

Ruído em máquinas agrícolas: Modernização e a saúde do trabalhador



<https://doi.org/10.56238/interdiinovationscrese-077>

Stefani Refatti Moraes

Curso superior em Gestão do Agronegócio, Alegrete/RS

Vilnei de Oliveira Dias

Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Associado, Unipampa, Alegrete/RS

Jhon Pablo Lima Cornélio

Mestre em engenharia, Técnico Administrativo em Educação, Unipampa, Alegrete/RS

Maria Eduarda Hitz

Acadêmica de Engenharia Agrícola, Unipampa, Alegrete/RS

RESUMO

A evolução da mecanização agrícola, melhorou o desempenho operacional e produtivo, reduzindo o esforço físico humano, e elevando a produtividade por área. Todavia, o trabalhador permanece exposto a diversos riscos laborais ao operar uma máquina agrícola, sejam eles físicos, químicos ou biológicos, ampliando a incidência de doenças ocupacionais. O ruído gerado pelas operações agrícolas é considerado um dos principais fatores ergonômicos prejudiciais ao operador do maquinário e pessoas

próximas ao raio de alcance do ruído, afetando não somente a audição, mas o bem-estar e o rendimento na realização do trabalho, aumentando a possibilidade de acidentes. Em pesquisa realizada utilizando um conjunto mecanizado trator-pulverizador com assistência a ar nas barras pulverizadoras, como forma de avaliar a influência do acionamento de implementos aos níveis de ruído emitidos por trator agrícola, observou-se um acréscimo na intensidade sonora quando a assistência a ar se encontrava ligada, principalmente, em locais mais próximos à fonte de ruído, e quando o trator operava em maiores rotações de motor. Os efeitos da exposição aos ruídos gerados por máquinas e implementos agrícolas, são mais bem percebidos a longo prazo, quando seus efeitos se tornam mais severos. A modernização do setor de mecanização tornou possível a atenuação dos ruídos percebidos pelos operadores através do emprego de cabines, no entanto, colaboradores trabalhando em local próximo também estão expostos às emissões sonoras, sendo essencial o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), como protetores auriculares.

Palavras-chave: Mecanização agrícola, Saúde e segurança rural, Ergonomia.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura evolui desde seus primórdios, e, após a Revolução Industrial, a intensificação do uso de máquinas propiciou a produção em escala. A inquietude gerada pelo iminente aumento da população, serviu como combustível para o contínuo desenvolvimento de tecnologias.

A crescente demanda por alimentos está diretamente ligada a esse aumento populacional mundial, tornando indispensável a expansão da atividade agrícola. Com a evolução da mecanização agrícola, melhorou-se o desempenho operacional e produtivo, reduzindo o esforço físico humano, e elevando a produtividade por área.

Todavia, o trabalhador permanece exposto a diversos riscos laborais ao operar uma máquina agrícola, sejam eles físicos, químicos ou biológicos, ampliando a incidência de doenças ocupacionais.



A segurança do operador está atrelada, também, ao seu bem-estar, tornando o fator ergonômico de suma importância durante o desempenho das atividades de trabalho.

O ruído gerado pelas operações agrícolas é considerado um dos principais fatores ergonômicos prejudiciais ao operador do maquinário e pessoas próximas ao raio de alcance do ruído, afetando não somente a audição, mas o bem-estar e o rendimento na realização do trabalho, aumentando a possibilidade de acidentes (CHAIBEN NETO *et al.*, 2020). O trator agrícola é um dos veículos mais utilizados nas propriedades. Embora tenha ocorrido a redução dos níveis de ruído, devido ao progresso tecnológico, o excesso de exposição, diária ou semanal, pode causar a perda auditiva parcial ou completa, principalmente quando não se faz o uso de equipamentos de proteção (BILSKI, 2013).

A Norma Regulamentadora nº 15, estabelece os limites de tolerância para exposição a ruídos, contínuos ou intermitentes, não excedendo 8 horas diárias quando o nível de ruído apresentar intensidade de 85 dB (A), e 7 minutos para 115 dB (A). Níveis acima desse limite não permitem a exposição de operadores sem o uso de equipamentos de proteção (VEIGA *et al.*, 2021).

Desta forma, se mostra pertinente o estudo dos níveis de ruído emitidos por máquinas e implementos agrícolas, a que os trabalhadores rurais estão expostos, como forma de avaliar os seus efeitos no corpo humano, possibilitando a proposição de alternativas e adequações viáveis, que garantam a saúde e segurança dos trabalhadores.

2 A MODERNIZAÇÃO DO SETOR AGRÍCOLA

O desenvolvimento de tratores agrícolas ocorreu através da modernização do setor agrário, assim, o trator agrícola de rodas converteu-se no veículo mais utilizado em propriedades rurais ao redor do mundo, com uma frota de cerca de 29 milhões de tratores, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais de tratores, com 98% das máquinas vendidas no país de fabricação nacional (BAESSO *et al.*, 2015; NUNES *et al.*, 2016; FARIAS & SCHLOSSER, 2020). No ano de 2020, da produção total de máquinas agrícolas, 70,9% foram de tratores de rodas, 11,3% de retroescavadeiras e 10,4% de colheitadeiras de grãos, segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA.

Assim, a mecanização agrícola proporcionou eficiência e praticidade as operações agrárias, substituindo o trabalho realizado manualmente ou por tração animal, por máquinas que realizam desde o preparo do solo até à colheita, garantindo maiores produtividade e precisão, o cultivo em áreas extensas, em menores períodos que, aliado a clima e vegetação favoráveis, tornou o Brasil um grande exportador de produtos agropecuários (CUNHA; DUARTE; RODRIGUES, 2009; BAESSO *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2020).

Apesar dos benefícios de ordem econômica para o setor, o trabalhador rural passou a estar exposto a um ambiente nocivo e insalubre, em sua maior parte, decorrente do ruído emitido pelas



máquinas agrícolas (SPADIM *et al.*, 2015). Ademais tem-se os problemas ergonômicos e exposição as condições climáticas, poeira e fumaça do escapamento, evidenciando que a projeção dos tratores prioriza o trabalho, e não o trabalhador (SOUZA; FERNANDES; VITÓRIA, 2003). Anteriormente, os projetos visavam a redução de custos de produção e de equipamentos; no entanto, os clientes em vários mercados se mostram mais sensíveis a vibrações e ruídos, tornando a evolução desses fatores, um poderoso aspecto de marketing (SILVA *et al.*, 2004; YILDIZ & TANDOGAN, 2013).

A produtividade nas operações agrícolas não depende apenas da maquinaria empregada, mas da saúde e bem-estar do operador e dos trabalhadores auxiliares (SILVA *et al.*, 2004; GOMES *et al.*, 2021). Deste modo, é essencial identificar as condições de trabalho que geram maiores níveis de ruído, e a influência da potência do motor, ano de fabricação, presença de cabine, e ativação de implementos (BAESSO *et al.*, 2017; GOMES *et al.*, 2021).

3 O RUÍDO E AS MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Embora o som faça parte da vida diária dos seres humanos e da mecanização agrícola, alguns sons são desagradáveis e indesejáveis, promovendo efeitos fisiológicos e psicológicos, uma vez que exercem certa pressão sobre a membrana do tímpano, causando uma sensação de desconforto e perda gradual da sensibilidade auditiva; os ditos ruídos (CELEN & ARIN, 2003; SILVA *et al.*, 2017; FARIAS & SCHLOSSER, 2020).

O ruído é um dos agentes físicos mais perigosos encontrados no local de trabalho, pois, constitui-se de uma poluição sonora, a qual deixa traços invisíveis da sua influência no meio ambiente, e ocorre na maior parte dos processos fabris, civis, motores, máquinas e ferramentas (SANTOS FILHO *et al.*, 2004; RINALDI *et al.*, 2008; MION *et al.*, 2009; YANAGI JUNIOR *et al.*, 2012). Consiste em três classes: contínuo, intermitente e impulsivo. O ruído contínuo é aquele em que não há interrupção, enquanto o intermitente ocorre em ciclos, e o som pode aumentar e diminuir rapidamente; o ruído impulsivo é breve e abrupto, geralmente provocado por explosões ou impactos (TIPOS DE, 2011). Tosin (2009) afirma que esse agente insalubre está presente em mais de 90% das atividades humanas, sendo o principal risco ao qual o trabalhador está exposto.

Na agricultura, o ruído tem como principal origem a operação com tratores, uma vez que a forte resposta acústica induzida pela excitação externa causa ruído dentro da cabine através da janela de vidro e para-brisa, e a repetida reflexão de sons pelas finas placas da cabine produzem reverberação (EGELA & HAMED, 2017; WANG *et al.*, 2022). Além disso, sua intensidade pode aumentar com a utilização de implementos, como arados e roçadeiras, velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar (BABALOLA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2020).

Estudos realizados com tratores agrícolas da velha geração demonstram que o ruído gerado por esses veículos não está dentro de uma faixa adequada de níveis de ruído, excedendo os limites de



exposição diário e/ou semanal, induzindo a perda auditiva (BILSKI, 2013; YAMIN *et al.*, 2021). Com o progresso tecnológico, nos últimos anos, houve redução dos níveis de ruído audível percebidos pelos operadores de tratores agrícolas, grande parte pela substituição das máquinas mais antigas por equipamentos modernos, no entanto, não foi capaz de reduzir o ruído a níveis seguros de trabalho sem a utilização de protetores auriculares nos tratores não-cabinados (BILSKI, 2013; SPADIM *et al.*, 2015).

Logo, é necessário determinar a distribuição espacial do ruído para avaliar a salubridade do ambiente de trabalho de operadores de máquinas e trabalhadores que auxiliam a operação agrícola (SANTOS *et al.*, 2020).

4 OS NÍVEIS DE RUÍDO NA HISTÓRIA

Em 600 a.C., na cidade de Sibaris, na Grécia Antiga, a perturbação por ruído passou a ser relatada, em decorrência da atividade dos ferreiros nos limites da cidade. A primeira relação causal da exposição ao ruído com a perda auditiva foi realizada por Plínio, o Velho, quatro séculos depois, ao observar que os moradores próximos às cataratas do rio Nilo apresentavam perda de audição (SOUZA, 2010).

Com a Revolução Industrial, no século XVIII, o trabalho passou a ser mecanizado, em sua maioria de fiação e tecelagem, ocupando armazéns e galpões, e juntamente a Revolução Verde, expandiu a produção agrícola, o que resultou em ambientes insalubres de trabalho, devido à longas exposições a ruído (CHAIBEN NETO *et al.*, 2020; MOURA *et al.*, 2020).

No início do século XIX, surgiram os primeiros veículos autopropelidos a vapor e, no final do século, foram equipados com motores a combustão interna, não agradando à população devido ao ruído emitido pelos veículos (FERNANDES, 1996). A partir de 1930 os tratores passam a ser considerados emissores de altos níveis de ruído, por esta razão, iniciou-se estudos relacionados aos efeitos do ruído de máquinas, no ser humano, centrado na audição (TOSIN; LANÇAS; ARAÚJO, 2015). O primeiro estudo existente sobre ruído de máquinas na agricultura data de 1937, no qual o pai da audiologia C. C. Bunch, constatou a perda auditiva bilateral de um trabalhador rural de 26 anos.

Na primeira metade do século XX, pesquisas desenvolvidas em área militar, relacionavam o homem e a máquina, com análises antropométricas de posições de trabalho, evidenciando a preocupação com o conforto de máquinas agrícolas; na década de 1950, essa relação foi abrangida aos demais efeitos fisiológicos do ruído, apontando os altos níveis de ruído de tratores como responsável pela perda auditiva dos trabalhadores (FERNANDES, 1996).

A partir dos anos 60, com a modernização agrícola no Brasil, o uso de máquinas foi intensificado, propiciando uma expressiva evolução na produtividade agrícola (SCHLOSSER *et al.*, 2002; BAESSO *et al.*, 2017).



Com o avanço tecnológico e os estudos realizados nas últimas décadas, os ruídos audíveis gerados pelo motor do trator e seus componentes foram reduzidos, visando atingir níveis aceitáveis aos trabalhadores expostos (BILSKI, 2013; FARIAS & SCHLOSSER, 2020). Em estudo conduzido por Ramos, Valero e Cañavate (1999), observou-se que o nível de ruído em tratores com cabine decresceu de 89 dB(A), em 1981, para 78 dB(A), em 1999; em tratores sem cabine, houve o decréscimo de 95 para 86 dB(A). Avaliando o exterior do trator, registrou-se uma redução de 11% no nível sonoro (de 88 dB(A) para 78 dB(A)), evidenciando a importância de determinar as fontes de ruído, e aprimorar a maquinaria agrícola.

5 NÍVEIS DE RUÍDO EM TRATORES AGRÍCOLAS

O tempo de exposição a ruídos contínuos e intermitentes emitidos por máquinas agrícolas confere impactos negativos à saúde dos trabalhadores rurais e, apesar da evolução tecnológica, não foi possível reduzir o ruído a níveis seguros, sem a utilização de protetores auriculares (BAESSO *et al.*, 2017; CARNEIRO, 2018).

Os níveis de ruído variam baseados no tipo de trator, velocidade do motor e tipo de trabalho executado pela máquina, além das características dimensionais e físicas dos materiais utilizados nos componentes da máquina agrícola que, ao operar em maiores velocidades, produz vibrações e ruídos no posto de operação; condições climáticas, do solo, e habilidades do condutor também influenciam na flutuação dos níveis de ruído (FERNANDES, 1991; OLDONI *et al.*, 2010; BILSKI, 2013; GHOTBI *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2017). Gonçalves *et al.* (2013), observaram uma redução do ruído em decorrência da mudança de horário, devido à temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

A distância da fonte de ruído influencia no seu nível, demonstrando uma correlação positiva em que, quanto maior o nível sonoro apresentado por uma máquina, maior deve ser o raio de afastamento desta, para manter-se em área segura (SILVA NETO, 2017; VEIGA *et al.*, 2021).

Tratores mais antigos, por conta dos materiais empregados em seus componentes e da privação ergonômica, emitem maiores níveis de ruído e, em sua maioria não possuem cabine para isolamento acústico (MION *et al.*, 2009; BAESSO *et al.*, 2017; CHAIBEN NETO *et al.*, 2020; GOMES *et al.*, 2021). A ausência de cabine confere um aumento de, aproximadamente, 15 dB(A) ao nível de ruído, pois, cerca da cabine ocorrem ruídos acima do limite recomendado de 85 dB(A), indicando condições extremamente desconfortáveis de trabalho (SANTOS FILHO *et al.*, 2004; RINALDI *et al.*, 2008; DAMASCENO *et al.*, 2019; FARIAS & SCHLOSSER, 2020).

Ainda, a presença de cabine em máquinas agrícolas assegura a proteção em caso de acidente, reduz a exposição a fatores ambientais como calor e poeira (RINALDI *et al.*, 2008; CUNHA; DUARTE; SOUZA, 2012).



Operações agrícolas aliadas às condições do ambiente laboral, demonstram a necessidade de se adotar medidas de segurança que garantam o conforto e bem-estar do trabalhador, como equipamentos de proteção individual (EPI) (ARCOVERDE *et al.*, 2011).

Com o avanço tecnológico e os estudos realizados nas últimas décadas, os ruídos audíveis gerados pelo motor do trator e seus componentes foram reduzidos, visando atingir níveis aceitáveis aos trabalhadores expostos (BILSKI, 2013; FARIAS & SCHLOSSER, 2020). Em estudo conduzido por Ramos, Valero e Cañavate (1999), observou-se que o nível de ruído em tratores com cabine decresceu de 89 dB, em 1981, para 78 dB, em 1999; em tratores sem cabine, houve o decréscimo de 95 para 86 dB. Avaliando o exterior do trator, registrou-se uma redução de 11% no nível sonoro (de 88 dB para 78 dB), evidenciando a importância de determinar as fontes de ruído, e aprimorar a maquinaria agrícola.

6 FONTES DE RUÍDO EM TRATORES

Os medidores de ruído, conhecidos por decibelímetros, são uma importante ferramenta para quantificar os níveis de ruído a que os trabalhadores estão expostos, como forma de precavê-los dos riscos e empregar as devidas proteções. O uso desse aparelho deve ocorrer continuamente, pois, as condições ambientais, climáticas, e de conservação das máquinas agrícolas influencia diretamente a emissão e a propagação do ruído, intensificando os riscos à saúde dos colaboradores (VEIGA *et al.*, 2021).

As máquinas agrícolas possuem distintas fontes de ruído, sendo o escapamento responsável por até 60% do ruído total emitido, seguido por aspiração, ventilador e vibração; a transmissão e o sistema hidráulico também influenciam nos valores (GHOTBI *et al.*, 2013; RAVANDI *et al.*, 2016; MOURA *et al.*, 2020). A origem desse ruído vem do processo de combustão do motor e da ação mecânica com o motor (DEWANGAN; KUMAR; TEWARI, 2005; YADAV *et al.*, 2013). Nas proximidades do motor, é possível aferir níveis acima de 90 dB(A) (FERNANDES, 1996; VEIGA *et al.*, 2021).

Correlacionando os níveis de ruído com a posição, os maiores valores encontram-se à esquerda, uma vez que o escapamento do trator agrícola se encontra nessa posição, e na parte frontal do trator, onde está localizado o motor; subsequente tem-se as posições direita e traseira da máquina (MAGALHÃES; CORTEZ; NAGAHAMA, 2012; MISSIO *et al.*, 2016; CARNEIRO, 2018; MARQUES FILHO & LANÇA, 2022).

Entretanto, a ativação de implementos tracionados ou acionados por tomada de potência (TDP) exigem maior potência do motor, elevando os níveis de ruído emitidos direta ou indiretamente (DAMASCENO *et al.*, 2019). Devido ao maior esforço do motor, requerido pelos implementos, operações de preparo do solo com arados, grades, subsoladores e escarificadores, apresentam os maiores níveis de ruído, excedendo os limites de exposição diária estabelecidos pela NR-15,



alcançando valor acima de 96 dB(A), fazendo necessário o uso de EPIs (ARCOVERDE *et al.*, 2011; CUNHA; DUARTE; SOUZA, 2012; EGELA & HAMED, 2017). O aumento nos níveis sonoros na parte traseira do trator decorre da ativação de implementos (SANTOS FILHO *et al.*, 2004; GOMES *et al.*, 2021).

Além dos implementos utilizados para preparo do solo, o acionamento de pulverizadores na tomada de potência gera um aumento dos níveis de ruído emitidos pelo conjunto mecanizado. Baesso *et al.* (2008), ao avaliarem a influência de pulverizador com assistência a ar, demonstraram resultados de até 104,85 dB(A), no posto de operação, ou seja, acima do limite permitido para uma jornada de trabalho de oito horas. O ventilador centrífugo presente no sistema de assistência a ar na barra de pulverização realiza a distribuição de um elevado volume de ar em duto inflado, durante o deslocamento do conjunto mecanizado; a turbulência formada pelo volume e velocidade do ar varia de acordo com a rotação do ventilador (MATTHEWS; MILLER; BATEMAN, 2014).

7 NÍVEIS DE RUÍDO E A SAÚDE DO TRABALHADOR

A agricultura é uma ocupação que envolve exposições potencialmente excessivas a agentes nocivos à saúde, como o ruído, apesar da modernização agrícola, uma vez que o foco está relacionado a vestimentas e equipamentos de proteção contra agroquímicos; logo, se faz necessário realizar avaliações de saúde e segurança dos trabalhadores (CARNEIRO, 2018; FARIAS & SCHLOSSER, 2020; MOURA *et al.*, 2020).

A centralização dos projetos dos tratores agrícolas no aumento da sua eficiência, deixando o fator humano em segundo plano, vulnerabiliza a audição dos operadores, os quais desenvolvem patologias causadas por ferimentos auditivos (ALVES *et al.*, 2011; ARCOVERDE *et al.*, 2011; MARQUES FILHO & LANÇA, 2022). Ao avaliar os níveis de ruído aos quais o trabalhador rural está exposto propicia-se a melhoria dos projetos ergonômicos e de segurança das máquinas agrícolas, por parte dos fabricantes, e a conscientização desses trabalhadores quanto aos riscos da sua atividade, e da importância do uso de protetores auriculares (POJE *et al.*, 2016; CARNEIRO *et al.*, 2018).

O operador de tratores agrícolas encontra-se em constantes problemas relacionados à ergonomia e segurança, em decorrência do nível sonoro, frequência e tempo de exposição a ruídos e vibrações, levando ao aumento de acidentes pela irritação e distração causadas pelo excesso de ruído no posto de trabalho, em especial próximo ao ouvido do operador (PIMENTA JUNIOR *et al.*, 2012; BAESSO *et al.*, 2015; SOARES *et al.*, 2015; CHAIBEN NETO *et al.*, 2020).

Apesar do ouvido humano suportar certos níveis de ruído, a constante exposição a níveis acima dos recomendados, sem a utilização de protetores auriculares, gera efeitos cumulativos ao decorrer do tempo, levando à perda auditiva temporária ou permanente (RAMOS; VALERO; CAÑAVATE, 1999; ALVES *et al.*, 2011; ANDERSSON *et al.*, 2015; CARNEIRO, 2018). Em estudo desenvolvido por



Karlovich *et al.* (1988), analisando o efeito do ruído na audição de trabalhadores rurais, observou-se que, cerca de 50% dos homens avaliados, apresentavam algum grau de deficiência de comunicação aos 50 anos, e 25% apresentavam, pelo menos, o início de uma deficiência aos 30 anos; apenas 18-25% dos trabalhadores relataram o uso de protetores auditivos.

O uso de protetores auriculares é capaz de atenuar os níveis de ruído entre 10 e 20 dB(A), todavia, sua qualidade, forma e tempo de utilização, influenciam de tal forma que, mesmo com seu uso, pode haver danos à saúde dos trabalhadores em operação com tratores (CUNHA; DUARTE; RODRIGUES, 2009; CUNHA; DUARTE; SOUZA, 2012).

O progresso tecnológico que visa ganhar velocidade na produção, diminuiu a carga de trabalho físico dos homens, no entanto, apresenta efeitos negativos; além dos acidentes e doenças associadas à exposição da população agrícola a pesticidas, vibração e partículas orgânicas, é comum a exposição ao ruído excessivo (KARLOVICH *et al.*, 1988; CELEN & ARIN, 2003). Aliado a posturas inadequadas, o ruído emitido pelas máquinas agrícolas leva o operador a quadros de estresse e fadiga, reduzindo o seu desempenho (MISSIO *et al.*, 2016; CHAIBEN NETO *et al.*, 2020; OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2022).

Altos níveis de ruído podem causar, de imediato, dores de cabeça; tontura, nervosismo e estresse, problemas para dormir, e perda de concentração; torna mais difícil processar informações complexas para tarefas difíceis (DEWANGAN; KUMAR; TEWARI, 2005).

A longa exposição a ruído de trator influencia na frequência cardíaca, pressão sanguínea, respiração, e níveis de ácido úrico no sangue; há relatos de mudança de tamanho de glândulas do sistema endócrino, contração de vasos sanguíneos, aumento da pupila, náusea e fadiga (RINALDI *et al.*, 2008; YAMIN *et al.*, 2021). Também influencia no comportamento motor, perceptual e cognitivo, desencadeando variações glandulares, cardiovasculares e gastrointestinais através do sistema nervoso autônomo, podendo aumentar o risco de depressão, agressividade, estresse e ansiedade, afetando negativamente a vida social de um agricultor ou tratorista, pois afeta a capacidade comunicativa (KARLOVICH *et al.*, 1988; BILSKI, 2013; SOARES *et al.*, 2015; YAMIN *et al.*, 2021).

Fernandes (1991), constatou a insalubridade da exposição diárias a níveis de ruído acima de 80 dB(A), demonstrando a perda auditiva em 59,8% dos tratoristas avaliados, os quais estavam expostos a níveis entre 90 e 110 dB(A).

Segundo Baesso *et al.* (2008, p. 401), “pessoas expostas a 82, 85, 88 ou 92 dB(A), em uma jornada diária de trabalho (8 horas), perdem 2, 5, 10 ou 20% da audição, respectivamente”.

Ao verificar a relação entre a exposição a ruído e a pressão sanguínea entre operadores, Egela e Hamed (2017) constataram que antes do turno de trabalho, 57,4% dos operadores apresentavam pré-hipertensão, e 42,6% apresentavam pressão normal. Após o turno, 64,5% apresentavam estágio I de hipertensão, 28,4% pré-hipertensão, e 7,1% estágio II de hipertensão.



8 LEGISLAÇÕES RELACIONADAS À EMISSÃO DE RUÍDO

A exposição excessiva ao ruído é reconhecida como um problema de saúde ocupacional, sendo fundamental a quantificação de seus níveis, fato este que levou ao desenvolvimento de regulamentos e normas sobre níveis e tempos de exposição permissíveis (KARLOVICH, 1988; OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2022).

Visando o estabelecimento de níveis máximos de ruído em relação ao ano de fabricação de máquinas e veículos, em 1958 é criada a primeira legislação, na Alemanha; passados alguns anos, ocorreu a publicação da Recomendação ISO R 362, considerando um limite máximo de ruído, de 85 a 89 dB(A) (ISO, 1964).

O risco auditivo a qual os trabalhadores estavam expostos foram definidos a partir do ano de 1975, com a publicação das Normas ISO 1995 e ISO 1999, pela *International Organization for Standardization* - ISO; enquanto em 1977, no Brasil, a Lei nº 6.524 entrou em vigor, aprovando as Normas Regulamentadoras (NR) voltadas à Segurança e Medicina do Trabalho (FERNANDES, 1996).

A partir de 1987, o Brasil adotou o método internacional para medição de ruído no posto de trabalho de tratores agrícolas, possibilitando a realização de inúmeros estudos voltados ao tema; nesse mesmo ano, a publicação da Norma NBR 9999 definiu o valor de ruído de fundo em 10 dB(A) abaixo do registrado durante execução de ensaios (FERNANDES, 1996; SANTOS FILHO *et al.*, 2004).

Em 1990, foi publicada a Norma NBR 10152, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, estabelecendo limites de ruído para conforto acústico, os quais variam entre 30 dB e 55 dB, dependendo do ambiente avaliado (FERNANDES, 1996). Os tempos de exposição máximos permitido aos trabalhadores (Quadro 1), em distintos níveis de ruído, para que não ocorram problemas de saúde, como perda auditiva, foram estipulados através da NR 15, de 1990 (CARNEIRO, 2018).

Quadro 1 – Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos



110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: adaptado de Brasil (2022).

No ano de 2017, a ABNT publica as Normas NBR ISO 5131 e NBR ISO 7216, especificando o método para medição de ruído na posição de operador de tratores agrícolas e florestais, e o método para medição do nível de pressão sonora em tratores agrícolas e florestais em movimento, respectivamente.

9 INFLUÊNCIA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS NOS NÍVEIS DE RUÍDO

Ao utilizar tratores agrícolas, na maioria das vezes, faz-se o acionamento de implementos para a realização das atividades no campo. Posto isto, abaixo serão mostrados os principais resultados de um trabalho onde avaliou-se a influência do acionamento de um pulverizador com assistência a ar nas barras pulverizadoras sobre os níveis de ruído emitidos por um trator agrícola (Figura 1).

Figura 1 – Medição dos níveis de ruído emitidos por conjunto mecanizado trator-pulverizador no posto de operação de trator agrícola



Fonte: Autores.

As avaliações do estudo foram baseadas na metodologia determinada pelas Normas NBR ISO 5131 (ABNT, 2017) e NBR ISO 7216 (ABNT, 2017), as quais se referem à medição de ruído no posto do operador de tratores agrícolas, e quando o trator se encontra em movimento, respectivamente.

Os tratamentos foram compostos pela combinação de duas condições de assistência a ar (desligada e ligada), quatro regimes de rotação do motor (1400, 1600, 1800 e 2000 rpm) e dois raios de afastamento (à 0,20 m de distância do ouvido do operador, lateralmente, e à 7,5 m de distância da fonte de ruído).



Devido ao funcionamento do ventilador centrífugo presente no modelo de pulverizador utilizado, a assistência a ar nas barras pulverizadoras gerou acréscimo nos níveis de ruído emitidos quando estava ligada. Conforme a Tabela 1, os níveis de ruído mais elevados foram quantificados na distância de 0,20 m do ouvido do operador, devido à sua proximidade da fonte de ruído, em ambas as condições da assistência a ar, enquanto, afastando-se dessa fonte, houve decréscimo na intensidade sonora emitida, demonstrando um comportamento inversamente proporcional entre distância e ruído emitido.

Tabela 1 – Desdobramento das interações entre os fatores raio de afastamento e assistência a ar na barra de pulverização de um trator agrícola

Raio de afastamento	Assistência a ar			
	Desligada		Máxima	
	Ruído (dB)			
0,20 m	88,04	aB	89,79	aA
7,5 m	72,29	B	78,43	bA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autores.

Nas avaliações da influência da rotação do motor (Tabela 2), observou-se um comportamento linear de forma que o aumento na rotação do motor gerou incremento nas emissões sonoras.

Tabela 2 – Desdobramento das interações entre os fatores rotação do motor e assistência a ar na barra de pulverização de um trator agrícola

Rotação do motor (RPM)	Assistência a ar			
	Desligada		Máxima	
	Ruído (dB)			
1400	78,18	b	80,43	a
1600	80,03	b	83,63	a
1800	82,32	b	86,66	a
2000	83,77	b	88,12	a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autores.

Assim, as rotações do motor 1400 rpm e 1600 rpm apresentaram menores níveis de ruído, bem como as rotações 1800 rpm e 2000 rpm apresentaram os maiores níveis de ruído, independente do funcionamento da assistência a ar do pulverizador.

De acordo com a Norma Regulamentadora nº 15, para níveis de ruído acima de 85 dB deve-se reduzir o tempo de exposição do trabalhador às fontes de ruído e fazer uso de protetores auriculares, como forma de atenuar os efeitos ocasionados por tal exposição.

É importante ressaltar que, ao avaliar diferentes distâncias, tem-se conhecimento das intensidades sonoras a que outros colaboradores trabalhando em local próximo estão expostos, não somente aqueles operando as máquinas agrícolas.



10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exposição à ruídos durante as atividades laborais afeta o desempenho e a saúde do trabalhador, levando à dispersão da atenção, devido ao aumento de estresse e desconforto. Os efeitos mais severos dos níveis de ruído não ocorrem de maneira imediata, mas a longo prazo, podendo acarretar complicações cardiovasculares, aumento da frequência cardíaca e perda auditiva.

Em decorrência dos avanços tecnológicos e as alterações realizadas em máquinas e implementos agrícolas, houve atenuação dos ruídos emitidos através do emprego de cabines e mudança de materiais utilizados para composição das máquinas. No entanto, nem todos os produtores têm condições financeiras para aquisição de modelos cabinados disponíveis no mercado, sendo necessária a adoção de medidas mais viáveis.

Deste modo, independentemente da posição dos trabalhadores em relação às máquinas agrícolas em funcionamento, faz-se importante a utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs), para a saúde e segurança durante a jornada de trabalho, garantindo o bem-estar dos colaboradores.



REFERÊNCIAS

- ALVES, A. D. D. S. *et al.* Níveis de potência sonora emitidos por trator agrícola em condições estáticas e dinâmicas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 41, n. 1, jan./mar. 2011. 110-119.
- ANDERSSON, M. *et al.* Índices de depreciação, ergonomia, segurança, nível de ruído e manutenção como parâmetros de avaliação em tratores agrícolas de quatro rodas. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, La Plata*, v. 114, n. 1, 2015. 95-100.
- ARCOVERDE, S. N. S. *et al.* Nível de potência sonora nas operações agrícolas. *Nucleus, Georgia*, v. 8, n. 1, abril 2011. 277-286.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 5131: Tratores agrícolas e florestais – Medição de ruído na posição do operador. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 7216: Tratores agrícolas e florestais – Medição de ruído emitido quando em movimento. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. Máquinas agrícolas e rodoviárias: produção, vendas internas no atacado, exportações em unidades, exportações em valor e emprego (2020). Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/edicoes-em-excel/>. Acesso em 4 jan. 2023.
- BABALOLA, A. A. *et al.* Evaluation of agricultural tractor noise in field operations at the College of Engineering and Environmental Studies, Olabisi Onabanjo University, Ago-Iwoye, Nigeria. *National Engineering Conference*. Zaria: Ahmadu Bello University. 2018. p. 559-563.
- BAESSO, M. M. *et al.* Avaliação do nível de ruído emitido por um conjunto trator-pulverizador com e sem assistência de ar. *Engenharia na Agricultura, Viçosa*, v. 16, n. 4, out./dez. 2008. 400-407.
- BAESSO, M. M. *et al.* Avaliação do nível de ruído, itens de segurança e ergonomia em tratores agrícolas. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, Tupã*, v. 9, n. 4, 2015. 368-380.
- BAESSO, M. M. *et al.* Níveis de ruído emitidos por tratores agrícolas. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, Tupã*, v.11, n. 3, 2017. 229-238.
- BILSKI, B. Audible and infrasonic noise levels in the cabins of modern agricultural tractors - does the risk of adverse, exposure-dependent effects still exist? *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, Łódz*, v. 26, n. 3, 2013. 488-493.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Secretaria de Trabalho. Norma regulamentadora NR-15: Atividades e operações insalubres. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência, 2022.
- BUNCH, C. C. Usable hearing. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology, Saint Louis*, v. 43, n. 1, June 1937. 367-376.
- CARNEIRO, D. C. D. S. Níveis de ruído emitido por colhedora autopropelida de café em diferentes condições de trabalho. 2018. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2018.
- CARNEIRO, M. D. A. *et al.* Avaliação dos níveis de ruído na operação mecanizada de semeadura do milho. 1º Simpósio Mato-Grossense de Mecanização Agrícola e Agricultura de Precisão. Sinop: Universidade Federal do Mato Grosso. 2018. p. 1-3.



CELEN, L. H.; ARIN, S. Noise levels of agricultural tractors. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v. 6, n. 19, 2003. 1706-1711.

CHAIBEN NETO, M. *et al.* Avaliação do risco ergonômico de um operador agrícola em atividade de trituração de restos culturais. *Tecno-lógica*, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 2, jul./dez. 2020. 190-195.

CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; RODRIGUES, J. C. Avaliação dos níveis de vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 4, out./dez. 2009. 348-355.

CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; SOUZA, C. M. A. Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas. *IDESIA - Revista de Agricultura em Zonas Áridas*, Tarapacá, v. 30, n. 1, enero/abril 2012. 25-34.

DAMASCENO, F. A. *et al.* Avaliação do nível de ruído emitido por um trator agrícola acoplado a uma colhedora de milho. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 27, n. 5, 2019. 412-419.

DEWANGAN, K. N.; KUMAR, G. V. P.; TEWARI, V. K. Noise characteristics of tractors and health effect on farmers. *Applied Acoustics*, Elsevier, v. 66, 2005. 1049-1062.

EGELA, M. E.; HAMED, A. R. Tractor noise levels impact on operator safety. *Journal Soil Science and Agricultural Engineering*, Mansoura, v. 8, n. 8, 2017. 355-362.

FARIAS, M. S.; SCHLOSSER, J. F. Níveis de ruído no posto de operação de um trator agrícola na operação de semeadura. *Tecno-lógica*, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 1, fev./jul. 2020. 47-52.

FERNANDES, J. C. Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador. 1991. 193 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.

FERNANDES, J. C. Atenuação dos níveis de ruídos em tratores agrícolas. 1996. 119 f. Tese (Livre-Docência em Vibrações e Acústica e Ruídos) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 1996.

GHOTBI, M. R. *et al.* Driver exposure and environmental noise emission of Massey Ferguson 285 tractor during operations with different engine speeds and gears. *African Journal of Agricultural Research*, Victoria Island, v. 8, n. 8, 8 March 2013. 652-659.

GOMES, A. P. A. *et al.* Noise levels emitted by agricultural tractors with and without implements activation. *Nativa*, Sinop, v. 9, n. 4, 2021. 413-418.

GONÇALVES, S. S. *et al.* Ensaio de opacidade e nível de ruído de um trator agrícola. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 21, n. 3, maio/jun. 2013. 244-252.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO). ISO R 362: Measurement of noise emitted by vehicles. London: British Standards Institution, 1964.

KARLOVICH, R. S. *et al.* Hearing sensitivity in farmers. *Public Health Reports*, Washington, v. 103, n. 1, Jan./Feb. 1988. 61-71.

MAGALHÃES, A. T.; CORTEZ, J. W.; NAGAHAMA, H. D. J. Nível de ruído de um trator agrícola em função da rotação, da distância, da velocidade e da condição do solo obtido por meio de



- decibelímetro com e sem proteção de vento. *Revista Engenharia na Agricultura*, Botucatu, v. 27, n. 4, out./dez. 2012. 24-44.
- MARQUES FILHO, A. C.; LANÇAS, K. P. Can the tractor's cabin allow the noise at the operator's station?. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, Tupã, v. 16, 2022. 1-6.
- MATTHEWS, G. A.; MILLER, P. C. H.; BATEMAN, R. *Pesticide application methods*. Chichester: Wiley-Blackwell, 2014.
- MION, R. L. *et al.* Avaliação dos níveis de ruído de um conjunto mecanizado trator e semeadora adubadora pneumática. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 17, n. 2, mar./abr. 2009. 87-92.
- MISSIO, C. *et al.* Variabilidade espacial do nível de ruído externo em rotações de trabalho. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 30, n. 2, abr./jun. 2015. 104-108
- MOURA, M. D. S. *et al.* Avaliação do nível de ruído emitido por um trator durante uma operação agrícola. In: ___Os desafios da engenharia de produção frente às demandas contemporâneas. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. Cap. 6, p. 55-62.
- NUNES, M. D. *et al.* Impactos de ruídos de maquinários agrícolas na saúde humana. X Semana Acadêmica do Curso de Agronomia - SEAGRO. Cascavel: FAG. 2016. p. 5-7.
- OLDONI, A. *et al.* Avaliação dos níveis de ruído dos tratores agrícolas destinados a agricultura familiar. XIX CIC/ XII ENPOS/ II Mostra Científica. Pelotas: UFPel. 2010.
- OLIVEIRA JÚNIOR, G. G. D. *et al.* Vibração e ruído no posto de operação de um trator cafeeiro acoplado a um turbo pulverizador sob diferentes velocidades de trabalho. *Revista Concilium*, v. 22, n. 2, 2022. 118-130.
- PIMENTA JUNIOR, C. G. *et al.* Análise espacial do nível de ruído emitido por trator agrícola. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 7, n. 3, jul./set 2012. 514-520.
- POJE, A. *et al.* A case study of the impact of skidding distance on tractor operator exposure to noise. *Baltic Forestry*, Latvia, v. 2, n. 2, 2016. 357-364.
- RAMOS, J. G.; VALERO, C.; CAÑAVATE, J. O. El problema del ruido en los tractores agrícolas. *Mecanización*, Madrid, 15 abril 1999. 70-72.
- RAVANDI, M. R. G. *et al.* Noise levels of a Massey Ferguson 285 tractor during movement on dirt and paved roads. *Noise Control Engineering Journal*, Reston, v. 64, n. 5, Sep./Oct. 2016. 608-614.
- SANTOS, L. M. D. *et al.* Characterization of noise emitted by a low-profile tractor and its influence on the health of rural workers. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 92, n. 3, 2020. 1-10.
- SANTOS FILHO, P. F. D. *et al.* Utilização de um sistema de aquisição automática de dados para avaliação dos níveis de ruído de um trator agrícola de pneus. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 3, 2004. 381-386.
- SCHLOSSER, J. F. *et al.* Antropometria aplicada aos operadores de tratores agrícolas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 6, 2002. 983-988.



SILVA, A. C. D. *et al.* Ruído e vibração no posto de operação de um trator agrícola em função da pressão dos pneus e velocidade operacional. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 25, n. 5, 2017. 454-458.

SILVA, R. P. D. *et al.* Avaliação do nível de ruído em colhedoras combinadas. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, maio/ago. 2004. 381-387.

SILVA NETO, J. M. Níveis de ruído emitidos por tratores agrícolas cabinados e não cabinados. Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA. Mossoró. 2017.

SOARES, C. M. *et al.* Avaliação do nível de ruído causado por um trator agrícola acoplado a uma colhedora de milho. Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia. Lavras: UFLA. 2015.

SOUZA, T. C. F. Exposição a ruído e hipertensão arterial: investigação de uma relação silenciosa. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, L. H. D.; FERNANDES, H. C.; VITÓRIA, E. L. D. Avaliação do nível de ruído causado por diferentes conjuntos mecanizados. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 28, n. 105/106, 2003. 21-30.

SPADIM, E. R. *et al.* Dependência espacial do ruído de tratores agrícolas em diferentes rotações do motor. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, v. 2, n. 3, jul./set. 2015. 29-33.

TIPOS DE ruído: fontes de ruído. Técnico segurança do trabalho e TI, dez. 2011. Disponível em: <http://tstetecnologias.blogspot.com/2011/12/tipos-de-ruidofontes-de-ruido.html>. Acesso em: 4 jan. 2023.

TOSIN, R. C. Avaliação do ruído e da vibração no posto de trabalho em dois tratores agrícolas. 2009. 149 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

TOSIN, R. C.; LANÇAS, K. P.; ARAÚJO, J. A. B. Avaliação do ruído no posto de trabalho em dois tratores agrícolas. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 24, n. 4, 2015. 108-118.

VEIGA, R. K. *et al.* Análise e distribuição espacial do ruído no posto de trabalho do operador e nas proximidades de máquinas agrícolas e florestais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 43–65, 2021.

WANG, Z. *et al.* Noise reduction in tractor cabs using coupled resonance acoustic materials. *IEEE Access*, v. 10, 2022. 32689-32695.

YADAV, P. S. *et al.* Noise reduction on agricultural tractor. *Symposium on International Automotive Technology*. Pune: SAE International. 2013. p. 1-8.

YAMIN, M. *et al.* Noise exposure and its impact on psychological health of agricultural. *Noise Control Engineering Journal*, Reston, v. 69, n. 6, Nov./Dec. 2021. 500-506.

YANAGI JUNIOR, T. *et al.* Spatial variability of noise level in agricultural machines. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 32, n. 2, mar./abr. 2012. 217-225.

YILDIZ, A. *et al.* Interior noise analysis and prediction of a tractor cabin with emphasis on correlations with experimental data. *Noise and Vibration Conference and Exhibition*. Pune: SAE International. 2013. p. 8.