

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Sabrina Dalla Corte Bellochio

**IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DA PRESENÇA DOS  
DISPOSITIVOS DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO,  
EM TRATORES AGRÍCOLAS**

Santa Maria, RS  
2018

**Sabrina Dalla Corte Bellochio**

**IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DA PRESENÇA DOS DISPOSITIVOS DE  
ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO, EM TRATORES AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof. Airton dos Santos Alonço (Dr. Eng.)  
Coorientadora: Prof. Catize Brandelero (Dra. Eng.)

Santa Maria, RS  
2018

Bellochio, Sabrina Dalla Corte  
IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DA PRESENÇA DOS  
DISPOSITIVOS DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO,  
EM TRATORES AGRÍCOLAS / Sabrina Dalla Corte Bellochio.-  
2018.  
87 p.; 30 cm

Orientador: Airton dos Santos Alonço  
Coorientador: Catize Brandelero  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2018

1. Engenharia Agrícola 2. Mecanização 3. Legislação 4.  
Código de Trânsito Brasileiro 5. Acidentes I. Alonço ,  
Airton dos Santos II. Brandelero, Catize III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Revisão: Elivélton Krummel – Marca texto Assessoria

Copyright © 2018

Todos os direitos autorais reservados a Sabrina Dalla Corte Bellochio.

A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

**Sabrina Dalla Corte Bellochio**

**IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DA PRESENÇA DOS DISPOSITIVOS DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO, EM TRATORES AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

**Aprovado em 13 de Julho de 2018:**

---

**Airton dos Santos Alonço, Dr. Eng. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Tiago Francetto, Dr. Eng. (UFSM)**

---

**Mônica Balestra, Dr<sup>a</sup>. Eng. (CESURG)**

Santa Maria, RS  
2018

## AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho ocorreu, principalmente, pelo auxílio, compreensão e apoio de várias pessoas. Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste estudo e, de maneira especial, agradeço:

- à Lutiane Pagliarin, Inês Dalla Corte Bellochio e Maria Nilda Gaspareto Pagliarin pelo suporte e atenção especiais nos cuidados com nossa pequena Pietra Bellochio Pagliarin durante este período. Demonstraram que a família é a base para nossas realizações, além do constante incentivo, carinho e estímulo para prosseguir.

- à Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional em uma instituição pública e de qualidade.

- ao orientador, professor Dr. Airton dos Santos Alonço, pela amizade, convívio, paciência, ensinamentos e direcionamento durante esta jornada.

- aos professores Tiago Francetto e Mônica Balestra, membros da banca, que enriqueceram este trabalho com suas contribuições.

- à professora Dra. Catize Brandelero e ao professor Dr. Valmir Werner por integrarem o comitê de orientação e se fazerem presentes nos momentos de dúvida, apontando sempre contribuições positivas.

- ao professor Alessandro Dal'Col Lucio pela presteza, objetividade e gentileza no auxílio às análises estatísticas.

- ao professor Dr. Arno U. Dallmeyer por acompanhar de perto meu progresso e sempre me incentivar a persistir.

- aos colegas do Laboratório de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas - LASERG, em especial à Gessieli Possebom e Tiago Lopes, pela amizade, apoio e por compartilharem experiências que enriqueceram a minha trajetória.

- aos amigos que conquistei com este convívio acadêmico, em especial à Francieli de Vargas e Marília Boff de Oliveira, os quais compartilharam comigo momentos de angústias, incertezas e de muitas superações.

- às concessionárias de máquinas agrícolas: Agrotec Comércio de Máquinas Agrícolas, Dosul Máquinas, Itaimbé Máquinas Agrícolas, RGS Agrícola, Sistemas

Mecanizados Verdes Vales, Super Tratores Máquinas Agrícolas Ltda e Tritec Valtra Santa Maria.

Meu sincero muito obrigada!

“Ando devagar  
Porque já tive pressa  
E levo esse sorriso  
Porque já chorei demais

Cada um de nós compõe a sua história  
Cada ser em si  
Carrega o dom de ser capaz  
E ser feliz”

(Almir Sater / Renato Teixeira)

## RESUMO

# IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DA PRESENÇA DOS DISPOSITIVOS DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO, EM TRATORES AGRÍCOLAS

AUTORA: Sabrina Dalla Corte Bellochio  
ORIENTADOR: Prof. Airton dos Santos Alonço (Dr. Eng.)

O objetivo principal deste trabalho foi realizar a identificação e o levantamento quanto à presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores agrícolas de pneus, novos, com a finalidade de verificar o nível de conformidade apresentado pelas empresas fabricantes. Para isso, foi utilizado como parâmetro o Código de Trânsito Brasileiro (2014), a NR12 (2010) e a NR31 (2013) para determinar os itens obrigatórios e a norma ISO 16154 (2005) na interpretação dos requisitos técnicos aplicáveis. A pesquisa foi realizada através de visitas técnicas às concessionárias de máquinas agrícolas da região central do Rio Grande do Sul, por meio de uma amostragem de 50 tratores agrícolas, fabricados no ano de 2017, os quais representam 21% do total de modelos disponíveis no país. Foi empregado o registro fotográfico, a inspeção visual, o acionamento e a medição para verificar a conformidade com os parâmetros determinados. Os dados obtidos foram tabulados e as informações acerca de cada modelo avaliado compuseram o coeficiente de iluminação e sinalização para tráfego (CIST), que possibilitou a comparação entre modelos de tratores por faixa de potência e por marca. Os principais resultados não indicaram a conformidade total dos tratores agrícolas com a Resolução CONTRAN N°454 (2013), NR12 (2010) e NR31 (2013). O CIST médio foi de 0,847 e os itens que contribuíram para os valores baixos foram o retrorrefletor lateral, a luz de marcha à ré, a luz de posição dianteira, o retrorrefletor traseiro e a luz de posição traseira. Em complemento, demonstram que não é seguido uma padronização em relação ao atendimento das normas técnicas, tanto entre os modelos da mesma empresa fabricante, como entre as faixas de potência. A aderência média à Norma ISO 16154 (2005) foi de 85%. Concluiu-se ainda, nas condições em que foram realizadas as avaliações, que a faixa de potência II, referentes a tratores médios, apresentou o maior valor médio e a melhor homogeneidade do CIST entre os modelos analisados e a marca E oferece uma proporção maior de modelos com a classificação muito alta e alta, se destacando em relação às demais marcas. Por fim, o método de cálculo do CIST se mostrou eficiente na avaliação da conformidade quanto a presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores agrícolas.

**Palavras chave:** Engenharia Agrícola. Mecanização. Legislação. Normas Técnicas. Código de Trânsito Brasileiro. Segurança.

## ABSTRACT

### IDENTIFICATION AND ASSESSMENT ON THE PRESENCE OF TRAFFIC LIGHTING AND SIGNALING DEVICES ON AGRICULTURAL TRACTORS

AUTHOR: Sabrina Dalla Corte Bellochio

ADVISOR: Prof. Airton dos Santos Alonço

This study aims to identify and assess the presence of traffic lighting and signaling devices on new agricultural tractors to verify the level of compliance presented by the manufacturers. For this purpose, the Brazilian Traffic Code (2014), NR12 (2010) and NR31 (2013) were used as parameters to determine the mandatory items and ISO 16154 (2005) in the applicable technical requirements. The research was carried out through technical visits to the agricultural machinery dealers at Rio Grande do Sul state, through a sampling of 50 agricultural tractors, manufactured in 2017, which represents 21% of the total models available in the country. The photographic record, the visual inspection, the drive and the measurement were used to check compliance with the determined parameters. The obtained data were tabulated and the information about each evaluated model comprised the lighting and signaling coefficient for traffic (CIST), which allowed the comparison between tractor models by power range and by brand. The main results did not indicate the total compliance of the new agricultural tractors with the CONTRAN Resolution No. 454 (2013), NR12 (2010) and NR31 (2013). The mean CIST was 0.847 and the items that contributed to the low values were the lateral retroreflector, the reverse light, the front position light, the rear retroreflector and the rear position light. In addition, they demonstrate that standardization is not followed in relation to meeting the technical standards, both between the models of the same manufacturer and between the power ranges. The average adherence to ISO 16154 (2005) was 85%. It was also concluded, under the conditions that the evaluations were performed, that the power range II presented the highest CIST average with best homogeneity among the models analyzed and the brand E offers a higher proportion of models with a very high and high classification, standing out in relation to the others. Finally, the CIST calculation method proved to be efficient in assessing the conformity of traffic lighting and signaling devices to agricultural tractors.

**Keywords:** Agricultural engineering. Mechanization. Legislation. Technical Standards. Brazilian Traffic Code. Safety.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Quantidade de tratores amostrados por marca.....	48
Figura 02	Representação dos itens de iluminação e sinalização no trator – Vista frontal.....	56
Figura 03	Representação dos itens de iluminação e sinalização no trator – Vista traseira.....	56
Figura 04	Representação dos itens de iluminação e sinalização no trator – Vista lateral.....	57
Figura 05	Ilustração da forma de mensuração das dimensões em vista frontal, lateral e traseira do trator.....	58
Figura 06	Quantidade de modelos amostrados por faixa de potência.....	61
Figura 07	Ordenação decrescente do CIST, por marca.....	72
Figura 08	Ordenação decrescente do CIST, por faixa de potência.....	76

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Características dos tratores no tráfego em vias públicas.....	20
Quadro 02	Características dos tratores no tráfego em vias públicas.....	22
Quadro 03	Comparativo dos requisitos legislativos do CONTRAN e MTE para itens relacionados à iluminação e sinalização de tratores	28
Quadro 04	Resumo comparativo dos requerimentos brasileiros, europeus e americanos de iluminação, sinalização de tratores para tráfego em vias públicas.....	31
Quadro 05	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para o Farol baixo.....	33
Quadro 06	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para o Farol alto.....	34
Quadro 07	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para a Luz de marcha à ré.....	35
Quadro 08	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para a Luz de posição dianteira.....	36
Quadro 09	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para a Luz de posição traseira.....	37
Quadro 10	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para a Luz de freio.....	38
Quadro 11	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para a Luz indicadora de direção dianteira e traseira.....	39
Quadro 12	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para o Pisca alerta.....	40
Quadro 13	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para o Retrorrefletor traseiro.....	41
Quadro 14	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para a Marcação traseira fluorescente.....	42
Quadro 15	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para o Retrorrefletor dianteiro.....	43
Quadro 16	Comparativo dos requisitos técnicos específicos para o Retrorrefletor lateral.....	44
Quadro 17	Termos e definições dos elementos de iluminação e sinalização de tratores.....	45
Quadro 18	Lista de verificação utilizada na coleta de dados .....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Classificação dos tratores agrícolas de pneus comercializados no Brasil, por faixa de potência.....	48
Tabela 02	Itens avaliados.....	50
Tabela 03	Classificação do CIST.....	59
Tabela 04	Percentual de presença e conformidade com a cor dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, nos tratores amostrados.....	62
Tabela 05	Ordenação decrescente e classificação do CIST, por marca, modelo e faixa de potência.....	69
Tabela 06	Informações descritivas, relativas ao CIST por marca.....	71
Tabela 07	Médias e comparações múltiplas, por marca.....	73
Tabela 08	Percentual de classificação do CIST, por marca.....	74
Tabela 09	Informações descritivas relativas ao CIST por faixas de potência	75
Tabela 10	Médias e comparações múltiplas, por faixa de potência.....	77
Tabela 11	Percentual de classificação do CIST, por faixa de potência.....	78

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFAVEA	Associação Brasileira de Fabricantes de Veículos Automotores
ANSR	Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
ASABE	<i>American Society of Agricultural and Biological Engineers</i>
CEMA	<i>Agricultural Machinery in Europe</i>
CIST	Coeficiente de Iluminação e Sinalização para Tráfego de Tratores
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
COPEs	Coeficiente Parcial de Ergonomia e Segurança em Tratores Agrícolas
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
cv	Cavalo-vapor
DENIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
EC	Diretiva Européia
EPC	Estrutura de Proteção na Capotagem
GEIPOT	Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes
IA	Índice de Adequação
IE	Índice Ergonômico
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
Kw	Quilowatt
LASERG	Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Técnica Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial de Saúde

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1	HIPÓTESES.....	16
1.2	OBJETIVOS.....	17
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
2.1	TRATORES AGRÍCOLAS.....	18
2.2	TRÁFEGO DE TRATORES AGRÍCOLAS POR VIAS PÚBLICAS.....	19
2.3	LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS QUANTO A ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO EM VIAS PÚBLICAS.....	24
<b>2.3.1</b>	<b>Legislação brasileira de iluminação e sinalização de tratores agrícolas</b> .....	<b>26</b>
2.3.1.1	<i>Código de Trânsito Brasileiro</i> .....	26
2.3.1.1.1	Equipamentos obrigatórios .....	26
2.3.1.2	<i>Norma Regulamentadora (NR) 31</i> .....	27
2.3.1.3	<i>Norma Regulamentadora (NR) 12</i> .....	27
<b>2.3.2</b>	<b>Legislação brasileira de iluminação e sinalização de veículos</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Normalização</b> .....	<b>31</b>
2.3.3.1	<i>Norma ISO 16154</i> .....	31
4.3.3.2	<i>Termos e definições dos elementos de iluminação e sinalização de tratores agrícolas</i> .....	45
2.4	COEFICIENTES NA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS.....	46
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>47</b>
3.1	AMOSTRAGEM DOS TRATORES.....	47
3.2	ITENS AVALIADOS.....	49
<b>3.2.1</b>	<b>Procedimentos para coleta dos dados</b> .....	<b>57</b>
3.3	COEFICIENTE DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO DE TRATORES (CIST).....	59
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>61</b>
4.1	ITENS OBRIGATÓRIOS.....	62
4.2	ITENS VERIFICADOS.....	63
<b>4.2.1</b>	<b>Farol baixo e farol alto</b> .....	<b>63</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Luz de marcha ré</b> .....	<b>64</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Luz de posição dianteira e traseira</b> .....	<b>65</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Luz de freio</b> .....	<b>66</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Luz indicadora de direção dianteira, traseira e pisca alerta</b> ....	<b>66</b>
<b>4.2.6</b>	<b>Retrorefletor traseiro</b> .....	<b>67</b>
<b>4.2.7</b>	<b>Retrorefletor lateral</b> .....	<b>68</b>
4.3	COEFICIENTE DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO DE TRATORES (CIST).....	68
<b>4.3.1</b>	<b>Classificação do CIST por marca</b> .....	<b>71</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Classificação do CIST por faixa de potência</b> .....	<b>75</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>79</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dados da Organização Mundial da Saúde (2015) revelam que 1,25 milhão de pessoas morrem a cada ano em acidentes de trânsito, sendo que 90% das fatalidades ocorrem nos países de média e baixa renda. Nesse contexto, o Brasil é considerado como um dos países com o trânsito mais violento do mundo, apresentando, anualmente, um número de mortos e feridos graves superior à 150 mil, fato que leva ao custo estimado de R\$ 28 bilhões (BACCHIERI; BARROS, 2011).

No Brasil, o aumento do número de veículos licenciados e o consequente crescimento da frota, contribuíram para a intensificação da densidade do tráfego. Esse crescimento foi superior a 1.000% em quatro décadas e passou de 2,3 para 25,5 veículos por quilômetro, do ano de 1970 a 2015 (BELLOCHIO et al., 2018c). O acréscimo na densidade do tráfego de veículos é o principal fator que contribui para a ocorrência de acidentes, visto que aumenta o risco de colisões com tratores agrícolas (COSTELLO et al., 2009; HARLAND et al. 2014; GREENAN et al., 2016).

Pela versatilidade de aplicações, o trator agrícola configura-se como a principal fonte de potência na propriedade, tanto na agricultura familiar quanto na de escala. Apesar de concebidos como forças de trabalho e projetados para a operação em atividades agrícolas, essas máquinas necessitam realizar deslocamentos de uma área para outra, utilizando não apenas as estradas da propriedade, como também as estradas de vias públicas. Essa situação se intensifica em períodos de plantio e de colheita.

Estudos abordados de forma detalhada neste trabalho relacionam o tipo, a largura e, principalmente, o limite de velocidade vias públicas, como fatores associados à ocorrência de acidentes com máquinas agrícolas. Nesse sentido, figuram com maior frequência as colisões traseiras de outros veículos com o trator, pois o tempo de reação do motorista ao visualizar um veículo lento, diminui com o aumento da velocidade. Essa situação demarca a importância da presença de dispositivos de iluminação e sinalização no trator, para sua conspicuidade no tráfego, na tentativa de evitar acidentes.

O Código de Trânsito Brasileiro (2008), a NR12 (2010) e a NR31 (2013) são as legislações brasileiras aplicáveis aos tratores agrícolas no tráfego em vias públicas, os quais estabelecem a presença de dispositivos relativos à iluminação e sinalização para tráfego, obrigatórios no trator. Porém, estes regulamentos são carentes de

especificações técnicas e de parâmetros que direcionem a padronização de sua aplicação. Existem estudos que avaliaram a conformidade dos tratores com estes regulamentos, porém não foram encontradas referências de trabalhos que relacionem os requisitos técnicos quanto à presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego de tratores, dados por normalizações internacionais.

Com a finalidade de verificar e comparar a conformidade apresentada pelas empresas fabricantes de tratores agrícolas, o presente trabalho teve como objetivo identificar e verificar a presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores de agrícolas de pneus, novos, com base nos itens obrigatórios determinados pelo Código de Trânsito Brasileiro, NR12 (2010), NR31 (2013) e nos requisitos técnicos da norma ISO 16154 (2005). Para fins de comparação entre modelos, foi determinado um coeficiente, classificada a conformidade e os resultados foram apresentados por classe de potência e por marca.

## 1.1 HIPÓTESES

Considerando que houve evolução em relação às exigências normativas brasileiras quanto à presença de dispositivos de iluminação e sinalização em tratores agrícolas para tráfego em vias públicas; que a frota de tratores no país apresenta mais da metade das unidades com até 10 anos de uso e que é expressiva a atuação no mercado brasileiro de marcas e fabricantes globais de tratores, são definidas as hipóteses:

a) Se o Código de Trânsito Brasileiro (a partir de janeiro de 2014), a NR31 (a partir de março de 2005) e a NR12 (a partir de dezembro de 2010) determinam a presença de dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores agrícolas, então, os modelos fabricados ou montados no Brasil posteriormente a esta data, apresentam todos estes dispositivos.

b) Se o Código de Trânsito Brasileiro (2014), a NR12 (2010) e a NR31 (2013) não estabelecem os requisitos técnicos quanto à presença dos dispositivos de iluminação e sinalização, exigidos para tratores agrícolas de pneus circularem em vias públicas, então, neste tema, os fabricantes seguem a Norma ISO 16154 (2005).

c) Se a legislação brasileira prevê os equipamentos de iluminação e sinalização obrigatórios para os tratores agrícolas de pneus trafegarem em vias públicas, então,

não há diferença de conformidade entre os modelos e marcas de tratores fabricadas e comercializadas no país.

d) Se a legislação brasileira prevê os equipamentos de iluminação e sinalização obrigatórios para os tratores agrícolas de pneus trafegarem em vias públicas, então, não há diferença de conformidade entre as faixas potência I, II, III e IV.

e) Se for verificada a conformidade dos modelos de tratores agrícolas de pneus com a legislação brasileira e com os requisitos técnicos da Norma ISO 16154 (2005), então, é possível avaliar esta conformidade por meio do cálculo do Coeficiente de Iluminação e Sinalização para Tráfego de tratores (CIST).

## 1.2 OBJETIVO

Identificar e verificar a presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores agrícolas novos, com base nos itens obrigatórios determinados pelo Código de Trânsito Brasileiro, NR12 (2010), NR31 (2013) e nos requisitos técnicos da norma ISO 16154 (2005), com a finalidade de verificar o nível de conformidade apresentado pelas empresas fabricantes de tratores agrícolas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TRATORES AGRÍCOLAS

A expansão agrícola e a introdução da atividade mecanizada auxiliaram no desenvolvimento, de forma proporcional, do mercado de máquinas, a fim de suprir a demanda interna do país (CASTRO, 2004; SOLOGUREN, 2015). Atualmente, os tratores de rodas representam mais de 80% do total das vendas internas de máquinas agrícolas e rodoviárias no Brasil. O número de unidades vendidas no ano de 2014 foi de 55.612, enquanto que em 2015 foi de 37.381, ao passo que, no ano subsequente, as vendas corresponderam a 35.956 unidades. Estas vendas ocorrem, predominantemente, nas regiões Sul e Sudeste, visto que, juntas, são responsáveis por mais de 70% desse total (ANFAVEA, 2017).

Pela ascensão do mercado brasileiro de máquinas agrícolas, há um total de 18 marcas de tratores atuando no Brasil. Destas, 39% são de empresas associadas à ANFAVEA, que divulga dados mensais de fabricação, vendas e exportações. Em relação às marcas não associadas, não foram encontrados dados oficiais disponíveis do número de tratores vendidos ou fabricados no país. Segundo o Anuário de Tratores (2017), estão presentes no Brasil 240 modelos de tratores. Essa quantidade de modelos pode ser classificada, segundo as faixas de potência determinadas pela ANFAVEA (2014), sendo: a) 13% até 36,9 kW (49 cv), denominados de tratores leves; b) 40% de 37 a 73,9 kW (50 a 99 cv), identificados por tratores médios; c) 27% de 74 a 146,9 kW (100 a 199 cv), chamados de tratores pesados, e d) 20% acima de 147 kW (200 cv), designados como tratores superpesados.

Nesse contexto, o trator assume o papel central nas operações agrícolas e permanece como a mais importante e difundida máquina na agricultura, caracterizando-se como a principal fonte de potência (RINALDI et al., 2016). Também é utilizado em operações que requerem força, tração e suporte. Além disso, é visto como o principal símbolo de *status* do produtor rural. Neste âmbito, autores corroboram na discussão, argumentando que depois da terra, as máquinas representam o maior investimento para uma propriedade agrícola (GIMENEZ; MILAN, 2007; QUEIROGA et al., 2014).

A versatilidade do trator em aplicações agrícolas e o crescente uso de novas tecnologias na propriedade, demandam a renovação desse maquinário, pois os

equipamentos apresentam incompatibilidade na conexão com mecanismos presentes nas máquinas antigas (FERREIRA FILHO; FELIPE, 2007; VIAN et al., 2013). Além disso, o novo cenário de produção em escala exige tratores com maior potência e inovações tecnológicas, em busca da alta produtividade e da redução dos custos de produção (OLIVEIRA 2000; FERREIRA FILHO; FELIPE, 2007; MELO, 2012; VIAN et al., 2013; SILVA JUNIOR, 2017). Assim, tanto na agricultura familiar quanto na de escala, o crédito facilitado impulsionou a renovação da frota de tratores no Brasil, de forma que no ano de 2016 houve a composição de frota de tratores mais nova dos últimos 29 anos, com mais da metade das máquinas com até dez anos de uso (BELLOCHIO et al., 2017).

Com relação aos itens de segurança e conforto na operação de tratores agrícolas, Alonço (2004) ressalta que na pequena propriedade rural, quando os compradores das máquinas são os operadores das mesmas, estes itens são mais valorizados no momento da aquisição do produto. Porém, nas médias e grandes propriedades, quando o trator adquirido é selecionado pelo empresário rural, os fatores como a potência e o preço tornam-se mais relevantes, em detrimento aos itens que proporcionam conforto e aumentam o custo do equipamento.

## 2.2 TRÁFEGO DE TRATORES AGRÍCOLAS POR VIAS PÚBLICAS

Concebidos como forças de trabalho e projetados para a operação em atividades agrícolas, os tratores também necessitam realizar deslocamentos de uma área para outra, utilizando não apenas as estradas da propriedade, como também as estradas de vias públicas (CORREA et al., 2005; MACHADO; FERREIRA; ALONÇO, 2005; REIS; MACHADO, 2009; GKRTZA et al., 2010; SANTOS; MONTEIRO; MACEDO, 2013; MACEDO, 2014; HARLAND; GREENAN, 2014; RAMIREZ, 2016; MACEDO et al., 2015b; MONTEMOR; VELOSO; AREOSA, 2015; MACEDO et al., 2016).

Além disso, no tráfego, os tratores agrícolas apresentam características singulares, que estão relacionadas a sua velocidade de deslocamento, dimensões, presença de itens de segurança e proteção, entre outras, como as apresentadas no Quadro 01.

Quadro 01 - Características dos tratores no tráfego em vias públicas

Característica	Autores
Baixa velocidade de deslocamento, em relação aos demais veículos em circulação	Correa et al. (2005); Peek-Asa et al. (2007); Costello; Schulman; Mitchell (2009); Reis; Machado (2009); Gkritza et al. (2010); Pinzke et al. (2012); Burin; Bezerra (2013); Dimitrovski (2013); Santos; Monteiro; Macedo (2013); Macedo (2014); Greenan et al. (2016); Tuure; Lähti; Kaila (2016)
Dimensões superiores, muitas vezes maiores do que uma faixa de rolagem da pista, que invadem também o acostamento	Costello; Schulman; Mitchell (2009); Gkritza et al. (2010); Burin; Bezerra (2013); Santos; Monteiro; Macedo (2013); Greenan et al. (2016)
Iluminação e/ou sinalização não padronizadas, deficientes ou ausentes	Correa et al. (2005); Reis; Machado (2009); Gkritza et al. (2010); Burin; Bezerra (2013); Tuure; Lähti; Kaila (2016); CEMA (2017)
Muitas vezes, transporta passageiros no para-lamas	Reis; Machado (2009); Santos; Monteiro; Macedo (2013)
Utilização, em alguns casos, superior à 20 anos, o que implica na ausência de equipamentos de segurança, tais como: a) estrutura de proteção contra capotamento; b) cinto de segurança; c) espelho retrovisor.	Correa et al. (2005); Reis; Machado (2009); Gkritza et al. (2010); Pinzke et al. (2012); Montemor; Veloso; Areosa (2015); CEMA (2017)

Fonte: Bellochio et al., 2018b.

As características dos tratores contribuem para que os demais usuários da via tenham dificuldade de interação com estes no tráfego. Um dos principais fatores é a sua baixa velocidade de deslocamento que, geralmente, está entre 15 e 20 km.h-1, sendo a máxima de 40 km.h-1. Esses valores estão abaixo das velocidades atingidas por outros veículos e inferiores a velocidade permitida pela via, o que caracteriza o trator como veículo lento (MACEDO, 2014). No Brasil, nos locais em que não existe a sinalização regulamentadora, a velocidade máxima das vias urbanas varia de 30 km.h-1 (em vias locais) a 80 km.h-1 (em vias de trânsito rápido) e no caso das vias rurais, varia de 60 km.h-1 (nas estradas) a 110 km.h-1 (em vias de pista dupla), conforme o CTB, 2008.

Gkritza et al. (2010) destacam que tratores com maior tempo de uso possuem maior probabilidade de causar lesões severas e fatalidades, como pode ser observado no estudo de Montemor; Veloso; Areosa (2015), em Portugal. A compatibilidade de dimensões do trator e das vias é outro aspecto a ser considerado, sendo que no Brasil, a largura máxima facultada ao trator para circulação é de 2,8m (CTB, 2008).

As rodovias são o principal meio de transporte de cargas e de passageiros no país (PEREIRA; LESSA, 2011). Os dados divulgados pelo Departamento Nacional de

Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2014), mostram que o Brasil possui 1,71 milhão de quilômetros de rodovias que são, basicamente, as mesmas da década de 70. Porém, o número de veículos licenciados é crescente, o que contribui para que a razão de veículos por quilômetro tenha apresentado um crescimento superior a 1.000% em quatro décadas (BELLOCHIO et al., 2018c). Estudos realizados por Costello, Schulman e Mitchell (2009); Harland et al. (2014) e Greenan et al. (2016) demonstraram que o acréscimo da densidade do tráfego, contribui fortemente para a ocorrência de acidentes, aumentando o risco de colisões com máquinas agrícolas.

Os acidentes com tratores em vias públicas estão se tornando cada vez mais comuns, devido ao tráfego constante de máquinas agrícolas para mudança de local de trabalho ou para transporte de produtos e insumos (MONTEIRO, 2010). Ademais, pelo menos um em cada três casos de acidentes com máquinas agrícolas, em vias públicas, ocorrem em zonas urbanas, segundo Pinzke e Lundqvist (2004); Gkritza et al. (2010) e Haraland et al. (2014).

No Brasil, como também em outras partes do mundo – como por exemplo em Portugal –, os dados de acidentes de trabalho, em sua maioria, não expressam exatamente a realidade, pelo fato de não serem, em sua totalidade, comunicados ou por conterem informações equivocadas em seu registro (ALONÇO, 2004; MONTEMOR et al., 2015). Quanto maior a riqueza de detalhes do registro, melhor o direcionamento às medidas adequadas de prevenção e correção, seja em projeto, em equipamentos de proteção ou em programas de formação e capacitação.

De acordo com Monteiro e Mota (2015), o número de óbitos por acidentes com máquinas agrícolas, no Brasil, é praticamente equivalente aos que ocorrem nas propriedades e nas rodovias, destacando-se o capotamento e a colisão como os tipos mais comuns de acidentes. Mota et al. (2013) observaram que determinados tipos de acidentes são restritos ou ocorrem quase que exclusivamente em certos locais. Assim, é citada a colisão como o acidente que ocorre em 95% das vezes, nas vias de circulação, sendo: 60% em rodovias, 21% em ruas e 15% nas estradas.

Em consonância aos estudos dos seguintes autores: Pinzke e Lundqvist (2004); Gkritza et al. (2010); Pinzke et al. (2012); Dimitrovsky (2013); Mota (2013); Harland, Greenan e Ramirez (2014); Macedo (2014); Macedo et al. (2015a; 2015b e 2016) e Montemor et al. (2015), sobre as características dos acidentes com máquinas agrícolas em vias públicas, a principal ocorrência é a colisão de outros veículos com o veículo lento. Estes dados são comparados no Quadro 02.

Quadro 02 – Caracterização de acidentes com máquinas agrícolas em vias públicas

Autor	Ano	País	Local	Tipo de Colisões					Período do dia			Idade		Gravidade			
				% Total	% Traseiras	% Laterais	% Transversais	% Frontal	% Com objetos	% Manhã	% Tarde	% Noite	Faixa de idade	% na idade	% Feridos Leves/ sem ferimentos	% Feridos Graves	% Fatais
Pinzke; Lundqvist	2004	Suécia	Rodovias	<b>83</b>	30	27	26	-	-	-	-	-	-	-	72	25	3
Gkritza et al.	2010	Estados Unidos	Iowa	<b>68,5</b>	28	36,5	4,2	-	9 a	14,2 a	38,8 a	35 a 54	38	89	11		
Pinzke et al.	2012	Suécia	Rodovias	<b>81</b>	15	36	17	14	-	77	33	25 a 55	50	83,8	14	2,8	
Dimitrovsky	2013	Macedônia	Rodovias	<b>40,43 b</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73,7	21	5,7	
Mota	2013	Brasil	Brasil	<b>38 c</b>	-	-	-	-	-	34,5 c	38,9 c	26,6 c	40 a 59 c	48 c	71 d	29 d	
Harland et al.	2014	Estados Unidos	Great Plains region**	<b>87,4</b>	24	29	18	2,7	-	30,6	46,6	22,8	-	-	-	-	
Macedo	2014	Brasil	Federais*	<b>81,6</b>	34	22	16	3,6	7	35,3	39	25,6	25 a 30 35 a 39	30	-	-	
Macedo et al.	2015a	Brasil	Rio Grande do Sul*	<b>88,8</b>	38	18	25	1,9	6	34,6	39,3	26,1	35 a 44	31	-	-	
Macedo et al.	2015b	Brasil	Minas Gerais*	<b>75,7</b>	28	23	16	-	9	39,9	41,9	18,2	25 a 30 35 a 39	29	-	-	
Montemor et al.	2015	Portugal	Rodovias	<b>28</b>	-	-	-	-	-	-	33	-	45 a 65	36	5	51	
Macedo et al.	2016	Brasil	Goiás*	<b>78,3</b>	39	17	13	4,4	4	21,7	37	41,3	35 a 39 50 a 54	35	-	-	

Fonte: Autora.

"\*" representa rodovias federais brasileiras

"\*\*" Iowa, Illinois, Kansas, Minnesota, Missouri, Nebraska, North Dakota, South Dakota, and Wisconsin

"a" representa o percentual de ocorrência no horário de pico

"b" relativo ao número de óbitos por colisão

"c" relativo a acidentes na propriedade e rodovias

"d" relativo a colisões somente

"e" feridos graves e médios

Na análise dos dados do Quadro 02, é possível verificar que o percentual de colisões varia de 28% a 88,8% do total de ocorrências. Destes, destacam-se as colisões traseiras, que variam de 15,1% a 39,1%, seguidas por laterais ou transversais e frontais. As colisões transversais ocorrem com o impacto entre veículos de forma que estes se cruzem obliquamente ou ortogonalmente.

No Brasil, a média dos dados do total de colisões é similar aos dados da Suécia, apresentados por Pinzke e Lundqvist (2004) e Pinze et al. (2012) e da região produtora de grãos dos Estados Unidos, apontados por Harland et al. (2014). Ademais, está posicionada um pouco acima dos dados apresentados por Gkritza et al. (2010), no estado americano de Iowa, e encontra-se aproximadamente 3 vezes superior aos valores de colisões expostos por Montemor et al. (2016), nas rodovias Portuguesas.

Com relação ao período do dia, o menor número de ocorrências nas rodovias federais brasileiras é à noite, sendo que à tarde manifesta um percentual levemente maior, comparado à manhã. Esse comportamento ocorre também nos estados do Rio Grande do Sul e de Minas Gerais, corroborando com o resultado do estudo de Harald et al. (2014) nos estados de Iowa, Illinois, Kansas, Minnesota, Missouri, Nebraska, North Dakota, South Dakota e Wisconsin, nos Estados Unidos. Porém, no estado brasileiro de Goiás, o número de casos no período noturno é superior, seguido do turno vespertino e matutino.

No que diz respeito a gravidade dos acidentes, os estudos brasileiros não apresentam este dado. Porém, os dados apresentados para a Suécia, Macedônia e o estado de Iowa demonstram que para cada 100 ocorrências, em média, 80 são leves ou sem ferimentos e 20 apresentam lesões graves ou fatalidades. Em Portugal, segundo o estudo de Montemor et al. (2015), o número de lesões graves ou fatalidades aproxima-se da totalidade, em função da frota de tratores ser antiga e não possuir itens de segurança como a EPC e o cinto de segurança.

Conforme Gkritza et al. (2010), as colisões traseiras em máquinas agrícolas demonstraram maior probabilidade de ocorrência de lesões graves ou fatalidades, quando comparadas às outras maneiras de colisões. A preocupação com este problema não atinge apenas os agricultores, mas também os demais usuários das vias públicas. As lesões nos motoristas dos outros veículos envolvidos apresentam severidade superior de 5 vezes em relação àquelas nos operadores dos tratores agrícolas (PEEK-ASA et al., 2007).

É importante destacar que o número de acidentes com tratores agrícolas nas vias públicas é menor do que aqueles que ocorrem com veículos automotores. Porém, quando se considera a gravidade dos mesmos, os acidentes com tratores apresentam de 5 a 8 vezes mais fatalidades (COSTELLO; SCHULMAN; MITCHELL 2009; ANSR, 2014; MONTEIRO, 2014; SANTOS, 2014).

A maior parte das colisões são atribuídas à diferença de velocidade entre a máquina agrícola e os demais veículos da via, conforme argumentam Peek-Asa et al. (2007); Gkritza et al. (2010); Pinzke et al. (2012); Dimitrovsky (2013); Greenan (2016); e, Tuure, Lätti e Kaila (2016). Destacam-se os acidentes nas rodovias com limites de velocidade superiores a 70 km.h<sup>-1</sup>, pois o tempo de reação ao visualizar um veículo lento diminui com o aumento da velocidade. Além disso, a pouca familiaridade dos demais condutores com estas máquinas no tráfego dificulta a sua interação, tanto pela percepção do tempo de deslocamento quanto pelas suas dimensões (LUGINBUHL; JONES; LANGLEY, 2003; PINZKE; LUNDQVIST, 2004; PEEK-ASA et al., 2007; GKRIKZA et al., 2010; PINZKE et al., 2012; GREENAN et al., 2016; TUURE; LÄTTI; KAILA, 2016). Estes são os principais desafios dos condutores para que possa haver discernimento, assim como o tempo de frenagem na tentativa de evitar a colisão traseira com os veículos lentos.

Dessa forma, as possíveis estratégias de prevenção de acidentes devem incluir melhor conspicuidade e visibilidade através da iluminação e da sinalização dos veículos lentos (LUGINBUHL; JONES; LANGLEY, 2003; CORREA et al., 2005; PEEK-ASA et al., 2007; REIS; MACHADO, 2009; GKRIKZA et al., 2010; FETZER et al., 2012; PINZKE et al., 2012; GREENAN et al., 2016; RAMIREZ et al., 2016 e MURPHY, 2017).

### 2.3 LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS QUANTO À ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO EM VIAS PÚBLICAS

A verificação dos requisitos de segurança de tratores agrícolas, em municípios do estado de São Paulo, realizada por Correa et al. (2005), incluem requisitos de tráfego e avaliam 487 tratores em uso e 31 tratores novos. Segundo a pesquisa, os tratores usados não favorecem a segurança e o conforto do operador, ao passo que os tratores novos mostram tendência de atendimento aos requisitos de segurança e conforto (posto de operação e partes móveis).

Debiasi (2002) demonstrou que mais de 40% dos acidentes de trabalho envolvendo tratores agrícolas ocorrem em vias públicas. Na avaliação de 175 tratores agrícolas em uso, em 21 municípios da região central do estado do Rio Grande do Sul, o autor concluiu que a grande maioria não possui condições de trafegar com segurança nas vias, em função da manutenção ou indisponibilidade dos itens requeridos pelo CTB. Em tratores de 0 a 10 anos de uso, os itens de iluminação encontravam-se em melhores condições de manutenção, além de possuírem buzina e indicadores de direção. Além disso, constatou que por não afetar a funcionalidade do trator, a manutenção dos itens de iluminação é deixada para segundo plano.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (2015), as leis sobre segurança viária, associadas à sua aplicação rigorosa e continuada, melhoram o comportamento dos usuários e reduzem as colisões, as lesões e as mortes no trânsito. Nesse sentido, tornar os veículos mais seguros significa salvar vidas no trânsito. Contudo, em 80% dos países, especialmente nos de baixa e média renda, ainda não há o cumprimento dos padrões internacionais mais básicos sobre a segurança veicular.

Na União Europeia ocorrem 400 mortes por ano em acidentes com máquinas agrícolas nas rodovias. A partir desse contexto, foram identificados os fatores que correspondem a maior parte dos acidentes, que incluem o comportamento dos demais usuários da via, a visibilidade e a manutenção da máquina agrícola. As ações que estão sendo estudadas envolvem a adaptação dos itens de iluminação e sinalização para toda a frota agrícola, além da obrigatoriedade da inspeção técnica periódica, segundo CEMA European Agricultural Machinery (2017).

Ramirez et al. (2016), inter-relacionaram a conformidade das normas da *American Society of Agricultural and Biological Engineers* (ASABE) relacionadas à iluminação e à sinalização veículos agrícolas para circulação em vias públicas, de 9 estados agrícolas do meio oeste americano, com os acidentes dessa natureza, ocorridos em cada estado. Os resultados sugerem que há efetividade das políticas que aumentam a visibilidade e a conspicuidade do maquinário agrícola para a redução de colisões.

Gkritza et al. (2010), Greenan et al. (2016) e Murphy (2017) ressaltam a importância em atender as normas americanas de iluminação e sinalização para veículos agrícolas. Como medidas, sugerem aumentar a percepção dos demais motoristas quanto à presença de um veículo lento em deslocamento no mesmo sentido, através da implementação de melhorias na sinalização e iluminação na parte

traseira da máquina agrícola. Da mesma forma, porém aplicada aos caminhões, Sullivan e Flannagan (2012) verificaram que o aumento de conspicuidade através da sinalização por refletores, em função da aplicação das disposições de legislação específicas, proporcionou a redução no número de colisões fatais.

Tornar o equipamento agrícola mais visível ao trafegar pelas vias públicas direciona a redução de colisões e da gravidade das lesões. Alonço (1999); Machado, Ferreira e Alonço (2005); Reis e Machado (2009); Santos, Monteiro e Macedo (2013) e Bellochio et al. (2018a) citam a necessidade da conformidade com as leis de trânsito para o tráfego de tratores em vias públicas brasileiras, bem como a verificação e manutenção no sistema de iluminação e sinalização.

### **2.3.1 Legislação brasileira de iluminação e sinalização de tratores agrícolas**

#### *2.3.1.1 Código de Trânsito Brasileiro*

A lei 9.503 instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), em 23 de setembro de 1997, passando a vigorar após 120 dias. Em janeiro de 2017, completou 19 anos de vigência. Nesse período, conforme Araujo (2017), o CTB foi alterado por 31 leis, complementado por 655 resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), passível de ser revogado e substituído pelo projeto de novo código de trânsito, em tramitação na câmara dos deputados.

As regulamentações do Código de Trânsito Brasileiro, específicas para tratores agrícolas, são escassas e passam por alterações ao longo do período. Abaixo, segue uma revisão dos requisitos em vigor sobre esse assunto.

##### **2.3.1.1.1 Equipamentos obrigatórios**

No que diz respeito aos equipamentos obrigatórios para a frota de veículos em circulação, a Resolução N°14 (1998) estabelece os equipamentos para cada tipo de veículo, ainda que seja uma das que mais sofreram alterações. Na parte de tratores, foi alterada pela Resolução N°454, de 26 de setembro de 2013, que estabelece os novos itens de segurança e dimensões para os tratores destinados a puxar ou arrastar maquinaria de qualquer natureza ou a executar trabalhos agrícolas e de construção, de pavimentação ou guindastes (máquinas de elevação), facultados a transitar em via

pública. O atendimento integral será exigido, para fins de fiscalização, aos produtos fabricados a partir de 01 de janeiro de 2014.

Houve um incremento significativo das exigências brasileiras nos itens que passam a ser obrigatórios em tratores agrícolas, a partir do ano de 2014, pela Resolução 454. Neste regulamento, foram inclusos os seguintes elementos: lanterna de marcha à ré, alerta sonoro de marcha à ré, iluminação de placa traseira, sinalização com faixas retrorrefletivas, cinto de segurança, buzina e pisca alerta, além de velocímetro e registrador instantâneo de velocidade e tempo para veículos que desenvolvam velocidade superior a 60 km.h-1.

### *2.3.1.2 Norma Regulamentadora (NR) 31*

A NR31 foi publicada em 3 de março de 2005 pela Portaria Nº 86 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Possui grande abrangência e refere-se à Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura, nas quais verificam-se formas de relações de trabalho e emprego. Passou por alterações em 2011 e em 2013, pelas respectivas Portarias Nº2.546 e Nº1.896.

O item 31.12 é dedicado a Segurança no Trabalho em Máquinas e Implementos Agrícolas. Para tratores fabricados a partir de maio de 2008, exige uma estrutura de proteção na capotagem (EPC) e cinto de segurança. A partir de janeiro de 2011, conforme a norma, todos os modelos de tratores fabricados no Brasil têm disponibilidade técnica para implantação da EPC e do cinto de segurança.

Quanto à iluminação e sinalização, a partir de maio de 2008, os tratores devem possuir os seguintes itens: a) faróis; b) lanternas traseiras de posição; c) buzina; d) espelho retrovisor; e) Sinas sonoro automático de ré acoplado ao sistema de transmissão. Para os tratores fabricados antes de maio de 2008, a referida norma exige que possuam apenas faróis e buzina.

### *2.3.1.3 Norma Regulamentadora (NR) 12*

A Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores. Estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto, fabricação, utilização, importação,

comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas de máquinas e equipamentos de todos os tipos.

Sua publicação ocorreu em 08 de junho de 1978, mas passou por atualizações, sendo que em 08 de dezembro de 2010 foi reformulada e ampliada, trazendo foco específico às máquinas e aos implementos para uso agrícola e florestal, através do anexo XI. No item 8 de seu anexo, sob a égide da redação da NR31, é possível verificar que a NR12 exige os mesmos requisitos de iluminação e sinalização para tratores, entre outras máquinas auto propelidas, fabricadas a partir de maio de 2008.

No desenvolvimento da legislação em relação ao tema, é possível verificar que do período de 1998 a 2008, apenas o CONTRAN regulamentava os tratores agrícolas a portar equipamentos obrigatórios para o tráfego em vias públicas. Em 2008, o MTE regulamentou a NR31, porém com requisitos distintos aos do CONTRAN. No ano de 2014, após 16 anos à primeira regulamentação, a resolução do CONTRAN foi revisada e passa a contemplar os requisitos da NR31 e NR12, exceto a presença da estrutura de proteção na capotagem.

Quando às exigências do Conselho Nacional de Trânsito, em comparação ao Ministério do Trabalho e Emprego, é possível verificar a evolução dos requisitos brasileiros de iluminação e sinalização de tratores agrícolas, desde o ano de 1998. Houve um aumento significativo na quantidade e nos tipos de itens exigidos, entre as resoluções N°14 (1998) e N°454 (2013) do CONTRAN, incluindo faixas retrorrefletivas, dispositivos de alerta sonoro acoplados na marcha à ré, assim como a instalação de buzina (Quadro 03).

Quadro 03 - Comparativo dos requisitos legislativos do CONTRAN e MTE para itens relacionados à iluminação e sinalização de tratores

(continua)

	<b>Resolução CONTRAN N°14 (2008)</b>	<b>MTE NR31 (2013)</b>	<b>MTE NR12 (2010)</b>	<b>Resolução CONTRAN N°454 (2013)</b>
Período de vigência	de fev. 1998 a dez. 2013	de mar. 2005 a atual	de dez. 2010 a atual	de jan. 2014 a atual
Faróis	X	X	X	X
Luz de posição traseira	X	X	X	X
Luz de freio	X	-	-	X
Luz de marcha à ré	-	-	-	X

Quadro 03 - Comparativo dos requisitos legislativos do CONTRAN e MTE para itens relacionados à iluminação e sinalização de tratores

(conclusão)

	<b>Resolução CONTRAN N°14 (2008)</b>	<b>MTE NR31 (2013)</b>	<b>MTE NR12 (2010)</b>	<b>Resolução CONTRAN N°454 (2013)</b>
Período de vigência	de fev. 1998 a dez. 2013	de mar. 2005 a atual	de dez. 2010 a atual	de jan. 2014 a atual
Sinal sonoro automático de ré acoplado ao sistema de transmissão	-	X	X	X
Buzina	-	X	X	X
Luz indicadora de direção dianteira	X	-	-	X
Luz indicadora de direção traseira	X	-	-	X
Pisca alerta	-	-	-	X
Iluminação de placa traseira	-	-	-	X
Faixas retrorrefletivas	-	-	-	X
Espelho retrovisor	X	X	X	X
Cinto de segurança		X	X	X
Estrutura de proteção na capotagem	-	X	X	-

Fonte: Bellochio et al., 2018a.

Com relação ao MTE, as exigências dadas pela NR31 (2005) e NR12 (2010) são mais recentes e passaram a vigorar no ano de 2005 e de 2010, respectivamente. Quanto ao número e o conteúdo dos requisitos, estes são equivalentes nas duas normas e os itens estão contidos na resolução CONTRAN N° 454 (2013), à exceção da estrutura de proteção na capotagem. Porém, apresentam uma abrangência significativamente menor, quando comparados à resolução CONTRAN N° 454 (2013), de forma que sejam similares em relação à antiga resolução do CONTRAN N° 14 (1998). Tanto o CTB, quanto as Normas Regulamentadoras aplicáveis deixam incertezas nas especificações dos requisitos solicitados para máquinas agrícolas.

A análise realizada por Bellochio et al. (2018a) demonstra que houve evolução da legislação brasileira e sua aplicação, quanto aos requisitos de iluminação e sinalização de tratores agrícolas para o tráfego em vias públicas. Apesar disso, a legislação não apresenta requerimentos técnicos e/ou dimensionais relativos à localização dos itens na máquina. Em complemento, Barbieri (2017) avaliou os postos de operação de tratores agrícolas novos, com vistas ao atendimento de normas de segurança e ergonomia. Quanto aos itens obrigatórios, tais como lanterna traseira de

posição, sinal sonoro de marcha à ré, cinto de segurança, espelho retrovisor e EPC, foi possível verificar que estavam presentes em todos os modelos examinados, mas o autor não apresenta a avaliação de especificações técnicas destes itens.

Torna-se importante observar que nenhuma luz de cor branca, exceto a luz de marcha à ré, deve ser emitida na parte traseira do trator durante a circulação em vias públicas. Ademais, os faróis de trabalho traseiros deverão permanecer desligados nessa situação, como apontam Machado, Ferreira e Alonço (2005) e Santos, Monteiro e Macedo (2013).

### **2.3.2 Legislação brasileira de iluminação e sinalização de veículos**

As especificações técnicas dos sistemas de iluminação e sinalização estão delimitadas de forma mais específica aos veículos (automóveis, camionetas, utilitários, caminhonetes, caminhões, ônibus, micro-ônibus, entre outros). O CONTRAN estabelece, através da Resolução 667 de 2017, as características e as especificações técnicas, aplicáveis aos veículos citados. Essa resolução possui 16 anexos que, individualmente, abordam sobre a instalação de dispositivos de iluminação e sinalização.

É possível notar uma complexidade maior que está aplicada à iluminação veicular, pois, além de definições e conceitos, incluem especificações para presença, quantidade, identificação de acionamento, entre outros. Estes requisitos são aplicáveis para os seguintes elementos do sistema de iluminação e sinalização: a) farol de luz baixa e luz baixa; b) farol de neblina dianteiro e traseiro; c) lanterna de marcha à ré; d) lanterna indicadora de direção; e) lanterna de freio; f) lanterna de iluminação da placa traseira; g) lanterna de posição dianteira, traseira e lateral; h) lanterna de estacionamento; i) lanterna delimitadora; j) retrorrefletores traseiros e lateral, entre outros.

Comparando a legislação que versa sobre a iluminação e sinalização veicular brasileira em relação à americana e à europeia, específicas para tratores em circulação nas vias públicas, é possível notar semelhanças nas exigências. As semelhanças são demonstradas nas cores, na disposição e na quantidade de elementos, ao passo que a quantidade de elementos requeridos na iluminação de veículos é 39% superior, quando comparada à agrícola.

### 2.3.3 Normalização

#### 2.3.3.1 Norma ISO 16154 (2005)

A norma internacional, ISO 16154 (2005), referente aos Tratores e as máquinas agrícolas e florestais – instalação de iluminação, sinalização e dispositivo de marcação para tráfego em vias públicas – é referência no tema para uniformização dos requisitos aplicáveis. Através dela, há a especificação da presença dos dispositivos de iluminação e de sinalização nos tratores agrícolas e florestais, quando utilizados em vias públicas. Enquanto informação, contempla um resumo dos requerimentos de iluminação e sinalização da União Européia e da América do Norte.

Nesse sentido, os requerimentos americanos e europeus sobre o tema referido, são mais abrangentes do que os brasileiros, pois incluem as especificações técnicas de dimensionamento e de localização. Os requerimentos americanos ressaltam a sinalização do trator, principalmente na parte traseira, através da luz de posição traseira, marcação traseira fluorescente, retrorefletores traseiros e emblema de veículo lento (triângulo). Além destes, prevê a presença de conectores para que a iluminação do trator passe para os implementos acoplados.

Em geral, quanto aos requerimentos Europeus, há uma ressalva sobre a largura do trator, pois incluem a luz de posição dianteira e traseira, além dos painéis de sinalização. Os painéis de sinalização são dispositivos utilizados para indicar aos demais usuários da via, a presença de um trator largo. Há previsão também, de retrorefletores laterais, utilizados para melhorar a detecção visual do trator, quando visto a partir das laterais. No Quadro 04 é apresentado um comparativo dos requisitos das normas americanas, europeias e brasileiras, citadas acima.

Quadro 04 – Resumo comparativo dos requerimentos brasileiros, europeus e americanos de iluminação, sinalização de tratores para tráfego em vias públicas  
(continua)

Item	NR31	NR12	CTB Resol. Nº454	ISO 16154	
				EEC União Européia	ASABE Estados Unidos
Faróis dianteiros	X	X	X	-	-
Farol baixo				X	X
Farol alto	-	-	-	-	-
Luz de marcha à ré	-	-	X	-	-

Quadro 04 – Resumo comparativo dos requerimentos brasileiros, europeus e americanos de iluminação, sinalização de tratores para tráfego em vias públicas (conclusão)

Item	NR31	NR12	CTB Resol. Nº454	ISO 16154	
				EEC União Européia	ASABE Estados Unidos
Luz de posição dianteira	-	-	-	X	-
Luz de posição traseira	X	X	X	X	X
Luz de freio	-	-	X	X	-
Luz indicadora de direção dianteira	-	-	X	X	X
Luz indicadora de direção traseira	-	-	X	X	X
Pisca alerta	X	X	X	X	X
Luz da placa traseira de registro	-	-	X	X	-
Retrorefletores traseiros	-	-	-	X	X
Marcação traseira fluorescente	-	-	-	-	X
Retrorefletores dianteiros	-	-	-	-	X
Retrorefletores laterais	-	-	-	X	-
Emblema de Veículo lento	-	-	-	-	X
Painel de sinalização	-	-	-	X	-
Conector para implementos	-	-	-	-	X
Faixas retrorefletivas	-	-	X	-	-

Fonte: Autora.

É possível notar que os requerimentos são desuniformes entre as normas e as legislações. Apenas os requisitos da NR12 (2010) e NR31 (2013) são equivalentes, porém o número de itens exigidos é menor. Somente três elementos são requeridos em todas legislações ou normas: o farol baixo, a luz de posição traseira e o pisca alerta. Nesse sentido, o CTB apresenta maior quantidade de requerimentos comuns às normativas estrangeiras.

Podem ser comparadas as especificações técnicas relativas a presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tratores, dadas pela norma ISO 16154 (2005), com as especificações brasileiras neste tema, porém aplicadas a veículos, as quais são regulamentadas pela Resolução CONTRAN 667 (2017). Este comparativo é exibido nos quadros 05 a 16, os quais são relativos a farol baixo, farol alto, luz de marcha à ré, luz de posição dianteira, luz de posição traseira, luz de freio, luz indicadora de direção dianteira e traseira, pisca alerta, retrorefletor traseiro, marcação traseira fluorescente, retrorefletor dianteiro e retrorefletor lateral.

Quadro 05 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para o Farol baixo

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Branca	Branca
<b>Número</b>	Duas	Duas
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 4000	≤ 1200 (N3G off-road ≤ 1500)
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 500	≥ 500
D (Distância entre lâmpadas)	Espaçadas tão amplamente quanto possível.	
E (Distância a partir da borda exterior do veículo)	-	As bordas internas das superfícies aparentes, devem estar afastadas no mínimo 600. Isso não se aplica, no entanto, para algumas categorias de veículos e em outras categorias, esta distância pode ser reduzida para 400 mm quando a largura total do veículo for inferior a 1300 mm.
<b>Alinhamento</b>	Em direção à frente.	Em direção à frente.
<b>Conecções elétricas</b>	O comando do farol baixo deve desligar simultaneamente todos faróis altos.	O comando do farol baixo deve desligar simultaneamente todos faróis altos.
	Os faróis baixos podem permanecer em funcionamento juntamente com os faróis altos.	Os faróis baixos podem permanecer em funcionamento juntamente com os faróis altos.
<b>Identificação de acionamento</b>	Opcional	Opcional

Fonte: Autora.

Quadro 06 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para o Farol alto

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Branca	Branca
<b>Número</b>	Duas ou Quatro.	Dois ou Quatro.
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 4000	
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 500	
D (Distância entre lâmpadas)	-	
E (Distância a partir da borda exterior do veículo)	-	
<b>Alinhamento</b>	Em direção à frente.	Em direção à frente.
<b>Conecções elétricas</b>	-	Os faróis de luz baixa podem permanecer ligados simultaneamente com os faróis de luz alta.
<b>Identificação de acionamento</b>	Mandatório - uma luz de aviso azul deve ser visível ao campo de visão do operador quando o farol alto estiver acionado.	Mandatório - uma luz de aviso azul deve ser visível ao campo de visão do operador quando o farol alto estiver acionado.

Fonte: Autora.

Quadro 07 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para a Luz de marcha à ré

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Branca	Branca
<b>Número</b>	Uma ou duas	Uma ou duas
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 2300 preferível, 2600 se a configuração exigir.	≤ 1500 (no caso dos tanques rodoviários até 2100).
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 250	≥ 250
D (Distância entre lâmpadas)	-	-
E	-	-
<b>Alinhamento</b>	Para trás.	Para trás.
<b>Conecções elétricas</b>	Só pode ser acionada se a marcha à ré for engatada e se a chave de ignição do motor estiver em uma posição tal, que seja possível o funcionamento do motor.	Só pode ser acionada se a marcha à ré for engatada e se a chave de ignição do motor estiver em uma posição tal, que seja possível o funcionamento do motor.
<b>Indicador de acionamento</b>	Opcional	Opcional

Fonte: Autora.

Quadro 08 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para a Luz de posição dianteira

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Branca ou âmbar	Branca ou âmbar
<b>Número</b>	Duas ou quatro	Duas
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 2300 preferível, 2600 se a configuração exigir.	≤ 1500 (máximo 2100)
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 300	≥ 250
D (Distância entre lâmpadas)	O mais próximo praticável.	-
E (Distância a partir da borda exterior do veículo)	O mais próximo praticável.	≤ 400
<b>Alinhamento</b>	Para a frente.	Para a frente.
<b>Conecções elétricas</b>	Devem ser ativadas com as luzes de posição traseira e luzes de placa traseira de registro, se a máquina estiver equipada.	Devem ser ativadas com as luzes de posição traseira e luzes de placa traseira de registro, se a máquina estiver equipada.
<b>Indicador de acionamento</b>	Mandatório, painel de instrumentos iluminado ou outra luz visível para o operador.	Mandatório, não intermitente; painel de instrumentos iluminado, acionado simultaneamente com as lanternas de posição dianteiras.

Fonte: Autora.

Quadro 09 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para a Luz de posição traseira

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
<b>Cor da luz</b>	Vermelha	Vermelha
<b>Número</b>	Duas (apenas uma se a largura da máquina for < 1200mm)	Duas
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 2300 preferível, 2600 se a configuração exigir.	≤ 1500
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 300	≥ 250
D (Distância entre lâmpadas)	O mais distante praticável, máximo 3000 (mais próximo do centro praticável, se apenas uma).	-
E (Distância a partir da borda exterior do veículo)	O mais próximo praticável, máximo 3000 (mais próximo do centro praticável, se apenas uma).	≤ 400
<b>Alinhamento</b>	Para a traseira.	Para a traseira.
<b>Conecções elétricas</b>	I	Devem ser ativadas com as luzes de posição dianteiras e luz de placa de registro, se a máquina for equipada.
<b>Indicador de acionamento</b>	Mandatário, painel de instrumentos iluminado ou outra luz visível para o operador.	Mandatário; deve ser combinado com as lanternas de posição dianteiras.

Fonte: Autora.

Quadro 10 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para a Luz de freio

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Vermelha	Vermelha
<b>Número</b>	Duas (pode ser apenas uma se a largura da máquina <1200 mm).	Duas (categorias S1 ou S2) Uma (categoria S3 ou S4 e demais categorias de veículos)
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 2300 preferível, 2600 se a configuração exigir.	≤ 1500
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 300	≥ 350
D (Distância entre lâmpadas)	O mais distante praticável, máximo 3000 (mais próximo do centro praticável, se apenas uma).	-
E (Distância a partir da borda exterior do veículo)	O mais próximo praticável, máximo 3000 (mas próximo do centro praticável, se apenas uma).	≤ 400
<b>Alinhamento</b>	Para a traseira.	Para a traseira.
<b>Conecções elétricas</b>	Devem ser ativadas quando o freio estiver em uso.	Devem ser ativadas quando o freio estiver em uso. Não é necessário acionar se o motor não estiver em funcionamento.
<b>Indicador de acionamento</b>	Opcional, se instalado, deve consistir de uma luz de alerta, não intermitente.	Opcional, se instalado, deve consistir de uma luz de alerta, não intermitente.

Fonte: Autora.

Quadro 11 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para a Luz indicadora de direção dianteira e traseira

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Âmbar	Âmbar
<b>Número</b>	Em número par	Em número par
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 2300 preferível, 2600 se a configuração exigir.	≤ 1500
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 300	≥ 350
D (Distância entre lâmpadas)	O mais distante praticável.	≥ 600 (400 se a largura do veículo for inferior a 1300).
E (Distância a partir da borda exterior do veículo)	O mais próximo praticável.	≤ 400
<b>Alinhamento</b>	Para a frente na dianteira; para trás na traseira.	De acordo com as especificações para instalação prevista pelo fabricante, se existentes.
<b>Conecções elétricas</b>	Devem ligar independentemente de outras lâmpadas. Todas as luzes indicadoras de direção de um lado devem ser acionadas e desligadas pelo mesmo controle. A luz deve ser intermitente, lampejando $90 \pm 35$ vezes por minuto.	A luz deve ser intermitente, lampejando $90 \pm 30$ vezes por minuto.
<b>Indicador de acionamento</b>	Mandatário, para cada direção.	Mandatário.

Fonte: Autora.

Quadro 12 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para o Pisca alerta

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Âmbar	Âmbar
<b>Número</b>	Em número par na face frontal e em mesmo número na face traseira.	Conforme luz indicadoras de direção.
<b>Dimensões (em milímetros)</b>	Tabelas de dados para pisca alerta dianteiro e traseiro.	Conforme luz indicadoras de direção.
<b>Alinhamento</b>	Na direção dianteira e traseira.	Conforme luz indicadoras de direção.
<b>Conecções elétricas</b>	O sinal deve ser operado através de um controle separado que permita a todas as lanternas indicadoras de direção lampejarem em fase.	O sinal deve ser operado através de um controle separado que permita a todas as lanternas indicadoras de direção lampejarem em fase.
	O pisca alerta deve ser capaz de funcionar mesmo que o dispositivo de ligar/desligar do motor se encontre em uma posição que seja impossível acionar o motor.	O pisca alerta deve ser capaz de funcionar mesmo que o dispositivo de ligar/desligar do motor se encontre em uma posição que seja impossível acionar o motor.
<b>Indicador de acionamento</b>	Mandatário, indicador de acionamento intermitente e pode ter operação simultânea com a luz indicadora de direção.	Mandatário, indicador de acionamento intermitente.

Fonte: Autora.

Quadro 13 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para o Retrorrefletor traseiro

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor</b>	Vermelho	Vermelho
<b>Número</b>	Dois ou mais para satisfazer requerimentos de espaçamento, posição e/ou visibilidade.	Dois
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	$\leq 2300$ preferível, 2600 se a configuração exigir.	Na altura: acima do solo, entre 250 e 900, (máximo 1200 se agrupado com alguma lanterna traseira, 1500 se a carroçaria não permitir mantê-lo dentro dos 900 ou 1200, respectivamente).
H2 (Altura mínima acima do solo)	$\geq 400$	-
D (Distância entre lâmpadas)	$\leq 2000$ (o emblema de veículo lento, se equipado, pode ser considerado como retrorrefletor traseiro para os propósitos de satisfazer este requerimento.	Devem estar separados, no mínimo, por 600. Esta distância pode ser reduzida para 400 se a largura total do veículo for inferior a 1300.
E (Distância a partir da borda exterior do veículo)	O mais próximo ao meio praticável ( $\leq 400$ para máquinas $\geq 3m$ de largura).	-
<b>Alinhamento</b>	Na direção traseira, em linha, conforme praticável.	Na direção traseira.
<b>Conecções elétricas</b>	-	-
	-	-
<b>Identificação de acionamento</b>	-	-

Fonte: Autora.

Quadro 14 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para a Marcação traseira fluorescente

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Vermelho-laranja	-
<b>Número</b>	Largura do trator superior a 3700. Duas ou mais para satisfazer requerimentos de espaçamento, posição e visibilidade.	-
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 2100	-
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 400	-
D (Distância entre lâmpadas)	≤ 2000 (o emblema de veículo lento, se equipado, pode ser considerado como refletor traseiro para os propósitos de satisfazer este requerimento.	-
E (Distância a partir da borda externa do veículo)	≤ 635	-
<b>Alinhamento</b>	Em direção traseira, em linha, conforme praticável.	-
<b>Conecções elétricas</b>	-	-
<b>Identificação de acionamento</b>	-	-

Fonte: Autora.

Quadro 15 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para o Retrorrefletor dianteiro

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Amarelo ou branco	Branco
<b>Número</b>	Largura do trator superior a 3700. Dois, no mínimo	Dois
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 2100 preferível, 2600 se a configuração exigir.	≤ 1500
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 400	≥ 250
D (Distância entre lâmpadas)	-	
E (Distância a partir da borda exterior do veículo)	≤ 400	≤ 400
<b>Alinhamento</b>	Para a frente	Para a frente
<b>Conexões elétricas</b>	-	-
<b>Identificação de acionamento</b>	-	-

Fonte: Autora.

Quadro 16 – Comparativo dos requisitos técnicos para tratores e para veículos, específicos para o Retrorrefletor lateral

	<b>ISO 16154 (2005) Tratores</b>	<b>CONTRAN Resolução 667 (2017) Veículos</b>
<b>Cor da luz</b>	Amarelo ou branco	Amarelo ou branco
<b>Número</b>	Comprimento do trator superior a 6000. Conforme requerido para satisfazer requisitos de espaçamento.	Conforme requerido para satisfazer requisitos de espaçamento.
<b>Dimensões (em milímetros)</b>		
H1 (Altura máxima acima do solo)	≤ 2100 preferível, 2600 se a configuração exigir.	Na altura: acima do solo, entre 250 e 1500.
H2 (Altura mínima acima do solo)	≥ 400	
D (Distância entre lâmpadas)	≤ 3000	No comprimento: pelo menos um retrorefletor deve estar instalado no terço central do veículo; o retrorefletor lateral mais à frente não deve estar a mais de 3000 da parte dianteira.
L1 (Distância desde a frente do veículo)	≤ 3000	A distância entre dois retrorefletores laterais adjacentes não deve exceder 3000. Entretanto, não se aplica a algumas categorias de veículos (M1 e N1).
L2 (Distância desde a traseira do veículo)	≤ 1000 preferível (o mais próximo praticável que a estrutura permitir).	
<b>Orientação</b>	Em direção a cada lado, em linha, conforme praticável.	-
<b>Conexões elétricas</b>	-	-
<b>Identificação de acionamento</b>	-	-

Fonte: Autora.

Este comparativo dos requisitos técnicos relativos à presença dos dispositivos de iluminação e sinalização em tratores e em veículos, serviu como base para a identificação de requisitos e posterior levantamento da presença destes dispositivos em tratores agrícolas, conforme o objetivo deste estudo.

### 2.3.3.2 Termos e definições dos elementos de iluminação e sinalização de tratores agrícolas

É importante entender o significado e a utilização de cada um dos elementos que compõe o sistema de iluminação e sinalização de tratores agrícolas, visto que são muito similares, quando comparados aos automóveis, conforme o CTB. O Quadro 17 expressa as definições dispostas na norma ISO 16154 (2005), por serem mais abrangentes.

Quadro 17 – Termos e definições dos elementos de iluminação e sinalização de tratores

Elemento	Utilização
Farol baixo	luz para iluminar a via à frente do trator, sem ofuscar indevidamente os condutores que se aproximam e os outros usuários da via
Farol alto	luz para iluminar a via a uma grande distância à frente do trator
Farol de trabalho	luz para iluminar as áreas de trabalho à frente, atrás ou laterais
Luz de marcha ré	luz acionada quando o operador move o controle para selecionar a marcha à ré, provendo iluminação na área traseira do trator
Luz de posição dianteira	luz para indicar a presença e a largura do trator quando este é visto a partir da frente
Luz de posição traseira	luz para indicar a presença e a largura do trator quando este é visto a partir da traseira
Luz dianteira e traseira indicadora de direção	luz para indicar aos outros usuários da via que o operador tem a intenção de mudar de direção para a direita ou para a esquerda
Pisca alerta	funcionamento simultâneo de todas as luzes indicadoras de direção do trator, para chamar a atenção ao fato de que o trator apresenta momentaneamente um perigo aos demais usuários da via
Marcação traseira fluorescente	dispositivo para melhorar a detecção da largura do trator durante o dia
Retrorefletor traseiro	dispositivo para melhorar a detecção visual do trator, quando visto a partir da traseira
Retrorefletor dianteiro	dispositivo para melhorar a detecção visual da largura do trator, quando visto a partir da parte dianteira
Retrorefletor lateral	dispositivo para melhorar a detecção visual do trator, quando visto a partir das laterais
Emblema de veículo lento	dispositivo para indicar a presença de trator em deslocamento lento, quando visto a partir da parte traseira
Conector para implemento traseiro	dispositivo para transmitir sinais ou força elétrica do trator agrícola para o implemento conectado em sua parte traseira

Fonte: Adaptado da Norma ISO 16154 (2005) e CTB (2008).

## 2.4 COEFICIENTES E ÍNDICES NA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS

As variáveis qualitativas podem ser analisadas através do tipo de resposta que é observada, de forma que instaure uma dicotômica, sobre a qual há duas respostas possíveis (sim/não; conforme/não conforme). Assim, há a atribuição de valor numérico às qualidades ou aos atributos, e é possível proceder para análise como se a variável fosse quantitativa. Em consonância, os dados relativos, obtidos através da combinação de dados absolutos, facilitam a comparação de valores e podem ser expressos por meio de coeficientes. O coeficiente é a razão entre a quantidade de determinada ocorrência pelo número total de ocorrências de uma mesma categoria, sendo que, para categorias distintas, o índice é empregado (BUSSAB; MORETTIN, 2017).

Outros autores utilizaram a forma de comparação referida para analisar a conformidade de itens de segurança e ergonomia em máquinas agrícolas. Considerando enquanto uma importante ferramenta para avaliação, Debiasi, Schlosser e Pinheiro (2004) desenvolveram o coeficiente (COPES), que expressa a qualidade em termos de ergonomia e segurança dos tratores agrícolas. Balestra (2008), para comparar a conformidade dos símbolos gráficos, utilizados para caracterizar comandos e controles de tratores agrícolas, utilizou o método de cálculo dos números índice, levando em conta o total de símbolos gráficos encontrados nos modelos analisados com o número de símbolos determinados pelas normas estudadas.

Para a avaliação conjunta de diversas características de semeadoras-adubadoras de precisão, Francetto et al. (2013) concluíram que o cálculo e o uso do Índice de Adequação (IA) é uma excelente ferramenta de comparação entre modelos. Ainda, Barbieri (2017) concluiu que a aplicação do Índice Ergonômico (IE) é eficiente na comparação do atendimento às normas de segurança e ergonomia dos postos de operação de tratores agrícolas.

Dessa forma, é possível verificar que o emprego de coeficientes e índices são usuais e eficientes na avaliação de atributos técnicos. Em complemento, o coeficiente pode ser usado para variáveis de numa mesma categoria e o índice para variáveis de categorias distintas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 AMOSTRAGEM DOS TRATORES

Para a coleta de dados, foi realizado contato com a área gerencial das empresas representantes das marcas comerciais de tratores agrícolas presentes na região central do estado do Rio Grande do Sul. Estas empresas compreendem sete marcas, sendo duas pertencentes ao grupo AGCO: Massey Ferguson e Valtra; duas do grupo CNH Industrial: Case IH e New Holland; Agrale; John Deere e LS Tractor.

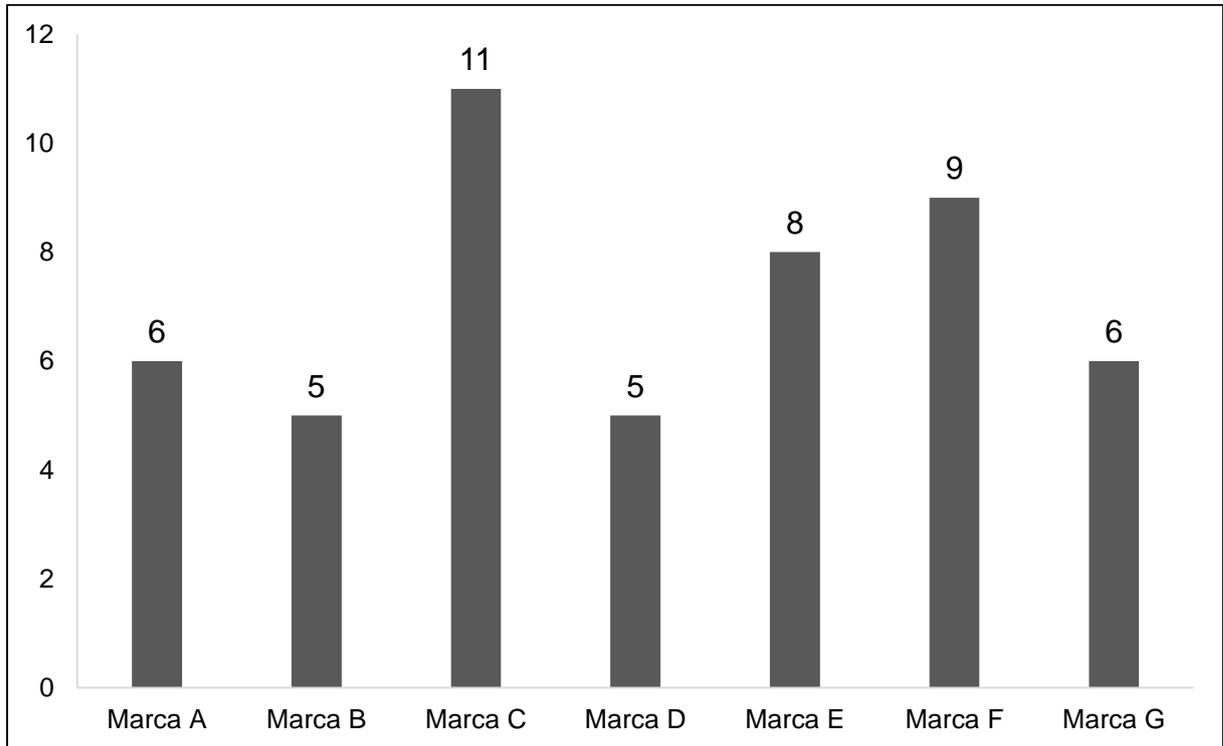
No primeiro contato, uma pessoa do meio acadêmico, reconhecida pela indústria de máquinas agrícolas, apresentou quem iria conduzir a pesquisa às gerências das concessionárias. Além disto, neste momento, foi apresentado o objetivo e metodologia proposta. Esta ação facilitou a receptividade do projeto pelas empresas. Em consequente, as gerências determinaram uma pessoa de contato na concessionária.

Por meio de contato telefônico com a pessoa designada em cada concessionária, foram agendadas as visitas técnicas para a coleta de dados. Cada concessionária indicou um representante da área comercial ou de serviços, o qual possui conhecimento dos produtos da marca, para acompanhar o processo de coleta de dados, junto a equipe de pesquisa. A equipe de pesquisa foi composta por duas pessoas, de modo a facilitar a aplicação da metodologia proposta.

A escolha do local, das marcas, bem como do número de tratores avaliados foi baseada na disponibilidade de recursos (material, humano e infraestrutura). Fizeram parte da amostragem os tratores agrícolas de pneus – produtos novos –, fabricados ou montados no país em 2017. Essa delimitação visou avaliar as características originais de fábrica, sem qualquer alteração que possa ser introduzida pelo usuário ou por desgaste do produto.

Neste estudo, a título de comparação posterior, sem o objetivo de julgar as empresas fabricantes das marcas abrangidas ou de suas concessionárias, estas foram aleatoriamente denominadas de Marca A, Marca B, Marca C, Marca D, Marca E, Marca F e Marca G. Ainda, a citação das marcas comerciais não implica em aprovação ou recomendação por parte da autora. Assim, a avaliação compreendeu um total de 50 modelos distintos, distribuídos conforme a Figura 01.

Figura 01 – Quantidade de modelos amostrados por marca



Fonte: Autora.

Para a posterior análise, as informações acerca dos modelos de tratores foram agrupadas por faixas de potência do motor, conforme ANFAVEA (2014), apresentadas na Tabela 01.

Tabela 01 - Classificação dos tratores agrícolas de rodas comercializados no Brasil, por faixa de potência

Faixa	Classificação	Faixa de potência	
		(cv)	(kW)
I	Leves	≤ 49	≤ 36,9
II	Médios	50 - 99	37 - 73,9
III	Pesados	100 - 199	74 - 146,9
IV	Superpesados	≥ 200	≥ 147

Fonte: ANFAVEA (2014).

### 3.2 ITENS AVALIADOS

Os itens abrangidos pela coleta de dados referem-se aos dispositivos de iluminação e sinalização, obrigatórios para o tráfego de tratores em vias públicas, determinados pela legislação brasileira através da Resolução 454 (2013), que engloba também os requisitos da NR12 (2010) e da NR31 (2013). Em função da pouca especificidade dessa legislação, foram referenciados os requisitos técnicos quanto à presença dos dispositivos de iluminação e sinalização, na norma ISO 16154 (2005), considerando que os parâmetros estão relacionados com: quantidade, cor, dimensões, conexões elétricas e indicador de acionamento. Para isso, foram assumidas as seguintes premissas:

a) Referente ao item “faróis dianteiros”, foram considerados o farol baixo e o farol alto.

b) Em relação ao item “faixas retrorrefletivas”, este foi relacionado ao retrorrefletor lateral (aplicável a tratores com comprimento superior a 6 metros) e ao retrorrefletor traseiro, visto que ambos possuem referencial técnico na norma ISO 16154 (2005).

c) Ainda podem ser relacionadas às “faixas retrorrefletivas”, a marcação traseira fluorescente e os retrorrefletores dianteiros, que possuem referenciais técnicos na norma ISO 16154 (2005), na qual a presença dos itens é requerida em tratores com largura superior a 3,7 metros. No Brasil, o CTB faculta a circulação em vias públicas de tratores com até 2,8 metros largura, o que corrobora para que a marcação traseira fluorescente e os retrorrefletores dianteiros fossem desconsiderados no estudo.

d) Adicionalmente, foram analisados os requisitos quanto à presença da luz de posição dianteira. Esse dispositivo delimita a presença e a largura do trator, quando visto de frente, o que é importante para salientar suas dimensões, pois os faróis encontram-se em posição central no trator. Além disso, a presença da luz de posição dianteira é requerida pela normativa europeia e possui referencial técnico na norma ISO 16157 (2005).

Com base nesse referencial, foram avaliados 11 itens, apresentados na Tabela 02. Cada item foi desdobrado em requisitos, com os respectivos parâmetros técnicos, totalizando 77 elementos avaliados.

Tabela 02 – Itens avaliados

<b>Número</b>	<b>Item</b>
1	Farol baixo
2	Farol alto
3	Luz de marcha ré
4	Luz de posição dianteira
5	Luz de posição traseira
6	Luz de freio
7	Luz indicadora de direção dianteira
8	Luz indicadora de direção traseira
9	Pisca alerta
10	Retrorrefletores traseiros
11	Retrorrefletores laterais

Fonte: Autora.

Na coleta de dados, os requisitos de cada item foram classificados em “Atende” e “Não atende”, quando verificados no trator amostrado. Assim, quando o item se encontrava dentro do parâmetro, era classificado como “Atende” e anotado o valor “1” na lista de verificação; quando fora do parâmetro, identificado como “Não atende” e anotado o valor “0” na lista de verificação. Foi considerado como “Atende” a presença dos retrorrefletores laterais em tratores com comprimento inferior a 6 metros.

Os dados coletados foram registrados em lista de verificação impressa e, posteriormente, digitalizados em planilha eletrônica no *software Microsoft Excel®*, com as informações acerca dos 50 modelos, com suas respectivas informações complementares de potência e marca.

O Quadro 18 demonstra os 11 itens avaliados e as correspondentes características técnicas, relativas aos 77 requisitos e parâmetros. O quadro possui uma coluna específica para a anotação do atendimento do requisito, classificado em: “Atende” e “Não Atende”. Ademais, também expressa o método de verificação utilizado, identificando o tipo, a indicação de local no trator e a ferramenta empregada.

De forma complementar, os itens possuem a referência de sua localização no trator, indicados pela letra abaixo do item, que remete para as Figuras ilustrativas 02, 03 e 04.

Quadro 18 – Lista de verificação utilizada na coleta de dados

(continua)

LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA COLETA DE DADOS						
			Data:		Largura:	
			Fabricante:		Comprimento:	
			Modelo:		Potência:	
			Presença: Cinto de Segurança ( ) Sim ( ) Não EPC ( ) Sim ( ) Não			
Item Referência de localização no trator	Requisito	Parâmetro	Atende (1) Não atende (0)	Método de verificação no trator		
				Tipo	Localização	Ferramenta
Farol baixo <b>A</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Quantidade	Duas	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Cor	Branca	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Altura mínima- relação ao solo	0,5 m	( )	Visual/Medição	Parte frontal	Fita métrica
	Altura máxima- relação ao solo	4 m	( )	Visual/Medição	Parte frontal	Fita métrica
	Desliga farol alto simultaneamente	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
Farol alto <b>B</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Quantidade	Dois ou quatro	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Cor	Branca	( )	Visual/Acionamento	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Altura mínima relação ao solo	0,5 m	( )	Visual/Medição	Parte frontal	Fita métrica
	Altura máxima relação ao solo	4 m	( )	Visual/Medição	Parte frontal	Fita métrica
	Presença identificador de acionamento no painel - Luz azul	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
Luz de marcha à ré <b>C</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Quantidade	Uma ou duas	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Cor	Branca	( )	Visual/Acionamento	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Altura mínima- relação ao solo	0,25 m	( )	Visual /Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Altura máxima- relação ao solo	2,3 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica

Quadro 18 – Lista de verificação utilizada na coleta de dados

(continuação)

Item Referência de localização no trator	Requisito	Parâmetro	Atende (1) Não atende (0)	Método de verificação no trator		
				Tipo	Localização	Ferramenta
Luz de marcha à ré <b>C</b>	Acionada com a marcha à ré engatada e a chave de ignição em uma posição que seja possível o funcionamento do motor	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
Luz de posição dianteira <b>D</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Quantidade	Duas ou quatro	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Cor	Branca ou âmbar	( )	Visual/Acionamento	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Altura mínima relação ao solo	0,3 m	( )	Visual/Medição	Parte frontal	Fita métrica
	Altura máxima relação ao solo	2,3 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte frontal	Fita métrica
	Presença de identificador de acionamento (painel iluminado)	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
	Aciona com a luz de posição traseira	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel /parte frontal	-
Luz de posição traseira <b>E</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Quantidade	Duas (uma se largura <1,2m)	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Cor	Vermelha	( )	Visual/Acionamento	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Altura mínima- relação ao solo	0,3 m	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Altura máxima- relação ao solo	2,3 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Presença de identificador de acionamento (painel iluminado)	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
	Aciona com a luz de posição dianteira	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel /parte traseira	-

Quadro 18 – Lista de verificação utilizada na coleta de dados

(continuação)

Item Referência de localização no trator	Requisito	Parâmetro	Atende (1) Não atende (0)	Método de verificação no trator		
				Tipo	Localização	Ferramenta
Luz de freio <b>F</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Quantidade	Duas (uma se largura <1,2m)	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Cor	Vermelha	( )	Visual/Acionamento	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Altura mínima- relação ao solo	0,3 m	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Altura máxima- relação ao solo	2,3 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Ativada com o freio em uso	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel/ Parte traseira	-
Luz indicadora de direção dianteira <b>G</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Quantidade	Em número par	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Cor	Âmbar	( )	Visual	Parte frontal	Máq. fotográfica
	Altura mínima - relação ao solo	0,3 m	( )	Visual/Medição	Parte frontal	Fita métrica
	Altura máxima - relação ao solo	2,3 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte frontal	Fita métrica
	Ligar e desligar independente de outras luzes	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
	Controle único para ligar e desligar todas as lanternas indicadoras de direção em um mesmo lado	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
	Lampejamento sincronizado	de 55 a 125 X por minuto	( )	Contagem	Parte frontal	Cronômetro
	Presença de identificador de acionamento no painel (luz intermitente), para cada direção	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
Luz indicadora de direção traseira <b>H</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Quantidade	Duas	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Cor	Âmbar	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica

Quadro 18 – Lista de verificação utilizada na coleta de dados

(continuação)

Item Referência de localização no trato	Requisito	Parâmetro	Atende (1) Não atende (0)	Método de verificação no trator		
				Tipo	Localização	Ferramenta
Luz indicadora de direção traseira <b>H</b>	Altura mínima relação ao solo	0,3 m	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Altura máxima relação ao solo	2,3 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Controle único para ligar e desligar todas as lanternas indicadoras de direção em um mesmo lado	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
	Lampejamento sincronizado	de 55 a 125 X por minuto	( )	Contagem	Parte traseira	Cronômetro
	Presença de identificador de acionamento no painel (luz intermitente), para cada direção	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-
Pisca alerta <b>I</b>	Presença	Sim	( )	Visual	Parte frontal e traseira	Máq. fotográfica
	Quantidade	n° par na frontal e na traseira	( )	Visual	Parte frontal e traseira	Máq. fotográfica
	Cor	Âmbar	( )	Visual	Parte frontal e traseira	Máq. fotográfica
	Altura mínima- relação ao solo	0,3 m	( )	Visual/Medição	Parte frontal e traseira	Fita métrica
	Altura máxima- relação ao solo	2,3 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte frontal e traseira	Fita métrica
	Operado por um controle separado	Sim	( )	Visual/Acionamento Cabine/Painel	-	-
	Funciona com motor desligado	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel/part e frontal e traseira	-
	Presença de identificador de acionamento intermitente	Sim	( )	Visual/Acionamento	Cabine/Painel	-

Quadro 18 – Lista de verificação utilizada na coleta de dados

(conclusão)

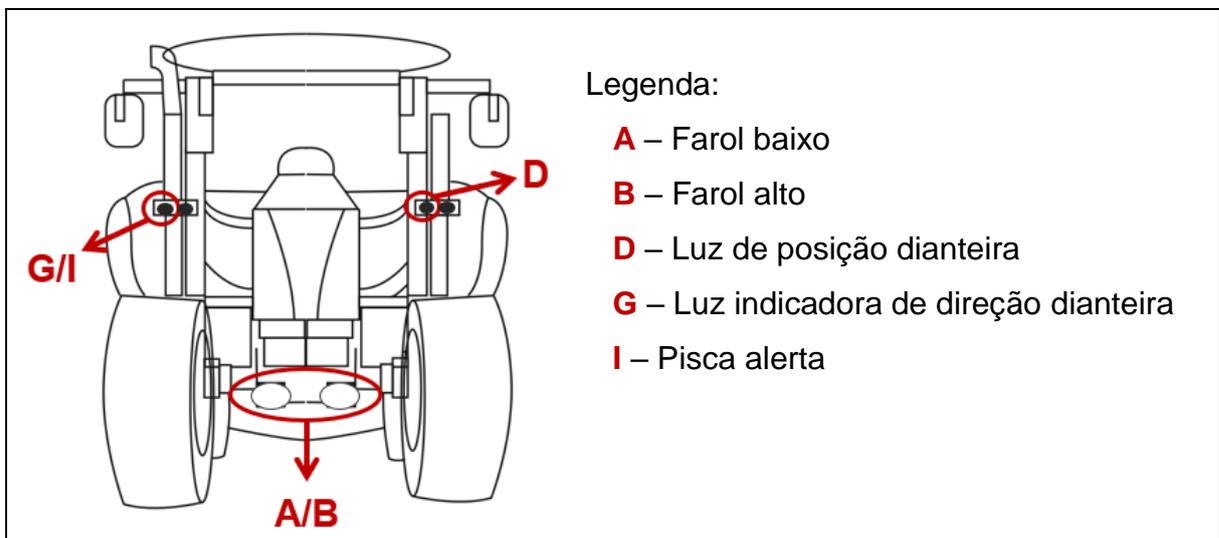
Item Referência de localização no trator	Requisito	Parâmetro	Atende (1) Não atende (0)	Método de verificação no trator		
				Tipo	Localização	Ferramenta
Retrorrefletor traseiro J	Presença (emblema de veículo lento pode ser considerado)	Sim	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Quantidade	Dois ou mais	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Cor	Vermelho	( )	Visual	Parte traseira	Máq. fotográfica
	Altura mínima- relação ao solo	0,4 m	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Altura máxima- relação ao solo	2,3 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Distância máxima do centro do trator (se largura inferior a 3 m)	0,4 m	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
	Distância máxima entre refletores	2 m	( )	Visual/Medição	Parte traseira	Fita métrica
Retrorrefletor lateral K	Presença (comprimento $\geq$ 6 m)	Sim	( )	Visual	Parte lateral direita e esquerda	Máq. fotográfica
	Cor	Amarelo ou branco	( )	Visual	Parte lateral direita e esquerda	Máq. fotográfica
	Altura mínima- relação ao solo	0,4 m	( )	Visual/Medição	Parte lateral direita e esquerda	Fita métrica
	Altura máxima- relação ao solo	2,1 m (2,6)*	( )	Visual/Medição	Parte lateral direita e esquerda	Fita métrica
	Distância máxima da frente do trator	3 m	( )	Visual/Medição	Parte lateral direita e esquerda	Fita métrica
	Distância máxima da traseira do trator	1 m	( )	Visual/Medição	Parte lateral direita e esquerda	Fita métrica
	Distância máxima entre refletores	3 m	( )	Visual/Medição	Parte lateral direita e esquerda	Fita métrica

Fonte: Autora.

\* altura máxima em relação ao solo, caso a configuração exigir.

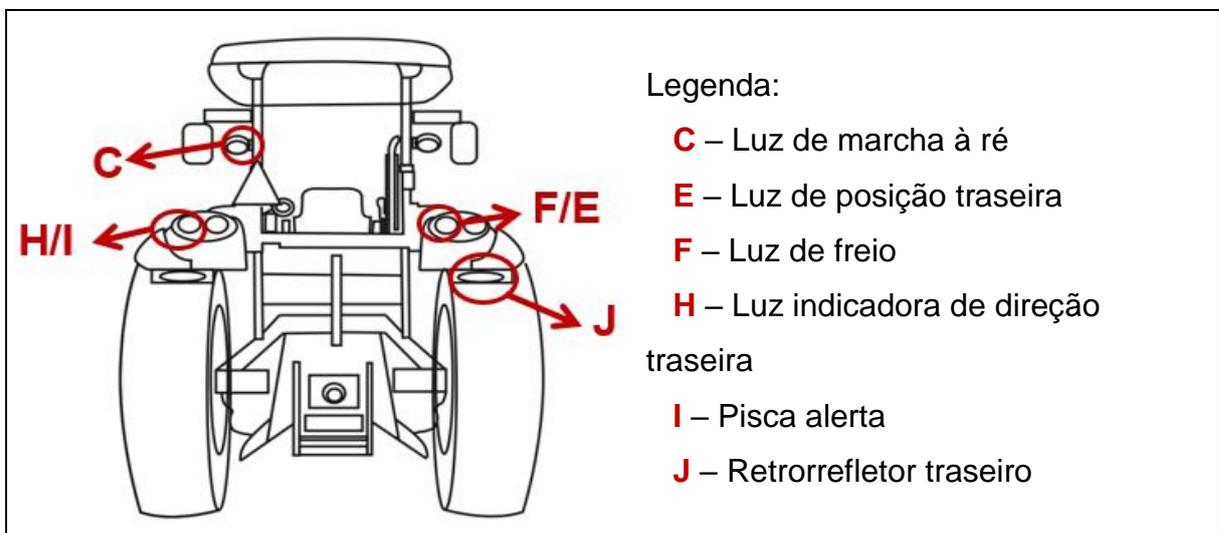
Pode haver variação de trator para trator na presença e na localização dos itens que estão descritos na lista de verificação utilizada na coleta de dados. Essa variação ocorre em função da configuração projetual, apresentada por cada marca, em cada modelo. Abaixo, segue a Figura 02 (em vista frontal); a Figura 03 (em vista traseira) e a Figura 04 (em vista lateral) que, mesmo de forma genérica, correspondem aos objetivos de identificação e de localização dos itens analisados.

Figura 02 – Representação dos itens de iluminação e sinalização no trator – Vista frontal



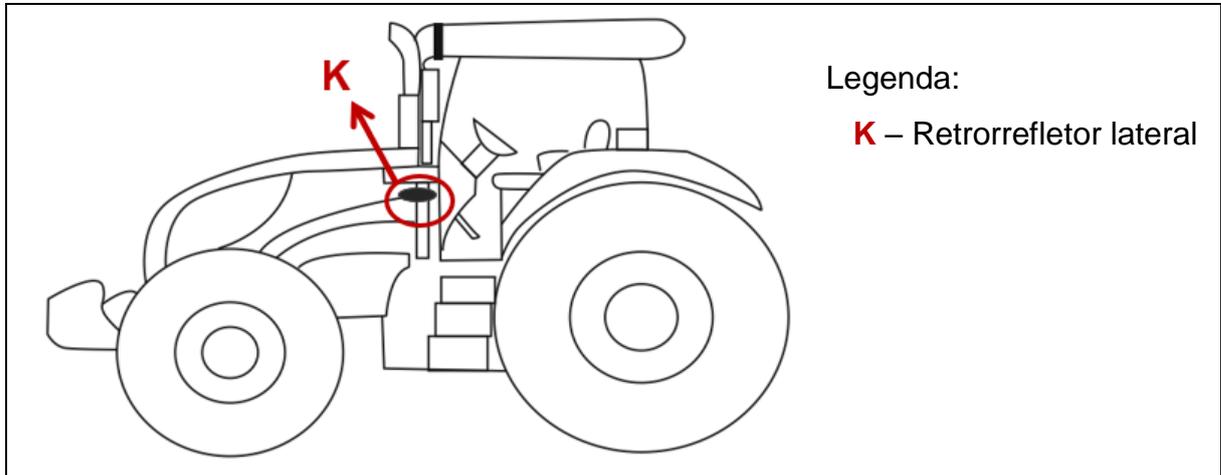
Fonte: Autora.

Figura 03 – Representação dos itens de iluminação e sinalização no trator – Vista traseira



Fonte: Autora.

Figura 04 – Representação dos itens de iluminação e sinalização no trator – Vista lateral



Fonte: Autora.

### 3.2.1 Procedimentos para coleta dos dados

Os procedimentos adotados para a coleta dos dados foram de inspeção visual, medição e/ou acionamento, determinados de acordo com as particularidades dos itens, sua legislação e normativas. Para cada tipo de verificação, foram utilizados o material e os métodos correspondentes.

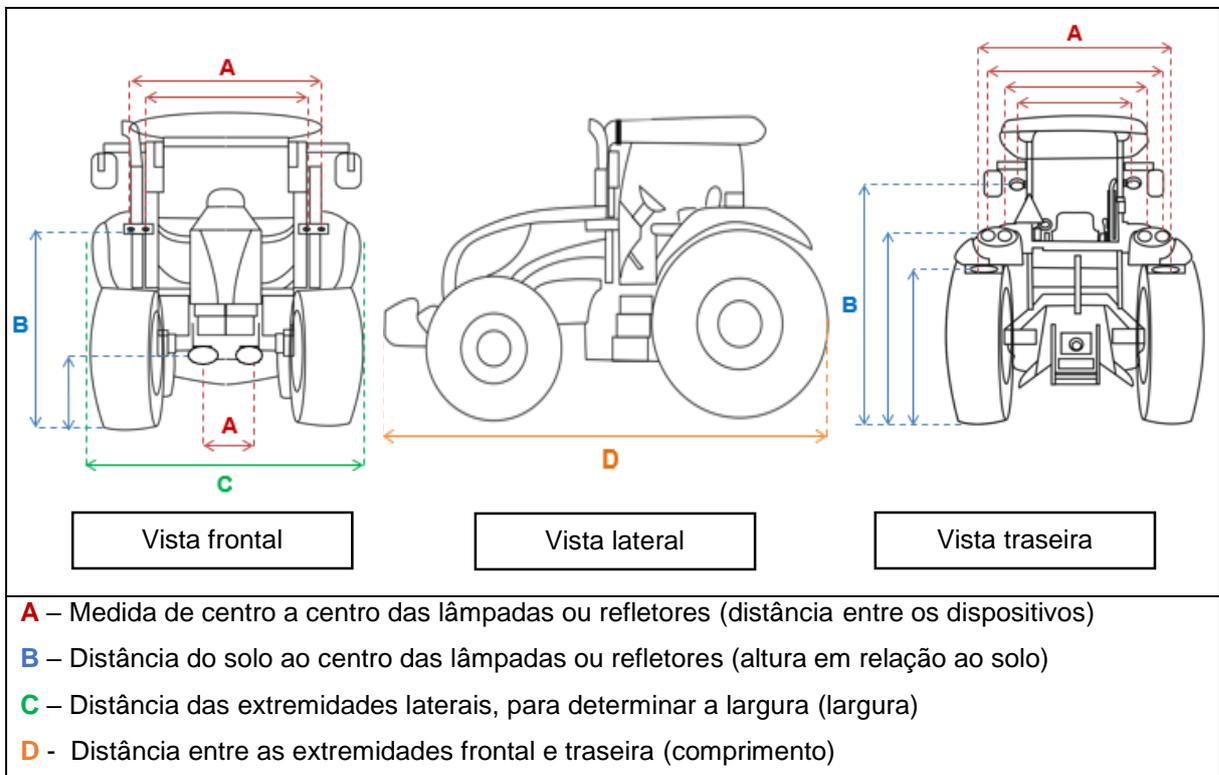
A inspeção visual ocorreu de forma direta, indicando a presença, a cor e a quantidade do item, conforme relacionado no Quadro 18. Em complemento, as imagens do trator foram fotografadas por meio do uso de máquina fotográfica digital, da marca Sony Cyber-shot Dsc W120 7.2 Mega pixels.

Conforme o requisito do item analisado, o acionamento ocorreu com o trator desligado, com a chave na ignição e/ou com o motor em funcionamento. Como exemplo, a luz de marcha à ré deve ser acionada com o motor em funcionamento, ao passo que o pisca alerta não depende desta condição. As demais situações estão descritas no Quadro 18, já apresentado.

No item relativo às luzes indicadoras de direção dianteiras e traseiras, foi determinado o número de lampejos por minuto. Para isso, foi utilizado um cronômetro digital, instalado no aparelho telefônico celular Samsung J5 e realizada a contagem na passagem de tempo correspondente a um minuto – dado que foi anotado na lista de verificação.

Em relação à mensuração das dimensões, estas foram medidas por meio do uso de uma fita métrica, marca Tramontina Master 43156/303, de 3 metros, que foi posicionada: a) de centro a centro das lâmpadas ou refletores, para medidas de distância entre os dispositivos; b) do solo ao centro das lâmpadas ou refletores, para medidas de altura em relação ao solo; c) das extremidades laterais, para determinar a largura, e d) das extremidades frontal e traseira, para o comprimento total do trator, ilustradas na Figura 05.

Figura 05 – Ilustração da forma de mensuração das dimensões em vista frontal, lateral e traseira do trator



Fonte: Autora.

Salienta-se que a medida da largura dos tratores foi realizada de acordo com o que é determinado pela Resolução Contran N° 667 (2017), no Anexo 01, que estabelece as características e as especificações técnicas da instalação de dispositivos de iluminação e sinalização luminosa. Esta medida considera a borda externa de cada lado do veículo, desconsiderando as saliências dos pneus, dos espelhos retrovisores e das lanternas indicadoras de direção laterais, entre outros.

### 3.3 COEFICIENTE DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO DE TRATORES (CIST)

O Coeficiente de Iluminação e Sinalização para Tráfego de Tratores (CIST), proposto por este trabalho, visa a comparação entre os modelos de tratores, quanto ao atendimento dos requisitos e dos parâmetros estabelecidos. O cálculo do coeficiente foi realizado para cada um dos 50 modelos amostrados, considerando a resposta de variável dicotômica “Atende/Não atende”. Para isso, cada parâmetro atendido, auferiu o valor 1 (um) e cada parâmetro não atendido obteve o valor zero (0). A razão do somatório dos requisitos classificados como “Atende” pelo número total de requisitos avaliados determinou o CIST, de acordo com a fórmula:

$$\text{CIST} = \frac{\text{Somatório de requisitos classificados como "Atende"}}{\text{Número total dos requisitos avaliados}}$$

Este coeficiente possui amplitude de zero a um, sendo que os valores mais próximos a um, indicam as melhores condições de atendimento aos requisitos de iluminação e sinalização e a total conformidade é representada pelo valor 1.

Para avaliar o atendimento dos requisitos e parâmetros entre as marcas e as faixas de potência, os coeficientes foram classificados de acordo com Garcia (1989). O autor considera como critérios na classificação quatro diferentes combinações dos valores médios e do desvio padrão calculados. Sendo que o desvio padrão é a medida de dispersão em torno da média populacional de uma variável, conforme ilustra a Tabela 03.

Tabela 03 – Classificação do CIST

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Valores > que CIST médio + 2 desvio padrão	Muito alto
Valores entre CIST médio + 1 desvio padrão e CIST médio + 2 desvio padrão	Alto
Valores entre CIST médio +/- 1 desvio padrão	Médio
Valores < que CIST médio - 1 desvio padrão	Baixo

Fonte: Adaptado de Garcia, 1989

Na análise dos resultados, foi utilizada a estatística descritiva, calculando medidas de posição, distribuição de frequência e medida de dispersão.

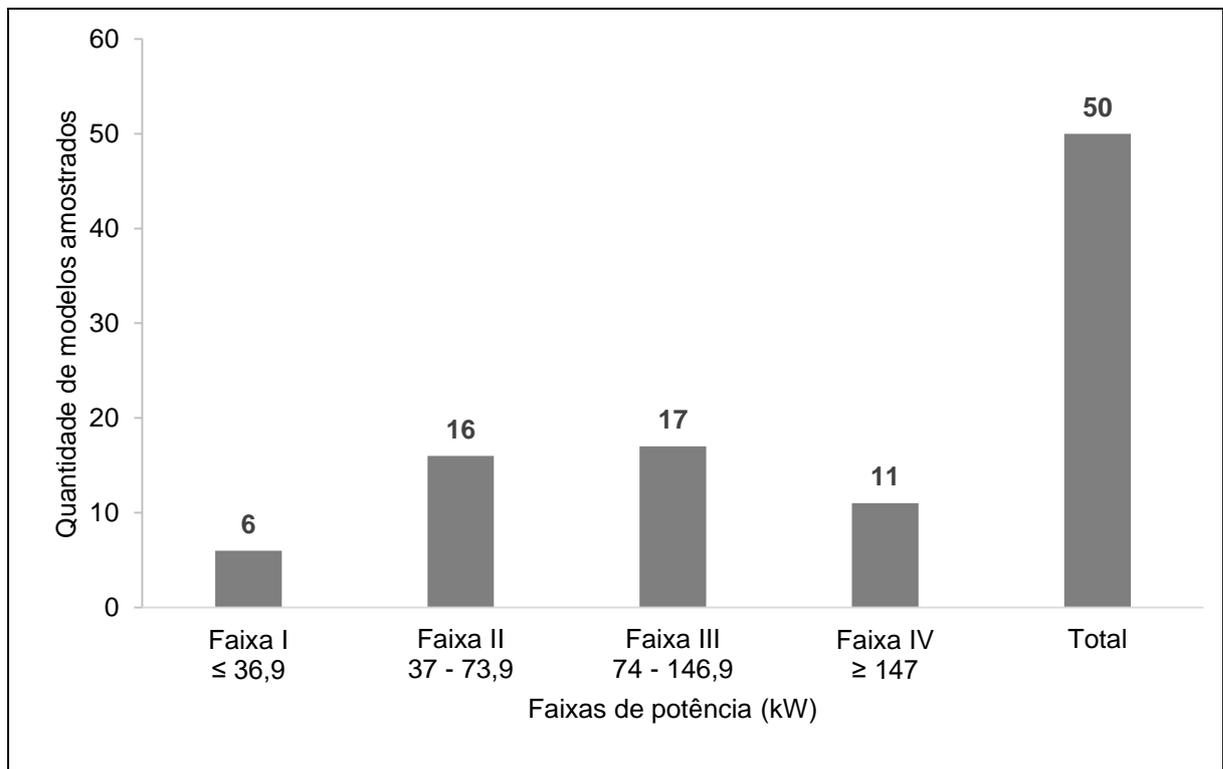
As análises estatísticas foram realizadas por meio do uso do *software* R Studio. Para verificar a normalidade dos dados, foi realizado o teste de Shapiro Wilk. Este teste indicou que a variável CIST não segue a distribuição normal. Desta forma, foi realizada na sequência, a transformação de dados de Box-Cox, porém o resultado não foi alterado. Em função desta resposta, pelos dados não atenderem o pressuposto da análise de variância, foi utilizado neste trabalho o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para analisar se a variável CIST difere em relação à marca e à potência.

Adicionalmente, para verificar entre quais marcas há diferença, foi realizado o teste exato de Fisher, a fim de comparar as proporções de modelos em cada classificação do CIST.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foram avaliadas 7 marcas de tratores agrícolas que, juntas, são responsáveis por 68% dos modelos comercializados no país, segundo os dados do Anuário de Tratores (2017). Ainda, segundo o anuário, atuam no Brasil, 16 marcas de tratores, que oferecem um total de 240 modelos. Dessa forma, os 50 tratores avaliados correspondem a 31% do total de modelos oferecidos pelas 7 marcas avaliadas e 21% do total de modelos ofertados no país. Quanto às faixas de potência, a distribuição da quantidade de modelos verificada em cada classe está ilustrada na Figura 06.

Figura 06 – Quantidade de modelos amostrados por faixa de potência



Fonte: Autora.

A quantidade de modelos de tratores ofertados na faixa de potência II, possui 40% de representatividade no total de modelos de tratores agrícolas disponíveis no país, seguida pela faixa de potência III, IV e I, com 27%, 20% e 13%, respectivamente, segundo o Anuário de Tratores (2017). Cabe salientar que a maior disponibilidade de modelos e de vendas ocorrem na mesma faixa de potência. Segundo dados da

ANFAVEA (2017), nos últimos dois anos, 47% do total das vendas de tratores foram de modelos com até 58,8 kW de potência.

#### 4.1 ITENS OBRIGATÓRIOS

Visto que a legislação brasileira possui requisitos quanto à presença e a cor dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores agrícolas, é possível verificar o nível atendimento à legislação dos tratores avaliados. As informações da Tabela 04 mostram o percentual de conformidade dos tratores avaliados com a legislação brasileira (CTB, NR12, NR31), quanto à presença dos dispositivos e a consonância com a sua respectiva cor.

Tabela 04 – Percentual de presença e conformidade com a cor dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego nos tratores amostrados

Item	% Presença	% Cor adequada
Farol baixo	100%	100%
Farol alto	100%	100%
Luz de posição traseira	92%	92%
Luz de freio	100%	100%
Luz de marcha à ré	28%	28%
Luz indicadora de direção dianteira	100%	100%
Luz indicadora de direção traseira	100%	98%
Pisca alerta	100%	98%
Retrorefletor traseiro	70%	36%
Retrorefletor lateral	0%	0%

Fonte: Autora.

Foi verificado que os seguintes itens são encontrados em 100% dos tratores amostrados: a) farol baixo, b) farol alto, c) luz de freio, d) luz indicadora de direção dianteira, e) luz indicadora de direção traseira e f) pisca alerta. Segundo Ramirez et al. (2016), os elementos de iluminação e sinalização são mais notados no deslocamento e possuem uma associação de 50% na redução das taxas de colisão.

Em contrapartida, a luz de posição traseira, a luz de marcha à ré e os retrorefletores traseiros são encontrados parcialmente, ao passo que o retrorefletor lateral é inexistente. Os retrorefletores possuem uma associação de 11% na redução de colisões (RAMIREZ et al., 2016).

Considerando os tratores novos, comercializados no Brasil, os fatores que podem estar relacionados ao cumprimento parcial à legislação nacional no tema, pelas empresas fabricantes, podem ser referentes a baixa fiscalização do cumprimento da legislação. Além disso, podem estar associados com um processo de desenvolvimento de produto que não identificou todos os requisitos legislativos aplicáveis, bem como a possibilidade de redução de custos do produto, por parte do fabricante, suprimindo estes itens.

## 4.2 ITENS VERIFICADOS

Os tópicos a seguir tratam dos itens verificados nos tratores amostrados. Esta análise tem como objetivo compreender os requisitos e os parâmetros que contribuíram para que o CIST não atingisse o valor o máximo nos modelos que compuseram a análise.

### 4.2.1 Farol baixo e farol alto

Os faróis alto e baixo foram os itens que apresentaram maior conformidade entre os modelos amostrados, com 100% de presença. O mesmo é observado nos estudos de Debiasi (2002) e Correa et al. (2005), tanto para os tratores usados quanto para os novos. Além da presença, os faróis possuem cor adequada e estão dentro da faixa de altura em relação ao solo, ainda que um modelo tenha apresentado desconformidade em relação à quantidade, e três modelos não apresentaram o identificador de acionamento do farol alto no painel.

Foi verificado que a altura mínima dos faróis em relação ao solo é de 1,03 m e a máxima é de 2,05 m, sendo que 70% dos modelos apresentam farol baixo e alto no mesmo conjunto óptico, com lâmpada halógena de duplo filamento. Apenas um modelo apresentou farol alto com lâmpadas de diodos emissores de luz, as quais, segundo Martins (2005), possuem maior durabilidade, menor consumo de energia, menor tempo de acionamento, baixo peso e volume, além de alta flexibilidade de *design* no projeto, quando comparadas às lâmpadas halógenas, introduzidas no mercado na década de 1920.

Embora o farol alto não seja um requisito das normas americanas e europeias e não esteja especificado nas normas brasileiras para tratores (NR31, NR12 e

resolução N° 454), as quais não usam uma denominação específica para a distinção entre o farol alto e o baixo, denominando apenas como “faróis”, ambos estão presentes em todos os modelos amostrados. Esse fato demonstra que se os faróis forem acionados durante o deslocamento, há maior conspicuidade do trator quando visto pela parte frontal.

#### **4.2.2 Luz de marcha à ré**

A luz de marcha à ré apresentou 28% de presença, sendo o item com o maior percentual de ausência observado na amostra. Nesse aspecto, Correa et al. (2005) encontraram 1% de presença em tratores usados e praticamente 10% em tratores novos. Em termos de quantidade, três modelos excedem o número de lâmpadas e, no que concerne as cores, 100% estão de acordo, porém 25% excedem a altura máxima em relação ao solo.

É possível relacionar o baixo percentual de presença da luz de marcha à ré nos modelos de tratores oferecidos ao mercado brasileiro, ao fato de que esse item passou a ser requerido de forma mais recente, pela Resolução CONTRAN N° 454 (2013), associado à baixa fiscalização do cumprimento da exigência, pois, segundo a Organização Mundial de Saúde (2015), as leis sobre segurança viária devem estar associadas à sua aplicação rigorosa e continuada, para que possam auxiliar na melhora do comportamento dos usuários e, assim, conduzir à diminuição dos acidentes no trânsito.

Além disso, as normas regulamentadoras brasileiras, NR12 (2010) e NR31 (2013), exigem apenas o alerta sonoro da marcha à ré. As normas americanas e europeias não especificam obrigatoriedade nesse item, o que não contribui para a harmonização dos requerimentos para empresas fabricantes que atuam em mercados globais, mas que devem atender às regulamentações locais dos mercados de atuação.

Nas faixas de potência, é observada a maior presença da luz de marcha à ré na faixa IV, com presença em 55% dos modelos amostrados nessa faixa, seguidos de 38% na faixa de potência II, de 12% na III, sendo que nenhum modelo da faixa I apresentou a luz de marcha à ré. Essas informações sugerem uma maior especificação em modelos mais potentes, que englobam um maior pacote tecnológico e possuem valores mais elevados de aquisição.

Quanto às marcas, apenas a marca E oferece a luz de marcha à ré em 100% de seus modelos verificados. Por outro lado, essa marca apresenta inadequação, tanto em quantidade quanto em altura, em três de seus modelos. O percentual de atendimento da marca F é de 78% e da marca B é de 40%, sendo que as marcas D e G apresentam percentuais de 20% e 17%, respectivamente e a marca A não oferece a luz de marcha à ré em nenhum de seus modelos verificados neste estudo.

#### **4.2.3 Luz de posição dianteira e traseira**

A luz de posição dianteira tem um percentual de presença que corresponde a 66%, o que é considerado menor do que a luz de posição traseira, que corresponde a 92% dos tratores amostrados. O percentual de existência da luz traseira é muito semelhante ao descrito por meio dos resultados de Barbieri (2017), que verificou a presença da luz de posição traseira em 100% dos tratores avaliados. Os quatro modelos que correspondem aos 8% de ausência da luz de posição traseira, também não apresentam a luz de posição dianteira, sendo 3 da marca A (dois na faixa de potência I e um na faixa III) e um da marca E (na faixa de potência II). A presença da luz de posição traseira demonstra a evolução na aplicação, quando comparada aos dados de Debiasi (2002), que verificou a presença da luz de posição traseira em 65% dos tratores compreendidos em seu estudo, na região central do estado do Rio Grande do Sul.

O requisito que não atingiu 100% de conformidade nos tratores amostrados que apresentam a luz de posição dianteira e traseira, está relacionado com a presença do identificador de acionamento no painel. O acionamento concomitante da luz de posição traseira e da luz de posição dianteira também obteve baixo percentual de atendimento, em função de 17 modelos não apresentarem a luz de posição dianteira.

A luz de posição dianteira não é oferecida em 67%, 64%, 40%, 22%, 17% e 13% dos modelos amostrados das marcas A, C, D, F, G e E, nesta ordem. Apenas a marca B apresenta a luz de posição dianteira em 100% dos seus modelos amostrados. Quanto às faixas de potência, 83% dos modelos na faixa I não evidenciam a presença da luz de posição dianteira, seguidos por 36%, 29% e 19% nas respectivas faixas IV, III e II.

Um fato que reforça a maior aplicação da luz de posição traseira em relação à dianteira, é que esta última é requerida pela NR12 (2010), NR31 (2013), resolução

CONTRAN N°454 (2013), norma americana e norma europeia. Em contrapartida, a luz de posição dianteira é requerida somente pela norma europeia. Devido aos 95% de colisões com máquinas agrícolas ocorrerem nas vias de circulação, segundo Mota et al. (2013), é possível relacionar a presença da luz de posição dianteira e traseira com a delimitação da máquina, porque contribuem para a sua visualização durante o deslocamento, de forma que a deficiência na sinalização, principalmente na traseira, contribui significativamente para a ocorrência do acidente (CEMA, 2017).

#### **4.2.4 Luz de freio**

A luz de freio está presente em 100% dos tratores avaliados, visto que também há 100% de conformidade dos requisitos técnicos. Esse item não é requerido na norma americana, na NR12 (2010) e na NR31 (2013), porém é exigido na norma europeia, na resolução CONTRAN N° 454 (2013) para tratores e N° 667 (2017) para veículos, o que pode contribuir para a sua consolidação.

O progresso na aplicação da luz de freio pode ser observado quando comparado aos resultados de Debiasi (2002), que verificou sua presença em 32% dos tratores, assim como os resultados obtidos por Correa et al. (2005) que confirmaram sua participação em 19,1% dos tratores usados e em 77,4% dos tratores novos.

#### **4.2.5 Luz indicadora de direção dianteira, traseira e pisca alerta**

As luzes indicadoras de direção dianteira, traseira e pisca alerta estão presentes em 100% dos modelos avaliados. É possível observar que desde os estudos de Debiasi (2002) e Correa et al. (2005), houve evolução na aplicação desses itens. O primeiro autor verificou a presença da luz indicadora de direção dianteira e traseira e do pisca alerta em 12% dos tratores, já Correa et al. (2005) demonstraram uma tendência no atendimento desses itens em tratores novos, com 54,8% e 64,5% de presença para luzes indicadoras de direção e pisca alerta, respectivamente, comparadas com a frequência desses itens em tratores usados, que foi inferior a 7%.

As luzes indicadoras de direção dianteira demonstraram estar 100% conformes nos modelos amostrados, em relação à quantidade, cor e altura mínima em relação ao solo, bem como ao acionamento independente de outras luzes e o controle único para acionamento de todas as lanternas indicadoras de direção, em um mesmo lado

do trator. Quanto ao lampejamento sincronizado, há 96% de conformidade, no intervalo de 55 a 125 vezes por minuto, de modo que os dois modelos desconformes são de fabricantes distintos e estão na faixa II de potência.

Em relação às luzes indicadoras de direção, o requisito técnico com menor atendimento corresponde à presença do identificador de acionamento para cada direção (direita e esquerda) no painel. O indicador apresentou 12% de ausência, sendo maior nas faixas de potência I, II e III com 33%, 31% e 24% dos modelos amostrados em cada faixa e menor ausência na faixa IV de potência, com 10%.

A altura máxima das luzes de posição dianteira e traseira, em relação ao solo, foi atendida em mais de 92% dos tratores avaliados. Nos modelos que não atenderam a altura máxima, foi observada a disposição das luzes na parte superior da cabine, predominante em modelos da faixa de potência IV.

O pisca alerta obteve 100% de conformidade no requisito técnico relativo à quantidade, o funcionamento com o motor desligado e o acionamento através de um controle separado, enquanto que o atendimento da altura máxima em relação ao solo, foi de 94% dos casos avaliados. A exigência do pisca alerta é mais recente, dada pela NR12 (2010), quando comparada às luzes indicadoras de direção, que já faziam parte da Resolução N°14 (2008).

#### **4.2.6 Retrorrefletor traseiro**

O retrorrefletor traseiro está presente em 70% dos tratores avaliados e corresponde ao percentual que é aplicado para os requisitos técnicos de quantidade, de altura mínima e máxima em relação ao solo e de distância máxima em relação ao centro do trator. Os 15 modelos que não possuem esse item representam 41% dos modelos amostrados na faixa III de potência e 27%, 25% e 6% nas faixas II, I e IV, de modo recíproco. Nesse sentido, são destacadas três marcas, A, F e B, nas quais 100%, 77% e 40% de seus tratores amostrados não possuem o retrorrefletor traseiro, respectivamente.

Os retrorrefletores traseiros contribuem para a conspicuidade, de maneira que haja a associação com a redução de colisões traseiras e a redução de fatalidades (SULLIVAN; FLANNAGAN, 2012; RAMIREZ et al., 2016). Além disso, Fetzer et al. (2012) destacam que os materiais retrorrefletivos provêm maior visibilidade à noite e

contribuem para que a máquina seja vista numa maior distância, o que proporciona mais tempo para que os demais motoristas reduzam a velocidade.

Nesse sentido, para indicar a presença do trator em deslocamento lento na via, quando visto a partir da parte traseira, a legislação americana ASABE S279 (2013) prevê o uso do emblema de veículo lento. Fetzer et al. (2012) destacam a alta refletibilidade do material utilizado no emblema referido, sendo que sua composição contém, no centro, um material fluorescente e, nas suas bordas, um material retrorrefletivo que aumenta a sua visibilidade, tanto de dia quanto de noite. Gkritza et al. (2010) ressaltaram a importância desse item, em função da maior probabilidade de acidentes ocorridos à noite, que resultam em lesões. Porém, Greenan et al. (2016) argumentam que nem todos os usuários das vias do estado americano de Iowa são hábeis em reconhecer o propósito do emblema, o que sugere a necessidade de campanhas educativas.

#### **4.2.7 Retrorrefletor lateral**

O item referido é aplicável a quatro tratores da amostra, os quais possuem comprimento superior a 6 m. Contudo, nenhum destes tratores apresentou o retrorrefletor lateral, ou seja, está 100% ausente nos modelos verificados.

Segundo a resolução CONTRAN N°667 (2017), aplicada aos veículos, pelo menos um retrorrefletor deve estar instalado no terço central do veículo. A resolução CONTRAN N°454 (2013), a NR12 (2010), a NR31 (2013) e os requisitos americanos não citam esse item para tratores, porém há requerimentos europeus para retrorrefletores laterais em tratores de maior comprimento.

O caso dos retrorrefletores traseiro e lateral ilustra a importância da legislação ou da norma informarem os requisitos técnicos aplicáveis, pois somente com a descrição “faixas retrorrefletivas”, citadas na resolução N°454 (2013), não é possível determinar com exatidão o tipo de faixas e sua localização na máquina.

### **4.3 COEFICIENTE DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO PARA TRÁFEGO DE TRATORES (CIST)**

O CIST é correspondente ao atendimento pelos fabricantes, quanto à presença dos dispositivos de iluminação e de sinalização para o tráfego em vias públicas e a

conformidade com os requisitos técnicos. Desta forma, o coeficiente permite qualificar e diferenciar os modelos. Assim, o menor coeficiente observado na avaliação foi de 0,597 e o maior foi de 1 (um).

O valor máximo do coeficiente, o qual corresponde a 100% de conformidade, foi expresso por dois modelos, ambos da marca E, e na faixa III de potência. O maior valor do coeficiente significa a maior possibilidade de visualização do trator agrícola na via pública, visto que a maior aderência dos itens de iluminação e sinalização às normas, está correlacionada à redução das fatalidades (RAMIREZ et al., 2016). É possível observar, na Tabela 05, a ordenação decrescente e a respectiva classificação dos valores do CIST quanto ao nível de conformidade.

Tabela 05 – Ordenação decrescente e classificação do CIST por marca, modelo e faixa de potência

(continua)

<b>CIST</b>	<b>Classificação</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Faixa de potência</b>
1,000	Muito Alto	E	30	III
1,000	Muito Alto	E	33	III
0,987	Alto	D	7	II
0,974	Alto	E	40	IV
0,974	Alto	E	45	IV
0,961	Alto	E	22	II
0,961	Alto	E	17	II
0,961	Alto	G	46	IV
0,922	Médio	F	14	II
0,922	Médio	B	20	II
0,922	Médio	B	25	III
0,922	Médio	G	34	III
0,922	Médio	G	39	III
0,922	Médio	G	41	IV
0,909	Médio	B	42	IV
0,909	Médio	C	9	II
0,909	Médio	C	13	II
0,909	Médio	C	15	II
0,909	Médio	C	21	II
0,909	Médio	F	10	II
0,909	Médio	D	12	II
0,909	Médio	D	11	II
0,896	Médio	E	18	II
0,896	Médio	G	26	III
0,883	Médio	B	47	IV
0,831	Médio	A	3	I
0,831	Médio	B	31	III
0,831	Médio	F	27	III

Tabela 05 – Ordenação decrescente e classificação do CIST por marca, modelo e faixa de potência

(conclusão)				
CIST	Classificação	Marca	Modelo	Faixa de potência
0,831	Médio	F	37	III
0,831	Médio	F	44	IV
0,818	Médio	A	23	III
0,818	Médio	D	5	I
0,818	Médio	D	6	I
0,805	Médio	E	8	II
0,805	Médio	C	16	II
0,805	Médio	C	24	III
0,805	Médio	C	29	III
0,805	Médio	C	36	III
0,805	Médio	C	38	III
0,792	Médio	F	28	III
0,792	Médio	F	32	III
0,753	Médio	C	43	IV
0,701	Baixo	A	2	I
0,701	Baixo	F	49	IV
0,688	Baixo	F	50	IV
0,675	Baixo	C	48	IV
0,649	Baixo	A	4	I
0,637	Baixo	G	19	II
0,610	Baixo	A	1	I
0,597	Baixo	A	35	III

Fonte: Autora.

É possível afirmar que o menor valor observado do CIST é correspondente ao verificado na faixa de potência III, quando considerada a marca A. O coeficiente de 0,597 aponta que 46 dos 77 requisitos foram atendidos, o que condiz com aproximadamente 60%.

Os itens que contribuíram para os valores mais baixos do coeficiente, foram a luz de marcha à ré e os retrorrefletores traseiros. O trator com menor valor do CIST não apresentou a luz de marcha à ré, o retrorrefletor traseiro e a luz de posição dianteira e traseira, entre outras não conformidades nas especificações técnicas dos itens presentes, que incluem a quantidade inadequada de faróis. Essa menor oferta de itens pode ocorrer como tentativa de reduzir os custos do trator, visando ofertar um produto com um preço mais competitivo no mercado, com vistas à carência de fiscalização no que se refere ao atendimento da legislação e normas.

O CIST médio é de 0,847, com desvio padrão de 0,104. Quanto às marcas, nenhuma posicionou 100% de seus modelos acima do coeficiente médio, sendo que

a marca E, G e B possuem pelo menos 80% de seus modelos com coeficiente acima de 0,847. A marca A não apresentou modelos com valor igual ou superior ao coeficiente médio. Essas informações demonstram que o grau de atendimento é superior em determinadas marcas, quando estas são comparadas entre si.

Em relação às faixas de potência, a faixa II apresentou 81% de seus modelos avaliados acima do índice médio, sendo que este percentual foi de 35% e 55% nas faixas III e IV, respectivamente. Nas condições amostradas, os 6 modelos referentes a faixa de potência I, de tratores leves, não apresentaram valor igual ou superior ao coeficiente médio. Baseado nessa informação, é possível perceber um grau de atendimento superior na categoria de tratores médios.

O posicionamento acima do valor do coeficiente médio, do maior número de tratores na faixa de potência II, pode ser relacionado ao nível de exigência dos compradores, os quais são também os operadores do trator (ALONÇO, 2004). Além disso, a maioria dos modelos nessa faixa já está consolidada no mercado brasileiro. Em adição, programas governamentais de acesso ao crédito condicionam a participação das indústrias ao atendimento dos requisitos das Normas Regulamentadoras, o que é importante, considerando que esta faixa de potência é a que apresenta o maior número de modelos e de vendas no país.

#### 4.3.1 Classificação do CIST por marca

As informações descritivas relativas ao CIST podem ser agrupadas e analisadas por marca. Em relação às médias dos valores do coeficiente, nesta amostra, as marcas E, B, D e G posicionam-se acima do valor médio geral, enquanto as marcas C, F e A situam-se abaixo, conforme apresentado na Tabela 06.

Tabela 06 – Informações descritivas, relativas ao CIST por marca

CIST	Marca A	Marca B	Marca C	Marca D	Marca E	Marca F	Marca G	Geral
Mínimo	0,597	0,831	0,675	0,818	0,805	0,688	0,637	0,597
Máximo	0,831	0,922	0,909	0,987	1,000	0,922	0,961	1,000
Média	0,701	0,894	0,826	0,888	0,946	0,811	0,877	0,847
Desvio	0,093	0,034	0,072	0,064	0,061	0,075	0,109	0,104

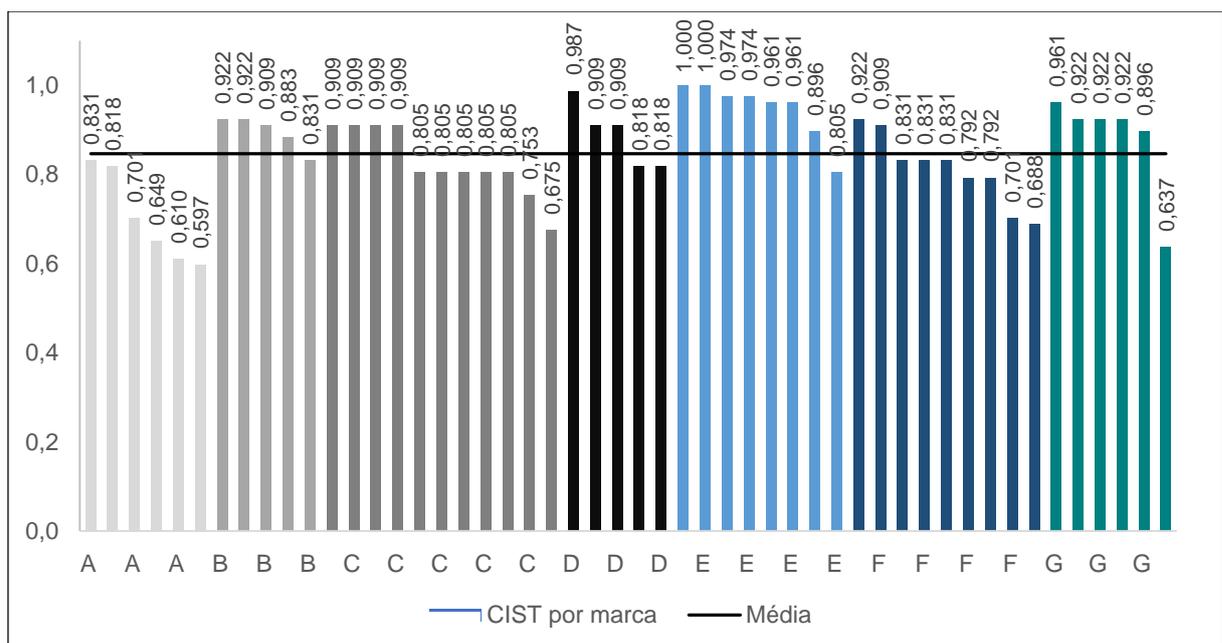
Fonte: Autora.

É importante considerar a amplitude de valores auferido pelo CIST, assim como o desvio padrão. Assim, a análise das informações apresentadas na Tabela 03 possibilita a realização da ordenação decrescente das marcas, pela homogeneidade entre os modelos oferecidos. Nesse sentido, a marca B demonstra ser a mais homogênea, seguida das marcas E, D, C, F, A e G, respectivamente. A maior homogeneidade do coeficiente, dada pelo menor desvio padrão, implica em oferecer ao mercado os modelos de tratores dentro de um padrão mais próximo.

A maior padronização dos modelos oferecidos por uma mesma marca pode estar associada às políticas internas da fabricante, que visam a redução de complexidade, tanto de peças quanto de processos fabris. Normalmente, ações como as citadas, visam otimizar os recursos, a fim de oferecer um produto com menor custo de produção. Além disso, em função de os produtos apresentarem características semelhantes, eles criam uma identidade visual que pode caracterizar e fortalecer a marca, quando reconhecida pelos clientes.

De forma complementar, o valor do CIST auferido em cada modelo, foi agrupado e ordenado de maneira decrescente em cada marca. Ademais, são comparados com a média geral do coeficiente, vistos na Figura 08. As informações demonstradas na figura corroboram com a análise anterior sobre a homogeneidade e a padronização dos modelos de tratores agrícolas oferecidos ao mercado brasileiro.

Figura 07 – Ordenação decrescente do CIST, por marca



Fonte: Autora.

Neste caso, a análise das informações apresentadas na Figura 07, permite interpretar que não há padronização no atendimento dos requisitos avaliados – de iluminação e sinalização para tráfego – nos modelos de tratores amostrados, ofertados no país. A menor variação do coeficiente ocorreu na Marca B e a maior na Marca G. Do total de modelos analisados, apenas dois, sendo ambos da mesma marca, indicam a total conformidade, o que corresponde a 4% do total da amostra.

Grande parte, senão a totalidade das marcas analisadas, realizam a venda de tratores aos mercados globais. Porém, as exigências do mercado brasileiro, dadas pela legislação local, não podem ser negligenciadas pelos fabricantes no projeto do produto. Quanto maior o número de peças comuns entre os diferentes modelos de tratores de uma mesma empresa, mais competitiva a empresa pode se tornar em termos de eficiência operacional, de forma que apresente uma menor complexidade, assim como fornecedores globais de peças e, ainda, processos de fabricação enxutos.

A análise do CIST, por marca, ilustra uma variação no valor do coeficiente. Esse fato pode tornar o atendimento aos requisitos de iluminação e sinalização mais um fator a ser analisado pelo produtor ou empresário rural na tomada de decisão, durante o processo de escolha para aquisição de um trator agrícola novo.

Assim, foi realizado o teste Kruskal-Wallis, para verificar se a variável CIST diferia entre as marcas amostradas, o qual indicou que há diferença, a um nível que representa 5% de significância. Os resultados são apresentados na Tabela 07.

Tabela 07 - Médias e comparações múltiplas, por marca

Marca	Média e comparação múltipla
E	0,946 a
B	0,894 ab
D	0,888 ab
G	0,877 ab
C	0,826 bc
F	0,811 bc
A	0,701 c

Fonte: Autora.

Por meio das informações obtidas a partir da comparação múltipla, é possível identificar que, estatisticamente, a marca E tem maior CIST, porém não difere das marcas B, D e G, sendo que as marcas B, D, G, C e F não diferem entre si. Em complemento, a marca A teve o menor CIST, mas não difere das marcas C e F.

Ademais, no direcionamento para a tomada de decisão acerca das marcas, as informações da Tabela 08 apresentam o percentual de cada classificação do coeficiente CIST nas marcas avaliadas.

Tabela 08 – Percentual de classificação do CIST, por marca

<b>Marca</b>	<b>Muito alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Médio</b>	<b>Baixo</b>
A	0%	0%	33%	67%
B	0%	0%	100%	0%
C	0%	0%	91%	9%
D	0%	20%	80%	0%
E	25%	50%	25%	0%
F	0%	0%	78%	22%
G	0%	17%	67%	17%

Fonte: Autora.

A análise demonstra que a marca E é a única que apresenta modelos integralmente conformes, classificados como alto atendimento, os quais correspondem a 25% dos tratores amostrados nesta marca. Os demais 75% dos modelos desta marca estão distribuídos na classificação alto, com 50%, e na classificação médio, com 25%. Dessa forma, os melhores resultados quanto à presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores agrícolas, foram verificados na marca E.

Em relação às marcas D e G, ambas possuem percentual de modelos na classificação alto. Assim, a fim de averiguar se há diferença estatística entre essas proporções, foi realizado o teste exato de Fisher. O resultado do teste não apontou diferença entre as proporções de 17% e 20% das empresas G e D, respectivamente. Portanto, essas empresas demonstraram o segundo melhor resultado.

Quanto às empresas B, C e F, o teste de Fisher não indicou diferença estatística entre as respectivas proporções 100%, 91% e 78%, o que lhes confere o terceiro melhor resultado, ao passo que a empresa A possui a maior parte de seus modelos classificados como baixo, o que lhe confere o quarto melhor resultado.

Esta análise remete para o fato de que os fabricantes não seguem uma padronização de atendimento aos requisitos relativos à presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores agrícolas, tampouco uma norma específica. A mesma marca apresenta tratores classificados em diferentes níveis de conformidade, o que torna possível inferir que a marca E apresenta uma vantagem

em relação às demais. Contudo, a marca A apresenta uma desvantagem, quando analisado o nível de conformidade com os requisitos de iluminação e sinalização, compreendidos neste estudo.

No projeto de produto, o atendimento aos requisitos de segurança deve ser previsto, tanto na fase informacional quanto na fase conceitual do projeto. Outro aspecto importante está relacionado ao planejamento estratégico da empresa, quanto à segurança do produto, de forma que seja considerada a filosofia e a política de segurança da empresa, conforme discorre Alonço (2004).

Sobre o que foi exposto, pode ser entendido que as empresas analisadas empregam diferentes políticas de atendimento aos itens de segurança, conforme a restrição do mercado em que atuam, ou, ainda, não seguem um processo consistente de desenvolvimento de produto que identifique todas as necessidades aplicáveis.

#### 4.3.2 Classificação do CIST por potência

As informações relativas ao CIST podem ser agrupadas e analisadas por faixa de potência. Com relação às médias dos valores do coeficiente, nesta amostra, as faixas de potência II e III posicionam-se acima do valor médio geral, enquanto as faixas I e IV se situam-se abaixo, conforme apresentado na Tabela 09.

Tabela 09 – Informações descritivas relativas ao CIST por faixas de potência

	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV	Geral
Mínimo	0,610	0,637	0,597	0,675	0,597
Máximo	0,831	0,961	1,000	0,974	1,000
Média	0,738	0,891	0,846	0,843	0,847
Desvio padrão	0,089	0,080	0,092	0,113	0,104

Fonte: Autora.

Além do valor médio, é importante considerar a amplitude de valores auferidos pelo CIST e o desvio padrão. Assim, a análise das informações apresentadas na Tabela 06, possibilita realizar uma ordenação decrescente das faixas de potência, pela homogeneidade entre os modelos oferecidos. Dessa forma, dentre os modelos analisados, a faixa de potência II demonstra ser a mais homogênea, seguida das faixas I, III e IV, respectivamente. Nesse caso, a faixa de potência II apresenta o maior

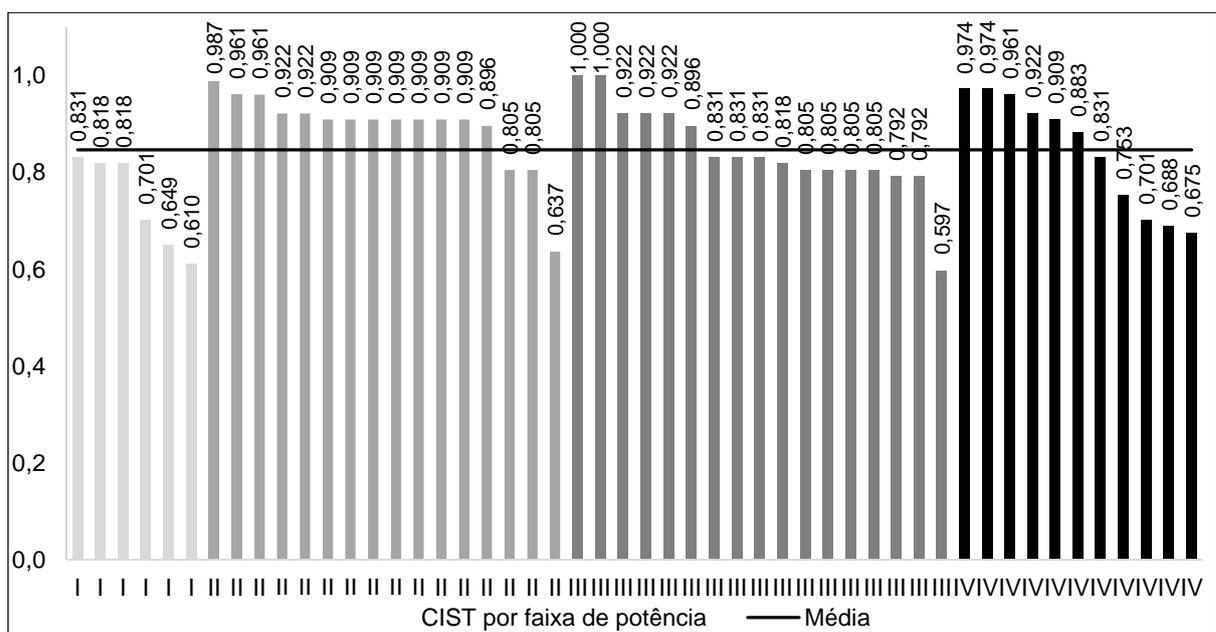
valor médio e a maior homogeneidade entre os modelos amostrados, o que sugere um nível maior de atendimento aos requisitos estudados neste trabalho.

A faixa de potência II, que compreende os tratores classificados como médios, é a que apresenta o maior percentual de vendas (ANFAVEA, 2017) e o maior número de modelos ofertados ao mercado brasileiro, conforme o Anuário de Tratores (2017). A versatilidade de aplicação dos tratores dessa faixa de potência, nas operações agrícolas, contribui para o alto percentual de vendas.

O incentivo governamental ao crédito, principalmente pelo programa “Mais Alimentos”, que abrange tratores na faixa II de potência, também pode ter contribuído para a maior uniformidade na presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, visto que exige do fabricante a conformidade com as Normas Regulamentadoras. Esse é um fato que pode explicar também a maior conformidade dos itens relativos a NR12 (2010) e NR31 (2013), em relação aos do CTB (2013).

A variação do valor do CIST confere, dentro das faixas de potência, opções de escolha ao produtor, quando este realizar a aquisição do produto. Dessa forma, o atendimento aos requisitos de iluminação e sinalização para tráfego pode se tornar mais um fator a ser analisado na tomada de decisão, durante a escolha de um trator agrícola novo. A ordenação decrescente do CIST nas faixas de potência, em comparação com a média geral do coeficiente, está representada na Figura 08.

Figura 08 – Ordenação decrescente do CIST por faixa de potência



Fonte: Autora.

A análise das informações apresentadas na Figura 08 permite interpretar que não há padronização no atendimento dos requisitos avaliados de iluminação e sinalização para tráfego, nas faixas e entre as faixas de potência. Assim, foi realizado o teste Kruskal-Wallis, para verificar se a variável CIST diferia, estatisticamente, entre as faixas de potência. O teste indicou que há diferença, a nível de 5% de significância. Os resultados são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Médias e comparações múltiplas, por faixa de potência

<b>Faixa de Potência</b>	<b>Média e comparação múltipla</b>
II	0,891 a
IV	0,846 ab
III	0,843 ab
I	0,738 b

Fonte: Autora.

Por meio das informações obtidas a partir da comparação múltipla, é possível identificar que, estatisticamente, nesta amostra, a faixa de potência II tem maior CIST, porém não difere das faixas III e IV, sendo que as faixas III e IV, não diferem entre si. Em complemento, a faixa de potência I auferiu o menor do coeficiente, mas não difere das faixas III e IV. Portanto, há diferença entre a faixa II, de maior média do CIST, e da faixa I, de menor média.

A faixa de potência I, correspondente aos tratores classificados como leves, pode apresentar o menor nível de conformidade quanto à presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, pelo fato destes tratores agrícolas apresentarem um porte menor. Ainda, quando em vias públicas, suas dimensões permitem seu deslocamento pelo acostamento (quando este estiver presente nas vias de circulação). Também deve ser considerado a menor quantidade de modelos e marcas amostradas nesta faixa, que pode estar contribuindo para este resultado.

As informações da Tabela 11 apresentam a distribuição percentual de modelos amostrados, por faixa de potência, nas quatro distintas classificações: muito alto, alto, médio e baixo. Apenas 2 modelos na faixa de potência III apresentaram classificação muito alta, o que confere a esta faixa os melhores resultados, apesar de a faixa II apresentar valores mais homogêneos.

Tabela 11 – Percentual de classificação do CIST por faixa de potência

Faixa de potência	Muito alto	Alto	Médio	Baixo
I	0%	0%	50%	50%
II	0%	19%	75%	6%
III	12%	0%	82%	6%
IV	0%	27%	45%	27%

Fonte: Autora.

Foi verificado, também, se há diferença entre as faixas de potência II e IV quando CIST é alto, visto que apresentam proporções relativamente próximas de 19% e 27%. Para isso, foi realizado o teste exato de Fisher, que apontou não haver diferença entre as proporções. Assim, essas faixas de potência demonstraram o segundo melhor resultado, deixando a faixa I, que possui 50% dos modelos na classificação médio e 50% na classificação baixo, em desvantagem, quando consideradas as demais faixas.

Nos últimos anos houve o aumento do percentual de vendas de tratores com maior potência, em função da agricultura de escala em grandes áreas. Porém, a faixa de potência IV não apresentou os melhores resultados quanto à classificação do CIST. Esse fato pode demonstrar que a tecnologia embarcada e o maior valor de aquisição dos tratores pesados não estão voltados à presença, necessária, dos dispositivos de iluminação e sinalização para o tráfego. Ao considerar as dimensões que estes tratores podem apresentar, isso implica na permissão de tráfego nas vias públicas.

Destacam-se como itens em desconformidade nos tratores da faixa de potência IV: a) a presença da luz de posição dianteira; b) presença, quantidade e requisitos de altura da luz de marcha ré; c) os requisitos de altura das luzes indicadoras de direção e pisca alerta; d) a presença e a distância entre os refletores traseiro e, e) a presença do retrorrefletor lateral.

A variação do valor do CIST pode contribuir para as colisões em tratores agrícolas nas rodovias, assim como na gravidade dos acidentes, o que pode ser observado em estudos como os de Macedo (2014) que afirma, considerando as rodovias federais brasileiras, a ocorrência de, em média, dois acidentes com tratores agrícolas a cada três dias. Essa proporção pode ser maior, pois há carência de estudos que abordem essa temática e que sejam aplicados às rodovias estaduais e municipais, para que a totalidade de vias do país seja compreendida.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizadas as avaliações, considerando o universo amostrado, a análise dos resultados permitiu concluir que:

a) Não há conformidade total dos tratores agrícolas novos, quanto à presença dos dispositivos obrigatórios de iluminação e sinalização, exigidos pelo Código de Trânsito Brasileiro, através da Resolução CONTRAN N°454 (2013), NR12 (2010) e NR31 (2013).

b) Os fabricantes não seguem na íntegra as disposições técnicas da Norma ISO 16154 (2005), sendo a aderência média à esta norma de 85% e a menor de 60%.

c) Dentre os modelos de tratores agrícolas amostrados, não foi possível verificar uma padronização quanto a presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, entre as marcas, tampouco entre os modelos da mesma marca. Em complemento, a marca “E” oferece uma proporção maior de modelos com classificação muito alta e alta.

d) A faixa de potência II apresentou a maior média e a melhor homogeneidade do coeficiente de iluminação e sinalização para tráfego (CIST) entre os modelos analisados, enquanto que a faixa de potência I obteve a maior proporção de tratores classificados como baixo atendimento.

e) O coeficiente de iluminação e sinalização para tráfego (CIST) se mostrou eficiente na avaliação da conformidade quanto a presença dos dispositivos de iluminação e sinalização para tráfego, em tratores agrícolas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONÇO, A. dos S. Noções de Segurança e operação de tratores. In: REIS, A. V. et al. **Motores, tratores e lubrificantes**. Pelotas: Universitária, 1999. Cap.4, p. 221-230.

ALONÇO, A. dos S. **Metodologia de projeto para concepção de máquinas agrícolas seguras**. 2004. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.

AUTORIDADE NACIONAL DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA. ANSR 2014. **Ficha temática de veículos agrícolas 2004–2013**. Disponível em: <<http://www.ansr.pt/Estatisticas/FichasTematicas/Documents/2014/FICHA%20TEMÁTICA%20-%20TRACTOR%20AGRÍCOLAS.pdf>> Acesso em: 01 fev. 2017.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da indústria automobilística brasileira 2014**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/estat%c3%adsticas.html>> Acesso em: 19 maio 2018.

ANFAVEA. Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores. 2017. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/estat%c3%adsticas.html>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

ANUÁRIO DE TRATORES 2017. **Revista Cultivar Máquinas**, ano 01, n. 01, 2017.

ARAUJO, J. M. **19 anos de Código de Trânsito Brasileiro**. 2017. Disponível em: <<http://www.odebate.com.br/ideias-em-debate/19-anos-de-codigo-de-transito-brasileiro-23-01-2017.html>> Acesso em: 03 fev. 2017.

ASAE. American Society of Agricultural Engineer. SAE S271.1: Lighting and marking of agricultural equipment on highways. St. Joseph, 2013. 14 p.

BACCHIERI, G.; BARROS, A. J. D. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 05, p. 949-963, 2011.

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

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

BELLOCHIO, S. D.C.; ALONÇO, A. D. S.; VARGAS, F. de; OLIVEIRA, M. B. de. Estimativa da frota brasileira de tratores por tempo de uso e vendas. **Revista Scientia Agrária**, v. 18, n. 03, p. 154-159, 2017.

BELLOCHIO, S. D. C; POSSEBOM, G.; VARGAS, F. de; PAGLIARIN, L.; SCHERER, V. P.; ALONÇO, A. D. S. Evolution and Application of the Brazilian Legislation for the

Traffic of Tractors on Public Roadways. **Journal of Agricultural Science**; v. 10, n. 03; p. 317-324, 2018a.

BELLOCHIO, S. D.C.; ALONÇO, A. D. S.; POSSEBOM, G.; VARGAS, F. de; PAGLIARIN, L. Use of safety components to avoid accidents with agricultural tractors in public roads. **Journal of Agricultural Science**; v. 10, n. 06; p. 217-326, 2018b.

BELLOCHIO, S. D.C.; ALONÇO, A. D. S.; VARGAS, F. de; POSSEBOM, G. Evolução da intensificação do tráfego e a incidência de acidentes com tratores agrícolas nas vias públicas brasileiras. **Revista Técnico-Lógica**, v.22, n. 02, p. 167-173, 2018c.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. 1. ed. Brasília: DENATRAN, 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº. 197, de 17 de dezembro de 2010, NR12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**, 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº. 1896, de 09 de dezembro de 2013, NR31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura**, 2013.

BURIN, G.; BEZERRA, B. E o trator foi pro brejo. **Revista Cesvi Brasil**, Ano 16, n. 86, p. 22-24, 2013.

BUSSAB, W. de O.; MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. 9. Ed. São Paulo: Saraiva, 2017, 554 p.

CASTRO, B. H. R. **Estratégias de Inovação: um estudo na indústria de máquinas e implementos agrícolas no Brasil**. 2004. 125 p. Dissertação (Mestrado em Administração). Instituto COPPEAD de Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: [http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Bernardo\\_Castro.pdf](http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Bernardo_Castro.pdf). Acesso em: 11 maio 2017.

CEMA EUROPEAN AGRICULTURAL MACHINERY. **Industry pledges to halve fatal on-road accidents with farm machines by 2035**. 2017. Disponível em: <<http://cema-agri.org/publication/5-point-action-plan-reduce-prevent-road-accidents-agricultural-vehicles-eu>> Acesso em: 13 out. 2017.

CONTRAN Resolução N°14, de 06 de fevereiro de 1998. Estabelece os equipamentos obrigatórios para a frota de veículos em circulação e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes>>. Acesso em: 03 fev. 2017.

CONTRAN. Resolução N°454, de 26 de setembro de 2013. Dispõe sobre novos itens de segurança e dimensões para os tratores destinados a puxar ou arrastar maquinaria de qualquer natureza ou a executar trabalhos agrícolas e de construção, de pavimentação ou guindastes (máquinas de elevação) facultados a transitar em via pública. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao4542013.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2017.

CONTRAN. Resolução 667, de 18 de maio de 2017. Estabelece as características e especificações técnicas dos sistemas de sinalização, iluminação e seus dispositivos aplicáveis a automóveis, camionetas, utilitários, caminhonetes, caminhões, caminhões tratores, ônibus, micro-ônibus, reboques e semirreboques, novos saídos de fábrica, nacionais ou importados e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/images/Resolucoes/Resolucao6672017.pdf>> Acesso em: 03 jul. 2017.

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

COSTELLO, T. M.; SCHULMAN, M. D.; MITCHELL, R. E. Risk factors for a farm vehicle public road crash. **Accident Analysis and Prevention**, n. 41, p. 42–47, 2009.

DEBIASI, H. **Diagnóstico de trabalho e das condições de segurança na operação de conjuntos tratorizados**. 2002. 290 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2002.

DEBIASI, H; SCHLOSSER, J. F.; PINHEIRO, E. D. Desenvolvimento do coeficiente parcial de ergonomia e segurança em tratores agrícolas. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 03, p. 727-735, 2004.

DIMITROVSKY, Z. Fatal consequences in traffic accidents with tractors in the agriculture of Republic of Macedonia. **Machines, Technologies, Materials**, n. 06, 2013.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. **Sistema Viário Nacional, 2014**. Disponível em: < <https://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/sistema-nacional-de-viacao>> Acesso em: 24 jan. 2017.

FETZER, L. M. et al. Increasing the visibility of agricultural equipment on public roadways. **Farm and Ranch extension in Safety and Health Community of Practice**, 2012. Disponível em: <<http://articles.extension.org/pages/65225/increasing-the-visibility-of-agricultural-equipment-on-public-roadways>> Acesso em: 09 fev. 2017.

FERREIRA FILHO, J. B.; FELIPE, F. I. Crescimento da produção agrícola e o consumo de tratores de rodas no Brasil entre 1996 – 2005. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007. **Anais...** Londrina/PR, 2007. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/88756.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2017.

FRANCETTO, T. R.; DAGIOS, R. F.; FERREIRA, M. F. ALONÇO, A. dos S. Utilização do índice de adequação de semeadoras-adubadoras de precisão como ferramenta de comparação entre modelos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42, 2013. **Anais...** Fortaleza/CE, 2013.

GARCIA, C. H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. IPEF Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Circular técnica 171, 1989.

GIMENEZ, L. M.; MILAN, M. Diagnóstico da mecanização em uma região produtora de grãos. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 01, p. 210–219, 2007.

GKRITZA K. et al. An empirical analysis of farm vehicle crash injury severities on Iowa's public road system. **Accident Analysis and Prevention**, n. 42, p. 1392–1397, 2010.

GREENAN, M. et al. The effects of roadway characteristics on farm equipment crashes: a geographic information systems approach. **Injury Epidemiology**, v. 03, n. 31, p. 2-7, 2016.

HARLAND, K. K.; GREENAN, M.; RAMIREZ, M. Not just a rural occurrence: Differences in agricultural equipment crash characteristics by rural–urban crash site and proximity to town. **Accident Analysis and Prevention**, n. 70, p. 08 – 13, 2014.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 16154**: Tractors and machinery for agriculture and forestry — Installation of lighting, light signaling and marking devices for travel on public roadways. Genève, 2005. 41 p.

LUGINBUHL, R. C., JONES, V. C.; LANGLEY, R. L. Farmers' perceptions and concerns: The risks of driving farm vehicles on rural roadways in North Carolina. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v. 09, n. 04, p. 327-348, 2003.

MACEDO D. X. S. **Caracterização dos acidentes envolvendo tratores agrícolas nas rodovias federais brasileiras**. 2014. 62 p. Dissertação (Mestrado apresentada em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MACEDO D. X. S. et al. Caracterização dos acidentes com máquinas agrícolas em rodovias federais no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, v 45. n. 01, p 43-46, 2015a.

MACEDO D. X. S. et al. Characterization of accidents involving tractors in Brazilian federal highways in the state of Minas Gerais. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n. 31, p. 3049-3055, 2015b.

MACEDO D. X. S. et al. Acidentes com tratores agrícolas nas rodovias federais no estado de Goiás. **Revista Energia na Agricultura**, v. 31, n. 03, p.223-230, 2016.

MACHADO, A. L. T.; FERREIRA, M. F. P.; ALONÇO, A. dos S. **Máquinas auxiliares para silagem e fenação**. Pelotas: Ed, Universitária. UFPel, 2005. 173 p.

MELO, H. M. de; NAGAOKA, A. K.; VIEIRA, F. C. Influência do crédito agrícola e das novas tendências tecnológicas na comercialização de tratores de rodas no Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 11, n. 01, p. 70-76, 2012.

MONTEIRO, L. A. et al. Caracterização dos Acidentes Graves Ocorridos na Zona Rural na Região do Centro Oeste Paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória/ES. **Anais...** Vitória/ES, 2010.

MONTEIRO, L. Acidentes com máquinas agrícolas matam mais que automóveis e motocicletas. **Revista Proteção**, v. 12, 2014 Disponível em: <[http://www.protecao.com.br/noticias/geral/acidentes\\_com\\_maquinas\\_agricolas\\_matam\\_mais\\_que\\_automoveis\\_e\\_motocicletas/AQjyAAjy/7565](http://www.protecao.com.br/noticias/geral/acidentes_com_maquinas_agricolas_matam_mais_que_automoveis_e_motocicletas/AQjyAAjy/7565)> Acesso em: 15 dez. 2016.

MONTEIRO, L.; MOTA, W. A. da. Alerta vermelho no campo. **Revista Agriworld**, ano 06, v. 21, p. 48-50, 2015 Disponível em: <[http://www.lima.ufc.br/arquivos\\_pdf/20131220132231.pdf](http://www.lima.ufc.br/arquivos_pdf/20131220132231.pdf)> Acesso em: 31 jan. 2017.

MONTEMOR, C.; VELOSO, L.; AREOSA, J. Acidentes com tratores agrícolas e florestais: aprender para prevenir. **Sociologia, Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto**, v. 30, p. 119-143, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/soc/v30/v30a07.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

MOTA, W. A. **Caracterização dos acidentes com máquinas agrícolas no Brasil no período de 2011 a 2012**. 2013. 46 p. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2013.

MOTA, W. A., et al. Relação entre o tipo e o local dos acidentes envolvendo tratores agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42, 2013, Fortaleza/CE. **Anais...** Fortaleza/CE, 2013.

MURPHY, D. Rx for SMV Highway Safety: Be Conspicuous. Penn State College of Agricultural Sciences. The Pennsylvania State University 2017.

OLIVEIRA, M. D. M. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota**. 2000. 145 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório global sobre o estado da segurança viária**, 2015. Disponível em: <[http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_traffic/en/](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/en/)>. Acesso em: 31 jan. 2017.

PEEK-ASA, C.; SPRINCE N.L.; WHITTEN P. S. Characteristics of crashes with farm equipment that increase potential for injury. **Rural Health Journal**; v. 23, n. 04, p. 339-347, 2007.

PEREIRA, L. A. G.; LESSA, S. N. O processo de planejamento e desenvolvimento do transporte rodoviário no Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 40, p. 26-46, 2011.

PINZKE, S.; LUNDQVIST, P. Slow-moving vehicles in Swedish traffic. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v. 10, n. 02, p. 121-126, 2004.

PINZKE, S.; NILSSON, K.; LUNDQVIST, P. Tractor accidents in Swedish traffic. **Work Journal**, n. 41, p. 5317-5323, 2012.

QUEIROGA, V. P.; FIRMINO, P. T.; GONDIM, T. M. S.; CARTAXO, W. V.; SILVA, A. C.; ALMEIDA, F. A. C. Equipamentos utilizados no sistema produtivo do gergelim em diferentes níveis tecnológicos. Nota Técnica. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n. 03, p.319-337, 2014.

RAMIREZ, M. et al. Lighting and marking policies are associated with reduced farm equipment-related crash rates: A policy analysis of nine Midwestern US states. **Occupational and Environmental Medicine**, n. 73, v. 09, p. 01-06, 2016.

REIS, A. V. dos; MACHADO, A. L. T. 2009. **Acidentes com máquinas agrícolas: Texto referência para técnicos e extensionistas**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2009. 103 p.

RINALDI, P. C. N. et al. Diagnóstico da potência e torque dos tratores agrícolas fabricados e comercializados no Brasil. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 03, p. 246-256, 2016.

RSTUDIO TEAM. **RStudio: Integrated Development for R**. RStudio, Inc. Boston, 2005. Versão 3.4.4. Disponível em:<<http://www.rstudio.com>> Acesso em: 06 jun. 2018.

SANTOS, V. C. dos; MONTEIRO, L., MACEDO, D. X. S. 2013. Precauções de Segurança durante a condução do trator. Em MONTEIRO, L. & ALBIERO, D. **Segurança na Operação com máquinas agrícolas**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2013. 124 p.

SANTOS, V. et al. Perigo na Pista. **Revista Cultivar**, ano 12, n. 139, p 34-36, 2014.

SILVA JUNIOR, J. J. **Transformações da agricultura e pesquisa agrícola no Brasil**. 2017. 189 f. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas)–Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2017.

SOLOGUREN, L. Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. **Visão agrícola**, ano 09, n. 13, p. 08-11, 2015.

SULLIVAN, J. M.; FLANNAGAN, M. J. Heavy trucks, conspicuity treatment, and the decline of collision risk in darkness. **Journal of Safety Research**, n. 43, p. 157-161, 2012.

TUURE, V.; LÄTTI, M.; KAILA, E. Slow-moving agricultural vehicles in traffic. **Injury Prevention**, n.22, p. 315, 2016.

VIAN, C. E.de F. et al. Origens, Evolução e Tendências da Indústria de Máquinas Agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 04, p. 719-744, 2013.