Rural. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/rural-noticias/trator-movido-biometano-promete-economia-ate-nos-custos-74054>

3. Materiais e métodos

Buscando analisar se tratores agrícolas em uso em uma propriedade rural atendem as definições teóricas de ergonomia e segurança para o operador, foram avaliadas a intensidade de ruído e a intensidade de vibração, percebidas no posto do operador. A temperatura ambiente no momento da realização dos testes também foi aferida. A propriedade rural localiza-se no município de Rio Azul, estado do Paraná, sendo uma pequena propriedade rural produtora de grãos, sendo o principal uso dos tratores agrícolas é nas operações de preparo do solo, semeadura e tratos culturais.

Dois tratores agrícolas, colocados em regime de trabalho forma analisados, os quais apresentam as seguintes especificações:

- a) Marca John Deere, modelo 6110 J, com cabine e 75 kW (100 cv) de potência nominal do motor, fabricado em 2016, com 1485,6 horas de uso. O trator estava equipado com pneus marca Pirelli, sendo os dianteiros 12.4-24 R1 e traseiros 18.4 – 30 R1 em bom estado de conservação.
- b) Marca John Deerer, modelo 5078 E, sem cabine e 78 kW (104,6 cv) de potência nominal do motor, fabricado em 2015, com 2370,2 horas de uso e equipado com pneus marca Goddyear, sendo os dianteiros 12.4-24 R1 e traseiros 460/85 R30 R1W.

Foi utilizada como implemento aos tratores, uma grade hidráulica da marca Marchesan TATU, modelo GH, fabricada em 2011, com 24 discos, com espaçamento entre discos de 195 mm, profundidade de trabalho de 100 a 180 mm, massa de 443 kg, e largura de corte de 2250 mm.

Os níveis de ruído foram determinados por meio do decibelímetro digital da Marca Instrutemp modelo ITDEC3000 com três faixas de medição (baixa de 30-70 dB; 60-100 dB e 90-130 dB), tipo 1 (classes 1 e 2).

Para a aferição da temperatura foi utilizado o Termômetro Medidor Temperatura Umidade Interno e Externo com Higrômetro HTC-2^a, com as seguintes especificações importantes:

- a) Escala de Temperatura: 0°C a 50°C;
- b) Escala de umidade: 10%RH ~ 99%RH;
- c) Precisão: 0,1°C.

A NBR 9999 determina que no local dos testes de ruído, a temperatura ambiente deve estar entre -5 e 30°C (ABNT, 1987). Esse valor serve para garantir uma exatidão nos valores convertidos de pressão sonora em sinal elétrico (decibéis).

Para determinar a intensidade de vibração percebida, foi utilizado o medidor de vibração marca Highmed modelo HM-5210, com as seguintes especificações:

- a) Velocidade: 0,1 a 199.9mm/s rms
- b) Aceleração: 0,1 a 199.9m/s²
- c) Deslocamento Pico a Pico: 0.001 a 1.999mm p-p
- d) Resolução: 0,1
- e) Precisão: ± 5% + 2 dígitos (Referência de calibração: 159Hz)
- f) Escala de Frequência: 10Hz a 1KHz (baixa); 1Khz a 15Khz (alto)

Para realizar as medições, colocou-se o medidor de ruído próximo ao ouvido do operador, entre 0,80 m acima, 0,20 m à frente e 0,20 m lateralmente em relação ao ponto de referência do assento.

3.1 Trator cabinado – JD 6110 J

Para o teste de ruído no posto do operador, foi acoplado a grade no primeiro momento no trator cabinado. Iniciou-se a operação em regime de trabalho com a marcha reduzida (800rpm aproximadamente). Após posicionar o decibelímetro, ligou-se o equipamento e foram capturados os dados sonoros por aproximadamente um minuto (60s). Posteriormente, foi realizado o mesmo procedimento em marcha alta (2100 rpm aproximados). Repetiu-se o procedimento por aproximadamente um minuto (60s).

Para o teste de intensidade de vibração percebida, seguiu-se o regime de trabalho no trator com a grade. Retorna a marcha reduzida (aproximadamente 800 rpm) e mediu-se com o auxílio do medidor de vibração as variações por aproximadamente um minuto (60s). Na sequência, o teste foi repetido com a marcha alta (2100 rpm), pelos mesmos um minuto aproximados (60s).

3.2 Trator plataformado - JD 5078 E

Para o trator plataformado, os mesmos procedimentos realizados com o trator cabinado foram repetidos. Retirou-se o implemento (grade) do trator cabinado para acoplar ao trator sem cabine. Os quatro testes (marcha lenta para ruído, marcha alta para ruído, marcha lenta para vibração, marcha alta para vibração) foram realizados.

4. Resultados e discussões

Na data e horário dos testes com o trator modelo JD 6110 J cabinado, a temperatura foi aferida em 23,5°C e velocidade do vento de apenas 8 Km/h, o qual não gerou nenhuma interferência na medição dos ruídos. A temperatura interna da cabine foi regulada para 22°C, promovendo conforto térmico adequado para a operação, sem interferência da temperatura externa. Já os testes com o trator modelo JD 5078 E plataformado, foram feitos em outra data, onde a temperatura foi aferida em 25°C e velocidade do vento de 11 Km/h.

A tabela 1 mostra o resultado dos dados coletados em campo, para os dois tratores e nas quatro condições de teste. A tabela mostra ainda, os valores de referência, indicados pela legislação como aceitáveis, tanto de intensidade de ruído, intensidade de vibração e de conforto térmico.

Tabela 1 – Resultado dos dados coletados em campo para índices médios de ruído, vibração e temperatura interna/externa em dois tratores distintos

| Trator | JD 6110 J cabinado (marcha lenta) | JD 6110 J cabinado (marcha alta) | JD 5078 E sem cabine (marcha lenta) | Trator sem cabine (marcha alta) |
|---|--|---|--|--|
| Ruído médio no posto do operador (dB) | 34 | 58 | 39 | 88 |
| Ruído máximo medido no posto do operador (dB) | 63 | 72 | 73 | 93 |
| Tempo de teste de ruído (s) | 74 | 75 | 69 | 73 |
| Vibração média no posto do operador (m/s ²) | 0,41 | 0,73 | 0,72 | 0,74 |
| Vibração máxima medida no posto do operador (m/s ²) | 4,03 | 3,05 | 3,96 | 6,84 |
| Tempo do teste de vibração (s) | 82 | 78 | 68 | 85 |
| Temperatura interna (°C) | 22 | 22 | 25 | 25 |

| | |
|---|------|
| Limite máximo de ruído médio para uma jornada de 8 horas (dB) | 0,85 |
| Limite máximo (aren) recebida pela corpo humano (m/s ²) | 1,10 |

Fonte: Autoria própria

Fazendo a análise dos dados da Tabela 1, pode-se observar as seguintes constatações: O trator JD 6110 J cabinado, consegue se adequar dentro dos parâmetros que a legislação brasileira estabelece, apesar de muito próximos do limite. Em alguns instantes, inclusive, a vibração transmitida ao operador, teve pequenos picos que ultrapassaram o limite máximo de exposição, porém, por pequenos intervalos de tempo, os quais não afetaram uma média geral. Dessa forma, o trator JD 6110 J cabinado está apto para operação, conforme a legislação atual. Já o trator JD 5078 E sem cabine, mostra que a exposição do operador é muito maior e os índices de exposição a ruído, vibração e temperatura, ultrapassam o estabelecido pelas normas. Para a exposição ao ruído, temos um limite de 85 dB. Com relação à vibração recebida pelo operador, houve pouca variação entre os dois modelos de trator. Isso se deve ao fato dos modelos atuais de tratores utilizarem as mesmas plataformas do chassi, motores e sistema de escape. Já a temperatura do trator sem cabine, será sempre a temperatura ambiente e, por esse motivo, a ação das intempéries prejudica a saúde do operador, além do que, a temperatura considerada ideal para o conforto térmico no ser humano gira em torno de 22°C. Há uma tendência a proibição desse tipo de utilização deste modelo de equipamento no mercado brasileiro e mundial.

5. Considerações finais

Cada vez mais podemos perceber a presença da tecnologia no campo e verificar os reflexos e que isso provocou no modo de trabalho rural. Os trabalhadores do campo sofrem com os problemas de saúde do trabalho antes vistos apenas nas áreas urbanas. O uso da mecanização agrícola trouxe benefícios mas também problemas que precisam ser corrigidos, visando a melhoria na saúde e na qualidade de vida do trabalhador do campo.

Como podemos perceber, as cabines em equipamentos agrícolas foi um desses avanços que procura garantir estes benefícios humanos. Um bom projeto da cabine, analisando os detalhes de projeto e os fatores que garantem uma operação ergonômica e com segurança, são necessários para que se cumpra com eficiência o seu objetivo proposto.

O que de fato é preciso, são cabines que garantam o mínimo de transmissão de ruído e vibração externa, com o maior campo de visão possível ao operador, com controle eficiente da ventilação e temperatura interna, num ambiente ergonomicamente adequado, seja na manipulação dos instrumentos, quanto no banco do operador. Se em um check list, todos estes fatores forem cumpridos, estaremos garantindo que houve um projeto pensado na ergonomia e na segurança do trabalho do operador, garantindo maior qualidade de vida no trabalho rural atual.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9999: Medição do nível de potência sonora, no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas.** Rio de Janeiro, 1987. 21p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4252: Tratores agrícolas – Acomodação do Assento do Operador – Dimensões.** Rio de Janeiro, 1999. 17p.

BIGHETTI, Henrique. **Trator movido a biometano promete economia de até 30% nos custos.** Canal Rural. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/rural-noticias/trator-movido-biometano-promete-economia-ate-nos-custos-74054>. Acesso em 31 ago. 2020.

CNH Industrial. **CASE Steiger 470.** Curitiba: Case Brasil, 2018. 4p. Disponível em: <https://assets.cnhindustrial.com/caseih/LATAM/LATAMASSETS/Folhetos/Tratores/017318-Folheto-Steiger-2018-baixa.pdf> > Acesso em: 08 de junho de 2020

CNH Industrial. **New Holland Brasil.** Disponível em: <http://www.newholland.com.br> Acesso em 08 de junho de 2020.

DEBIASI, H.; SCHLOSSER, J. F.; PINHEIRO, E. D. **Características ergonômicas dos tratores agrícolas utilizados na região central do Rio Grande do Sul.** Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.6, 2014.

FERNANDES J. C. Tratores – ruídos: barulho ensurdecedor. **Cultiva Máquinas.** Pelotas, v.17, p.6-8, 2013.

TOSSIN, R. C.; LANÇAS, K. P.; ARAUJO, J. A. Avaliação do ruído no posto de trabalho em dois tratores agrícolas. Energia na Agricultura, Botucatu, v.24, n. 4, p 108-118, 2009.

TRATORES ANTIGOS. **Blog Tratores Antigos,** 2018. Disponível em: www.tratoresantigos.blogspot.com.br Acesso em 25 de maio de 2020.

TRATORNEW S/A. **6° Dia Tratornew.** Ponta Grossa: Tratornew, 2018. 20p. Disponível em: http://www.tratornew.com.br/exibe_eventos.php?codigo=114 Acesso em: 08 de junho de 2020.

ROZIN, D. **Conformidade do posto de operação de tratores agrícolas nacionais com normas de ergonomia e segurança.** 2004. 287p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-graduação e Agrícola. UFSM Santa Maria.