

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO ENGENHARIA AGRÍCOLA

MÁRCIO DE ALMEIDA AURÉLIO

**ÍNDICE DE ADEQUAÇÃO DE SÍMBOLOS GRÁFICOS UTILIZADOS EM
TRATORES AGRÍCOLAS**

**Alegrete
2023**

MÁRCIO DE ALMEIDA AURÉLIO

**ÍNDICE DE ADEQUAÇÃO DE SÍMBOLOS GRÁFICOS UTILIZADOS EM
TRATORES AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Vilnei de Oliveira Dias

**Alegrete
2023**

MÁRCIO DE ALMEIDA AURÉLIO

**ÍNDICE DE ADEQUAÇÃO DE SÍMBOLOS GRÁFICOS UTILIZADOS EM TRATORES
AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Trabalho defendido e aprovado em: 11 julho de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vilnei de Oliveira Dias

Orientador
(UNIPAMPA)

Prof. MSc. Cleber Milani Rodrigues

(UNIPAMPA)

Eng. Agric. Rômulo Bock



Assinado eletronicamente por **ROMULO BOCK, Usuário Externo**, em 18/07/2023, às 19:51, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CLEBER MILLANI RODRIGUES, ENGENHEIRO-AREA**, em 21/07/2023, às 00:01, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **VILNEI DE OLIVEIRA DIAS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/08/2023, às 09:25, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1186385** e o código CRC **808F038B**.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi propor um índice que quantifique o nível de conformidade dos símbolos gráficos contidos nos painéis de instrumentos, controles e comandos de operação de tratores agrícolas, baseados nas normas técnicas NBR ISO 3767-1 e NBR ISO 3767-2 e os painéis de segurança e pictogramas de riscos fixados nos tratores agrícolas, baseado na NBR ISO 11684. O trabalho envolveu o levantamento dos símbolos através de registros fotográficos em tratores disponíveis em concessionárias do município de Alegrete-RS, das principais marcas fabricantes de máquinas agrícolas. Os mesmos foram classificados conforme faixa de potência, tomando como parâmetro à classificação da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), em tratores Classe I (< 36 kW), Classe II (36-73 kW), Classe III (74-147 kW) e Classe IV (>147 kW). Os dados obtidos foram tabulados e comparados com o padrão estabelecido pelas referidas normas. Com base no índice proposto, pode-se obter um indicativo que represente a máxima conformidade apresentada pelo trator, em relação as normas técnicas. Para classe II este índice foi de 3,0, para classe III, 1,9 e Classe IV, 1,7. Porém, nenhum dos modelo avaliados, em suas classes, atingiu estes valores. Os tratores classe II, apresentaram um índice médio de 2,2, esta categoria foi a que mais distante ficou do seu índice máximo. Os tratores classes III e IV, obtiveram índices médios de 1,5 e 1,4 respectivamente, estes tratores foram os que mais se aproximaram dos seus índices máximos. Em relação as normas técnicas, a NBR 3767-1 foi a que mais teve seu conteúdo atendido, com 87% de símbolos conforme. Seguida da NBR 3767-2 com 79% de conformidade e da NBR 11684 com 69% de conformidade.

Palavras-chave: pictogramas; normalização; segurança; painel de controle; operação agrícola.

ABSTRACT

The objective of this work will be to propose an index that quantifies the level of compliance of the graphic symbols contained in the instrument panels, controls and operating commands of agricultural tractors, based on the technical standards NBR ISO 3767-1 and NBR ISO 3767-2 and the panels safety and risk pictograms attached to agricultural tractors, based on NBR ISO 11684. The work involved surveying the symbols through photographic records on tractors available at dealerships in the municipality of Alegrete-RS, of the main manufacturers of agricultural machinery. They were classified according to the power range, taking as a parameter the classification of the National Association of Automotive Vehicle Manufacturers (ANFAVEA), in Class I tractors (< 36 kW), Class II (36-73 kW), Class III (74- 147 kW) and Class IV (>147 kW). The data obtained were tabulated and compared with the standard established by the referred norms. Based on the proposed index, an indication can be obtained that represents the maximum compliance presented by the tractor, in relation to the NBRs. For Class II this index was 3.0, for Class III, 1.9 and Class IV, 1.7. However, none of the evaluated models, in their classes, reached these values. Class II tractors, presented an average index of 2.2, this category was the furthest away from its maximum index. Class III and IV tractors obtained average rates of 1.5 and 1.4 respectively, these tractors were the ones that came closest to their maximum rates. Regarding technical standards, NBR 3767-1 was the standard that most had its content met, with 87% of symbols compliant. Followed by NBR 3767-2 with 79% compliance and NBR 11684 with 69% compliance.

Keywords: pictograms; normalization; security; control Panel; agricultural operation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Apresentação de equipamento com árvore cardan exposta (A) e com proteção (B).	18
Figura 2 - Apresentação da TDP com dispositivo de proteção instalado.....	19
Figura 3 - Apresentação de tipos de Estruturas de Proteção na Capotagem (EPC).	20
Figura 4 - Escada com pontos de apoio (A) e plataforma com proteção contra quedas (B). ...	21
Figura 5 - Localização do SIP no posto de operação de um trator agrícola.	22
Figura 6 - Planilha utilizada na tabulação dos dados.....	32
Figura 7 - IASG dos tratores classe II	35
Figura 8 - Identificação do freio de estacionamento (A) e padrão recomendado pela NBR (B). Identificação do grupo de marcas representado pelas letras A, B, C (C).....	36
Figura 9 - Painel registrado instruindo sobre procedimento no uso da EPC (A) e padrão de painel recomendado pela norma (B).....	37
Figura 10 - Registro de alerta devido ao risco de contato com superfície quente (A) e padrão de painel recomendado pela norma (B).....	37
Figura 11 - Símbolo registrado indicando partida gradual da TDP.....	38
Figura 12 - IASG tratores classe III	39
Figura 13 - Registro de painel duplo com inadequação das cores do texto do painel de mensagem.....	40
Figura 14 - Símbolos indicando a opção de modo deslocamento ou trabalho	40
Figura 15 - IASG tratores classe IV	41
Figura 16 - Símbolos identificando seletividade de marcha (A) e padrão normativo orientando para essa função (B)	42
Figura 17 - Símbolos dos interruptores utilizados para configurações da RPM do motor.....	42
Figura 18 - Padrão normativo de símbolos que orientam para configuração modo automático da RPM do motor	43
Figura 19 – Comparativo entre os IASG de classe de potência	44
Figura 20 - Pictograma de alerta sobre risco de contato com a TDP (A) e padrão normativo de pictogramas para essa finalidade (B).....	45
Figura 21 - Símbolos registrados que orientam sobre o controle da profundidade da ação do implemento no solo	45

Figura 22 - Símbolos indicando acionar/desacionar TDA (A e B) e padrão recomendado pela norma que remete a condição de desacionar TDA (C).....	46
Figura 23 - Percentual de conformidade dos símbolos relativos à cada norma	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de tratores analisados e agrupados conforme classe de potência segundo ANFAVEA.....	31
Tabela 2 - Exemplo de simbologia padrão recomendada pela NBR 3767-1, NBR 3767-2 e NBR 11684.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo geral	12
1.2	Objetivos específicos	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	Mecanização agrícola.....	13
2.2	Segurança em atividades mecanizadas.....	16
2.3	Símbolos gráficos.....	24
2.4	Símbolos gráficos em máquinas agrícolas	25
2.5	Números índices	29
3	METODOLOGIA	31
3.1	Local e abrangência da amostragem.....	31
3.2	Metodologia de coleta de dados	32
3.3	Processamento e análise dos dados coletados	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	Tratores classe II.....	35
4.2	Tratores classe III	39
4.3	Tratores classe IV.....	41
4.4	Análise comparativa	43
5	CONCLUSÕES.....	48
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A inserção da mecanização nos sistemas produtivos agrícolas contribuiu significativamente para desenvolvimento da agricultura, tendo elevado os índices de produtividade e melhorado a qualidade de vida do homem do campo, que antes dependia unicamente de seu próprio esforço físico ou de utilização de animais como fonte de potência para realizar suas atividades laborais (ERENO, 2008). Entretanto, para sua correta utilização, torna-se necessário o treinamento dos operadores, visando sua capacitação para que possam tirar o melhor rendimento e potencial oferecido por estas máquinas e a trabalharem de forma segura.

Para Reis e Machado (2009), a interação homem-máquina deve ser suficientemente eficiente para que a qualidade e quantidade do trabalho executado sejam ótimas e consequentemente ocorram menores possibilidades de acidentes, tendo em vista que dentre as atividade agrícolas as operações com máquinas são as que mais oferecem riscos. Se antes os acidentes de trabalho eram basicamente relacionados à fatores intrínsecos às operações manuais, quedas e aos animais, hoje o intenso uso de máquinas ampliou os riscos a que os trabalhadores estão sujeitos, tal fato se evidencia pelo aumento da produção de tratores a partir da década de 1960, quando houve um acentuado número de acidentes com os trabalhadores rurais, sendo que na maioria dos casos com gravidade superior aos que ocorriam anteriormente. Segundo Monteiro (2010), parte dos acidentes graves que ocorrem no trabalho rural estão relacionados a tratores, máquinas e equipamentos agrícolas.

Embora o trator agrícola seja uma máquina robusta e projetado para trabalhar em condições difíceis, deve ser operada com muita atenção e cuidado levando em consideração fatores econômicos, agrônômicos, técnicos e operacionais. Sendo assim, o operador é parte fundamental do sucesso das operações agrícolas mecanizadas (MEWES e CASTRO, 2016).

Segundo Reis e Machado (2009), a interpretação dos símbolos de alertas de riscos contidos nos manuais e colados na própria máquina é parte fundamental no processo de prevenção de acidentes. Lopes *et al.* (2016), destacam também, que a identificação e reconhecimento dos símbolos dos controles e dos painéis, com função de diagnóstico da necessidade de reparos ou manutenções, contribuem para prevenção do erro humano e para prevenção de danos à máquina. Para Alonço *et al.* (2006), a capacitação relativo ao conhecimento dos símbolos gráficos deve ser parte elementar na formação do pessoal envolvido com a mecanização, desde cursos universitários relativos ao projeto e utilização de máquinas, passando por cursos direcionados a formação de operadores/mantenedores e

agricultores, como forma de se obter máquinas mais seguras e a operações e manutenções que não impliquem na má utilização e criação de fatores de risco aos seus usuários. Dentro desta perspectiva, a avaliação da conformidade dos símbolos dos controles e comandos, bem como dos alertas de risco através da simbologia gráfica, deve ser diagnosticada.

1.1 Objetivo Geral

Determinar um índice de adequação de símbolos gráficos utilizados em tratores agrícolas.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os símbolos gráficos contido em diferentes classes de potência de tratores agrícolas;
- Classificar os símbolos de acordo com o objetivo que orienta seu uso;
- Analisar e quantificar a conformidade dos símbolos em relação ao que é estabelecido pelas normas técnicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mecanização Agrícola

A mecanização agrícola tem por função o estudo e a aplicação dos processos que envolvam máquinas e equipamentos nas mais diversas atividades, desde operações envolvendo o pré-plantio até a pós-colheita, e tem por objetivos principais; aumentar a produtividade dos trabalhos e atividades agrícolas; modificar as características do trabalho tornando-o mais atrativo; melhorar as formas das intervenções com vistas a incrementar a eficiência das operações e otimizar a precisão das recomendações agrônomicas (SILVA, 2017).

Segundo Fidalgo (2000), a mecanização agrícola consiste na aplicação e utilização das máquinas no desenvolvimento dos processos agrários, que podem ser classificados tanto em operações derivadas dos processos agrícolas como pecuários, florestais, ambientais e agroindustriais.

O objetivo fundamental da mecanização é sua utilização de maneira aplicada e racional, de forma técnica e econômica, visando ao máximo de rendimento útil com o mínimo de dispêndio de energia, tempo e dinheiro. Os trabalhos agropecuários envolvem distintas etapas, cronologicamente determinadas pela periodicidade, tanto das condições climáticas como das fases de desenvolvimento e produção das plantas e dos animais domésticos. A sequência ordenada das etapas que envolvem a produção agrícola desde a implantação das culturas até a entrega no mercado consumidor são denominadas de operações agrícolas (MIALHE, 1974).

As operações agrícolas normalmente seguem uma ordem, quando realizadas no campo, na qual são utilizadas máquinas e implementos, para preparo inicial e periódico do solo, semeadura, cultivo mecânico, aplicação de defensivos e colheita (BALASTREIRE, 2005).

Portanto, a finalidade das máquinas e implementos é realizar operações, que tem em seu correto emprego e sua racional utilização a finalidade precípua de uma mecanização eficiente (MIALHE, 1974).

O progressivo avanço da agricultura brasileira ocorrido no decorrer dos anos, tem acontecido em decorrência da substituição do trabalho manual para o trabalho mecanizado, principalmente pela utilização do trator agrícola, que tem sido base da mecanização agrícola

moderna. Devido sua versatilidade e capacidade de realizar trabalho, o trator agrícola constitui a principal fonte de potência na agricultura, sendo capaz de realizar diversas operações (SANTOS *et al.*, 2004). Conforme Mialhe (1980), o trator é uma máquina providas de meios que lhe conferem a capacidade de tracionar, transportar e fornecer potência mecânica, para movimentar os órgãos ativos de máquinas e implementos agrícolas.

Em estudo de Viera Filho (2014), em que analisa a trajetória tecnológica da agricultura brasileira, expõe o crescimento acentuado do número de tratores nos estabelecimentos agropecuários, saltando de 61 (mil unidades) para 821 (mil unidades) conforme série histórica (anos 1960 a 2006) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além disso, não só o número de tratores que aumentou nos estabelecimentos agropecuárias, mas também a potência média desenvolvida.

Para Madeira (2011), a mecanização agrícola é um dos grandes pilares da evolução do agronegócio, atentando para outros aspectos relacionados à produção. Assim a mecanização combinada à outras tecnologias pode ser fator determinante na elevação da produtividade a outros níveis (PINTO *et al.*, 2013).

Desde a implantação da mecanização nos sistemas produtivos, a necessidade de maior produção, impulsionou os fabricantes e instituições de pesquisa a atuarem na melhoria da eficiência e da utilização das máquinas e equipamentos agrícolas, passando de sistemas meramente mecânicos, como no caso do trator, que tinha na função de tracionar sua principal finalidade, para uma tratorização multifuncional, quando foi incorporado dispositivos como a tomada de potência e o sistema de 3 pontos ou levante hidráulico, posteriormente passando para incorporação de dispositivos eletromecânicos e eletrônicos que deram suporte para o controle automatizado (SILVA 2017).

Conforme Coelho e Silva (2009), foi implantado nos últimos 20 anos, sistemas que complementaram os sistemas anteriores, suportados por sensores eletrônicos que possibilitaram o desenvolvimento de instrumentos de controle e operação, o que possibilitou a automação nas máquinas agrícolas e atualmente partir da última década tem-se adotado ou integrado tecnologias da informação (TI) nos sistemas mecanizados.

Para Mantovani *et al.* (2020), foi a partir do final da década de 1980, com a disponibilização do Sistema de Navegação Global por Satélites (GNSS), que a mecanização passou a experimentar uma nova fase no seu avanço tecnológico, permitindo a sua localização e navegação no espaço geográfico, através de receptores de sinais, possibilitando a aplicação da agricultura de precisão (AP).

O conceito de Agricultura de Precisão, muitas vezes é divergente entre a comunidade envolvida, em inserir ou não o uso do GNSS associados aos sistemas guias e de direcionamento automatizado de veículos agrícolas como parte da AP, por esta se tratar de um sistema de Gestão da variabilidade espacial e temporal das lavouras. Entretanto o surgimento do GNSS deu novas perspectivas ao uso da agricultura de precisão e a indústria de máquinas agrícolas, que passou a desenvolver dispositivos computacionais embarcadas nas máquinas o que possibilitou o uso da AP nas diversas operações mecanizadas, envolvendo sistemas de guia e direcionamento automático de veículos, dos controladores de seções nos pulverizadores e de linhas nas semeadoras, dos controladores de taxa variável e da comunicação via telemetria (MOLIN *et al.*, 2015).

Conforme Levien e Mazurana (2018), se observa no Rio grande do Sul na maior parte das lavouras de grãos do estado, uma mecanização com crescente uso de sistemas eletrônicos, que auxiliam na mensuração dos mais diversos parâmetros tanto relacionados a máquina como solo e planta. Esses recursos buscam permitir um trabalho com mais qualidade e o uso dos recursos humanos e da tecnologia de forma harmoniosa, tornando o trabalho menos oneroso e mais atrativo para as novas gerações do campo.

Entretanto toda essa tecnologia deve ser usada de forma adequada. Para que esses equipamentos cumpram a finalidade para qual foram projetados, são necessárias capacitações dos operadores, para que possam operar de forma eficiente esses equipamentos, de forma a evitar danos e desperdício de tempo, redução dos gastos dos insumos utilizados, redução dos custos de manutenção das máquinas e equipamentos utilizados, proporcionando conseqüentemente um trabalho de melhor qualidade que refletira nos índices de produtividade da lavoura (FARIAS, 2016).

Além disso, conforme Madeira (2011), a qualificação do operador proporciona menor riscos de acidentes. Outro fator de extrema importância destacado por Neves (2011), no que tange a qualificação de operadores, e torna-se fator decisivo no sucesso de programas de gerenciamento das etapas envolvendo os processos produtivos, pois conforme o autor, com o propósito de atingir a excelência na produtividade e na qualidade das operações mecanizadas, as empresas podem adotar diversas metodologias de gerenciamento, como exemplo pode-se citar a Manutenção Produtiva Total (MPT) ou Total Productive Maintenance (TPM). A metodologia MPT baseia-se na forma como os sistemas mecanizados são gerenciados, atuando na forma organizacional e no comportamento das pessoas, a MPT visa atingir o que se chama de falha zero, atuando nos seguintes pilares: quebra, defeito e acidente zero.

Segundo Costa (2012), um dos gargalos da produção agropecuária é qualificação da mão de obra, funções como operador de máquinas e técnicos de controle de produção são as mais solicitadas. Em trabalho realizado por Farias (2016), em que buscou caracterizar o nível de qualificação dos operadores de máquinas em lavouras do município de Dom Pedrito – RS, concluiu que a maior parte nunca recebeu qualquer tipo de treinamento, a não ser quando da entrega técnica das concessionárias, os demais afirmam terem aprendido de forma empírica, observando outros operadores, o que segundo o autor, justificaria o aprimoramento deste conhecimento, através de cursos de qualificação, com objetivo de melhorar as potencialidades de utilização dessas máquinas. Gimenez e Milan (2007), consideraram o treinamento insuficiente, em trabalho onde realizaram diagnóstico da mecanização de fazendas produtoras de grãos em regiões do Paraná e São Paulo.

Vale destacar, conforme Balastreire (2005), que por menor que seja o empreendimento agrícola este deve ser tratado como uma empresa, que tem por finalidade principal gerar lucros e estes podem ser limitados pelos custos das máquinas utilizadas, por esse motivo é fundamental o controle dos sistemas mecanizados. A otimização dos sistemas mecanizados passa criteriosamente pelos custos envolvidos e aos aspectos técnicos relacionados a utilização da máquina (SILVA *et al.*, 2015).

Segundo Reis e Machado (2009), a interação homem-máquina, deve ser suficientemente eficiente, pois tanto aspectos qualitativos como quantitativos das operações, são influenciados pelo controle dos sistemas mecanizados e que adicionalmente proporcionam maior segurança ao operador.

2.2 Segurança em atividades mecanizadas

Se por um lado a mecanização proporciona maior rendimento produtivo e melhora da qualidade de vida das pessoas do campo, por outro, haverá um aumento significativo do número de acidentes, principalmente se não houver uma adequada orientação sobre regras básicas de operação, medidas de segurança e prevenção de acidentes. A utilização intensa de máquinas agrícolas ampliou os riscos no qual os trabalhadores rurais estão submetidos, sendo que mais de (60%) dos acidentes de trabalho no setor agrícola envolvendo mortes, estão relacionados a mecanização (MONTEIRO, 2010).

As causas de acidentes de trabalho podem ser classificadas em atos inseguros ou em condições inseguras, o primeiro refere-se a falhas humana e o segundo refere-se a condições impostas pela máquina (ALONÇO, 2004). Para Silva (2015), ato inseguro, é resultado da

negligência, imperícia ou imprudência do ser humano, já condições inseguras, estão relacionadas as condições adversas do ambiente de trabalho.

Em trabalho realizado por Schlosser *et al.* (2002), em que analisa os acidentes no trabalho rural na região central do Rio Grande do Sul envolvendo máquinas agrícolas, pode constatar que acidentes graves de maior ocorrência foram: capotamento do trator (51,71%), queda com trator em movimento (16,10%), contato com partes ativas (14,41%), atropelamento (9,32%), batidas (4,24%) e outros(4,24%) e acidentes leves os tipos mais frequentes foram: o escorregão (40,82%), lesões em cantos vivos (28,57%), queda do trator (18,37%), outros (10,20%) e contato com partes ativas (2,04%), segundo os autores, pode-se verificar que a maior parte dos acidentes (78,78%), somados (falta de conhecimento, falta de atenção, pressa, cansaço e embriaguez), são ocasionados por atos inseguros.

Ambrosi e Maggi (2013), analisaram os principais acidentes ocorridos em atividades agrícolas no interior do estado Paraná-PR, mesmo em que numa pequena amostra no sudoeste do estado, puderam constatar que a maioria dos acidentes (45%), estavam relacionados a máquinas agrícolas e suas principais causas relacionavam-se a atos inseguros, com (50%) de incidência.

Em trabalho realizado por Madeira (2011), em regiões do estado de Minas Gerais-MG, concluiu-se que contatos com eixo cardan, capotamento e quedas do trator são as principais situações de acidentes envolvendo trator agrícola, e com relação as causas, afirma que atitudes inseguras são responsáveis por (83,4%) dos acidentes, enquanto condições inseguras são responsáveis por (16,6%) dos acidentes caracterizados.

No período de janeiro de 2011 a dezembro de 2012, Mota (2013), analisou acidentes envolvendo tratores agrícolas em todo o território nacional. Como forma de estudar as distintas causas, distribui-se essas, em três principais agentes causadores, sendo: o próprio trator, condições de condução e operador, respondendo respectivamente por (8,14%), (17,2%) e a (74,03%), como sendo os responsáveis pelos acidentes no período analisado.

O conhecimento do potencial de risco oferecido pelas máquinas e equipamentos agrícolas e as características dos acidentes ocorridos com as mesmas, são importantes no processo de conscientização dos operadores através de treinamentos operacionais e de segurança nas operações agrícolas (CORRÊA e RAMOS, 2003).

A Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura – NR 31 (2005), em seu parágrafo

31.12, estabelece uma série de critérios a serem aplicados com o objetivo de eliminar ou amenizar os riscos relacionados as Máquinas e Implementos Agrícolas.

Proteção da Tomada de Potência (TDP), Estrutura de Proteção Contra Capotagem (EPCC), Meios de acesso adequados e Ergonomia são algumas das exigências da NR 31, bem como a capacitação na operação e manutenção de máquinas e implementos agrícolas (SENAR, 2019).

Conforme Mialhe (1980), a TDP é o mecanismo responsável por transmitir potência do motor do trator aos órgãos ativos dos implementos a ele acoplado. O acoplamento trator implemento, faz-se através da conexão eixo da TDP do trator com o eixo receptor de movimento do implemento, por meio de mecanismo denominado árvore de transmissão ou eixo cardan, que incluem pontos articulados que permitem o movimento entre os dois eixos definidos pelo uma mesma reta (FIDALGO, 2000). Conforme NR 31 as transmissões de força devem possuir proteções que impeçam o contato do operador, conforme mostra figura (1B). As proteções para eixo cardan da TDP devem passar por ensaios de resistência, desgaste e critérios de aceitação, esses são definidos pela norma ABNT ISO 5674 (2017).

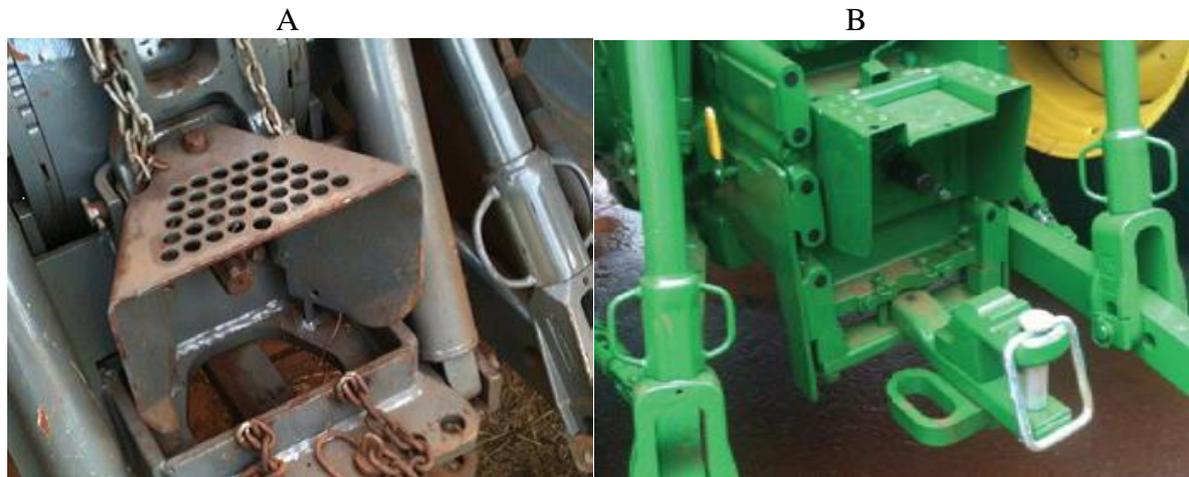
Figura 1 - Apresentação de equipamento com árvore cardan exposta (A) e com proteção (B).



Fonte: SENAR, 2015.

Outro dispositivo exigido pela NR 31, que deve estar instalada na TDP é uma proteção que cubra as partes laterais e superior conforme mostra as figuras abaixo.

Figura 1 - Apresentação da TDP com dispositivo de proteção instalado.



Fonte: SENAR, 2015.

As Estruturas de Proteção na Capotagem (EPC), são dispositivos montadas sobre o trator para proteção do condutor em caso de capotagem (BAESSO *et al.*, 2018). Podem ser de três tipos, conforme mostra figura 3, estas devem ser utilizadas junto com o cinto de segurança para que sua eficiência não seja comprometida, caso contrário o operador pode ser arremessado e ser esmagado pela própria estrutura. Caso a máquina não possua EPC, não se deve usar cinto de segurança, pois em caso de capotamento há a possibilidade do operador pular da mesma e evitar o esmagamento (MONTEIRO e ALBIERO, 2013). A NR 31 exige que todos tratores possuam EPC, com ressalva de alguns tratores fabricados antes de 2008, por não existir mais o fabricante ou por não haver um local adequada para instalar a estrutura, todavia estes devem ser utilizados conforme as recomendações operacionais, em especial quanto aos limites de velocidade, declividade, carga e aplicação.

Toda a estrutura deve passar por ensaios e/ou testes destrutivos de bancada, onde são aplicadas cargas nas partes laterais, longitudinais e verticais que variam de acordo com a potência do trator. Para realização do ensaio deve-se seguir procedimento estabelecido por normas específicas elaborados por órgãos de regulação como SAE, NBR, ISO, OCD (CESA, 2010). Desta forma, a estrutura ao deformar-se pelo impacto ou carga recebida, não deve atingir a zona de segurança destinada ao operador (CORRÊA e YAMASHITA, 2009).

Figura 2 - Apresentação de tipos de Estruturas de Proteção na Capotagem (EPC).



Fonte: LIMA, 2013.

O acesso a máquina ou posto de operação é outro aspecto de extrema importância, devendo apresentar dimensões que não ofereçam dificuldade ao operador (LIMA *et al.*, 2005).

Todos os pontos de operação, abastecimento, inserção e retirada de produtos, manutenção e intervenção devem dispor de acessos permanentemente fixados e seguros em todo tipo de máquina, equipamento e implemento. Considera-se meios de acesso, elevadores, rampas, passarelas, plataformas e escadas de degraus, conforme disposto pela NR 31. As figuras (4A e 4B) ilustram dois, destes tipos de dispositivos.

Conforme Corrêa *et al.* (2005), os meios de acesso as máquinas, são dispositivos que tem por finalidade proporcionar ao operador o acesso e a saída do posto de operação de forma segura. Acesso e saída adequadamente projetadas e dimensionadas proporcionam menores riscos e com isso menor número de acidentes de trabalho (MATTAR *et al.*, 2010). Para não proporcionar uma condição insegura durante o acesso, os pontos a serem destacados são a dimensão dos degraus e a presença de manípulos (BARRETO, 2011). A norma ABNT ISO 4254-1 (2015), define a altura do primeiro degrau em relação ao solo, a profundidade e a largura dos mesmos, também estabelece que devam ter superfícies antideslizantes e batente vertical nos lados, já a ABNT ISO 4252 (2011), define as dimensões do local de acesso e saídas.

Figura 3 - Escada com pontos de apoio (A) e plataforma com proteção contra quedas (B).



Fonte: SENAR, 2015.

Já em relação a ergonomia, a Associação Internacional de Ergonomia (IEA), define está como uma ciência que refere-se a interação das atividades humanas à outros elementos e tem como finalidade a aplicação de métodos que otimizem o bem estar do ser humano e o desempenho global do sistema. A ergonomia classifica-se em três conteúdos, sendo ergonomia física, cognitiva e organizacional.

A ergonomia física compreende as relações dimensionais entre o homem e seu posto de trabalho, buscando adequá-lo as exigências e capacidades do corpo através de projetos adequados a relação homem-máquina. No campo da ergonomia organizacional, a relação homem trabalho se dá pela busca da melhoria das condições organizacionais da empresa através da promoção da satisfação, diminuição da fadiga e melhora do clima da organização. No que tange ao aspecto cognitivo da ergonomia, está refere-se aos aspectos mentais da atividade humana na execução do trabalho, neste campo busca-se um melhor entendimento da percepção da natureza física do trabalho e sua interpretação simbólica e a partir destas a execução da ação (SALIBA, 2008).

Conforme Silva *et al.* (2011), a ergonomia estuda a adequação das condições do ambiente de trabalho e seus instrumentos, dispositivos, máquinas e equipamentos as características dos seres humanos. Para Minette *et al.* (2007), a ergonomia compreende o estudo e a adequação da máquina ao homem.

Segundo Barbieri (2017), a ergonomia tem papel importante na redução de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, pois postos de operação ergonômicos, proporcionam menor fadiga ao operador, menor número de movimentos e conseqüentemente proporciona maior rendimento operacional da máquina. Para Schlosser *et al.* (2002), máquinas

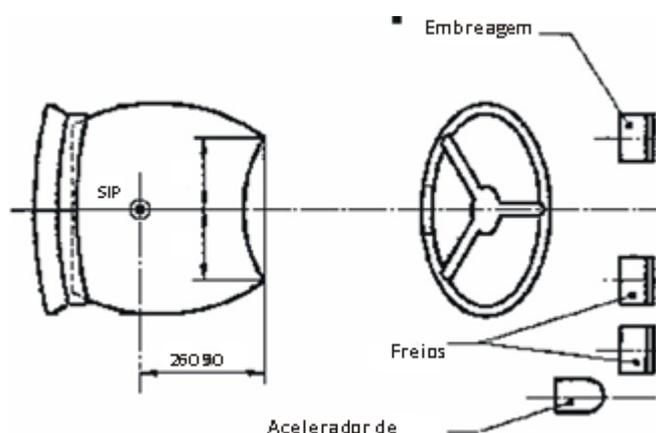
ergonomicamente mal projetadas influenciam indiretamente nos acidentes, pois colaboram para aumento do cansaço e conseqüentemente diminuem a capacidade de concentração do operador.

O posto de tratores agrícolas deve possuir comandos bem alocados e assento adequado, pois é o local que ocorrem as principais interações entre o operador e a máquina (ROZIN *et al.*, 2010). O assento deve proporcionar conforto e ao mesmo tempo amortecer as vibrações e seus efeitos, vibrações de baixa amplitude, na ordem de 2 a 8 Hz são as que mais prejudicam o corpo humano. Daí a importância de assentos adequados, pois em condições de operações de campo, as vibrações encontram-se nessa faixa de amplitude (CAÑAVATE, 2012).

Independente das características físicas do operador o posto de operação deve apresentar dimensionamento adequado que permita espaço suficiente e proporcione posições confortáveis (FERNANDES *et al.*, 2010). Como forma de especificar padrões no projeto de máquinas agrícolas existe uma série de normas nacionais e internacionais que preconizam o conforto do operador (BARBIERI, 2017).

No Brasil a ABNT publicou a norma NBR ISO 5353 (1999), que especifica o método e o dispositivo para determinar o ponto de referência do assento (SIP), (figura 5), já a NBR ISO 4253 (1999), determina o posicionamento dos comandos de máquinas agrícolas autopropelidas em relação ao SIP.

Figura 4 - Localização do SIP no posto de operação de um trator agrícola.



Fonte: Rozin *et al.*, 2010.

Embora as máquinas em si representem expressiva participação nos acidentes de trabalho, e a agravante condição ergonômica dos postos de operação, o próprio ambiente ao qual são realizadas as operações também expõe os trabalhadores à riscos, oriundos de agentes físicos, químicos e biológicos que potencializam os acidentes ou surgimento de doenças relacionadas ao trabalho (SANTOS e FÉLIX, 2016).

Entende-se por agentes físicos, aqueles gerados por fontes de energia como: ruídos, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas e radiações; já os agentes químicos são as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, como poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores ou aqueles que por contato possam ser absorvidos através da pele ou ingestão, consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus entre outros (PONZETTO, 2007). Estes devem ser mensurados e em casos, que ultrapassem os limites de tolerância especificados, devem-se recorrer meios de controle e/ou atenuação dos mesmos através de equipamentos de proteção coletiva (EPC) ou equipamentos de proteção individual (EPI) (SALIBA, 2008).

Segundo Corrêa (2011), a formação do operador tem papel primordial na segurança das operações mecanizadas. Esta capacitação deve ser compatível com a função desempenhada e abordar conteúdos que tratem dos riscos ambientais, procedimentos padrões, dispositivos e meios de prevenção de acidentes, doenças ocupacionais e utilização correta de EPIs.

O operador deverá estar familiarizado com os comandos e controles da máquina, para isso, é necessário ler o manual de operação, o desconhecimento da máquina e o excesso de confiança torna o operador imprudente, logo, o fator humano torna-se uma das principais fontes de riscos de acidentes, neste contexto é importante que o operador possua formação (MONTEIRO, 2010). Conforme disposto na NR 31, todo o operador de máquina agrícola deve passar por capacitação teórica e prática de no mínimo 24 horas, o programa de capacitação deve abranger conteúdos relacionados a legislação de segurança, as fontes geradoras de riscos, noções sobre acidente e doenças decorrentes do trabalho, bem como as medidas de controle, operação, inspeção, regulagem e manutenção com segurança, sinalização de segurança, procedimentos em situações de emergências e primeiros socorros.

Outro item a destacar é a obrigatoriedade do fornecimento do manual das máquinas e implementos agrícolas por parte do fabricante e do empregador para o operador, vale frisar da importância do manual na elaboração de procedimentos de segurança e operação, este deve

dispor de linguagem fácil e acessível ao operador e ter os sinais e avisos de segurança realçados. (ANDRADE *et al.*, 2017).

Segundo Monteiro e Albiero (2012), alguns equipamentos requerem técnicas especiais de operação, à vista disso, antes de iniciar qualquer intervenção no equipamento, o manual deve ser de conhecimento do pessoal envolvido com o equipamento.

Com um nível de instrução adequado, um operador compreenderá melhor as instruções do manual de operação, bem como identificará os avisos de advertência e a simbologia utilizada na máquina (CORRÊA e RAMOS, 2003).

2.3 Símbolos gráficos

Os símbolos são a forma mais antiga de comunicação da espécie humana, esses são ferramentas de comunicação visual que objetivam organizar e transmitir a informação (ARAÚJO, 2017). Historicamente, a civilização se valeu de sinais simbólicos, sinais pictográficos como forma de transmitir mensagens entre um indivíduo e um observador sem recorrer palavras (SANTAELLA, 1988). Conforme Shiraiwa (2008), os pictogramas são a forma gráfica de representar objetos, ações e conceitos, de forma simplificada.

O processo de se comunicar através de imagens remete aos primórdios das pinturas rupestres, quando a linguagem verbal era inexistente e a comunicação era feita através de figuras (PETTERSSON, 2009). Os pictogramas podem representar um lugar, uma ação ou um serviço, são ferramentas visuais que apoiam a comunicação, tornando – se um idioma acessível a todos (PEREIRA *et al.*, 2017). Conforme conceitua Estrada e Davis (2015), a comunicação visual é a forma de transferência da informação através de representações de imagens, que fornecem o conteúdo correspondente ao sentido, que seja entendida e provoque uma reação no receptor.

Para O'Connor (2013), é preciso compreender os elementos que orientam a proposta da comunicação, o autor ainda ressalta a importância da organização cognitiva das informações visuais. Uma forma de organização cognitiva é o contraste e a cor, esses são elementos que auxiliam na codificação da mensagem (DONDIS, 2003).

O processo de se comunicar e organizar as informações necessita de ferramentas que auxiliem no processo da comunicação visual (ARAÚJO, 2017). As ferramentas de estimulação visual podem ser de distintas formas, desde instrumentos mais simples como figuras em cartazes ou por dispositivos mais elaborados, como os dispositivos digitais (EPPLER e BRESCIANI, 2013).

Segundo Araújo (2017), as ferramentas visuais facilitam a assimilação da informação, consequentemente aprimoram a produtividade, a capacitação das pessoas e a construção de estratégias no âmbito organizacional das empresas. Cientificamente, o ramo que se dedica ao estudo de toda e qualquer forma de linguagem é a semiótica, essa faz o estudo dos signos, que são a forma de representar as coisas de outra maneira, os signos podem ser divididos em ícone, índice e símbolo (SANTAELLA, 1988).

O ícone possui alguma semelhança do objeto ao qual está representando, o objetivo do ícone é transmitir com eficiência o conceito a ele associado. O índice são signos que indicam algo ou outra coisa que está ligado ao que está querendo representar. Já os símbolos são representações de algo ou algum objeto, onde, através de convenção, estipula-se o que cada símbolo representará. As placas de trânsito são exemplos de símbolos, para o entendimento dos símbolos precede-se o aprendizado por parte do observador, que faz a associação entre o símbolo e seu significado (NETTO, 1980).

2.4 Símbolos gráficos em máquinas agrícolas

De acordo com Fleury (2019), somente em tratores agrícolas há 57 normas técnicas contribuindo para saúde e segurança do operador e a operacionalidade da máquina, a maioria dessas normas são traduções das publicadas pela International Organization for Standardization (ISO). O comitê brasileiro de Tratores e Máquinas Agrícolas e Florestais da ABNT (CB 203) e a Comissão de Estudos de Tratores Agrícolas e de Ensaio Comuns são os órgãos responsáveis por suas revisões e adequações para o Brasil, embora seja opcional a sua adoção por parte dos fabricantes de máquinas, alguns países exigem a conformidade com as normas.

Dentre as Normas técnicas utilizadas em tratores e máquinas agrícolas, destacam-se ABNT NBR ISO 3767-1 a ABNT NBR ISO 3767-2 e a ABNT NBR ISO 11684, ambas relacionadas a padronização de símbolos gráficos, desta forma independente de marca ou modelo o operador encontrará comandos e avisos de advertência padronizados pelos mesmos símbolos (BALESTRA, 2008).

A padronização dos símbolos gráficos proporciona maior segurança para realizar a intervenção correta nos controles e comandos, além de garantir ao fabricante que seu produto atende as normas em vigor (ALONÇO *et al.*, 2006). A máquina agrícola, apesar de possuir comandos comum aos veículos automotores como acionar pedais, direção, seleção de marchas ou velocidade, foi projetada com a finalidade de executar serviços, que requerem comandos e

dispositivos de acionamento, neste contexto a função do operador tem papel fundamental na segurança e qualidade da operação (ALVES, 2019).

Com o objetivo de qualificar o conhecimento acerca dos símbolos empregados nos comandos e controles de máquinas agrícolas, Alonço *et al.* (2007), avaliaram operadores/mantenedores, acadêmicos e profissionais relacionados a utilização ou desenvolvimento de máquinas agrícolas e puderam constatar baixo nível de conhecimento acerca dos mesmos. Também Lopes *et al.* (2016), avaliaram a capacidade de operadores a reconhecerem a mensagem transmitida pelos símbolos gráficos, porém neste caso em máquinas florestais, também constataram o baixo conhecimento dos operadores.

Segundo Reis *et al.* (2005), a leitura de indicadores em painéis de máquinas como temperatura do motor além do intervalo, indicador de restrição para limpeza do filtro de ar, entre outros, podem contribuir para prevenção de danos a máquina. Entretanto, em pesquisa realizada pelo mesmo, mostrou que apenas 40% dos operadores entrevistados entendiam os recursos visuais do painel, outros 40% somente entendiam alguns itens e 20% não fazia uso das informações emitida pela máquina através do painel de instrumentos. Em trabalho semelhante, Meyer *et al.* (2015), avaliaram operadores e técnicos de manutenção de máquinas agrícolas do setor canavieiro e constaram que 40% dos operadores entrevistados desconhecem a função de certos indicadores do painel e que 73% desconhecem a função de certos interruptores.

Segundo Caffaro *et al.* (2017), o conhecimento acerca dos símbolos gráficos que orientam seus usos, ainda se mostra ineficiente, mesmo operadores de máquinas com maior aporte tecnológico, providas de controles e interruptores eletrohidráulicos, telas digitais e acionamento de comandos através de joystick.

Segundo Cardoso (2010), a capacitação de operadores de máquinas pode ser realizada em vários níveis de aprofundamento, sendo que a capacitação operacional, a mais básica, requer o aprendizado de como operar os comandos e identificar e interpretar os símbolos indicadores do painel de controle e símbolos de alerta de riscos. Deste modo, conforme Cañavate (2012), a velocidade de reação do operador pode ser maior ao visualizar rapidamente através do símbolo a operação que deseja realizar ou a intervenção necessária.

Em pesquisa sobre a qualificação de operadores, tomando como referência cinco propriedades com destaque tecnológico na utilização de máquinas no município de Dom Pedrito – RS, Farias (2016), constatou que não é feita a leitura ou consulta do manual de operação da máquina pela maior parte dos entrevistados, bem como o baixa participação dos operadores em cursos de treinamento. Segundo Zilch (2010), as intercorrências como falta de

atenção, manutenção inadequada e erros de operação ocorridas nas máquinas e equipamentos, muitas vezes são causados pela não observância das instruções contidas nos manuais de operação.

Para Reis e Machado (2009), saber interpretar os símbolos nos manuais de operação são parte integrante na prevenção de acidentes, seja símbolos de alerta de riscos ou símbolos de instruções de operação da máquina. Segundo Andrade *et al.* (2017), o operador deve recorrer ao manual de operação para tomar ciência dos símbolos indicadores da máquina e os de alertas de riscos ou prevenção de acidentes.

Os pictogramas e sinais de avisos desempenham função de extrema importância, sendo destinados a chamar a atenção dos usuários sobre instruções, precauções e determinados cuidados, vale destacar de que nunca devem ser retirados ou danificados, sendo aconselhável serem recolocados quando não legíveis (BRIOSSA, 1999).

Com o objetivo de proporcionar maior segurança nas máquinas o projetista ou fabricante deve seguir protocolo hierárquico de eliminação ou controle de riscos, estabelecido pela norma ABNT ISO 12100 (2013), começando por medidas inerentes ao projeto, seguidas de medidas de proteção complementar e medidas de informações de uso, nessa última fase, compreendem a utilização de sinalizações de alerta. Segundo Vigoroso *et al.* (2019), a sinalização de segurança serve para advertir e ajudar o operador a desenvolver comportamentos seguro, diante dos riscos residuais não eliminados pela engenharia e design da máquina.

Para Caffaro *et al.* (2017), pictogramas afixados em máquinas agrícolas são ferramentas importantes para avisar o usuário sobre os riscos que podem surgir a partir do uso pretendido ou qualquer uso indevido da máquina, de modo que o operador possa adotar medidas de proteção e comportamento seguro.

Os resultados da pesquisa de Caffaro e Cavallo (2015), indicam que muitos dos pictogramas de risco investigados com base na ISO 11684 renderam baixa compreensão por parte de agricultores, mesmo, pictogramas referentes aos acidentes mais comuns na agricultura não foram necessariamente os mais compreendidos. Vale destacar o trabalho de Oldoni *et al.* (2017), que desenvolveram um índice de segurança para tratores agrícolas, em que os pictogramas sobre riscos de acidentes, figuram como um dos itens relevantes que compõem a classificação do índice.

Para Silva (2015), o maior aporte tecnológico das máquinas agrícolas exige dos operadores maior percepção da informação e adequadas interpretações, conseqüentemente maior demanda de uma adequada capacitação. Para Silveira (2001), a sinalização padronizada

dos instrumentos, como os de controle de manutenção, de operação e de alertas de perigo/atenção, conforme Normas ISO e ABNT contribuem para um melhor entendimento da máquina e melhor condição de trabalho.

O comitê brasileiro (CB 203) da ABNT atua na padronização e na orientação das configurações que os símbolos gráficos devem seguir. A ABNT também é a representante do Brasil na International Organization for Standardization (ISO), órgão não governamental, fundada em 1946 que compõe-se de uma confederação de entidades de normalização do mundo todo (BALESTRA, 2008). As normalizações são desenvolvidas com a cooperação de todos os interessados e aprovada por órgão oficial, levando em conta a funcionalidade e os requisitos de segurança (ALMACINHA, 2019).

Segundo a Associação Internacional de Normas Técnicas (ABNT), a definição internacional de norma pode ser entendida como:

Documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto (ABNT 2014).

Ainda conforme ABNT, as normas técnicas fornecem subsídios e especificações, garantindo a qualidade, a segurança e a eficiência para produtos, serviços e sistemas.

As normas da Associação brasileira de Normas Técnicas abaixo descritas, utilizadas neste trabalho, são uma adoção idêntica, em conteúdo, estrutura e redação à ISO 11684:1995, ISO 3767 – 1: 2016 e ISO 3767 – 2: 2016.

ABNT NBR ISO 11684 Tratores, máquinas agrícolas e florestais, equipamentos motorizados de gramado e jardim – Sinais de segurança e pictogramas de risco – Princípios gerais;

ABNT NBR ISO 3767 – 1 Tratores, máquinas agrícolas e florestais, equipamentos motorizados para manutenção de grama e jardim – Símbolos para controles do operador e outros mostradores Parte 1: Símbolos comuns;

ABNT NBR ISO 3767 – 2 Tratores, máquinas agrícolas e florestais, equipamentos motorizados para manutenção de grama e jardim – Símbolos para controles do operador e outros mostradores Parte 2: Símbolos para tratores e máquinas agrícolas;

A NBR ISO 11684 estabelece os princípios para o projeto e aplicação dos símbolos de segurança em tratores e máquinas agrícolas, florestais e equipamentos motorizados de gramados e jardim, e também estabelece os objetivos de cada sinal, bem como o formato e as cores dos sinais, também fornece orientações no desenvolvimento de painéis formado por mais de um símbolo.

A NBR ISO 3767-1 define símbolos indicadores da funcionalidade de vários tipos de tratores e máquinas agrícola envolvendo aspectos de recursos tecnológicos e de funcionamento do motor da máquina e símbolos relacionados as demais partes constituintes como: transmissões, sistemas hidráulicos, freios, combustíveis, iluminação, janelas e visibilidades, controles climáticos, assentos, pneus, rodas, eixos e suspensão e sistema de direção.

Já a NBR ISO 3767-2 contempla símbolos relacionados aos controles e comandos operacionais das seguintes máquinas: Tratores agrícolas, Colhedoras de grão, algodão, forragem e cana-de-açúcar, símbolos de segadoras, pulverizadores, equipamentos para enfardamento e também símbolos de implemento agrícolas.

2.5 Números Índices

Números Índices ou somente índice são proporções estatísticas que representam a variação de um valor tendo como referência outro valor, geralmente são expressos em porcentagem (MACHADO, 2012). Segundo Rodrigues (2015), números índices representam a variação de um parâmetro em relação a outro parâmetro tido como base. Frequentemente são usados para comparar variáveis relacionadas entre si, como quantidades, preços e valores. Visa obter uma análise das mudanças ocorridas em diferentes lugares ou ao longo do tempo (BIAGE, 2012). Os índices são amplamente utilizados para comparar variáveis econômicas e administrativas, também são utilizados em outras áreas como engenharias, física, química (SILVA *et al.*, 2007).

Na área agrícola, os índices se mostram usuais e eficientes em estudos, envolvendo parâmetros técnicos de máquinas agrícolas. Também, vários pesquisadores tem usado números índices para caracterizar itens de ergonomia e segurança em tratores agrícolas (BELLOCHIO, 2018). No trabalho de Morais *et al.* (2014), foi obtido um índice de segurança em tratores, por meio de uma lista de verificação dos Componentes e Sistemas de Segurança. Debiassi *et al.* (2004), também propuseram um coeficiente, visando quantificar as condições de ergonomia e segurança em tratores agrícolas. Já Barbieri (2017), propôs um índice ergonômico nos postos de operação de tratores agrícolas, tendo como base de avaliação cinco normas nacionais e internacionais. Dias (2007), fez um estudo quantificando a adequabilidade de um manual de trator agrícola em relação ao conteúdo e apresentação, conforme orientações dadas pela norma ISO 3600. Para isso valeu-se de índices de conformidade para conclusão da pesquisa. Analisando características dimensionais e ponderais de semeadoras-adubadoras de

precisão, Francetto (2013), classificou estas, conforme um índice de adequação, utilizando a metodologia proposta por Silva (2003). Também usa-se indicadores na inspeção de pulverizadores, visando quantificar as principais práticas de manutenção e calibração (SIQUEIRA e ANTUNIASSI, 2012).

Diante do exposto, é possível verificar a utilização de números índices em pesquisas envolvendo máquinas agrícolas, tal que, sua importância como ferramenta de seleção e indicação da qualidade de atributos técnicos, operacionais e de ergonomia e segurança.

3 METODOLOGIA

3.1 Local e abrangência da amostragem

O presente trabalho foi realizado pelo Laboratório de Mecanização Agrícola do Pampa, no município de Alegrete-RS, sendo a coleta dos dados realizada em concessionárias de máquinas agrícolas, em tratores disponibilizados pelas empresas. Ao todo, foram coletadas informações de oito tratores de três diferentes fabricantes, compondo uma amostra de três tratores na classe II, sendo nas potências de 55 kW, 57 kW e 59 kW. Na classe III também teve uma amostra de três tratores, nas seguintes potências 90 kW, 103 kW e 110 kW. Os tratores classe IV que representam os de maior potência, foram avaliados um trator de 151 kW e outro de 154 kW. Na classe I, menor classe de potência, sendo os tratores abaixo de 36 kW, não foi obtido amostra. A tabela 1 resume essa classificação, conforme recomendado pela Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA).

Tabela 1 - Número de tratores analisados e agrupados conforme classe de potência segundo ANFAVEA

Classe de Potência	Potência (KW)	Número de Tratores
I	< 36	0
II	36-73	3
III	74-147	3
IV	>147	2

Fonte: Autor

Em todos os tratores avaliados foram registrados os símbolos do painel de controle, onde se encontram os indicadores gráficos da funcionalidade do motor e seus sistemas complementares. Também registraram-se os símbolos das alavancas e interruptores, abrangendo o sistema de levante hidráulico, acionamento da tomada de potência (TDP), bloqueio do diferencial, freio de estacionamento, válvulas de controle remoto (VCR), alavancas de seleção de marcha e de grupo, controle de profundidade de atuação do implemento, tração dianteira auxiliar (TDA) e indicadores do multiplicador de marchas.

O registro dos painéis pictoriais responsáveis por alertar sobre potenciais riscos de acidentes e/ou prevenção dos mesmos, deu-se em locais específicos, conforme cada modelo de trator, de modo geral, esses painéis encontram-se afixados na coluna da cabine, no para-lamas e em locais próximos a componentes rotativos, como a ventoinha e a TDP.

3.2 Metodologia de coleta de dados

O levantamento dos dados foi feito através de registros fotográficos dos símbolos, através de um celular da marca Samsung, modelo Galaxi J4+, com câmera principal de 13 megapixel, 2 GB de memória RAM e memória interna de 32 GB, com capacidade de armazenamento de 12000 fotos.

Os símbolos foram registrados um a um e, para uma melhor contextualização, registrou-se os painéis e as alavancas e interruptores na sua totalidade. Para organização dos dados fotográficos foram criados álbum/pasta para cada trator, nomeados com a sua marca/modelo/potência para onde suas fotos eram encaminhadas.

Ressalta-se que o número de registros de modelo para modelo de trator foi variável, sendo que, no total, foram registradas 374 fotos. As informações sobre o trator e seus recursos gráficos eram obtidos através da equipe técnica das concessionárias.

3.3 Processamento e análise dos dados coletados

Para auxiliar na análise dos dados foram confeccionadas planilhas no Microsoft Excel para cada trator, com a descrição dos símbolos, categorizados por NBR e as opções: conforme (CO), não conforme (NC) e não encontrado (NE). A figura 6 apresenta o modelo de tabela usada na tabulação dos dados.

Figura 5 - Planilha utilizada na tabulação dos dados

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	TRATOR	SÍMBOLOS RELATIVOS A NBR 3767-2															
2		braço oscilante, baixar			tomada de potência (TDP)			tomada de potência (TDP) - sentido de rotação									
3		CONFORME		x	CONFORME		x	CONFORME		x							
4		NÃO CONFORME			NÃO CONFORME			NÃO CONFORME									
5		NÃO ENCONTRADO			NÃO ENCONTRADO			NÃO ENCONTRADO									
6		braço oscilante, levantar			tração dianteira auxiliar (TDA)			tração dianteira auxiliar (TDA) - desligada									
7		CONFORME		x	CONFORME		x	CONFORME									
8		NÃO CONFORME			NÃO CONFORME			NÃO CONFORME		x							
9		NÃO ENCONTRADO			NÃO ENCONTRADO			NÃO ENCONTRADO									
10	MARCA/MODELO/POTÊNCIA	controle de profundidade do implemento			tomada de potência (TDP) - 540 rpm			tomada de potência (TDP) - 540E rpm									
11		CONFORME			CONFORME		x	CONFORME									
12		NÃO CONFORME			NÃO CONFORME			NÃO CONFORME									
13		NÃO ENCONTRADO		x	NÃO ENCONTRADO			NÃO ENCONTRADO		x							
14		bloqueio do diferencial			trator, velocidade de deslocamento												
15		CONFORME		x	CONFORME		x	CONFORME									
16		NÃO CONFORME			NÃO CONFORME			NÃO CONFORME									
17		NÃO ENCONTRADO			NÃO ENCONTRADO			NÃO ENCONTRADO									
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	

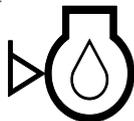
Fonte: Autor

Com base no registro fotográfico de cada símbolo e com a descrição dos mesmos nas planilhas, consultou-se as NBRs para verificar a adequação do símbolo ao padrão recomendado pelas respectivas normas e classifica-los de acordo com uma das opções abaixo descritas:

- Conforme: onde o símbolo no trator está de acordo com a norma analisada;
- Não Conforme: quando o símbolo no trator não está de acordo com a norma, sendo que havia o símbolo disponível em norma;
- Não encontrado: quando o símbolo usado no trator não estava disponível em norma.

Os símbolos na tabela abaixo, são exemplos de símbolos padrões encontrados nas referidas NBRs.

Tabela 2 - Exemplo de simbologia padrão recomendada pela NBR 3767-1, NBR 3767-2 e NBR 11684

NBR	Símbolo Gráfico	Descrição do Símbolo
3767-1		Nível de óleo lubrificante do motor: Para identificar o mostrador que fornece informações sobre a quantidade de óleo no sistema de lubrificação do motor.
3767-2		Braço oscilante, flutuar: Para identificar o controle que permite que o braço oscilante movimente-se para cima e para baixo conforme contorno do solo sobre o qual o implemento ou equipamento conectado ao braço se movimenta. Para indicar que o braço oscilante está na condição de flutuação.
11684		Pictogramas de prevenção de riscos: Carona nesta máquina somente é permitida no banco de passageiros e se a visão do motorista não for encoberta.

Fonte: ABNT.

Com base nos dados analisados, foi determinado um parâmetro, denominado Índice de Adequação da Simbologia Gráfica (IASG). A determinação do índice, apresenta-se conforme equação 1. Com o IASG de cada trator pode-se compara-los dentro das classes de potência e entre classes.

Para cada classe de potência a equação proporcionará um IASG máximo, em função da média de símbolos (\bar{NS}), obtida em cada classe. Levando em consideração que o total de símbolos amostrados por trator (NS), estejam em total conformidade (CO), este valor determinará o IASG, que conferirá ao trator, máxima conformidade de símbolos em relação as NBRs.

$$IASG = \frac{1}{\bar{NS}} \left(\frac{CO}{NS} \right) 100 \quad (1)$$

Onde:

- CO número de símbolos em conformidade com as NBRs
- NS número total de símbolos amostrados por trator
- \bar{NS} média de símbolos obtido em cada classe de potência

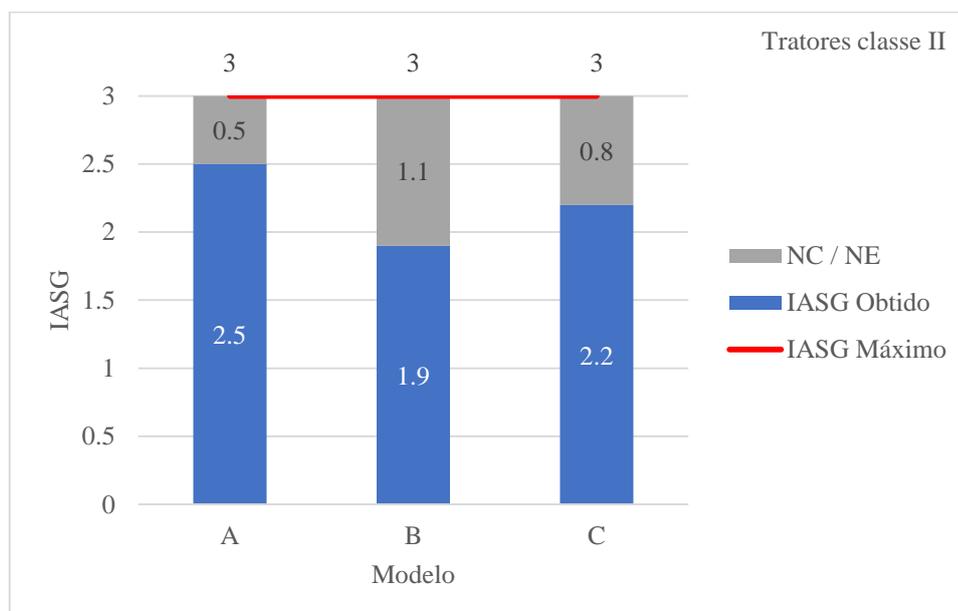
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tratores classe II

A Figura abaixo apresenta os IASGs obtidos em cada modelo de trator avaliado na classe II. Para esta classe, obteve-se um IASG máximo de 3,0, o qual indicaria total conformidade de símbolos em relação as NBRs. No entanto, nenhum modelo obteve este valor, tendo-se registrado uma parcela representativa de símbolos NC e NE.

No total foram registrados 99 símbolos, obtendo-se uma média de 33 símbolos por trator.

Figura 6 - IASG dos tratores classe II

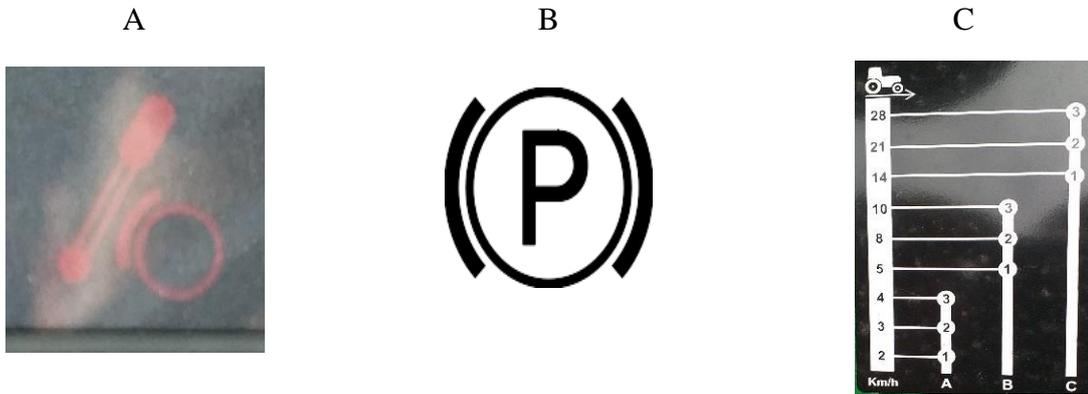


Fonte: Autor

Os resultados mostraram um IASG médio de 2,2 com destaque para o trator modelo “A” que apresentou um IASG de 2,5, no entanto, o valor de 0,5 que representa os registros classificados como NC e NE, são símbolos referentes a intervenções básicas como freio de estacionamento (figura 8A) e seleção do grupo de marchas (figura 8C). Como se observa, o escalonamento do grupo, encontra-se identificado pelas letras A, B, C, representando respectivamente a faixa de marchas baixa, intermediária e alta. Porém, a norma estabelece como padrão, o uso das letras “H” para identificar o grupo de marchas alta e “L” para identificar o grupo de marchas baixa. Uma identificação para uso intermediário não é descrito

na norma. Na figura 8A apresenta-se um registro, relacionado ao freio de estacionamento. O símbolo base sugerido pela norma que identifica essa função pode ser visto na figura 8B.

Figura 7 - Identificação do freio de estacionamento (A) e padrão recomendado pela NBR (B). Identificação do grupo de marcas representado pelas letras A, B, C (C)



Fonte: Autor

Fonte: ABNT

Fonte: Autor

O trator modelo “B” apresentou o menor IASG, com expressivo valor de símbolos NC e NE. Com destaque para os painéis de prevenção de riscos que apresentaram inadequações relevantes como as informações referentes à estrutura de proteção na capotagem (EPC), (figura 9) e contato com superfícies quentes (figura 10). A não conformidade do painel referente à EPC, deu-se pela utilização de língua estrangeira, mesmo que o painel de aviso tenha utilizada as cores corretas, a palavra “*perigo*”, que descreve uma situação de risco grave e iminente foi escrita em inglês, assim como todo texto do painel de mensagem que fornece instruções sobre procedimento de segurança envolvendo à utilização da EPC. Os pictogramas utilizados embora compreensíveis não seguiram o padrão normativo, estabelecido pelo modelo da figura 9B.

Figura 8 - Painel registrado instruindo sobre procedimento no uso da EPC (A) e padrão de painel recomendado pela norma (B)



Fonte: Autor



Fonte: ABNT

O painel que adverte sobre o risco de contato com superfície quente, apresentou as seguintes não conformidades. Como pode ser visto a frase “aviso de superfície quente” escrita em língua estrangeira e utilização do ponto de exclamação junto a frase em um único triângulo. Quando poderia ter sido utilizado um painel duplo, com o uso de um pictograma de descrição do risco e outro de prevenção, conforme modelo sugerido pela ABNT (figura 10B).

O uso de língua estrangeira, conforme Alonço (2006) e Balestra (2008), pode induzir o operador a realizar procedimentos equivocados e/ou atos inseguros.

Figura 9 - Registro de alerta devido ao risco de contato com superfície quente (A) e padrão de painel recomendado pela norma (B)



Fonte: Autor



Fonte: ABNT

No trator modelo “C” foi registrado um maior uso de símbolos. Entretanto, boa parte das inconformidades, deram-se por símbolos classificados como NE. Ficando à cargo da empresa fabricante o desenvolvimento destes pictogramas. O registro da figura 11, apresenta o uso de um símbolo, não contemplado pela norma o qual tem a função de mostrar o acionamento da TDP com partida suave, dando início a uma rotação mais lenta e gradual da tomada de potência. Esse sistema tem a função de evitar danos no eixo cardan quando se trabalha com implementos de alta inércia.

Figura 10 - Símbolo registrado indicando partida gradual da TDP



Fonte: Autor

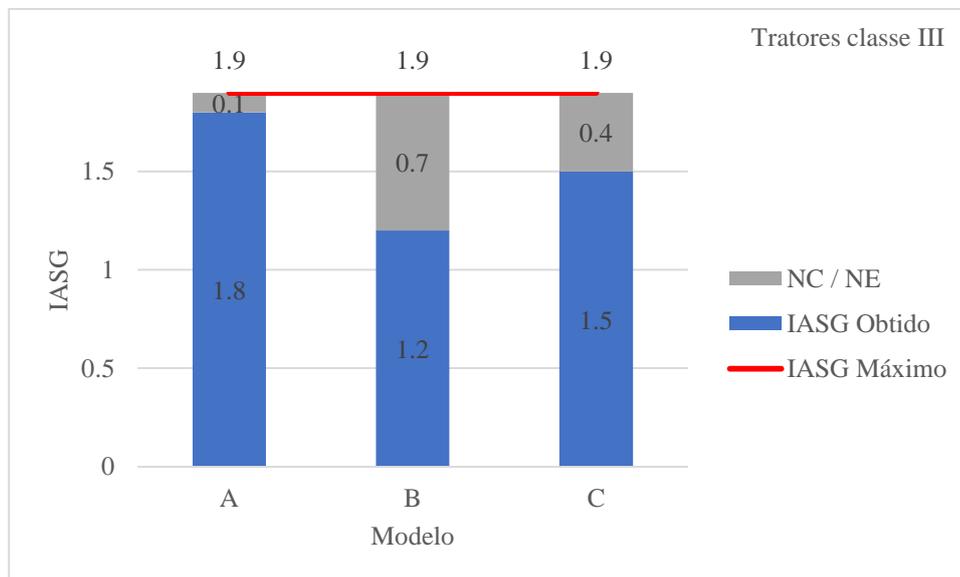
Apesar de os tratores classe II apresentarem menor número de dispositivos e comandos, comparado as demais classes, constatou-se que o emprego das NBRs ainda é deficiente, dado o valor de inconformidades registradas nesses modelos.

Balestra (2008), encontrou um valor médio de conformidade de 71 % para tratores classe II, convertendo este resultado através da equação proposta neste trabalho, obteve-se um IASG de 2.15, valor próximo ao 2.2, obtida em média nesta pesquisa. Comparando-se um trator de 55 kW, analisado por Balestra (2008) e um de mesma potência avaliado neste trabalho, os índices de conformidades obtidos foram respectivamente de 1,3 e 1,9. Esses números representam ainda uma baixa padronização dos símbolos em relação ao que é estabelecido pelas NBRs.

4.2 Tratores classe III

Para os tratores classe III o IASG máximo calculado foi de 1.9. Entretanto, observa-se nos IASGs obtidos, significativa discrepância entre os modelos, dada a variação dos valores registrados que foram classificados como NC ou NE em cada trator. Valores semelhantes foram encontrados por Balestra (2008), quando avaliou dez tratores desta classe, obtendo-se o mesmo IASG médio de 1.5 deste trabalho.

Figura 11 - IASG tratores classe III



Fonte: Autor

Dos modelos avaliados o trator “A” foi o que apresentou o valor mais próximo do IASG máximo. Num total de 45 símbolos analisados, registrou-se duas NC e um símbolo NE, representados pelo valor de 0.1, conforme visto na figura acima.

O trator “B” foi o que apresentou o menor IASG, tendo-se encontrado um expressivo número de símbolos NC, nesse modelo foram registrados 35 símbolos, ressalta-se que a maioria das não conformidades deram-se nos painéis de prevenção de acidentes. As inadequações observadas ocorreram principalmente quanto ao uso das cores. O recomendado para o texto do painel de mensagem é o uso de letras brancas em fundo preto ou letras pretas em fundo branco (Figura 13).

Figura 12 - Registro de painel duplo com inadequação das cores do texto do painel de mensagem



Fonte: Autor

A maior quantidade de símbolos registrados foi no trator modelo “C”, totalizando 80 registros. Isto deve-se ao fato da utilização de mais instrumentos e controles encontrados neste modelo. Porém, a maioria não foram contemplados pelas NBRs, dado o percentual de símbolos classificados como NE. A figura 14 apresenta um dos símbolos classificados como não encontrado. Estes símbolos indicam a opção de selecionar a ação a ser realizada pelo trator, se em condição de deslocamento ou em operação. Quando acionado a opção operação, representado pelo ícone de um implemento, automaticamente o motor se ajustará à demanda de potência. Mesmo a norma possuindo uma sessão de símbolos dedicada à implemento agrícolas, o símbolo que remete à representação de um arado vinculado ao modo trabalho, não foi encontrado.

Figura 13 - Símbolos indicando a opção de modo deslocamento ou trabalho



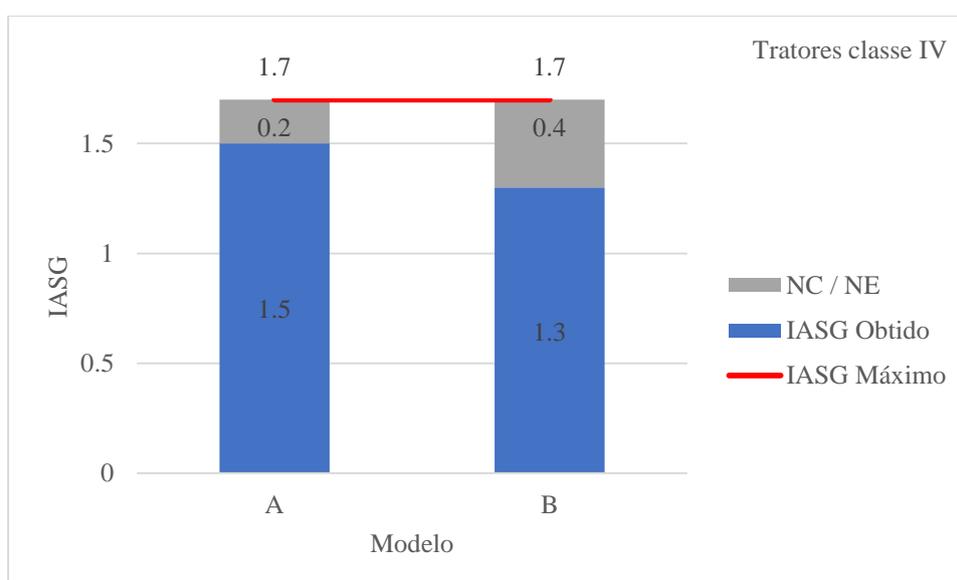
Fonte: Autor

4.3 Tratores classe IV

Os tratores classe IV apresentaram um IASG máximo de 1,7. Apesar de os IASGs obtidos, apresentarem-se próximo ao IASG máximo, no entanto, podem ser considerados baixos, dada a importância do entendimento dos comandos e controles advindos dos recursos tecnológicos que tratores de maiores potência oferecem. Os registros de NC deram-se na maioria, pelas informações transmitidas pelos botões e alavancas de controles, no total foram registrados 115 símbolos entre os dois tratores avaliados.

Alonço *et al.* (2006), obtiveram 79 % de conformidade para uma máquina dessa classe, analisando-se conforme equação proposta, obteve-se um índice de 1.4, resultado próximo aos valores registrados nesse trabalho. Segundo Farias (2016), máquinas mais potentes, por oferecerem mais opções de comandos e acionamentos, exige mais treinamento dos operadores. Entretanto, Caffaro *et al.* (2017), relatam que a falta de padronização de pictogramas influencia no entendimento dos recursos oferecidos por essas máquinas. Diante disso o uso padronizado dos recursos gráficos sugerido pelas normas da ISO/ABNT contribuem com a capacitação de profissionais envolvidos com a mecanização agrícola (Silveira, 2001).

Figura 14 - IASG tratores classe IV



Fonte: Autor

No trator modelo “A” os símbolos que orientam sobre a opção de pré-configuração para seleção de uma marcha de entrada de trabalho ou saída, foram classificados como NC (figura 16A). Embora a norma traga o símbolo da engrenagem como símbolo base, para identificar a transmissão, não previu em sua lista a opção de seletividade de uma ou outra marcha, representadas pelos números 1 e 2 associados a engrenagem. E sim a troca para uma marcha acima ou para uma marcha abaixo, representado pelas setas dentro da engrenagem (figura 16B).

Figura 15 - Símbolos identificando seletividade de marcha (A) e padrão normativo orientando para essa função (B)



No trator modelo “B” também foi registrado a possibilidade de pré-configurações, como a RPM do motor. Os símbolos da figura 17 identificam os botões que servem para definir uma RPM alta e uma RPM baixa. Estes símbolos foram classificados como NC. O padrão normativo para essa finalidade pode ser visto nas figura 18.

Figura 16 - Símbolos dos interruptores utilizados para configurações da RPM do motor



Fonte: Autor

Figura 17 - Padrão normativo de símbolos que orientam para configuração modo automático da RPM do motor



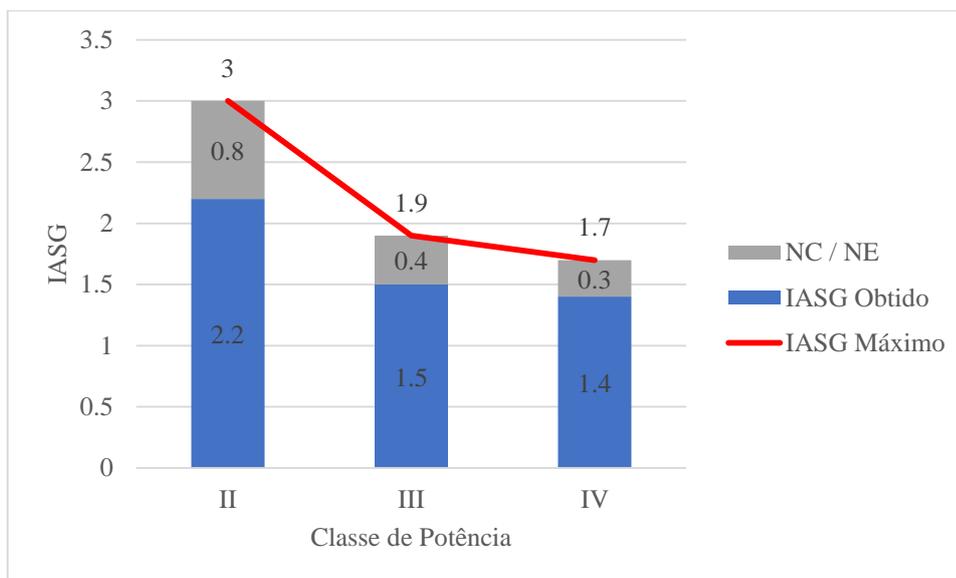
Fonte: ABNT

4.4 Análise comparativa

Na sequência é apresentada uma análise dos IASGs e a descrição das principais inconformidades registradas, comparando-as entre as diferentes classes de potência.

Na figura abaixo, apresenta-se as médias dos IASGs obtidos em cada classe. Observa-se que os tratores de menor classe de potência apresentaram valores maiores de IASGs. Com base na equação proposta, esta situação ocorre, devido ao fato que os tratores de menor potência dispõem de menos símbolos gráficos, entretanto, o que define o melhor nível de adequação em relação as NBRs é a menor diferença entre o IASG máximo e o IASG obtido. Esta menor diferença (figura 19), deu-se nos tratores de maior classe, mostrando que tratores mais potentes, apresentaram-se com seus recursos gráficos mais em conformidade ao que é recomendado pelas normas técnicas.

Figura 18 – Comparativo entre os IASG de classe de potência



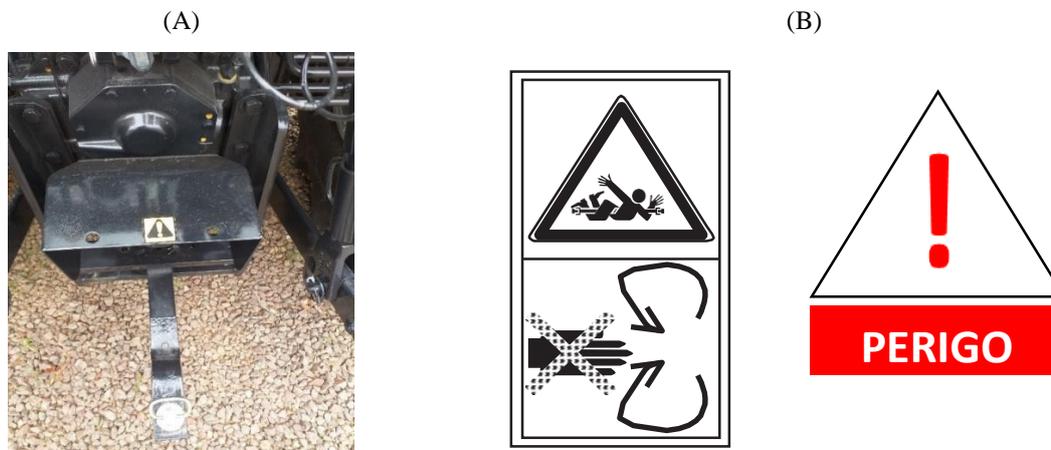
Fonte: Autor

Analisando-se os registros NC/NE, observa-se que, muitas das inadequações mostraram-se comuns às diferentes classes. Cita-se o uso de painéis de pictogramas de segurança, que apresentaram não conformidades em função de requisitos como: tipo de painel, uso de língua estrangeira, objetivo dos pictogramas e o uso das cores. A maioria dos painéis, mostraram-se em desacordo com algum destes requisitos, em todas as classes de potência dos tratores avaliados.

Na figura 20A é apresentado o uso de um sinal de alerta num modelo de trator classe III. O tipo de painel mais adequado seria do tipo duplo ou triplo contendo o sinal de alerta com as cores recomendadas (figura 20B). Este tipo de painel cognitivamente ofereceria uma condição mais advertida da situação de risco (Madeira, 2011).

Dos 112 conjuntos, trator-implemento, analisados à campo por Corrêa *et al.* (2016), para avaliar a proteção de eixos cardan, 53% apresentaram-se com ausência de pictogramas, fato também observado neste trabalho. Ressalta-se que para evitar acidentes com eixo cardan, este deve ser revestido de capa protetora, com cones em cada uma de suas extremidades, corrente de retenção e sinalização de segurança (Cañavate, 2012).

Figura 19 - Pictograma de alerta sobre risco de contato com a TDP (A) e padrão normativo de pictogramas para essa finalidade (B)



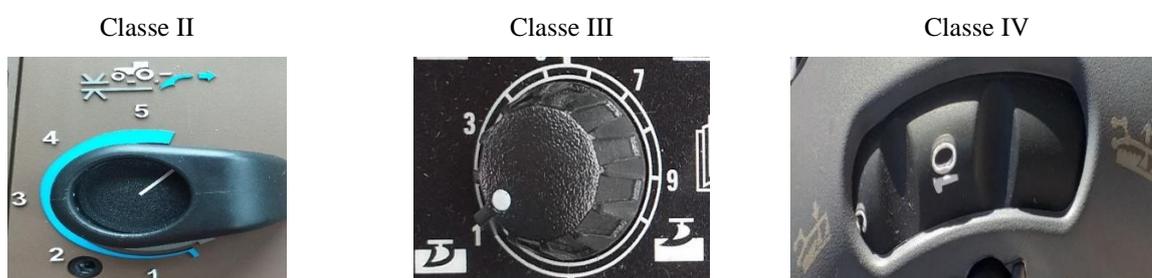
Fonte: Autor

Fonte: ABNT

No que refere-se aos símbolos contidos nas alavancas e botões dos comandos e controles operacionais, as principais não conformidades comuns as três classes foram: símbolos relacionados ao sistema de freios, identificação dos grupos de marchas nas alavanca seletoras, identificação das alavancas que selecionam as VCRs, símbolos da TDA, TDP econômica e controle de profundidade de ação do implemento.

Na figura 21, apresentam-se registros encontrados em tratores das três classes de potência avaliadas, que identificam a mesma função. Quanto à este recurso, o símbolo que orienta seu uso não foi encontrado na norma, ficando à cargo das empresas o desenvolvimento dos símbolos como visto nos registros abaixo.

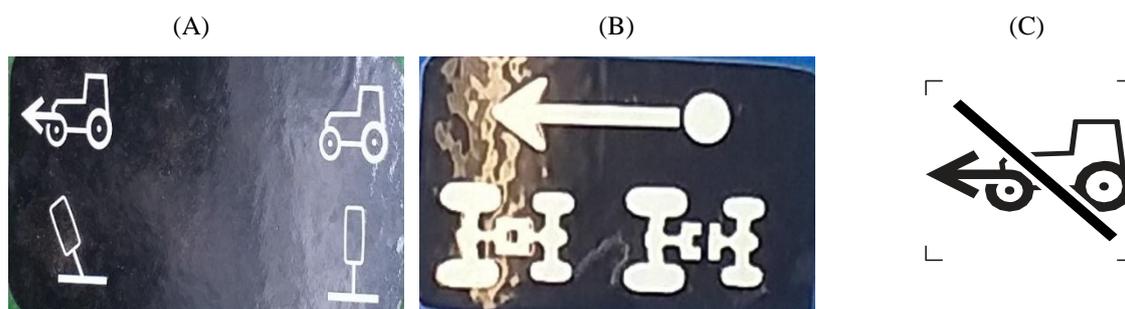
Figura 20 - Símbolos registrados que orientam sobre o controle da profundidade da ação do implemento no solo



Fonte: Autor

Os símbolos apresentados na figura 22 (A e B) indicam a seleção para TDA acionado e desacionado. Em um trator classe II (figura 22A), a não conformidade deu-se pelo símbolo que remete ao desacionamento da TDA. O símbolo que identifica o controle que desaciona a TDA apresentado pela norma pode ser visto na figura 22C, sugerindo que mantenha-se a seta contornando o rodado dianteiro, porém utiliza-se um traço na diagonal, indicando à condição de desacionar ou desligada. No modelo classe III (figura 22B), a padronização ficou ainda mais comprometida, pois nem o ícone do trator, sugerido pela norma, foi utilizado pelo fabricante. Nestas situações, quando um operador trocar de um modelo para outro, realizará a operação baseado em habilidades, conforme suas experiências e na sua percepção sensorio-motora (Balestra, 2008).

Figura 21 - Símbolos indicando acionar/desacionar TDA (A e B) e padrão recomendado pela norma que remete a condição de desacionar TDA (C)



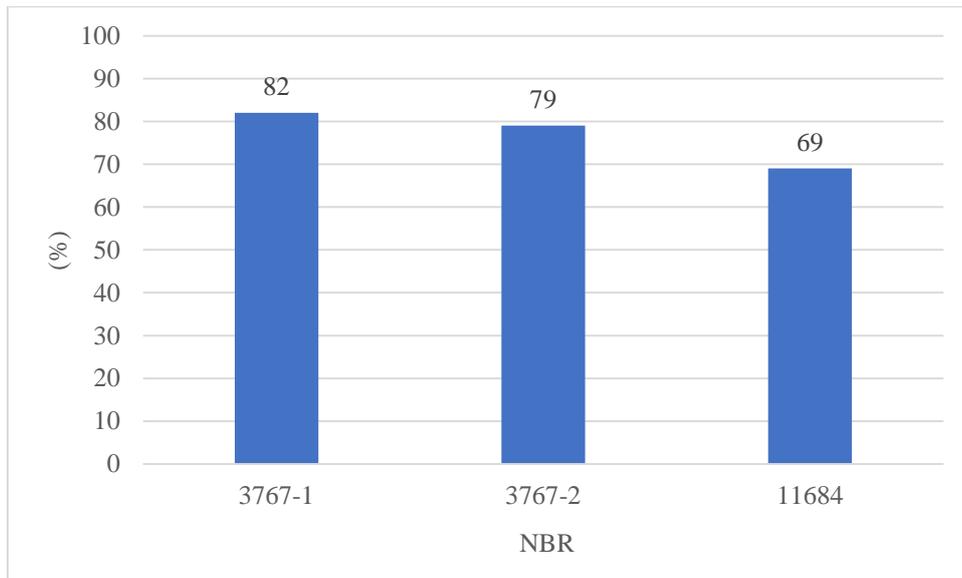
Fonte: Autor

Fonte: ABNT

Quanto aos símbolos referentes ao funcionamento do motor e seus sistemas complementares, comumente encontrados no painel frontal do trator, como: pressão, nível e temperatura de óleo lubrificante do motor, filtros de ar, filtros de óleo, sistema de arrefecimento, óleo da transmissão, bateria, nível de combustível, entre outros, apresentaram-se em total conformidade com a norma, em todas as classe avaliadas. Essa situação mostra do conhecimento e do uso dos símbolos gráficos orientados pelas NBRs por parte dos fabricantes, no que tange a estes indicadores.

Por fim, a figura 21, apresenta um percentual médio de utilização do conteúdo relativo à cada NBR registrado neste trabalho.

Figura 22 - Percentual de conformidade dos símbolos relativos à cada norma



Fonte: Autor

5 CONCLUSÕES

A partir da equação proposta, pode-se determinar um índice de adequação de simbologia gráfica (IASG). Entretanto, nem um modelo dos tratores avaliados, obteve este índice.

Para categoria de tratores classe II, através da equação, estimou-se para máxima conformidade um IASG de 3.0. Os IASGs obtidos foram de 1.9, 2.2 e 2.5.

Nos tratores da classe III, foi calculado um IASG, para máxima conformidade de 1.9. Porém, os modelos de tratores analisados obtiveram valores de IASGs de 1.2, 1.5 e 1.8.

Os tratores agrícolas de maior potência, representados pela classe IV, apresentaram um IASG máximo de 1.7, tendo-se obtido IASGs de 1.3 e 1.5 nos modelos estudados. Estes tratores, foram os que obtiveram os IASGs mais próximos do IASG máximo, calculado para esta categoria. Portanto, foram os que obtiveram melhor conformidade de símbolos gráficos em relação as NBRs.

Quanto ao emprego das normas, destaca-se a NBR 3767-1, que apresentou um percentual médio de 82% de conformidade em relação ao seu conteúdo. Seguida da NBR 3767-2, que obteve 79% de símbolos conformes. A NBR 11684 foi a que apresentou o menor percentual de atendimento ao seu conteúdo, tendo-se registrado 69 % de conformidade.

Com isso conclui-se que as empresas fabricantes de tratores agrícolas conhecem as normas técnicas referentes à símbolos gráficos, porém não as utilizam na sua totalidade. Melhores IASGs poderiam terem sido obtidos, pois boa parte das não conformidades deram-se por situações já previstas em norma.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12100**: segurança de máquinas – princípios gerais de projeto – apreciação e redução de risco. Rio de Janeiro, ABNT, 2013. 93 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4252**: tratores agrícolas – local de trabalho do operador, acesso e saída- dimensões. Rio de Janeiro, ABNT, 2011. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4253**: tratores agrícolas – acomodação do assento do operador - dimensões. Rio de Janeiro, ABNT, 2015. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4254-1**: máquinas agrícolas – segurança - parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, ABNT, 2015. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM ISO 5353**: máquinas rodoviárias, tratores, máquinas agrícolas, e florestais - ponto de referência do assento. Rio de Janeiro, ABNT, 1999. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 5674**: tratores e máquinas agrícolas e florestais - proteção para eixo de transmissão da tomada de potência (TDP) - ensaios de resistência e desgaste e critérios de aceitação. Rio de Janeiro, ABNT, 2017. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 11684**: tratores, máquinas agrícolas e florestais, equipamentos motorizados de gramado e jardim - sinais de segurança e pictogramas de risco - princípios gerais. Rio de Janeiro, ABNT, 2013. 55 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 3767-2**: tratores, máquinas agrícolas e florestais e equipamentos motorizados para manutenção de gramados e jardim - símbolos para controles do operador e outros mostradores. Parte 2: Símbolos para tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro, ABNT, 2018. 69 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 3767-1**: tratores, máquinas agrícolas e florestais e equipamentos motorizados para manutenção de gramados e jardim - símbolos para controles do operador e outros mostradores. Parte 1: Símbolos comuns. Rio de Janeiro, ABNT, 2020. 99 p.

ALMACINHA, J. A. **Introdução ao Conceito de Normalização em Geral e sua Importância na Engenharia**. Porto: faculdade de engenharia Universidade de Porto, 2019. 22 p.

ALVES, J.S. Conhecimento técnico operacional favorece o uso eficiente de máquinas agrícolas. **Portal Máquinas Agrícolas**, São Paulo, 4 jul. 2019. Disponível em: <<http://portalmaquinasagricolas.com.br/conhecimento-tecnico-operacional-favorece-o-uso-eficiente-maquinario-agricola/>>. Acesso em: 10 set. 2019.

ALONÇO, A. S. **Metodologia de Projeto para Concepção de Máquinas Agrícolas Seguras**. 2004. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ALONÇO, A. S. et al. Nível de conhecimento da simbologia gráfica utilizada para caracterizar comandos e controles de máquinas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v 37, n1, p. 126 - 132, 2007.

ALONÇO, A. S. et al. Levantamento e identificação dos símbolos gráficos utilizados para caracterização de controle e comandos de máquinas agrícolas. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.453-460, 2006.

AMBROSI, J. N.; MAGGI, M. F. Acidentes de trabalho relacionados às atividades agrícolas. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.2, n.1, p. 1-13, 2013.

ANDRADE, J. L., DE SOUSA NUNE, M., GEDANKEN, V. **Mecanização: Operação de Tratores Agrícolas**. Brasília: SENAR, 2017. 196 p.

ARAÚJO, A. C. **Comunicação visual no processo de geração de ideias: uma proposta para a técnica de criatividade creation**. 2017. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. São Paulo, 2021. Disponível em: < <https://www.anfavea.com.br/>>. Acesso em 5 maio 2021.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA. **O que é ergonomia?** Genebra, 2020. Disponível em: < <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>>. Acesso em: 05 Jul. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Normas Técnicas você sabe o que é e para que servem**. São Paulo, 2014. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/5698-normas-tecnicas-voce-sabe-o-que-e-e-para-que-servem>>. Acesso em: 18 nov. 2019

BAESSO, M. et al. Segurança no uso de máquinas agrícolas: Avaliação de riscos de acidentes no trabalho rural. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, São Paulo, v. 12, n.1, p. 101-109, 2018.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. Piracicaba: Manole, 2005. 307 p.

BALESTRA, M. R. **Levantamento e identificação de símbolos gráficos utilizados para caracterizar comandos e controles de tratores agrícolas**. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

BARBIERI, J. P. **Atendimento as normas de segurança e ergonomia nos postos de operação de tratores agrícolas**. 2017. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

BARRETO, E. A. **Projeto de cabine de unidade mecânica de auxílio à colheita da cana-de-açúcar (unimac cana) com base na ergonomia**. 2011. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

BELLOCHIO, S. D.C. **Identificação e levantamento da presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para o tráfego em tratores agrícolas**. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

BIAGE, M. **Estatística Econômica e Introdução à Econometria**. Florianópolis: Departamento de Ciências Econômicas/UFSC, 2012. 179 p.

BRASIL. Portaria MTE n.º86, de 03 de março de 2005. NR 31 - Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 4 mar. 2005. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-31.pdf>. Acesso em: 24 maio 2020.

BRIOSAS, F. **Trabajo agrícola: tractores y máquinas agrícolas**. Navarra: Gráficas Ona, S.A. 1999. 163 p.

CAFFARO, F. et al. A method to evaluate the perceived ease of use of human-machine interface in agricultural tractors equipped with continuously variable transmission (CVT). **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 15 n. 4 p. 10, 11, 2017.

CAFFARO, F.; CAVALLO, E. Comprehension of Safety Pictograms Affixed to Agricultural Machinery: a Survey of Users. **Journal of Safety Research**, Amsterdã, v. 55, n, p. 151-158, 2015.

CAFFARO, F. et al. . Comprehension rates of safety pictorials affixed to agricultural machinery among Pennsylvania rural population. **Safety Science**, Amsterdã, v 103, n, p. 162-171, 2017.

CAÑAVATE, J. O. **Tractores Técnica y Seguridad**. Madrid: Mundi Prensa, 2012. 222 p.

CARDOSO, T. D. **Cenários Tecnológicos e demanda da capacitação de mão de obra do setor agrícola sucroalcooleiro paulista**. 2010.123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CESA, T. R. **Desing de uma estrutura contra capotamento para tratores agrícolas utilizando simulação computacional**. 2010. 101 f, Dissertação (Mestrado em Design) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2010.

COELHO, J. P.; SILVA, J. R. **Agricultura de Precisão**. Lisboa: Agrinov, 2009. 125p.

CORRÊA, I. M.; RAMOS, H. H. Acidentes Rurais. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n 16, p 24 - 25, 2003.

CORRÊA, I. M.; YAMASHITA, R.Y. Acidentes com tratores e a estrutura de proteção na capotagem.2009. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/Tratores/index.htm> Acesso em 19 ago.2020.

CORRÊA, I. M. et al. Verificação de requisitos de segurança de tratores agrícolas em alguns municípios do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 30, n. 111, p. 25 - 33, 2005.

CORRÊA, I. M. et al. Avaliação da proteção de eixos cardan agrícola em campo. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 9, n. 2, p. 71 - 77, 2016.

CORRÊA, M. U. **Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas**. 2011. 111 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio grande do Sul, Ijuí, 2011.

COSTA, F. Operação mais qualificada. **Revista Rural**, São Paulo, v. 177, n. 5, p. 49 – 56, 2012.

DEBIASI, H. et al. Desenvolvimento do coeficiente parcial de ergonomia e segurança em tratores agrícolas. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 727 - 735, 2004.

DIAS, V. O. **Avaliação técnica do manual de operador de um trator agrícola com base na ISO 3600**. 2007. Trabalho Didático (Fundamentos de Ergonomia no Projeto) - Universidade Federal de Santa Maria, Programa de pós graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, 2007.

DONDIS, D. A. **Sintaxe da Linguagem Visual**. São Paulo - SP: Selo Martins. 2003. 67 p.

EPPLER, M. J.; BRESCIANI, S. Visualization in Management: From Communication to Collaboration. A Response to Zhang. **Journal of Visual Languages and Computing**, Suíça, v. 24, n. 2, p. 146-149, 2013.

ERENO, L. H. **Estudo comparativo entre a utilização real e a determinada pelo planejamento da mecanização agrícola das empresas rurais de soja e arroz**. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

ESTRADA, F. C.; DAVIS, L. S. Improving Visual Communication of Science Through the Incorporation of Graphic Design Theories and Practices Into Science Communication. **Science Communication**. Oregon, v. 37, n. 1, p.140–148, 2015.

FARIAS, L. F. **Estudo sobre a qualificação dos operadores de máquinas em lavouras do município de Dom Pedrito - RS**. 2016. 45 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Agronegócio) Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2016.

FERNANDES, H. C. et al. Avaliação ergonômica da cabine de um trator florestal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 307-314, 2010.

FIDALGO, J. A. **La Mecanización Agraria**. León: Universidad de León. 2000. 306 p.

VIERA FILHO, J. E. **O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A Formação de um novo padrão Agrário e Agrícola**. Brasília: Embrapa. 2014. 1186 p.

FLEURY, L. Alto Padrão Normativo. **Máquinas e Inovações Agrícolas**, São Paulo, v.52, n. 4, p. 46 - 49, 2019.

FRANCETTO, R. T. et al. **Utilização do índice de adequação de semeadoras-adubadoras de precisão como ferramenta de comparação entre modelos**. Fortaleza: XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, 2013.

GIMENEZ, L. M.; MILAN, M. Diagnóstico da mecanização em uma região produtora de grãos. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.27, n.1, p. 210-219, 2007.

LEVIEN, R.; MAZURANA, M. Evolução dos Sistemas Mecanizados para Produção de Grãos no Rio Grande do Sul. **Conselho em Revista**, Porto Alegre, v. 128, n. 12, p. 36-37, 2018.

LIMA, J. S. et al. Avaliação de alguns fatores ergonômicos nos tratores "Feller Buncher" e "Skidder" utilizados na Colheita de Madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.2, p.291-298, 2005.

LOPES, E. D. et al. Percepção de operadores em relação aos símbolos do painel de máquinas florestais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia v. 13, n. 23 p.930, 2016.

MACHADO, M. V. **Estudo de número índice e correlação entre política cambial e contas externas do Brasil na década de 2000**. 102 f. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

MADEIRA, N. G. **Segurança no Trabalho nas operações com tratores agrícolas na região de Minas Gerais**. 2011. 181 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

MANTOVANI, E.C. et al, **Agricultura de precisão no contexto do sistema de produção: lucratividade e sustentabilidade**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2020. 34 p.

MATTAR, D. et al. Conformidade de acessos e de saídas de postos de operação em tratores agrícolas segundo a norma NBR/ISO 4252. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v. 30, n. 1, p. 74-81, 2010.

MEWES, B. O.; CASTRO W. L. **Treinamento de Tratorista: operação do trator e regulagem de implementos**. Viçosa: CPT, 2016. 466 p.

MEYER, W. et al. Avaliação de operadores e técnicos de manutenção de máquinas agrícolas no setor canavieiro. **Multi-Science Journal**, Goias, v.1, n.3 p. 64-68, 2015.

MIALHE, L. G. **Manual de Mecanização Agrícola**. São Paulo: Ceres, 1974. 300 p.

MIALHE, L. G. **Máquinas Motoras na Agricultura**. São Paulo: EDUSP, 1980, 358 p.

MINETTE, L. J. et al. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11. n. 6, p. 664-667, 2007.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de Precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 238 p.

MONTEIRO, L. A. **Prevenção de Acidentes com Tratores Agrícolas e Florestais**. Botucatu: Diagrama, 2010, 106 p.

MONTEIRO, L. A.; ALBIERO, D. **Operação e Manutenção de Tratores Agrícolas**. Fortaleza: UFC, 2012, 80 p.

MONTEIRO, L. A.; ALBIERO, D. **Segurança na Operação com Máquinas Agrícolas**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2013. 64 p.

MORAIS, C. S. et al. **Avaliação do índice de segurança em tratores agrícolas a serem adquiridos na região de Pelotas-RS**. Pelotas: XXIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, 2014.

MOTA, W. A. **Caracterização dos acidentes com máquinas agrícolas no Brasil no período de 2011 a 2012**. 2013, 46 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

NETTO, J. T. **Semiótica, Informação e Comunicação**. São Paulo: Perspectiva SA. 1980. 108 p.

NEVES, P. T. **Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance): Estudo de caso na colheita mecanizada de cana-de-açúcar (Saccharum spp)**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2011.

O'CONNOR, Z. Colour, contrast and Gestalt theories of perception: The impact in contemporary visual communications design. **Color Research and Application**, Sydney, v. 40, n. 1, p.85–92, 2013.

OLDONI, A. Safety index for agricultural tractors. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 39, n. 1, p. 9-15, 2017.

PEREIRA, L. M. et al. Pictogramas e mapas: desenvolvimento de dispositivos gráficos para o sistema de sinalização do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB). **Revista Práxis: saberes da extensão**, João Pessoa, v. 5, n. 9, p. 67-76, 2017.

PETTERSSON, R. Visual Literacy and Message Design. **TechTrends**, London, v. 53, n. 2 p. 38-40, 2009.

PINTO, F; QUEIROS, D. M; RESENDE, R. C. **The development on farm mechanization Brazil**. Roma: FAO, 2013. 366 p.

PONZETTO, G. **Mapa de Riscos Ambientais**. São Paulo: LTr, 2007. 130 p.

REIS, Â. V.; MACHADO, A. L. T. **Acidentes com Máquinas Agrícolas: Texto referência para Técnicos e Extensionistas**. Pelotas: Universitária Pelotas, 2009. 103 p.

REIS, G. et al. Manutenção de tratores agrícolas e condição técnica dos operadores. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p. 282-290, 2005.

RODRIGUES, L. A. **Índice do custo de vida do estudante da Universidade Federal de Santa Catarina – campus Florianópolis**. 84 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

ROZIN, D. et al. Conformidade dos comandos de operação de tratores agrícolas nacionais com a norma NBR ISO 4253. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 1014-1019, 2010.

SALIBA, T. M. **Curso Básico de Segurança e Higiene Ocupacional**. São Paulo: LTr. 2008. 456 p.

SANTAELLA, L. **O que é Semiótica**. São Paulo: brasiliense. 1988. 80 p.

SANTOS, J. C.; FÉLIX, V. N. Acidente de trabalho no meio rural: análise dos acidentados no estado de Pernambuco, Brasil. **I Congresso internacional das ciências agrárias**, Recife, v.1, n. 1, p. 1-9, 2016.

SANTOS, J. E.; FILHO, A. G.; BÓRMIO, M. F. Conforto Térmico: Uma Avaliação em Tratores Agrícolas sem Cabines. **XI SIMPEP**, Bauru, v. 6, p. 8, 2004.

SCHLOSSER, J. F. et al. Caracterização dos acidentes com tratores agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 977-981, 2002.

SHIRAIWA, J. C. **O reconhecimento de pictogramas em interface gráfica digital pelo usuário idoso – o caso do portal pró-cidadão da PMF**. 2008. 147 f. Dissertação: (Mestrado em Design e Expressão Gráfica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SILVA, C. B. et al. Avaliação ergonômica de uma colhedora de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 179-185, 2011.

SILVA, R. C. **Máquinas e Equipamentos Agrícolas**. São Paulo: Érica, 2017.120 p.

SILVA, R. **Limitações humanas do operador de máquinas agrícolas e o ambiente sócio laboral na sojicultura**. 2015. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

SILVA, R. P. et al. **Custo Horário de Máquinas Agrícolas**. Jaboticabal: UNESP, 2015, 16 p.

SILVA, M. R. et al. Uso da teoria de números índices para adequação de semeadoras-adubadoras de precisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.2, p.222-229, 2007.

SILVEIRA, G. M. **Os cuidados com o trator**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 309 p.

SIQUEIRA, J. L.; ANTUNIASSI, U. R. Inspeção periódica de pulverizadores nas principais regiões de produção de soja no Brasil. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n. 4, p. 92 – 100, 2011.

VIGOROSO, L. et al. Warning against Critical Slopes in Agriculture: Comprehension of Targeted Safety Signs in a Group of Machinery Operators in Italy. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Torino, v. 16, p. 611, 2019.

ZILCH, O. Máquinas e Implementos: o manual do operador como ferramenta de quem não pode parar na lavoura, *Jornal Dia de Campo*, São Paulo, 17 nov. 2010. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?id=23134&secao=Gest%E3o>>. Acesso em: 20 jun. 2019.