

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

Juan Paulo Barbieri

**ATENDIMENTO A NORMAS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA NOS
POSTOS DE OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS**

Santa Maria, RS

2017

Juan Paulo Barbieri

**ATENDIMENTO A NORMAS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA NOS POSTOS DE
OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS**

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

Orientador: José Fernando Schlosser

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Barbieri, Juan Paulo
ATENDIMENTO A NORMAS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA NOS
POSTOS DE OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS / Juan Paulo
Barbieri.- 2017.
128 f.; 30 cm

Orientador: José Fernando Schlosser
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2017

1. Conformidade 2. Itens 3. Comandos 4. Acesso 5.
Índice Ergonômico I. Schlosser, José Fernando II. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Juan Paulo Barbieri. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

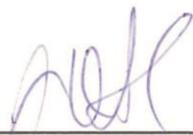
E-mail: barbieri.juan@hotmail.com

Juan Paulo Barbieri

**ATENDIMENTO A NORMAS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA NOS
POSTOS DE OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS**

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

Aprovado em 02 de Março de 2017:



José Fernando Schlosser, Prof. Dr. (UFSM)
(Presidente/ Orientador)



Leonardo Nabaes Romano, Dr. (UFSM)



Mauro Fernando Ferreira, Dr. (UFPEL)

Santa Maria, RS
2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho...

...a meus pais, Reni José Barbieri e Geni Piccinin Barbieri, pelo apoio em todas as decisões importantes de minha vida, e mesmo nas dificuldades sempre colocaram os filhos como prioridade. Também, pela educação, ensinamentos, cobranças, amor e carinho que me dedicaram. A vocês, meu eterno muito obrigado.

...a minhas irmãs Ana Julia Barbieri e Ana Paula Barbieri, pelo apoio, carinho, amor e amizade durante este período. Vocês foram o espelho para a minha formação. A meus cunhados Adriano e Eduardo Savegnago, que mesmo de longe sempre incentivaram e apoiaram.

...a minha vó paterna Adélia Barbieri, pelo amor, convivência, ensinamentos, carinho e dedicação que me proporcionou. A meu vô Euzébio Gentil Barbieri (*In memoriam*), onde sempre busco auxílio nas tomadas de decisões

...a meus avós maternos David Humberto Piccinin e Nilde Piccinin, pelo amor, ensinamentos, carinho e convivência.

...a minha namorada, amiga e companheira de todas as horas Julia Graciela Dala Nora, pelo apoio e incentivo, em todos os momentos, principalmente os de incerteza. Pelo amor, carinho, companheirismo, compreensão e dedicação. A você meu eterno amor.

... a meus tios, tias, primos e primas, amigos de longa data, pela convivência, carinho, paciência e confiança durante este período.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e oportunidades concedidas, me concedendo saúde, paz e tranquilidade.

A meus pais Reni José Barbieri e Geni Piccinin Barbieri e toda minha família, pelo carinho, incentivo, ensinamentos e confiança que sempre depositaram em mim.

A universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em engenharia Agrícola, pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional.

Ao amigo e orientador Professor Dr. José Fernando Schlosser, pela amizade, ensinamentos, confiança, convívio conselhos e incentivo durante todos esses anos que estive presente no Laboratório de Agrotecnologia.

Aos ex colegas de laboratório Ulisses Giacomini Frantz, Fabrício Azevedo Rodrigues, Javier Solis Estrada, Daniel Uhry, Vinicius Paim Alende, Leticia Frizzo Ferigolo, pelo convívio e ensinamentos.

Aos colegas e amigos do Núcleo de Ensaio de Máquinas Agrícolas, Marcelo Silveira de Farias, Alfran Tellechea Martini, Gustavo Oliveira dos Santos, Gilvan Bertollo, Iury Yago Port Rüdell, Luis Fernando Vargas de Oliveira, Giacomo Müller Negri, Juliane Damasceno, Eduardo Londero Druzian, Daniela Herzog pelo companheirismo, convívio e amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa e auxílio financeiro concedido para o desenvolvimento deste trabalho.

As concessionárias de máquinas agrícolas Itaimbé Máquinas, Super Tratores, RGS Agrícola, Verdes Vales, Agrotec, Tritec, Dosul Máquinas, que disponibilizaram suas máquinas e sua estrutura para a realização deste trabalho.

A todos meus amigos, que de uma forma ou outra sempre me apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

Meu sincero, muito obrigado!

“Eu nunca colocaria o meu nome em um produto que não tivesse em si o melhor que há em mim”

John Deere.

RESUMO

ATENDIMENTO A NORMAS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA NOS POSTOS DE OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS

AUTOR: Juan Paulo Barbieri
ORIENTADOR: José Fernando Schlosser

Na agricultura moderna, o trator agrícola é equipamento fundamental para a realização das inúmeras tarefas de uma propriedade. Desde os primeiros tratores com motor de combustão interna, ocorreram grandes transformações em seus projetos, sendo que o posto de operação foram as de mudanças mais notórias, pois os sistemas estão constantemente passando por atualizações, e os fabricantes pensando no conforto do operador e no atendimento a normativas nacionais e internacionais. Este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar a conformidade dos postos de operação de tratores agrícolas novos comercializados no mercado brasileiro, com as especificações padronizadas por normas nacionais e internacionais de segurança e ergonomia, qualificando os postos de operação com a criação de um índice ergonômico. Os tratores agrícolas foram divididos em classes de acordo com a potência bruta no motor. Nos tratores agrícolas, foram medidos os comandos de operação em relação ao Ponto de Indexação do Assento, as medidas de acesso e saídas do posto de operação, além de observar a presença de itens obrigatórios em tratores agrícolas. Os principais resultados revelam que tratores agrícolas da Classe VI (acima de 200 cv) apresentaram a maior conformidade com a norma ISO 15077, no que se refere à disposição interna dos comandos no posto de operação. Dentre os comandos, a alavanca de marchas foi a que melhor atendeu à norma ISO 15077. Quanto à conformidade com a norma ABNT NBR ISO 4254-1, os tratores sem cabine apresentaram menos conformidades em relação aos com cabine. Todos os postos de operação apresentaram no mínimo duas saídas de emergência, conforme exige a norma 4252. I. A maioria dos itens obrigatórios previstos pela NR 12, estão presentes ou de acordo nos postos de operação dos tratores agrícolas avaliados. O posto de operação 4CC apresentou o melhor Índice Ergonômico dentre os postos de operação amostrados, e o posto de operação 2NA apresentou o menor Índice Ergonômico e este mostrou-se eficiente quanto a exequibilidade e pode ser aplicado em outros modelos de tratores e máquinas agrícolas.

Palavras-chave: Conformidade. Itens. Comandos. Acesso. Índice Ergonômico.

ABSTRACT

ATTENDANCE OF SAFETY AND ERGONOMIC STANDARDS AT THE AGRICULTURAL TRACTORS OPERATION POSTS

AUTHOR: JUAN PAULO BARBIERI
ADVISER: JOSÉ FERNANDO SCHLOSSER

In modern agriculture, the agricultural tractor is an essential equipment for the accomplishment of the numerous agricultural operations of a property. Since the first tractors with internal combustion engine, big transformations have occurred in their projects, and the operating station where the most notable changes, as systems are constantly undergoing updates, and the manufacturers thinking about the comfort of the operator and the compliance with national and international regulations. The objective of this work was to evaluate and compare the conformity of the new agricultural tractors commercialized in the Brazilian market, with the specifications standardized by national and international standards of safety and ergonomics, qualifying the operating stations with the created of an ergonomic index. The agricultural tractors were divided into classes according to the gross power in the engine. In the agricultural tractors, the operating controls were measured in relation to the Seat Index Point, the measures of access and exits of the operation station, besides observing the presence of obligatory items in agricultural tractors. The main results show that Class VI agricultural tractors (above 200 CV) showed the highest compliance with ISO 15077, with regard to the internal position of the controls in the operating station. Between the controls, the gear lever was the one that best complied with the ISO 15077. As for the compliance with the ABNT NBR ISO 4254-1, the tractors without cabin had less conformity than the cabin. All the operating stations had at least two emergency exits, as required by ABNT NBR 4252. Most of the mandatory items provided for in NR 12 are present or agreed at the farm tractor stations evaluated. The 4CC operating station presented the best Ergonomic Index among the sampled operating stations and the 2NA Operational Station presented the lowest Ergonomic Index and it was efficient in terms of feasibility and can be applied to other models of agricultural tractors and machines.

Keywords: Conformity. Items. Commands. Access. Ergonomic Index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Placa de identificação de uma estrutura de proteção do posto de operação de um trator agrícola.	32
Figura 2 - Diferentes postos de operação: Acavalado (A), Plataformado (B).	33
Figura 3 - Aquisição das medidas ergonômicas dos postos de operação.	36
Figura 4 - Avaliações dos postos de operação.	37
Figura 5 - Dispositivo para a determinação do SIP posicionado sobre o assento de um posto de operação amostrado.	38
Figura 6 - Planos de referência.	39
Figura 7 - Regiões de alcance do operador no PVL.	42
Figura 8 - Regiões de alcance do operador no PHS.	43
Figura 9 - Dimensões do acesso ao posto de operação, conforme a norma ABNT NBR ISO 4252.	44
Figura 10 - Dimensões mínimas de espaço livre interno de um posto de operação.	45
Figura 11 - Medidas dos degraus de acesso ao posto de operação.	46
Figura 12 - Superfície dos degraus: deslizante (A) e não deslizante (B).	47
Figura 13 - Operador acessando o posto de operação de um trator agrícola.	48
Figura 14 - Distribuição dos postos de operação avaliados nas Classes de potência.	53
Figura 15 - Posições do comando acelerador manual nos postos de operação: Junto ao painel de instrumentos (A), console lateral (B).	54
Figura 16 - Ocorrência do comando acelerador manual nas zonas, conforme a norma ISO 15077.	55
Figura 17 - Ocorrência do comando TDP nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077.	57
Figura 18 - Diferentes acionamentos do comando tração dianteira auxiliar: Mecânico (A), Eletro-hidráulico (B).	59
Figura 19 - Ocorrência do comando de acionamento da TDA nas zonas de alcance.	59
Figura 20 - Ocorrência do comando alavanca de marchas nas zonas de alcance, segundo a norma ISO 15077.	61
Figura 21 - Ocorrência do comando seletor de grupo nas zonas de alcance segundo a norma ISO 15077.	63
Figura 22 - Posto de operação de tratores agrícolas equipados com comando multifunção (A) e Alavanca de grupo e marcha (B).	64
Figura 23 - Localização do centro do volante nas zonas de alcance dos postos de operação amostrados.	65
Figura 24 - Ocorrência dos comandos chave de partida nas zonas de alcance do operador, conforme a norma ISO 15077.	67
Figura 25 - Ocorrência do comando de controle remoto do sistema hidráulico nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077.	69
Figura 26 - Diferentes acionamentos do comando do sistema hidráulico: Alavancas (A), dispositivo eletro-hidráulico (B).	70
Figura 27 - Ocorrência do comando de posição do sistema hidráulico nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077.	72

Figura 28 - Ocorrência do comando freio de estacionamento nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077	73
Figura 29 - Ocorrência do pedal de freio esquerdo nas zonas de alcance, segundo a norma ISO 15077.	75
Figura 30 - Ocorrência do pedal de freio direito nas zonas de alcance, segundo a norma ISO 15077.	76
Figura 31 - Ocorrência do pedal do acelerador nas zonas de alcance, segundo a norma ISO 15077.	78
Figura 32 - Ocorrência do comando pedal de embreagem nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077.	80
Figura 33 - Trator agrícola que apresentou a menor conformidade com a norma ISO 15077.	83
Figura 34 - Trator agrícola que melhor atendeu a norma ISO 15077.	84
Figura 35 - Configuração dos degraus de acesso ao posto de operação: Monodegrau (A), Multidegraus (B).	85
Figura 36 - Porta de acesso ao posto de operação cabinado.	89
Figura 37 - Escada de acesso ao posto de operação da marca Agrale.	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localização do comando acelerador manual nos postos de operação amostrados.....	56
Tabela 2 - Localização do comando tomada de potência nos postos de operação amostrados.....	58
Tabela 3 - Localização do comando de acionamento da tração dianteira auxiliar nos postos de operação amostrados.	60
Tabela 4 - Localização do comando de marchas nos postos de operação amostrados.....	62
Tabela 5 - Localização do comando seletor de grupo nos postos de operação amostrados.....	64
Tabela 6 - Localização do centro do volante nos postos de operação amostrados.	66
Tabela 7 - Localização do comando chave de partida nos postos de operação amostrados.....	68
Tabela 8 - Localização do comando de controle remoto do sistema hidráulico nos postos de operação amostrados.	70
Tabela 9 - Localização do comando de posição do sistema hidráulico nos postos de operação amostrados.....	72
Tabela 10 - Localização do comando freio de estacionamento nos postos de operação amostrados.....	74
Tabela 11 - Localização do comando do pedal de freio direito nos postos de operação amostrados.....	77
Tabela 12 - Localização do comando pedal do acelerador nos postos de operação amostrados.....	79
Tabela 13 - Localização do comando pedal da embreagem nos postos de operação amostrados.....	81
Tabela 14 - Postos de operação em conformidade com a norma ISO 15077.	81
Tabela 15 - Medidas dos degraus de acesso ao posto de operação na configuração de monodegrau.	86
Tabela 16 - Presença de manípulos no acesso ao posto de operação.	87
Tabela 17 - Atendimento do acesso e saídas do posto de operação de tratores agrícolas.....	88
Tabela 18 - Conformidade dos postos de operação amostrados com a NR 12.	90
Tabela 19 - Principais itens em desconformidade com a NR 12.	92
Tabela 20 - Índice ergonômico dos postos de operação de tratores agrícolas.	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos tratores agrícolas de acordo com a potência do motor.	31
Quadro 2 - Descrição dos postos de operação dos tratores agrícolas amostrados.	34
Quadro 3 - Condições de medições dos comandos de operação.	40
Quadro 4 - Pesos para atendimento a norma ABNT NBR ISO 4252.	49
Quadro 5 - Pesos para atendimento a norma ABNT NBR ISO 4254-1.	50
Quadro 6 - Pesos para atendimento a norma ISO 15077.	50
Quadro 7 - Participação de cada norma na formação do Índice Ergonômico.	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFAVEA	Associação dos Fabricantes de Veículos Automotores
ASABE	<i>American Society of Agricultural and Biological Engineers</i>
cv	Cavalo-Vapor
EPCC	Estrutura de Proteção Contra Capotamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
kg	Quilograma
kW	Quilowatts
mm	Milímetro
NR	Norma Regulamentadora
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
PO	Posto de Operação
PHS	Plano Horizontal Longitudinal
PVL	Vertical Longitudinal Vertical
PVT	Plano Vertical Transversal
SIP	<i>Seat Index Point</i>
TDA	Tração Dianteira Auxiliar
TDP	Tomada de Potência
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	HIPÓTESES	17
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo geral	18
1.2.2	Objetivos específicos	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	TRATORES AGRÍCOLAS	19
2.2	ERGONOMIA COMO CIÊNCIA	19
2.3	ANTROPOMETRIA	21
2.4	ASPECTOS ERGONÔMICOS	23
2.5	POSTO DE OPERAÇÃO	23
2.6	ACESSO AO POSTO DE OPERAÇÃO	25
2.7	ÓRGÃOS E COMANDOS DE OPERAÇÃO	25
2.8	NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA	26
2.9	AVALIAÇÃO ERGONÔMICA	28
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1	CLASSIFICAÇÃO DOS TRATORES AGRÍCOLAS	31
3.2	AMOSTRAGEM	32
3.3	COLETA DE DADOS	36
3.4	MATERIAL UTILIZADO	37
3.4.1	Equipamentos utilizados nas avaliações	37
3.4.2	Ponto de Indexação do Assento	38
3.5	METODOLOGIA DE MEDIÇÃO	40
3.5.1	Comandos de operação	40
3.6	CARACTERÍSTICAS DE ACESSO	43
3.7	AVALIAÇÃO QUALITATIVA DOS ITENS DE ERGONOMIA E SEGURANÇA	47
3.8	ÍNDICE ERGONÔMICO	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1	ESTUDO ERGONÔMICO DE COMANDOS DE TRATORES AGRÍCOLAS	54
4.1.1	Comandos de acionamento	54
4.1.1.1	<i>Acelerador manual</i>	54
4.1.1.2	<i>Acionamento da tomada de potência</i>	56
4.1.1.3	<i>Acionamento da tração dianteira auxiliar</i>	58
4.1.1.4	<i>Alavanca de marchas</i>	60
4.1.1.5	<i>Alavanca de grupo</i>	62
4.1.1.6	<i>Centro do volante</i>	65
4.1.1.7	<i>Chave de partida</i>	66
4.1.1.8	<i>Comando de controle remoto do sistema hidráulico</i>	68
4.1.1.9	<i>Comando do sistema hidráulico</i>	70
4.1.1.10	<i>Freio de estacionamento</i>	73
4.1.1.11	<i>Freios de serviço</i>	75
4.1.1.12	<i>Pedal do acelerador</i>	77

4.1.1.13	<i>Pedal de embreagem</i>	79
4.1.2	Comparação ergonômica dos postos de operação	81
4.2	CONFORMIDADE DE ACESSOS E DE SAÍDAS DE POSTOS DE OPERAÇÃO EM TRATORES AGRÍCOLAS, SEGUNDO AS NORMAS NBR/ISO 4254-1 E NBR/ISO 4252.....	84
4.3	AVALIAÇÃO DE ITENS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA EM TRATORES AGRÍCOLAS	89
4.4	ÍNDICE ERGONÔMICO	93
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
	REFERÊNCIAS	96
	APÊNDICES	101
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE TRATORES AGRÍCOLAS	101
	APÊNDICE B – ITENS RELACIONADOS À SEGURANÇA E ERGONOMIA	106
	APÊNDICE C – PLANILHA UTILIZADA PARA A AVALIAÇÃO DOS POSTOS DE OPERAÇÃO	107
	APÊNDICE D – ZONAS DE ALCANCE PARA O OPERADOR SENTADO	111

1 INTRODUÇÃO

O conforto na operação de máquinas agrícolas é importante, principalmente, pelas longas jornadas de trabalho a que os operadores estão sujeitos. Quanto mais confortável ergonomicamente for o posto de operação, mais fácil será a operação, pois diminuirá a fadiga do operador, bem como demandará menor número de movimentos dentro do posto de operação, podendo reduzir significativamente as chances de acidentes de trabalho, doenças ocupacionais e aumentar o rendimento operacional da máquina.

Na agricultura moderna, o trator é peça fundamental para a realização das inúmeras tarefas de uma propriedade rural. No entanto, esse deve adaptar-se as condições do meio em que vai operar e as funções que serão executadas, sendo fonte de potência destinada a acionar ou tracionar implementos ou outras máquinas.

Desde os primeiros tratores de combustão interna, grandes transformações ocorreram em seus projetos, como motores a Diesel mais eficientes termicamente, como também transmissões com melhor escalonamento e engate de marchas, rodas e pneus que fornecem boa eficiência em tração, ainda, conforto térmico e acústico ao operador e eletrônica embarcada com sistemas de direção e localização acurados.

Esses progressos nos diversos sistemas do trator agrícola contribuíram para que ocorressem melhorias nas condições de trabalho do operador, pois muitas tarefas com máquinas agrícolas demandam um grande esforço físico e mental. Com o advento da mecanização agrícola, atualmente, em tratores modernos, pode-se notar que é exigido do operador um esforço mínimo para a realização do trabalho.

Em um trator agrícola, no posto de operação são notórias as mudanças, visto que os sistemas estão constantemente passando por atualizações, e os fabricantes pensando no conforto do operador e ao atendimento a normativas nacionais e internacionais, buscam uma otimização das condições de trabalho, dando maior importância a segurança e a ergonomia de suas máquinas.

A indústria de máquinas agrícolas brasileira, surgiu em meados de 1960, fabricando modelos onde o posto de operação era a parte mais simplória do trator agrícola. Os postos de operação eram geralmente do tipo acavalado, de difícil acesso, e pouco confortáveis, proporcionando um alto risco de segurança para os operadores, foram substituídos por postos semi plataformados e totalmente plataformados.

Surgiram também postos de operação cabinados, para que o operador possa enfrentar longas jornadas de trabalho, sem que isto afete seu bem-estar.

O advento da tecnologia, onde alavancas foram substituídas por botões de acionamento eletro-hidráulico, possibilitando diminuir os esforços para operar estes mecanismos, reduziram a fadiga, e conseqüentemente o número de acidentes com essas máquinas. Podemos citar ainda o uso de sistema de direção e localização em tratores, onde o operador somente programa a atividade e acompanha o conjunto trator implemento na realização das tarefas.

No contexto da agricultura brasileira, o posto de operação é parte fundamental, na hora de se desenvolver um novo projeto de máquina agrícola, pois é onde se passa a maior parte do tempo, durante a realização das tarefas agrícolas.

Por isso, se faz necessário um estudo aprofundado do atual estágio de conformidade do posto de operação para que operadores, consigam desenvolver seu trabalho sem que ocorram acidentes laborais. O desenvolvimento de um índice para quantificar o posto de operação, tendo como objetivo ser mais um fator de decisão na hora de se adquirir uma máquina agrícola, se torna importante e impactante no projeto de desenvolvimento de um trator, pois fabricantes se atentarão a itens que são obrigatórios e devem estar presente em suas máquinas, e os produtores irão cobrar por isso, servindo como critério de seleção na hora de adquirir uma máquina nova.

1.1 HIPÓTESES

De acordo com a faixa de potência do motor do trator, há variações quanto ao atendimento às normas de segurança e ergonomia, tendo em vista que quanto maior a potência do motor, mais seguro e ergonômico é o posto de operação;

Os parâmetros relacionados à segurança e à ergonomia dos tratores agrícolas apresentam diferenças, resultante de padrões de projeto e fabricação, assim pode ser criado um índice que permita comparação entre marcas e modelos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar e comparar a conformidade dos postos de operação de tratores agrícolas novos, comercializados no mercado brasileiro, com as especificações padronizadas por normas nacionais e internacionais de segurança e ergonomia, qualificando os postos de operação com a criação de um índice ergonômico.

1.2.2 Objetivos específicos

- I. Avaliar a conformidade ergonômica dos comandos de operação com relação à Norma ISO 15077 (1996), para cada faixa de potência e marca comercial dos tratores agrícolas;
- II. Analisar a acessibilidade aos postos de operação com relação ao que exige a norma ABNT NBR ISO 4254-1(2015) e ABNT NBR ISO 4252 (2011);
- III. Conferir o atendimento as normas regulamentadoras (NR) 12 (2012), quanto à presença de itens obrigatórios nos tratores agrícolas;
- IV. Qualificar os postos de operação por meio da criação de um índice ergonômico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TRATORES AGRÍCOLAS

Conforme dados do Censo Agropecuário Brasileiro 2006, existiam 788.503 tratores agrícolas em uso no Brasil (IBGE, 2006), mostrando que o trator agrícola é uma das bases da agricultura moderna (MÁRQUEZ, 1990). Esse é utilizado para executar atividades que vão desde o preparo do solo, implantação de culturas e, em alguns casos, para o acionamento de máquinas especiais de colheita. Schlosser (2001) define um trator agrícola como uma unidade móvel de potência, em que são acoplados implementos ou máquinas com diversas funções.

A *American Society of Agricultural Engineers* (ASAE, 1995) define um trator agrícola como uma máquina de tração, que é projetada e recomendada para proporcionar potência a implementos agrícolas. Ainda segundo a *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD, 2014), os tratores agrícolas são veículos autopropelidos de rodas, com pelo menos dois eixos ou com esteiras, projetados para cumprir o propósito de tracionar implementos, ferramentas e máquinas agrícolas e, ainda, proporcionar a potência necessária, quando requerido, para que estes trabalhem parados ou em movimento.

Segundo Rozin (2004), o trator agrícola foi a máquina que alavancou o processo de desenvolvimento da agricultura brasileira devido a sua versatilidade na execução de inúmeras tarefas no meio rural, sendo a fonte de potência e tração para diversos equipamentos e implementos agrícolas.

Utilizando os mais diversos critérios, os tratores agrícolas podem ser classificados quanto ao número de eixos (SCHLOSSER, 2001), quanto ao sistema de locomoção (SILVEIRA, 2001) e, ainda, segundo o mesmo autor podem ser classificados quanto ao modo de tração. Também são classificados quanto à faixa de potência bruta do motor (ANFAVEA, 2016; MÁRQUEZ, 2012), ao número de cilindros, o volume interno e a massa do trator (FARIAS, 2014).

2.2 ERGONOMIA COMO CIÊNCIA

O termo Ergonomia é derivado das palavras gregas *Ergon* (trabalho) e *nomos* (regras), e podemos dizer que se estuda o assunto desde que o homem começou a

utilizar objetos para realizar trabalhos. A ergonomia objetiva modificar os sistemas de trabalho para adequar a atividade nele existentes às características, habilidades e limitações das pessoas com vistas ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro (ABERGO, 2000).

A ergonomia é um conjunto de estudos das relações entre o homem e a máquina (OLIVEIRA NETTO; TAVARES, 2006). Já Silva et al. (2011), consideram ergonomia como uma ciência que estuda o melhor meio de adaptar o trabalho, seus instrumentos, equipamentos, máquinas e dispositivos para o trabalhador, visando melhorar o ambiente para que seja mais seguro e confortável.

lida (2005) define a ergonomia como o estudo da adaptação do trabalho ao homem. Segundo o mesmo autor, a ergonomia engloba equipamentos, ambientes e a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento. Segundo Moraes e Mont'Alvão (2010), a ergonomia trabalha com a interação homem-máquina.

Tendo como objetivo melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema, a ergonomia é definida como uma disciplina científica que estuda interações dos homens com outros elementos do sistema (IEA, 1961). Segundo Grandjean (1982), a ergonomia tem como objetivo prático a adaptação do posto de trabalho, instrumentos, máquinas, horários e ambiente às exigências do homem. Segundo Vidal (2004), a prática da ergonomia visa alterar o sistema de trabalho ajustando a atividade existente às características, habilidades e restrições do homem em relação à execução, desempenho eficaz, cômodo e livre de perigo.

Para a realização dos seus objetivos, a ergonomia estuda uma diversidade de fatores que são: o homem e suas características físicas, fisiológicas e psicológicas; as máquinas, mobiliário, equipamentos e instalações; o ambiente, que contempla a temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, etc.; a organização, que constitui todos os elementos citados no sistema produtivo, considerando horários, turnos e equipes, e as consequências do trabalho nos quais entram as questões relacionadas com os erros e acidentes, além da fadiga e do estresse (IIDA, 2005).

Sob essa análise, Rozin et al. (2010) reconhecem que os avanços do conhecimento em ergonomia colaboraram com o surgimento de novos conceitos, fazendo com que os fabricantes passassem a oferecer modelos de tratores agrícolas com melhor localização de comandos de operação e instrumentos de controle. A aplicação da ergonomia para o trabalho do homem é primordial para estabelecer o

conforto e a segurança do operador. Portanto, o uso e o dimensionamento errado dos controles, comandos e manejos, num longo espaço de tempo, pode provocar lesões, diminuição da produtividade e irritabilidade do operador (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

2.3 ANTROPOMETRIA

Antropometria é a parte da antropologia física que estuda as dimensões do corpo humano (MINETTE, 1996). Para Santos et al. (1997), o objetivo da antropometria é levantar dados dimensionais de diferentes partes do corpo. Em projetos de máquinas agrícolas, as medidas antropométricas são dados de bases essenciais para a concepção de um posto que satisfaça ergonomicamente a trabalhadores, pois, só a partir das dimensões dos indivíduos é que se pode definir o dimensionamento adequado do mesmo (MINETTI, 2002).

Segundo Iida (2005), a antropometria divide-se em estática, dinâmica e funcional. A antropometria estática é aquela em que as medidas referem-se ao corpo parado ou com poucos movimentos e as medições realizam-se entre pontos anatômicos claramente identificados. Já a antropometria dinâmica mede os alcances dos movimentos. Os movimentos de cada parte do corpo são medidos mantendo-se o resto do corpo estático. As medidas antropométricas relacionadas com a execução de tarefas específicas são chamadas de antropometria funcional.

As medidas antropométricas de um operador servem para adequar os meios de produção, quando se utiliza o trator ou qualquer outra ferramenta ou instrumento. Os dados antropométricos podem variar de acordo com os aspectos físicos individuais - biótipos, gênero, idade - e populacionais - origem, etnia, época-, além de outras variáveis como posições de trabalho, limites de alcance, dispositivos de interface tecnológica, entre outras (IIDA, 2005). Segundo Grandjean (1998), devemos tomar como base as medidas que são representativas da grande maioria da população.

Sempre que possível e justificável, deve-se realizar as medidas antropométricas da população para a qual está sendo projetado um produto ou equipamento, pois equipamentos fora das características dos usuários podem levar a estresse desnecessário e até provocar acidentes graves. Normalmente as medidas antropométricas são representadas pela média e o desvio padrão, porém a utilidade dessas medidas depende do tipo de projeto em que vão ser aplicadas (IIDA, 2005).

Panero e Zelnik (2010) salientam a importância da antropometria em estabelecer diferenças individuais de cada indivíduo e não consideram a antropometria como um simples ato de medições do corpo humano, e sim, como uma análise mais detalhada de dados utilizados pela ergonomia ou outras zonas. Para Lida (2005), medir as pessoas seria uma tarefa fácil, bastando, para isso, ter uma régua, trena e balança, porém não é assim tão simples quando se deseja obter medidas confiáveis de uma população que contém indivíduos dos mais variados tipos. É importante definir quem usa e quem usará realmente o produto para a escolha do melhor levantamento antropométrico a ser adotado no projeto (QUARESMA; MORAES, 2000).

Do ponto de vista antropométrico, o projeto incorreto dos postos de trabalho, bem como dos equipamentos e das ferramentas neles existentes, impõe ao trabalhador de colheita florestal solicitações excessivas e desnecessárias, que podem resultar em lombalgia, desconforto, fadiga, redução na produtividade, erros e acidentes. Em virtude disso, a ergonomia utiliza dados da antropometria para adaptar as medidas de espaços de trabalho, às medidas físicas do corpo humano (FONTANA, 2005).

Conforme Russo, Ilgner e Buzatto (1998), os equipamentos e implementos agrícolas não são projetados com dados antropométricos do agricultor brasileiro e não têm o seu dimensionamento correto para determinados acionamentos. Sendo projetadas em outros países, essas máquinas possuem dados de regiões com perfil alterado, até mesmo dentro do território brasileiro. Por serem diferentes as colonizações étnicas podem-se alterar essas dimensões.

Os padrões definidos por normas estão de acordo com as medidas antropométricas dos operadores europeus e norte-americanos que, a princípio, podem diferir das medidas dos operadores brasileiros (SIQUEIRA, 1976). As variações no padrão antropométrico podem ocorrer inclusive dentro de um mesmo país, conforme a região considerada. Mello Filho (1998) aponta a ergonomia, no que se refere à antropometria e avaliação ergonômica, como um dos temas mais carentes de atenção para pesquisas e para criação de critérios.

Poucos são os estudos antropométricos de operadores de tratores agrícolas, mas pode-se destacar um levantamento feito na Índia por Yadav et al. (1999), onde se observou que os operadores analisados foram menores que os norte-americanos e europeus em quase todas as dimensões avaliadas. No Brasil, alguns estudos

antropométricos foram efetuados, mas que representam um padrão regional específico.

Schlosser et al. (2002b), avaliaram o padrão antropométrico dos operadores de tratores agrícolas da Depressão Central do Rio Grande do Sul e concluíram que existem diferenças entre o biótipo do operador utilizado pela indústria de tratores agrícolas e o do operador da região, confirmando a hipótese de que os tratores agrícolas comercializados no Brasil podem não oferecer o conforto necessário aos operadores.

2.4 ASPECTOS ERGONÔMICOS

Atualmente, sabe-se que grande parte dos acidentes ocorridos com máquinas agrícolas no meio rural está relacionado a fatores ergonômicos. Vilagra (2009) comenta que a operação de um trator agrícola consiste numa atividade extenuante, com sobrecarga física não destituída de sobrecarga mental, o que eleva esta atividade a uma grande preocupação da ergonomia. Segundo Lima et al. (2005), muitas máquinas são colocadas no mercado sem qualquer preocupação aparente por parte de seus fabricantes com relação a determinados parâmetros indispensáveis para a realização de determinado trabalho com o conforto e segurança.

Logo, a otimização dos fatores ergonômicos é capaz de aumentar a eficiência com que o sistema homem-máquina executa suas funções (DEBIASI, SCHLOSSER e PINHEIRO, 2004). Para Lida (2005), a qualidade ergonômica de um produto depende da facilidade do manuseio, da adaptação antropométrica, do fornecimento claro de informações e das compatibilidades de movimentos.

Schlosser et al. (2002a) destacam a importância da possibilidade de o operador alcançar e acionar, com o mínimo esforço e de forma a manter postura corporal correta, comandos como volante de direção, pedais dos freios e da embreagem, acelerador, chaves de comandos, entre outros, que devem estar dispostos e montados sobre o posto de operação do trator agrícola, de maneira a permitir o controle, com manuseio fácil e seguro pelo seu operador, na sua posição normal de trabalho.

2.5 POSTO DE OPERAÇÃO

Em tratores agrícolas, o posto de operação é onde ocorrem as principais interações homem-máquina e, por isso, torna-se objeto principal de estudo e regulamentação. Um posto de operação de um trator agrícola deve ser projetado para que o trabalhador opere a máquina em sua posição sentada, e que os comandos estejam ergonomicamente bem alocados (ROZIN, 2004). Ainda deve apresentar escadas ou degraus bem projetados para que ocorra o acesso e saída de forma segura. Itens de segurança, como avisos sonoros, dispositivos de segurança, como cinto de segurança, são obrigatórios e devem ser pensados pelos projetistas de máquinas agrícolas.

Segundo Gellerstedt (1990), o dimensionamento correto de um posto de operação deve permitir que haja espaço suficiente, de modo que qualquer operador, independentemente de suas características físicas e sua massa, possa adotar posições de trabalho confortáveis. Para Laville (1977), o posto de trabalho faz parte da composição do sistema.

Berasategui (1997) afirma que um posto de operação bem projetado deve ser composto por um local de trabalho organizado de acordo com a segurança e a natureza do operador. Segundo Lida (2005), o enfoque ergonômico tende a desenvolver postos de trabalhos que reduzem as existências biomecânicas e cognitivas, procurando colocar o operador em uma boa postura de trabalho. Os comandos a serem manipulados ficam dentro da zona de alcance dos movimentos corporais.

Segundo Fernandes et al. (2010), o correto dimensionamento do posto de trabalho deve permitir que dentro da cabine haja espaço suficiente, de modo que qualquer operador, independentemente de sua compleição física e seu peso, possa adotar posições de trabalho confortáveis e dispor de lugar para pertences pessoais. A ergonomia de concepção do posto de operação deve fazer parte do projeto das máquinas agrícolas (SANTOS, 1999). Com a modernização da agricultura e a aplicação de técnicas ergonômicas, à época, pode-se notar a melhoria dos postos de operação dos tratores agrícolas nacionais (FRANCHINI, 2007).

2.6 ACESSO AO POSTO DE OPERAÇÃO

O acesso a determinada máquina é um aspecto importante a ser observado em avaliação ergonômica de máquina, visando a um maior conforto, segurança e maior produtividade durante a realização da jornada de trabalho ao longo do tempo (LIMA et al., 2005). O posicionamento e as características das vias de acesso ao posto de operação, quando não projetados corretamente podem ser causa de inúmeros acidentes (MÁRQUEZ, 1990).

Segundo Fiedler (1995), os degraus devem ser desenhados e posicionados de forma a não serem atingidos e danificados durante a operação da máquina e além disto a posição dos comandos é muito importante. Segundo Márquez (1991), os pedais não devem obstruir a entrada e saída do equipamento.

Segundo Mattar et al. (2010), o correto dimensionamento e a adequação de acessos e saídas dos postos de operação dos tratores, contribuem para que se tenha menor exposição a riscos e, com isso, menor número de acidentes de trabalho. Devido ao esforço necessário da estrutura corporal para ter acesso ou deixar a plataforma de operação de tratores, fazem-se necessários constantes estudos e aperfeiçoamentos.

O posicionamento e as características das vias de acesso ao posto de operação do trator agrícola podem ser causa de inúmeros acidentes (Schlosser et al., 2002a), principalmente, quando não se dispõe de estribos e corrimão projetados corretamente para o uso do tratorista.

2.7 ÓRGÃOS E COMANDOS DE OPERAÇÃO

A disposição correta e o dimensionamento dos componentes do posto de operação, embora não resolvam todos os problemas relacionados à qualidade ergonômica dos tratores, colaboram para uma melhoria significativa nas condições de conforto oferecidas ao operador e, em consequência, para uma diminuição na ocorrência de acidentes e de doenças ocupacionais visando ao aumento na produtividade do trabalho (SCHLOSSER et al., 2002b).

A manipulação da máquina dá-se pelo princípio do movimento do controle, que é a transferência de uma força humana, para que a máquina possa executar alguma operação. (IIDA, 2005). Para Márquez (1991), a posição dos comandos manuais deve

permitir um controle e um manejo fácil sem que seja necessário que o operador se desloque da sua posição normal de trabalho para acioná-los.

Segundo Grandjean (1998), cada controle tem suas características para uma determinada utilidade. Para o uso correto dos comandos, objetivando-se evitar acidentes, devem-se levar em consideração aspectos, como a codificação, distância, resistência e cor, sua localização para os controles manuais, na qual devem ser facilmente alcançados em uma altura entre o cotovelo e os ombros. Robin (1987) comenta que os órgãos de comando de um trator agrícola devem estar posicionados de maneira que o seu operador possa os acionar sem se deslocar de sua posição normal de trabalho.

O esforço para acionamento dos comandos é um aspecto imprescindível para avaliação ergonômica de máquinas, visando a um conforto maior, segurança e maior produtividade, durante a realização da jornada de trabalho (LIMA et al., 2005). Em tratores avaliados por Rozin (2004), pode-se destacar o agrupamento de vários comandos de operação num único instrumento de controle (*joystick* ou alavanca multifunções) e o agrupamento dos principais comandos de operação acionados pelas mãos num console de comandos interligados ao assento do operador.

2.8 NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA

Atualmente existe uma grande preocupação com a segurança e o conforto do operador na concepção projetual das máquinas agrícolas, para tanto, existe uma série de normativas técnicas nacionais e internacionais que abordam os temas, os quais os fabricantes devem observar na hora do projeto.

Segundo Mialhe (1996), a normalização técnica é uma das mais importantes bases de apoio do universo tecnológico. O autor ainda afirma que a norma técnica resulta de uma ação comunitária em benefício da própria comunidade, seja essa constituída no âmbito de uma empresa, estado ou um conjunto de países. Assim, a normalização, ou seja, a elaboração e aplicação de normas podem ocorrer em diversos níveis: empresarial, nacional e internacional.

Em esfera internacional, existem as normas ISO (*International Organization for Standardization*), ASABE (*American Society of Agricultural and Biological Engineers*), entre outras e no Brasil a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Existe ainda legislação específica que preconiza a segurança dos operadores agrícolas, as

normas regulamentadoras (NR's) criadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego e que entraram em vigor recentemente.

Para referenciar um operador sentado, aloca-se sobre o assento do posto de operação um dispositivo com o objetivo de determinar um ponto médio longitudinal central do assento - o Ponto de Indexação do Assento (SIP) - determinado pela norma ABNT NBR ISO 5353 (1999). Essa norma define como um ponto situado no plano médio longitudinal central do assento, em que o plano tangencial do encosto intersecciona um plano horizontal. Equivale à intersecção do plano vertical que contém a linha central do assento no eixo teórico entre o tronco humano e as coxas.

A norma ABNT NBR ISO 5353 também estabelece parâmetros construtivos de um dispositivo utilizado para determinar o ponto de indexação do assento (SIP). Esse dispositivo deve ser alocado sobre o assento do operador e esse deve ser regulado para que esteja em sua posição mediana, considerando as regulagens de altura (pressão) e posição (longitudinal e horizontal), quando presentes no assento do operador. Ainda, estabelece que sobre este dispositivo deve ser aplicada uma carga horizontal, na magnitude de 100 N, para se simular uma carga de um homem sobre o assento do operador.

Em relação ao SIP, a norma ISO 15077 (1996) delimita zonas de alcance para o operador sentado, abrangendo os comandos presentes no posto de operação de máquinas agrícolas autopropelidas. Essa norma estabelece o posicionamento dos comandos em zonas ou zonas, classificadas como: zona de conforto, de acesso ou inacessível, relacionando a frequência de utilização ou ciclo de funcionamento dos comandos. Segundo Grandjean (1998), conhecer o espaço que as mãos e os braços necessitam para apreensão e movimentação é uma importante premissa para o planejamento de controles, comandos e demais ferramentas do local de trabalho.

Ao realizar uma comparação ergonômica em postos de operação de colhedoras na região norte do Rio Grande do Sul, tendo como referência a norma ISO 15077 (1996), Kochler (1999) verificou que as alavancas de acionamento do molinete e da plataforma de corte (comandos frequentemente utilizados) estavam localizadas na região de acesso ao operador, o que caracteriza uma posição errônea dos referidos comandos, pois deveriam estar localizadas na região de conforto do operador.

Conforme a norma ABNT NBR ISO 4254-1 (2015), qualquer máquina na qual a presença de um operador é necessária, incluindo qualquer local para o qual o acesso é requerido para serviço ou manutenção, deve ser montada com manípulos

ou corrimãos e degraus de modo que a pessoa tenha uma segurança com meios convenientes de montagem e desmontagem.

2.9 AVALIAÇÃO ERGONÔMICA

Para Silveira (1987), na escolha de uma máquina agrícola não se deve avaliar somente a potência, o consumo, o torque e outros aspectos ligados ao desempenho do equipamento, deve-se, também, atentar a segurança de quem vai operá-la, pois a capacidade operacional do trabalho agrícola depende das condições em que ele é realizado.

Objetivando estudar a segurança e a ergonomia dos postos de operação de máquinas agrícolas, alguns trabalhos foram realizados. Baeza e Casabella (1991) desenvolveram um estudo para avaliar a ergonomia da cabine de colhedoras de cana-de-açúcar em Cuba, no qual foram avaliados o ajuste dimensional da colhedora em relação às características do operador, às condições de visibilidade e vias de acesso e saída da cabine.

Fontana et al. (2004) realizaram uma avaliação ergonômica nos postos de operação entre quatro colhedoras combinadas de grãos de diferentes potências, concluindo que na avaliação espacial a colhedora marca New Holland, modelo TC 57, apresentou o maior número de comandos dentro da área de ótimo e máximo acesso, sendo também a colhedora melhor avaliada pelos operadores.

Em máquinas florestais, diversos trabalhos foram desenvolvidos a fim de quantificar o posto de operação destas máquinas. Fontana e Seixas (2007) realizou a avaliação ergonômica de seis modelos de máquinas florestais, quanto ao posicionamento dos comandos, com base nas características antropométricas de um grupo de operadores brasileiro, e concluiu que o projeto ergonômico da disposição de comandos nas cabines dos tratores florestais não é favorável ao perfil dos operadores brasileiros.

Fernandes et al. (2010), avaliando a cabine do trator de colheita florestal, no que diz respeito ao dimensionamento do projeto interno, ao posicionamento dos comandos, ao acesso até o posto de operação, conclui em seu estudo que a cabine, apresentou problemas relacionados ao acesso a cabine de operação, na estrutura do assento e no posicionamento de controles.

Em avaliação ergonômica do posicionamento de comandos, instrumentos e o campo visual do operador de seis modelos de máquinas florestais com base nas características antropométricas do operador brasileiro, Fontana (2005) demonstra que o projeto ergonômico da disposição dos comandos não é favorável ao conjunto de operadores brasileiros analisados.

Silva et al. (2003) realizou uma avaliação ergonômica, com base no manual “*Ergonomic Guidelines for Forest Machines*” (SKOGFORSK, 1999) de uma máquina florestal e verificou a necessidade de ajustes das condições do espaço interno no posto de operação, quando se utilizou características antropométricas de operadores brasileiros, onde estes apresentam diferentes medidas de operadores europeus, as quais são utilizadas para o projeto de máquinas agrícolas.

Avaliando a localização dos principais comandos em pulverizadores autopropelidos, Casali et al. (2011) conclui que os comandos de acionamento frequente localizaram-se dentro da zona de conforto para o operador, para pulverizadores com que apresentavam um menor número de comandos, com estes agrupados em alavancas multifunções.

Em tratores agrícolas, em trabalho desenvolvido por Febo e Pessina (1995), em que foram avaliados 96 tratores presentes na região Norte da Itália, mostraram que os agricultores daquele país tendem a negligenciar a manutenção de itens de segurança e ergonomia, em função de os mesmos não serem imprescindíveis ao uso do trator como fonte de potência.

Buscando verificar a presença de itens relacionados à ergonomia em tratores agrícolas Debiasi, Schlosser e Pinheiro (2004) analisaram 175 tratores usados, na região central do Rio Grande do Sul e constataram que parte dos tratores agrícolas presentes na região não apresentavam condições satisfatórias em termos de ergonomia, por não possuir elementos básicos de conforto para o operador como cabine e regulagem do volante de direção.

Rozin et al. (2010) estudando a conformidade da localização dos comandos de operação acionados por pés e mãos, em 35 modelos de postos de operação de tratores agrícolas, com as recomendações estabelecidas pela norma ABNT NBR ISO 4253, concluiu que o pedal da embreagem foi o item que melhor atendeu a norma e o pedal do acelerador o item que menos atendeu a norma.

Em trabalho realizado por Nietedt et al. (2012), comparando a localização dos comandos de operação em quatro tratores agrícolas novos, na faixa de 55 kW de

potência, constataram que, no perfil vertical longitudinal, os comandos frequentemente utilizados estiveram presentes, em maior número, na zona de conforto no trator Valtra A750. Nesse mesmo perfil, o trator John Deere 5603 apresentou o menor percentual de comandos na zona inacessível. Já no perfil superior horizontal, o trator Massey Ferguson 4275 apresentou o maior número dos comandos na zona de conforto, enquanto o trator Valtra A750 obteve o menor percentual na zona inacessível.

Rozin (2004) propôs em seu trabalho diferenciar os postos de operação de tratores agrícolas por meio de um índice ergonômico. Foram avaliados 35 postos de operação, e constatou em seu trabalho que os protegidos por cabine apresentaram os maiores índices ergonômicos. Ainda segundo o mesmo autor, as classes compostas por tratores com maior potência no motor apresentaram um maior número de comandos de operação dentro do alcance do braço no plano vertical longitudinal e horizontal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TRATORES AGRÍCOLAS

Para classificar os tratores agrícolas, esses foram agrupados em cinco classes de potência bruta do motor, utilizando classificação proposta por Farias (2014), como mostra o quadro 01. Os tratores agrícolas compreendidos na faixa de potência bruta do motor inferior a 50 cv¹ foram considerados muito pequenos (Classe I) e, assim, desconsiderados para este trabalho.

Quadro 1 - Classificação dos tratores agrícolas de acordo com a potência do motor.

Classe	Denominação	Potência (cv)	Descrição
II	Pequeno	50,1 – 79,9	3, 4 e 5 cilindros e cilindrada > 3,5 litros
III	Médio	80 – 109,9	4, 5 e 6 cilindros
IV	Grande	110 -159,9	6 cilindros
V	Muito grande	160 – 199,9	> 6 cilindros
VI	Extra grande	≥ 200	> 6 cilindros e massa sem lastro > 8000 kg.

Fonte: Adaptado de Farias (2014).

Para comparar os diversos modelos de tratores agrícolas delimitados por essa classificação, haveria necessidade de amostrar todos os modelos disponíveis no mercado brasileiro. Como muitos possuem postos de operação idênticos (Figura 01), optou-se por amostrar um modelo representante de cada posto de operação para viabilizar a coleta de dados.

¹ O cv (cavalo-vapor) é uma unidade de potência, habitualmente empregada para classificar a potência dos motores de máquinas agrícolas. O Sistema Internacional de Unidades, considera a o *Watt (W)* como unidade oficial, mas aceita a utilização de outras unidades, como cv.

Figura 1 - Placa de identificação de uma estrutura de proteção do posto de operação de um trator agrícola.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Dentro de uma mesma marca comercial de tratores agrícolas, existem linhas ou séries que utilizam o mesmo posto de operação. Para a padronização, foram tomadas as medidas das dimensões do posto de operação, onde em tratores agrícolas cabinados foram tomadas as medidas do espaço interno, e nos ditos plataformados, semi plataformados ou acavalados foram consideradas as dimensões entre os para-lamas laterais da plataforma de operação.

3.2 AMOSTRAGEM

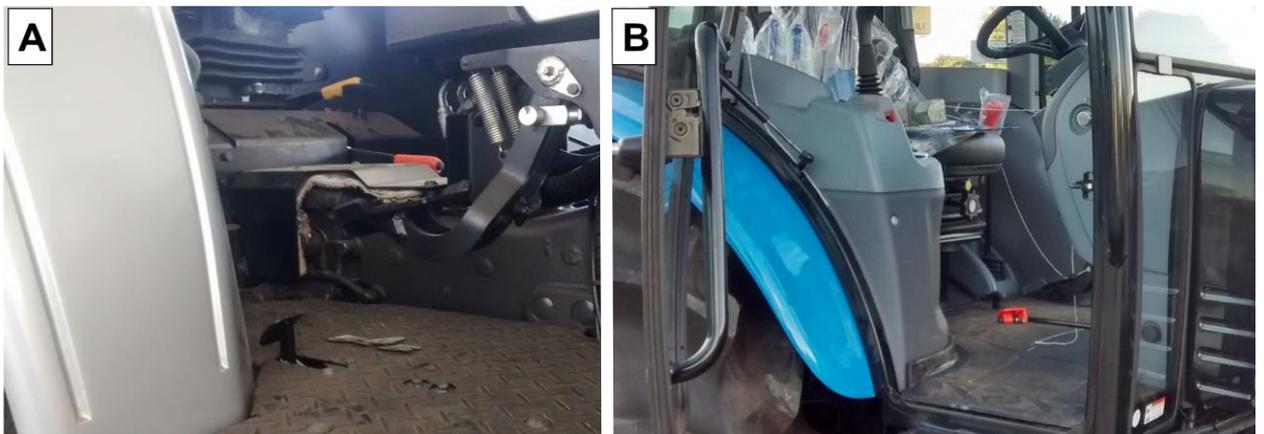
A amostragem foi composta por tratores agrícolas de rodas, 4x2 com ou sem tração dianteira auxiliar (TDA), tendo potência superior a 50,1 cv (36,7 kW), com bitola traseira superior a 1280 mm e 600 kg de massa mínima. Dessa forma foram desconsiderados tratores conhecidos como estreitos ou fruteiros e também tratores articulados.

Como universo amostral, foram considerados os tratores agrícolas nacionais novos, disponíveis no mercado brasileiro até o mês de setembro de 2016, avaliando, assim, modelos com características de segurança e ergonomia originais de fábrica, sendo que qualquer alteração ergonômica foi desconsiderada.

O posto de operação foi classificado em três tipos: plataformado, semi plataformado e acavalado. O tipo plataformado foi considerado quando a superfície

do posto de operação encontrava-se próxima a um plano horizontal, montada sobre o monobloco ou chassi do trator. Postos de operação semi plataformados são os que não apresentam continuidade na superfície da plataforma de operação, existindo alguma saliência. O tipo acavalado foi considerado quando o posto de operação era formado por estribos colocados lateralmente ao monobloco do trator (Figura 02).

Figura 2 - Diferentes postos de operação: Acavalado (A), Plataformado (B).



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Pode-se observar que apenas 5,15% dos postos de operação não disponibilizam a opção de estrutura de proteção contra capotamento, do tipo cabine. Resultado que difere do encontrado por Rozin (2004), no qual apenas 28,30% dos postos de operação avaliados em seu trabalho apresentavam estrutura do tipo cabine. Ainda, o mesmo autor afirma a importância da existência da cabine, pois por si só se constitui em uma estrutura de proteção (ROZIN, 2004). Com isso, pode-se comparar tratores do tipo cabinados e do tipo plataformado.

Os postos de operação foram agrupados e receberam uma nomenclatura, mesclada por um número natural, identificando a ordem ou série de tratores dentro de uma marca comercial, a inicial da marca seguida pela forma do posto de operação, onde postos acavalados receberam a letra A, postos semi plataformados, utilizou-se a letra S para identificação, já postos plataformados sem cabine foram identificados com a letra P, e com a letra C, postos de operação com cabine, conforme descrito no quadro 02.

Quadro 2 - Descrição dos postos de operação dos tratores agrícolas amostrados.

(Continua)

P. O.	Descrição dos postos de operação amostrados
1AA	Posto de operação correspondente à linha 500 da marca Agrale e engloba os modelos 565.4 e 575.4. O posto de operação é do tipo acavalado.
2AP	Corresponde aos modelos 5075.4, 5085.4 e 5105.4 na versão <i>Standard</i> , os quais integram a Linha 5000 da marca Agrale. O posto de operação é tipo plataformado sem a presença de cabine.
2AC	Corresponde aos modelos 5075.4, 5085.4 e 5105.4 na versão <i>Standard</i> , os quais integram a Linha 5000 da marca Agrale. O posto de operação é tipo plataformado com a presença de cabine.
3AP	Posto de operação correspondente à linha 6000 da marca Agrale e engloba os modelos BX 6110, BX 6150 e BX 6180. O posto de operação é do tipo plataformado sem a presença de cabine.
3AC	Posto de operação correspondente à linha 6000 da marca Agrale e engloba os modelos BX 6110, BX 6150 e BX 6180. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
1CP	Corresponde aos modelos Farmall 60, 80 e 95, integrantes da série Farmall da marca Case-IH. O posto de operação é tipo plataformado sem a presença de cabine.
1CC	Corresponde aos modelos Farmall 60, 80 e 95, integrantes da série Farmall da marca Case-IH. O posto de operação é tipo plataformado com a presença de cabine.
2CP	Posto de operação correspondente aos modelos Farmall 110A, 120A e 130A, integrantes da série Farmall da marca Case-IH. O posto de operação é tipo plataformado sem a presença de cabine.
3CC	Corresponde aos modelos Puma 140, 155, 170, 185, 205 225 e 230, integrantes da série Puma da marca Case-IH. O posto de operação é tipo plataformado com a presença de cabine.
4CC	Corresponde aos postos de operação da série Magnum da marca Case-IH e engloba os modelos Magnum 235, 260, 290, 315 e 340. O posto de operação é tipo plataformado com a presença de cabine.
1JS	Posto de operação correspondente a série 5E da marca John Deere e engloba os modelos 5065E e 5075E. O posto de operação é do tipo semi plataformado
2JP	Posto de operação correspondente a série 5E da marca John Deere e engloba os modelos 5078E, 5085E e 5090E. O posto de operação é do tipo plataformado sem a presença de cabine.
2JC	Posto de operação correspondente à série 5E da marca John Deere e engloba os modelos 5078E, 5085E e 5090E. O posto de operação é do tipo plataformado, na sua versão cabinado.
3JC	Posto de operação correspondente à série 6J da marca John Deere e engloba os modelos 6145J, 6165J, 6180J, 6205J. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
4JC	Posto de operação correspondente à série 7J da marca John Deere e engloba os modelos 7195J, 7210J e 7225J. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
1LP	Posto de operação correspondente à série U da marca LS Tractor e engloba o modelo U60. O posto de operação é do tipo plataformado sem a presença de cabine.
1LC	Posto de operação correspondente à série U da marca LS Tractor e engloba o modelo U60. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.

2LP	Posto de operação correspondente à série Plus da marca LS Tractor e engloba os modelos Plus 80, 90 e 100. O posto de operação é do tipo plataformado sem a presença de cabine.
2LC	Posto de operação correspondente à série Plus da marca LS Tractor e engloba os modelos Plus 80, 90 e 100. O posto de operação é do tipo plataformado na versão cabinado.
1MP	Posto de operação da marca Massey Ferguson, correspondente a série MF4200 e engloba os modelos MF 4265, 4275, 4283, 4290, 4292, 4292HD, 4297 e 4299, em suas versões <i>Standard</i> . O posto de operação é do tipo plataformado sem a presença de cabine.
1MC	Posto de operação da marca Massey Ferguson, correspondente a série MF4200 e engloba os modelos MF 4265, 4275, 4283, 4290, 4292, 4292HD, 4297 e 4299, em suas versões <i>Standard</i> . O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
2MC	Posto de operação da marca Massey Ferguson, correspondente a série MF6700R e engloba os modelos MF 6711R, 6712R e 6713R. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
3MP	Posto de operação da marca Massey Ferguson, correspondente a série MF7100 e engloba os modelos MF 7140, 7150, 7170 e 7180. O posto de operação é do tipo plataformado sem a presença de cabine.
3MC	Posto de operação da marca Massey Ferguson, correspondente a série MF7100 e engloba os modelos MF 7140, 7150, 7170 e 7180. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
4MC	Posto de operação da marca Massey Ferguson, correspondente a série MF7000 e engloba os modelos MF 7350, 7370, 7390 e 7415. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
1NP	Posto de operação correspondente à série TL da marca New Holland e engloba os modelos TL 60e, 75e, 85e e 95e. O posto de operação é do tipo plataformado sem a presença de cabine.
1NC	Posto de operação correspondente à série TL da marca New Holland e engloba os modelos TL 60e, 75e, 85e e 95e. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
2NA	Posto de operação correspondente à série 30 da marca New Holland e engloba os modelos 7630 e 8030. O posto de operação é do tipo plataformado sem a presença de cabine.
3NC	Posto de operação correspondente à série T6 da marca New Holland e engloba os modelos T6 110, 120 e 130. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
4NC	Posto de operação correspondente à série T7 da marca New Holland e engloba os modelos T7 175, 190, 205, 140, 150, 180, 240, 245 e 260. O posto de operação é do tipo plataformado com a presença de cabine.
1VP	Corresponde aos postos de operação da série A da marca Valtra e engloba os modelos A650, A750, A850 e A950. O posto de operação é tipo plataformado sem a presença de cabine.
2VC	Corresponde aos postos de operação da linha BM da marca Valtra e engloba os modelos BM100, BM 110 e BM 125i. O posto de operação é tipo plataformado com a presença de cabine.
3VC	Corresponde aos postos de operação da linha BH da marca Valtra e engloba os modelos BH 135i, 145, 165, 180, 200 e 210i. O posto de operação é tipo plataformado com a presença de cabine.
4VC	Corresponde aos postos de operação da linha BT da marca Valtra e engloba os modelos BT 150, 170, 190 e BT 210. O posto de operação é tipo plataformado com a presença de cabine.

(Conclusão)

As estruturas de proteção dos postos de operação avaliadas, considerou-se os tipos existentes, estas foram identificadas como posto de operação com estruturas de segurança (EPCC) nas categorias: arco de segurança de dois, quatro ou mais pontos, protegidos por cabine ou sem cabine (toldo solar).

3.3 COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados dos postos de operação foram realizadas visitas as concessionárias de tratores agrícolas da região central do estado do Rio Grande Sul. Uma equipe de trabalho, composta por duas ou mais pessoas era responsável pela aquisição das medidas ergonômicas dos postos de operação (Figura 03), e a anotação em ficha de tabulação, descrita no Apêndice A.

Figura 3 - Aquisição das medidas ergonômicas dos postos de operação.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Foram amostrados postos de operação de tratores agrícolas das empresas que atuam no mercado brasileiro, sendo essas identificadas pelas marcas: Agrale; Case-IH; John Deere; LS Tractor, Massey Ferguson; New Holland e Valtra. Destacaram-se as concessionárias: Agrotec Comércio de Máquinas Agrícolas (Agrale); Dosul Máquinas (LS Tractor); Itaimbé Máquinas Agrícolas Ltda. (Massey Ferguson); RGS

Agrícola (Case-IH); Sistemas Mecanizados Verdes Vales (John Deere); Super Tratores Máquinas Agrícolas Ltda. (New Holland); e Tritec Valtra Santa Maria (Valtra).

3.4 MATERIAL UTILIZADO

3.4.1 Equipamentos utilizados nas avaliações

Para a realização deste trabalho, foram utilizados o Ponto de Indexação do Assento (SIP), massas metálicas usadas para caracterizar o peso médio dos operadores, fitas métricas, esquadro, régua vertical com nível de bolha, câmera fotográfica e planilha de anotações (Figura 04).

Figura 4 - Avaliações dos postos de operação.



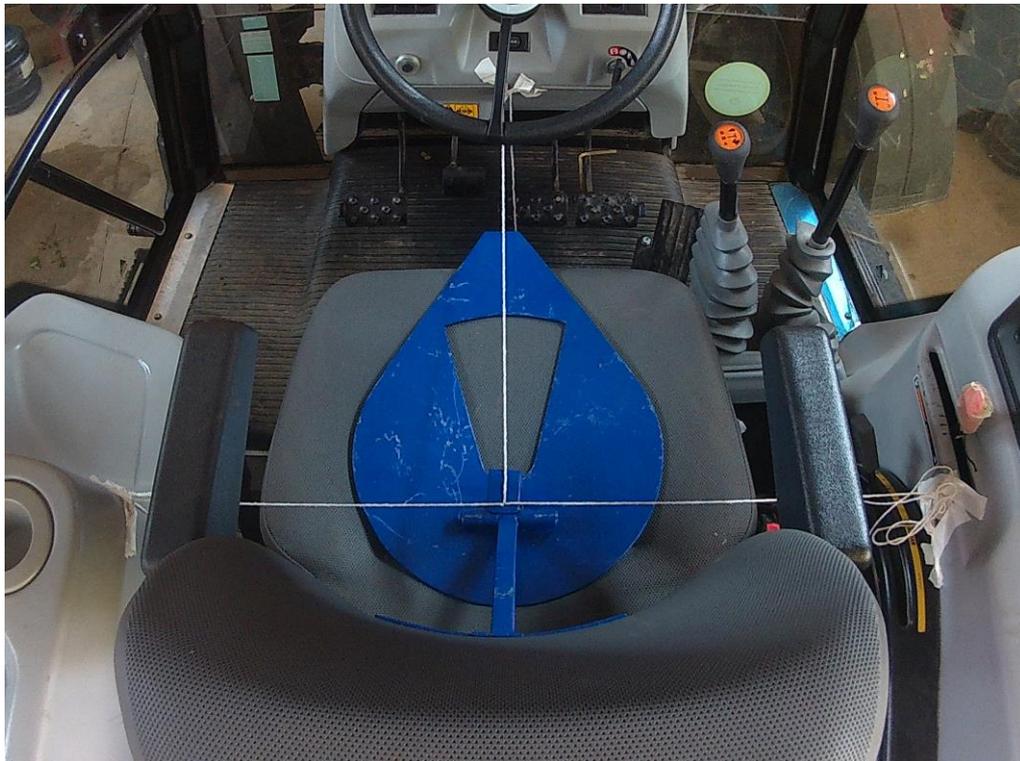
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

3.4.2 Ponto de Indexação do Assento

Para realizar as avaliações ergonômicas do posto de operação de tratores agrícolas, adota-se como referência o SIP, que é disposto sobre o assento do operador e representa o operador na sua posição sentado. Ele é determinado com o auxílio de um dispositivo metálico que é posicionado sobre o assento do operador e a partir dele são estendidas linhas a partir da origem “0,0,0”.

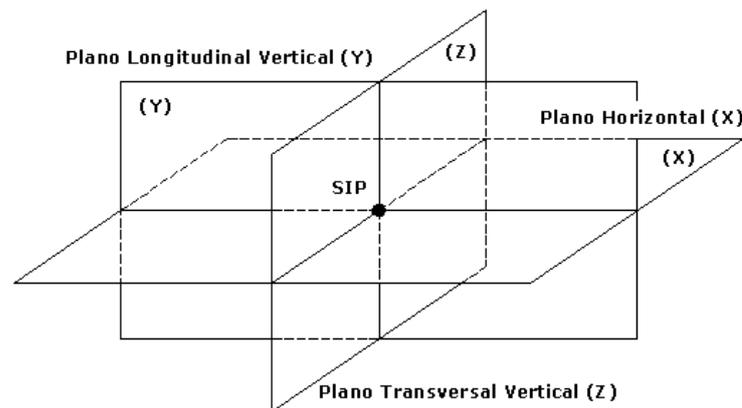
Para a determinação do SIP, o assento do operador deve estar com as regulagens vertical e horizontal na posição média, desde que esteja presente no assento, segundo a referida norma. A localização do SIP sobre o posto de operação de um trator agrícola pode ser visualizada na figura 05. Para a correta localização do SIP sobre o assento do operador, a norma ABNT NBR ISO 5353 impõe que uma carga pré-determinada vertical e outra horizontal sejam aplicadas cada uma em um ponto específico do dispositivo. O motivo desse carregamento deve-se à simulação de um operador com 75 kg, sobre o assento do operador.

Figura 5 - Dispositivo para a determinação do SIP posicionado sobre o assento de um posto de operação amostrado.



Cada comando de operação medido foi representado por um ponto identificado por coordenadas em três dimensões. Foram considerados três planos referenciais perpendiculares entre si passando pelo SIP, apresentados na figura 06, de acordo com as normas ABNT NBR ISO 5353, ISO 15077 e ABNT NBR ISO 4253.

Figura 6 - Planos de referência.



Fonte: Norma ABNT NBR ISO 15077.

Assim, o Vertical Longitudinal Vertical (PLV) corta o trator na sua direção longitudinal dividindo-o em duas partes: a parte da esquerda e a da direita, indicando o posicionamento lateral dos comandos em relação ao SIP. O Plano Vertical Transversal Vertical (PTV), por sua vez, corta o trator na direção transversal passando pelo SIP, dividindo-o em duas partes: a anterior e a posterior. Da mesma forma, o Plano Horizontal Horizontal Superior (PHS) divide o trator agrícola em dois hemisférios: o superior e o inferior, estabelecendo a altura dos comandos em relação ao SIP.

Após a determinação do SIP, localizava-se um ponto junto ao volante de direção, denominado de centro do volante. Conforme a norma ABNT NBR ISO 4253, o ponto de medição para o volante da direção é o ponto onde a linha de centro através do eixo do volante da direção cruza com o plano superior do aro do volante da direção. Caso o volante de direção fosse do tipo escamoteável ou telescópico, o mesmo era regulado na sua posição média. Posteriormente, uma linha de nylon era estabelecida horizontalmente entre o SIP e o centro do volante, fixada no dispositivo e na coluna de direção.

Uma segunda linha passando pelo SIP em posição perpendicular à linha que liga o SIP ao centro do volante era então estabelecida, sendo fixada horizontalmente nas laterais do trator, com o auxílio de um esquadro e um nível de bolha. Estão, assim, estabelecidos os referenciais para iniciar a tomada das coordenadas dos comandos de operação.

3.5 METODOLOGIA DE MEDIÇÃO

3.5.1 Comandos de operação

No posto de operação de um trator agrícola estão posicionados a grande maioria dos comandos, assim sendo considerou-se os presentes na maioria dos tratores, tais como o acelerador manual, chave de ignição, comando de luzes, comandos do sistema hidráulico (controle remoto e profundidade), pedais (freios de serviço, acelerador e embreagem), bloqueio do diferencial, comandos de câmbio (seletor de marcha, de grupo, de regime e reversor de direção), TDP, TDA, freio de estacionamento e para tratores agrícolas com cabine foi avaliado o controle do ar condicionado.

Adotou-se como referência a norma ISO 15077 (1996), em que todos os comandos com movimentação, devem ser posicionados nas suas posições médias. Comandos acionados pelas mãos, os quais são em forma de alavanca, foram medidos no seu ponto central, já no caso de comandos em forma de um interruptor sua medida foi tomada no seu centro geométrico. Para comandos acionados pelos pés, seguindo a norma ISO 4253 (2015), foi estabelecido a posição central sobre a superfície dos pedais. Todos os comandos foram medidos seguindo a mesma metodologia proposta por Rozin (2004), e as condições de avaliações dos comandos está descrita no quadro 03.

Quadro 3 - Condições de medições dos comandos de operação.

(Continua)

Comando	Condições de medição
Acelerador manual	O acelerador manual foi medido na sua posição média de aceleração, independente do sentido e de estar localizado no painel (junto ao volante) ou no lado direito do operador.
Chave de ignição	O dispositivo de partida foi representado pelo ponto central do engate da chave.

Comando de luzes	Considerou-se o interruptor de luzes principal, o indicador de direção e as luzes de emergência posições desligadas.
Comandos do sistema hidráulico	Os comandos do sistema hidráulico englobaram as funções de posição, profundidade e comando remoto, onde cada qual foi medido individualmente. Para as funções de posição e profundidade foram consideradas as suas posições medianas e para o comando do controle remoto, a sua posição neutra. Quando o comando remoto era composto por duas ou mais alavancas, a mais distante do operador era medida.
Pedais (Freio esquerdo e direito, embreagem e acelerador)	Foram medidos em sua posição original concedida de fábrica, onde um ponto era posicionado na sua superfície.
Bloqueio do diferencial	Quando sua forma de acionamento era manual, foi medido na sua posição desacionada. Já quando se tratava de um pedal, um ponto era posicionado na sua superfície da mesma forma apresentada pelos pedais de freio, embreagem e acelerador.
Comandos de câmbio	O comando de marchas, o seletor de grupos, o seletor de regime e o reversor de sentido foram medidos considerando sua posição neutra. Quando estes dispositivos se encontravam combinados num joystick, foi considerada uma posição única para todas as funções presentes nesse mecanismo.
Comandos da tomada de potência (TDP)	Foi medido na posição desacionado, valendo para todas as conformações destes dispositivos.
Comando da tração dianteira auxiliar (TDA)	Foi medido na posição desacionado, valendo para todas as conformações destes dispositivos.
Freio de estacionamento	Foi medido na sua posição desacionado, independentemente da sua conformação de alavanca ou dispositivo de travamento. Quando o freio de estacionamento era representado por uma posição de parada juntos aos dispositivos de câmbio, este era medido na sua posição neutra.

(Conclusão)

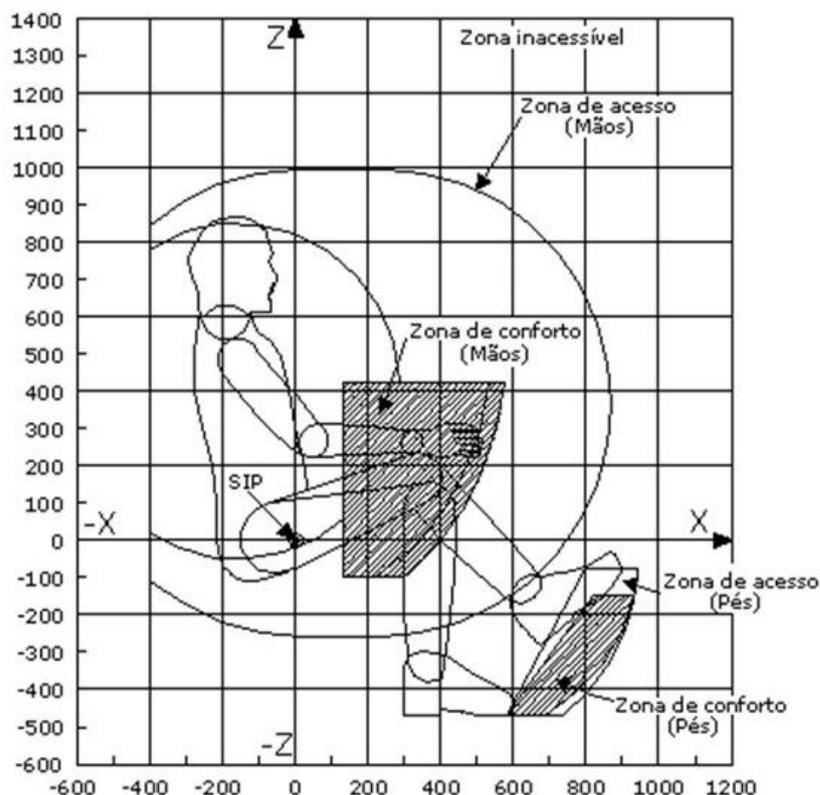
Fonte: Adaptado de Rozin (2004).

Os principais comandos de operação foram medidos em relação aos PLV, PTV e PHS, em que foram obtidas as coordenadas de cada comando tendo como referência o SIP. As coordenadas dos comandos em três dimensões foram confrontadas com a norma ISO 15077 (1996) que trata das regiões de alcance do operador sentado e das posições dos comandos de operação.

Essa norma estabelece o posicionamento dos comandos no posto de operação de acordo com a sua utilização, assim, quando um comando é acionado em um intervalo igual ou inferior a cinco minutos durante o ciclo de funcionamento da operação, esse é classificado como um comando de uso frequente. Caso esse período for excedido, o comando é classificado como um comando de uso raro.

De acordo com a frequência de utilização dos comandos a norma ISO 15077 (1996), define áreas ou zonas que delimitam o posicionamento dos comandos no posto de operação, sendo classificadas como zona de conforto, de acesso e inacessíveis, valendo-se para todos os comandos. As regiões de alcance do operador sentado são apresentadas no PLV (Figura 07), e também no PHS, conforme mostra a figura 08.

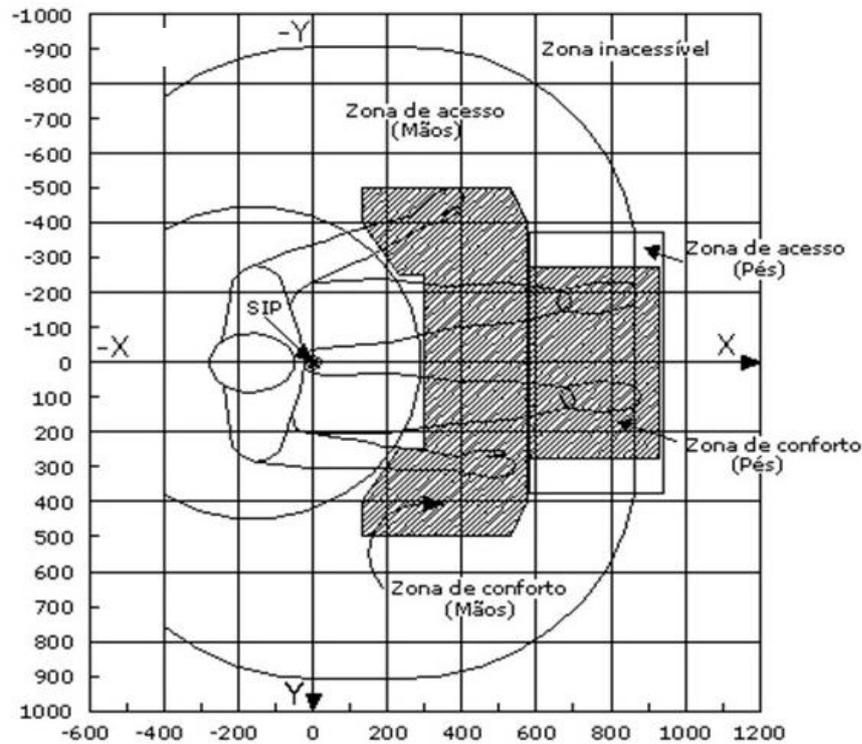
Figura 7 - Regiões de alcance do operador no PVL.



Fonte: Adaptado da norma ISO 15077 (1996).

A zona de conforto permite um fácil acesso aos comandos pelo operador e nela devem estar situados os principais comandos acionados pelos pés e pelas mãos, devendo estar associado aos comandos frequentemente utilizados. A zona de acesso permite um alcance do operador desde a sua posição sentada, admitindo um deslocamento e uma inclinação lateral ou adiante para acionar comandos nessa posição, associando-se aos comandos pouco utilizados. Um comando localizado numa zona inacessível ao alcance do operador ocorre quando estiver localizado fora da zona de conforto ou de acesso definidas anteriormente.

Figura 8 - Regiões de alcance do operador no PHS.



Fonte: Adaptado da norma ISO 15077 (1996).

Os comandos básicos presentes nos postos de operação amostrados foram confrontados com a norma ISO 15077 (1996). Para atender a norma, um comando deve estar presente na mesma região de alcance de acordo com a sua frequência de utilização (Frequente ou raro), no PVL e no PHS simultaneamente.

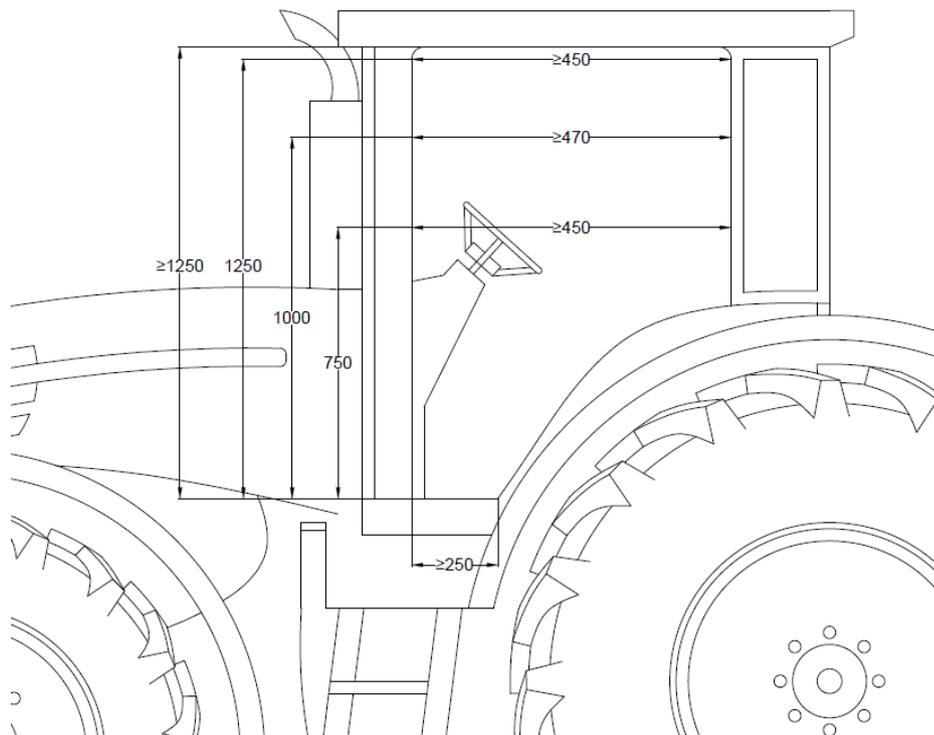
Para os comandos conformes com a norma ISO 15077 (1996), atribuiu-se nota máxima (100%) e para os que não estão em conformidade, atribuiu-se nota mínima (0%). Os postos de operação foram confrontados entre si dentro da sua classe de potência bruta do motor e confrontados em cada marca comercial.

3.6 CARACTERÍSTICAS DE ACESSO

As medidas de acesso e das saídas dos postos de operação dos tratores agrícolas foram tomadas, seguindo as especificações descritas na norma ABNT NBR ISO 4252 (2011), que especifica dimensões de projeto do local de trabalho ou cabine de tratores agrícolas que devem ser seguidos pelos fabricantes.

Quando abordamos o tema segurança, logo pensamos em acesso, saídas e espaço interno do ambiente, com isso, o objetivo foi avaliar as dimensões do acesso ao posto de operação, o número e localização das saídas de emergência e as dimensões do espaço livre interno dos postos de operação dos tratores agrícolas (Figura 09), e comparar com a norma NBR ISO 4252 (2011).

Figura 9 - Dimensões do acesso ao posto de operação, conforme a norma ABNT NBR ISO 4252.

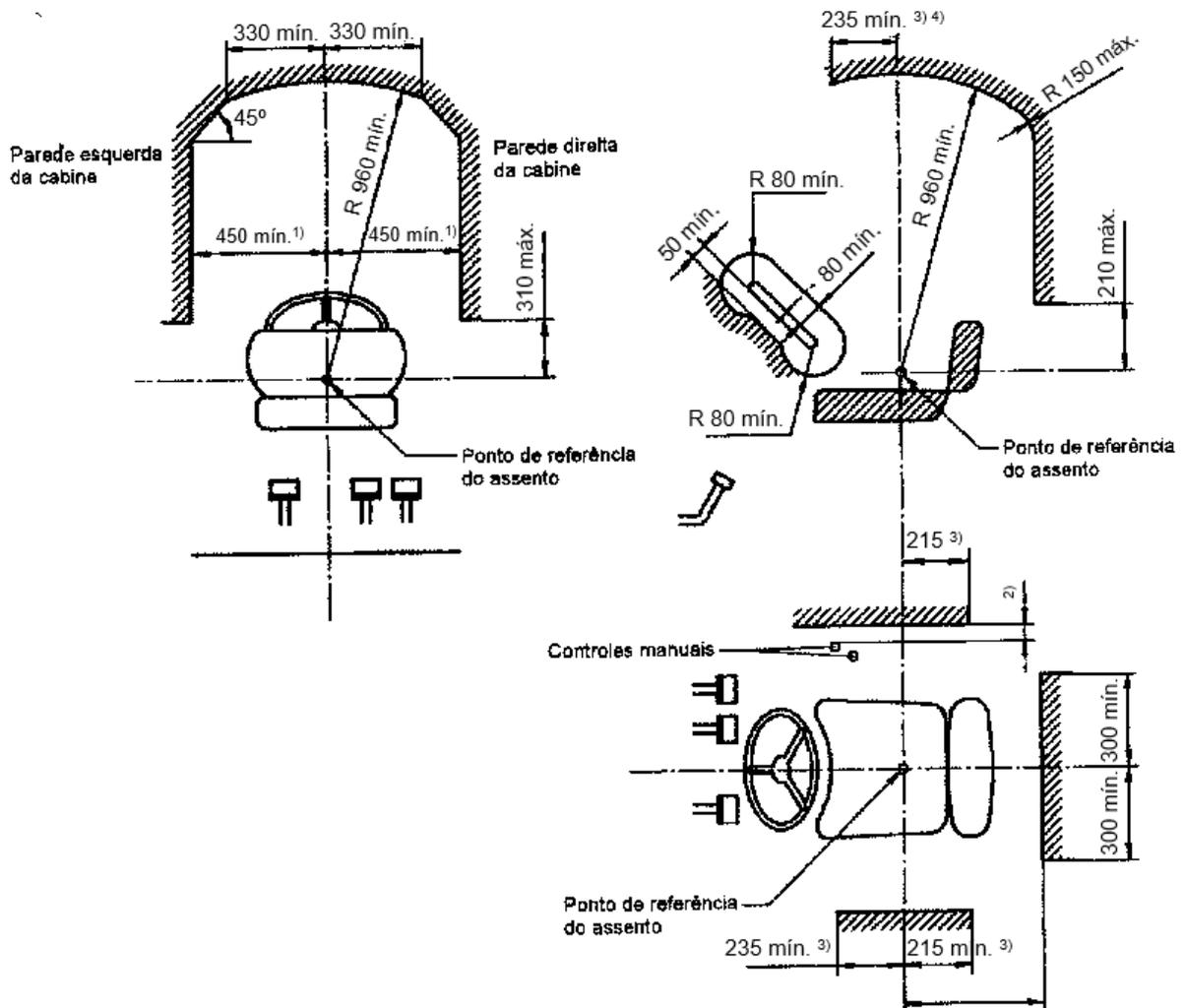


Fonte: Luis Fernando Vargas de Oliveira (2016).²

Foram avaliados a conformidade das dimensões das entradas, vão vertical, vão livre longitudinal em diferentes alturas, além de verificar o número de saídas de emergência. E em postos com presença de cabine, foram avaliadas as medidas mínimas de espaço, conforme a figura 10 e as dimensões de espaço livre para os controles manuais, determinados pela norma ABNT NBR ISO 4252.

² Estudante de Engenharia Mecânica.

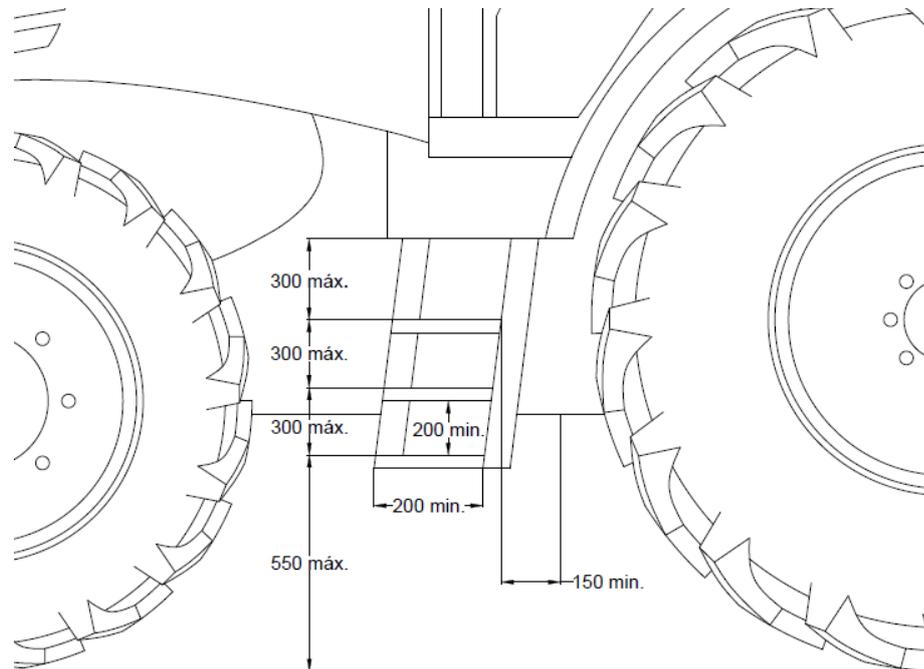
Figura 10 - Dimensões mínimas de espaço livre interno de um posto de operação.



Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 4252 (2011).

Quanto à conformidade dos degraus que constituem o meio de acesso ao posto de operação, as medidas máximas e mínimas dos degraus de acesso ao posto de operação são apresentadas na figura 11, conforme a norma ABNT NBR ISO 4254-1 (2015). Também se levaram em conta as características de acessibilidade ao posto de operação, avaliando o local de trabalho do operador, como a conformidade dos degraus, corrimãos, assento, controles de operação com a referida norma.

Figura 11 - Medidas dos degraus de acesso ao posto de operação.

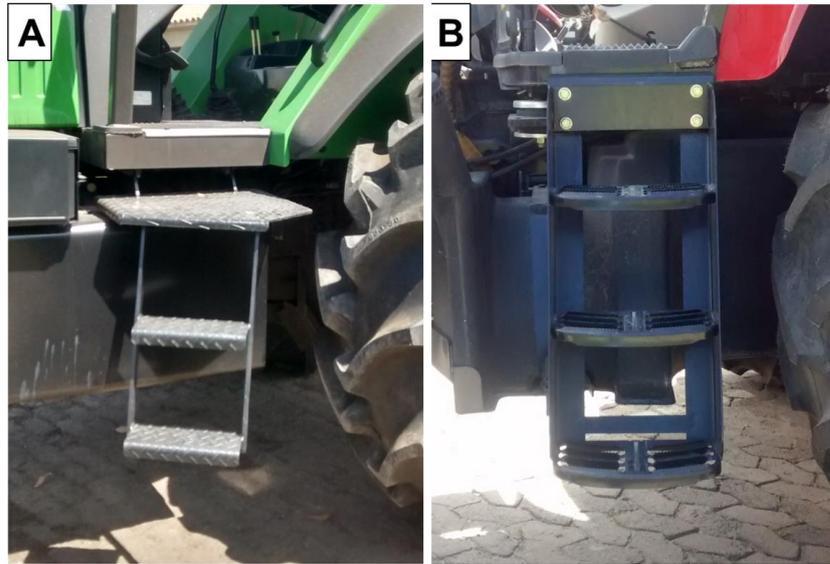


Fonte: Luis Fernando Vargas de Oliveira (2016).

Mediu-se a largura e a profundidade dos degraus, a distância vertical do último degrau até a soleira da plataforma, a distância vertical entre degraus (espaçamento), bem como a altura do primeiro degrau em relação ao solo. A medida da profundidade dos degraus considerou o vão livre mínimo e a dimensão dos degraus. Quando um trator agrícola possuía acessos com degraus pelos dois lados, foram consideradas as medidas dos degraus de acesso do lado esquerdo do trator agrícola.

A superfície dos degraus foi avaliada de acordo com a sua aderência, caracterizando degraus com superfície antiderrapante ou derrapante. A superfície foi considerada antiderrapante quando apresentava rugosidades, saliências ou era formada por barras verticais paralelas entre si (Figura 12). Os batentes laterais e o fundo dos degraus foram avaliados de acordo com o critério presença ou ausência.

Figura 12 - Superfície dos degraus: deslizante (A) e não deslizante (B).



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

A visibilidade dos degraus para a descida do operador foi avaliada como degraus visíveis ou não visíveis. Quando os degraus poderiam ser identificados pelo operador no ato da saída do posto de operação, considerou-se como sendo degraus visíveis. Verificou-se ainda a presença e a quantidade de pega-mãos para o acesso ao posto de operação pelo lado esquerdo do trator.

As medidas de acessos e de saídas de postos de operação em tratores agrícolas avaliados foram confrontadas com as normas ABNT NBR ISO 4252 e 4254-1, em que os itens avaliados com as referidas normas recebiam nota máxima (100%) e os itens em desconformidade recebiam nota mínima (0%).

3.7 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DOS ITENS DE ERGONOMIA E SEGURANÇA

Com a finalidade de qualificar a conformidade dos postos de operação com a norma regulamentadora NR 12 (2010), foram analisados os principais itens relacionados à segurança e ergonomia nos tratores agrícolas amostrados. Uma ficha foi aplicada a cada posto de operação amostrado, exposta no Apêndice B. A caracterização qualitativa complementa as informações que não podem ser explicadas pelas medições ergonômicas no posto de operação e no acesso a ele.

Foram avaliados itens obrigatórios nos tratores agrícolas como: lanternas traseiras de posição, sinal sonoro de ré, espelhos retrovisores, cinto de segurança e manual disponível no posto de operação. Quando esses não estavam presentes, foram considerados em desconformidade com a norma. As estruturas de proteção dos postos de operação foram avaliadas, considerando os tipos existentes, sua presença ou ausência.

A superfície do piso do posto de operação foi qualificada segundo a sua aderência, sendo considerado como piso antiderrapante e piso derrapante. O piso antiderrapante apresentava ranhuras, saliências ou era revestido por material com característica antiderrapante (tapete). Considerou-se ainda se ele possuía meios de drenagem, sendo considerado como qualquer artifício que permita o escoamento da água, evitando que a mesma se acumule sobre a superfície.

A estrutura do meio de acesso foi avaliada conforme as suas características construtivas, em que se considerou a sua segurança, sua resistência a intempéries e corrosão, sua inclinação, se o mesmo possuía superfície antiderrapante e batentes laterais. Quanto ao acesso, a NR 12 preconiza a presença de corrimão, manípulo ou pega mãos em ambos os lados e que durante o tempo de acesso o operador mantém o apoio em três pontos, como mostra a figura 13.

Figura 13 - Operador acessando o posto de operação de um trator agrícola.



Na avaliação de itens de segurança e ergonomia de tratores agrícolas que devem estar presentes em tratores agrícolas, segundo a NR 12 (2010). Foram selecionados 21 itens da norma que estão relacionados à segurança, ao meio de acesso ao posto de operação e a plataforma de operação, e foi atribuído, nota máxima (100%) em caso de atendimento a norma e nota mínima (0%) e caso de não atendimento a referida norma.

3.8 ÍNDICE ERGONÔMICO

O índice ergonômico, proposto por este trabalho, foi composto de 50% da sua nota em itens relacionados à segurança e 50% da sua formação está relacionada a ergonomia. Para tanto se faz uso das normas ISO 15077 (1996), ABNT NBR ISO 4252 (2011), ABNT NBR ISO 4254-1 (2015) e NR 12 (2010). A planilha utilizada para a avaliação dos postos de operação está disponível no Apêndice C.

A norma ABNT NBR ISO 4252 trata do acesso, saídas e espaço interno do ambiente, onde foram avaliadas as dimensões do acesso ao posto de operação, o número e localização das saídas de emergência e as dimensões do espaço livre interno dos postos de operação dos tratores agrícolas. Na composição do índice ergonômico será atribuído o peso 0,20, para esse conjunto de medidas (Quadro 4).

Quadro 4 - Pesos para atendimento a norma ABNT NBR ISO 4252.

SAÍDA E ACESSO AO POSTO DE OPERAÇÃO	PESO
Saídas emergência	0,025
Vão vertical da entrada	0,025
Vão livre longitudinal à altura de 750 mm	0,025
Vão livre longitudinal à altura de 1000 mm	0,025
Vão livre longitudinal à altura de 1250 mm	0,025
Distância até a superfície do teto da cabine	0,025
Espaço lateral	0,025
Distância do aro do volante da direção até a superfície da cabine	0,025
Total	0,20

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

A norma ABNT NBR ISO 4254-1 trata das características de acessibilidade ao posto de operação, conformidade dos degraus de acesso, a presença e quantidade de pega-mãos e foi atribuída a esta parcela o peso 0,25 (Quadro 5). Já a NR 12 define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção que devem ser observadas no ambiente de trabalho, sendo atribuído a esta parcela o peso 0,1. Foram observados o atendimento ou não de itens como: bloqueio do dispositivo de acionamento, presença de lanterna traseira de posição, buzina, conformidade do acesso, dos degraus e superfície da plataforma.

Quadro 5 - Pesos para atendimento a norma ABNT NBR ISO 4254-1.

ACESSO AO LOCAL DE TRABALHO DO OPERADOR	PESO
Distância entre dois degraus	0,03
Altura primeiro degrau ao solo	0,03
Profundidade	0,03
Distância vertical a soleira	0,03
Vão livre	0,03
Distância vertical ao solo	0,03
Largura mínima	0,03
Largura máxima	0,03
Total	0,25

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Quando se tratou de itens relacionados à ergonomia, o trabalho teve como referencial a norma ISO 15077 (1996), sendo atribuída ao atendimento desta norma o peso 0,45 (Quadro 6). Ela refere o posicionamento dos comandos de operação em relação as zonas de alcance para um operador na posição sentado.

Quadro 6 - Pesos para atendimento a norma ISO 15077.

(Contínua)

COMANDOS DE OPERAÇÃO		PESO
1	Centro do volante	0,02
2	Interruptor de luz	0,02

3	Acelerador de mão	0,02
4	Luzes de emergência	0,02
5	Indicador de direção	0,02
6	Buzina	0,02
7	Chave de ignição	0,02
8	Pedal embreagem	0,02
9	Pedal freio esquerdo	0,02
10	Pedal freio direito	0,02
11	Acelerador de pé	0,02
12	Alavanca de marchas	0,02
13	Alavanca de grupo	0,02
14	Controle hidráulico (B/L)	0,02
15	Controle hidráulico (Limitador)	0,02
16	Controle remoto interno	0,02
17	Controle remoto externo	0,02
18	Bloqueio do diferencial	0,02
19	Tomada de potência (TDP)	0,02
20	Tração dianteira auxiliar (TDA)	0,02
21	Freio de estacionamento	0,02
22	Controle do ar condicionado (Interruptor)	0,02
	Total	0,45

(Conclusão)

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

De todos os comandos que podem estar presentes em um posto de operação, foram aferidos 22 em tratores plataformados, com EPCC e cabine e 21 em tratores plataformados, semi plataformados ou acavalados equipados com EPCC. Os pontos coletados foram representados em três dimensões (x, y, z), possibilitando assim compor o PLV e o PHS do posto de operação.

O índice ergonômico caracteriza os tratores agrícolas de rodas, quando observamos características de segurança e ergonomia que estão presentes nos postos de operação. Está proposta é semelhante à de Rozin (2004), que propôs índice ergonômico com amplitude de zero a um, sendo que quanto mais próximo de um melhor seriam as condições de segurança e ergonomia do posto de operação.

A proposta do índice ergonômico foi classificar os tratores quanto ao atendimento às normas estudadas, tendo como base de avaliação cinco normas nacionais e internacionais. O atendimento dos itens avaliados nos postos de operação a elas rendeu pontuações diferentes, como descrito no quadro 7.

Quadro 7 - Participação de cada norma na formação do Índice Ergonômico.

Índice Ergonômico	PESO
Procedimento I: Atendimento as normas ISO 15077 e ABNT NBR ISO 4253	0,45
Procedimento II: Atendimento a norma ABNT NBR ISO 4254-1	0,25
Procedimento III: Atendimento com a norma ABNT NBR ISO 4252	0,20
Procedimento IV: Atendimento a norma regulamentadora NR 12	0,10
Total	1

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

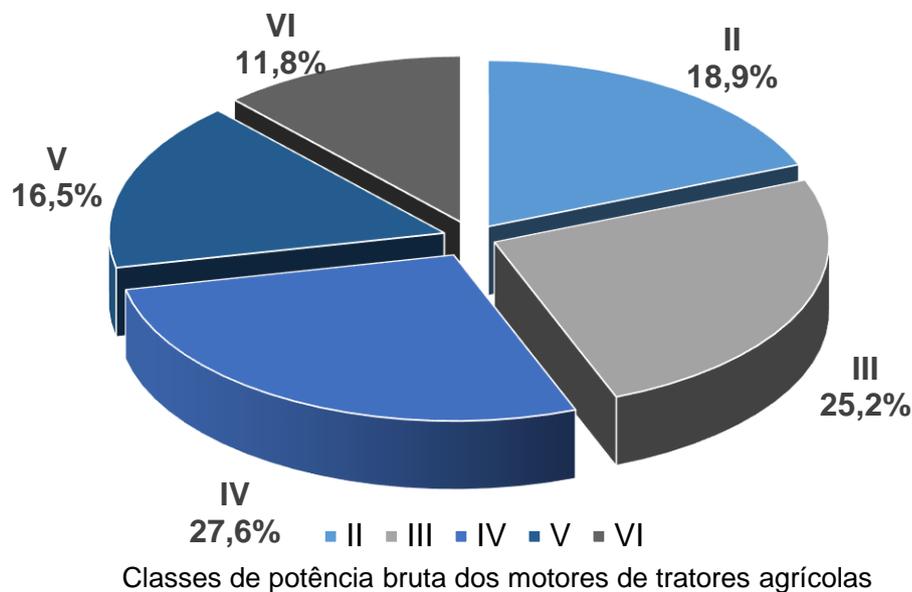
A amplitude desse índice foi de zero (0) a um (1), sendo que quanto mais próximo do valor um (1), melhor são as condições de segurança e ergonomia do posto de operação. O índice ergonômico foi determinado em cada posto de operação amostrado, que posteriormente permitiu estabelecer uma ordem de classificação entre todos os postos de operação amostrados.

Pensando na segurança e conforto do operador, o índice ergonômico propõe expressar a qualidade ergonômica dos tratores agrícolas comercializados no mercado brasileiro, pois isto pode servir como fator de seleção de uma nova máquina agrícola pelos agricultores. O índice ergonômico, buscou verificar a aplicação das especificações estabelecidas pelas normas estudadas pelas empresas fabricantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os postos de operação foram confrontados entre si dentro da sua classe de potência bruta do motor e tratados de maneira individual para cada marca comercial de trator, considerando suas peculiaridades apresentadas no quadro 02. Assim, dos 34 postos de operação de tratores agrícolas avaliados, 18,9% dos postos de operação compuseram a Classe II, 25,2% a Classe III, 27,6% a Classe IV, 16,5% a Classe V e 11,8% dos postos de operação de tratores agrícolas compuseram a Classe VI, conforme apresentado na figura 14.

Figura 14 - Distribuição dos postos de operação avaliados nas Classes de potência.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Segundo dados da ANFAVEA (2016), no ano de 2016 foram comercializados aproximadamente 36.000 tratores agrícolas de rodas, onde 16.756 (46,6%) eram tratores até 80 cv de potência nominal, 10.017 (27,9%) eram tratores de 80,1 a 131 cv e 9.181 (25,5%) tratores com potência nominal superior a 130 cv.

4.1 ESTUDO ERGONÔMICO DE COMANDOS DE TRATORES AGRÍCOLAS

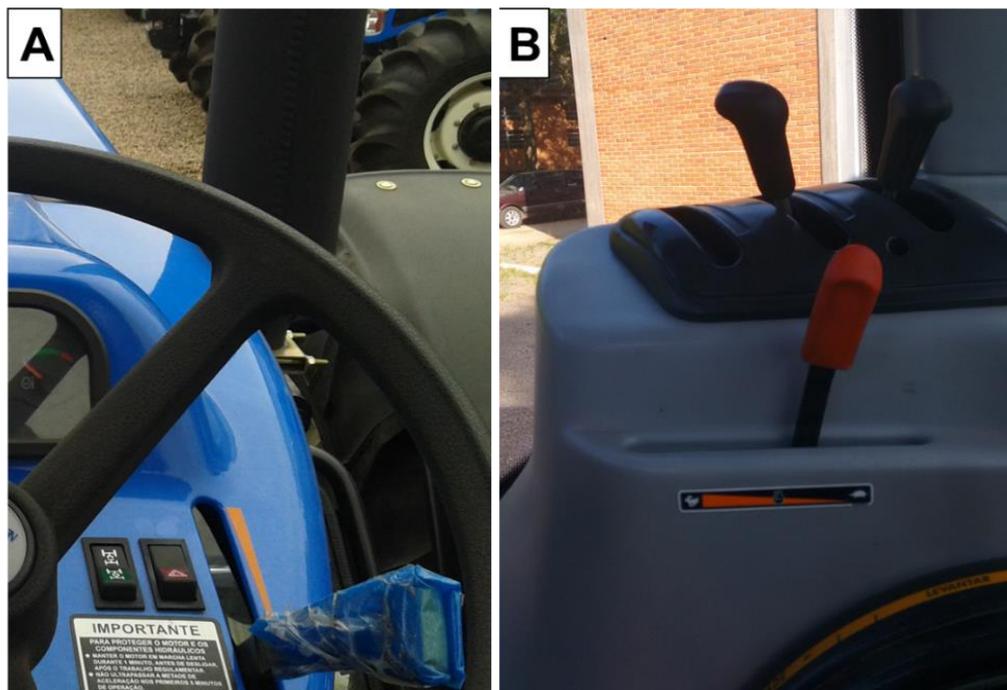
Os comandos básicos presentes nos postos de operação amostrados foram comparados com a norma ISO 15077 (1996). Para atender as exigências da norma, um comando deve estar presente na mesma região de alcance de acordo com a sua frequência de utilização (frequente ou raro), no PVL e no PHS simultaneamente (APÊNDICE D).

4.1.1 Comandos de acionamento

4.1.1.1 Acelerador manual

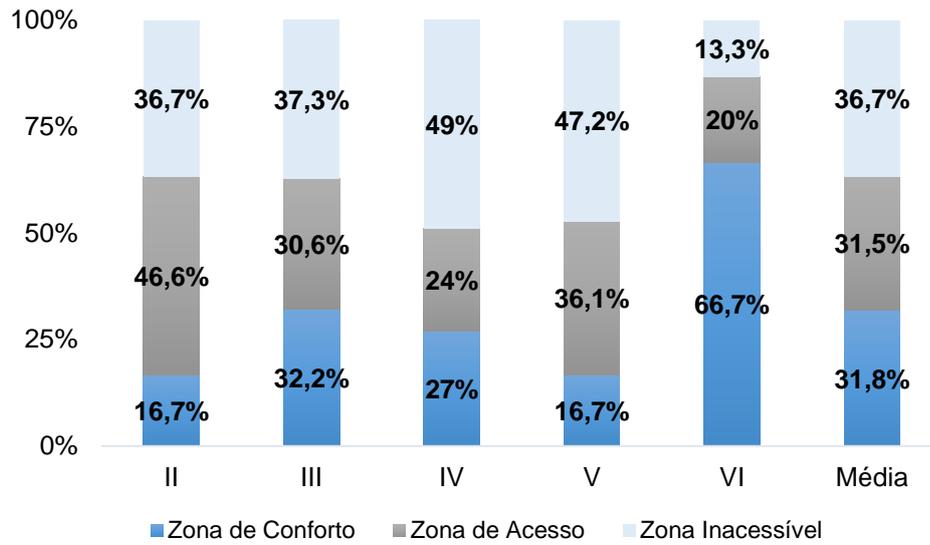
Entre fabricantes e modelos de tratores agrícolas, o comando do acelerador manual, varia seu posicionamento e forma de acionamento, onde pode estar posicionado no console lateral ou no painel de instrumentos do trator agrícola, conforme mostrado na figura 15.

Figura 15 - Posições do comando acelerador manual nos postos de operação: Junto ao painel de instrumentos (A), console lateral (B).



O comando acelerador manual é considerado como sendo de uso frequente, e deve estar localizado na região de conforto das mãos, segundo a norma ISO 15077 (1996) (Figura 16).

Figura 16 - Ocorrência do comando acelerador manual nas zonas, conforme a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Verificou-se que a Classe VI apresentou o comando acelerador manual localizado na zona de conforto (66,7%), seguida pela Classe III (32,2%), IV (27%), e II e V (16,7%). Considerando todos os tratores agrícolas abrangidos neste estudo, na média 31,8% desses apresentaram tal comando inserido na zona de conforto.

Ao todo, 46,7% das ocorrências do comando acelerador manual na Classe II deram-se na zona de acesso. O mesmo comando esteve localizado na zona inacessível com maior expressão nos tratores pertencentes à Classe IV (49%), considerando a sua ocorrência nos dois planos de referência estabelecidos pela norma ISO 15077 (1996).

Na tabela 01, observa-se que de todos os postos de operação, o comando acelerador manual esteve localizado na zona de conforto em 10 dos 34 postos de operação amostrados, sendo que 29,5% apresentaram o comando localizado na zona de conforto, 40,2% localizados na zona de acesso e 30,7% apresentaram tal comando localizado na zona inacessível.

Tabela 1 - Localização do comando acelerador manual nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Case-IH	2CP, 3CC,4CC	60	1CP, 1CC	40	60
LS Tractor	2LP, 2LC	50	1LC, 1LP	50	50
John Deere	3JC, 4JC	40	1JS,2JP	40	40
Agrale	2AC	20	1AA, 2AP, 3AP	40	20
New Holland	1NP	20	2NA	20	20
Massey Ferguson	2MC	16,7	4MC	16,7	16,7
Valtra	-	0	2VC, 3VC, 4VC	75	0
				Média	28,1

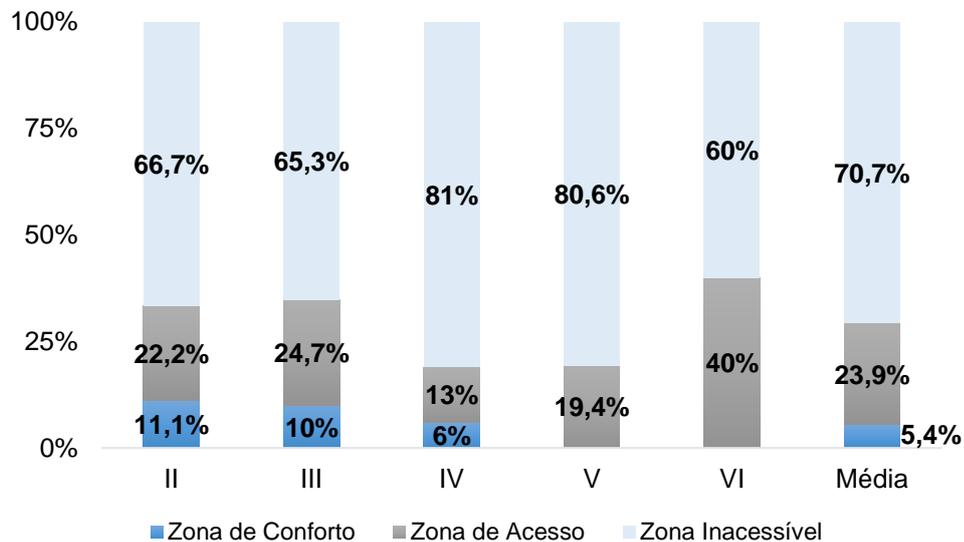
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

A marca Case-IH, apresentou em 60% dos postos de operação o comando acelerador manual localizado na zona de conforto e o restante esteve presente na zona de acesso, sendo a marca que melhor atendeu à norma ISO 15077 (1996). Na marca Valtra, o referido comando não esteve localizado na zona de conforto em nenhum de seus postos de operação logo, não está em conformidade com a referida norma.

4.1.1.2 Acionamento da tomada de potência

O comando da TDP foi considerado como sendo um comando raramente utilizado, podendo ser posicionado na zona de conforto ou acesso, conforme a norma ISO 15077 (1996). Na figura 17, são demonstrados a ocorrência da TDP nas diferentes zonas de acesso do posto de operação.

Figura 17 - Ocorrência do comando TDP nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Nota-se que esse comando esteve localizado com maior expressão na zona de conforto na Classe II (11,1%) e na zona de acesso na Classe VI (40%). A Classe V apresentou o comando localizado na zona inacessível, em 80,6%. Considerando todos os tratores agrícolas abrangidos pelos postos de operação, na média 29,3% deles apresentaram a TDP localizada nas zonas de conforto (5,4%) ou de acesso (23,9%). Em relação a localização do comando de acionamento da TDP, os dados se encontram na tabela 02.

Tabela 2 - Localização do comando tomada de potência nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Agrale	-	0	1AA, 2AP, 3AP, 3AC	80	80
Valtra	-	0	1VP	25	25
Case-IH	-	0	4CC	20	20
John Deere	-	0	2JC	20	20
New Holland	-	0	3NC	20	20
Massey Ferguson	1MC	16,7	-	0	16,7
LS Tractor	-	0	-	0	0
				Média	25,9

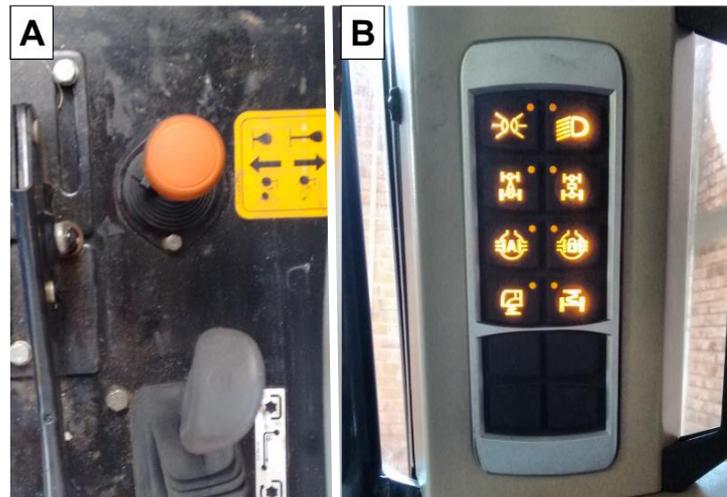
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Somente o posto de operação 1MC apresentou o comando da TDP, localizado na zona de conforto em relação ao PVL e ao PHS simultaneamente, a maior proporção (quatro) de postos de operação localizados na zona de acesso foi encontrada na marca Agrale, atendendo à norma ISO 15077. Todos os postos de operação da marca LS Tractor apresentaram o comando da TDP localizado fora das zonas de conforto e de acesso.

4.1.1.3 Acionamento da tração dianteira auxiliar

O comando de acionamento da TDA foi considerado como sendo um comando de uso raro, podendo ser localizado na zona de acesso ou zona de conforto, segundo a norma ISO 15077. Esse comando esteve presente em todos os postos de operação amostrados e seu acionamento se difere em acionado por alavanca ou de acionamento eletro-hidráulico, por meio de botão (Figura 18).

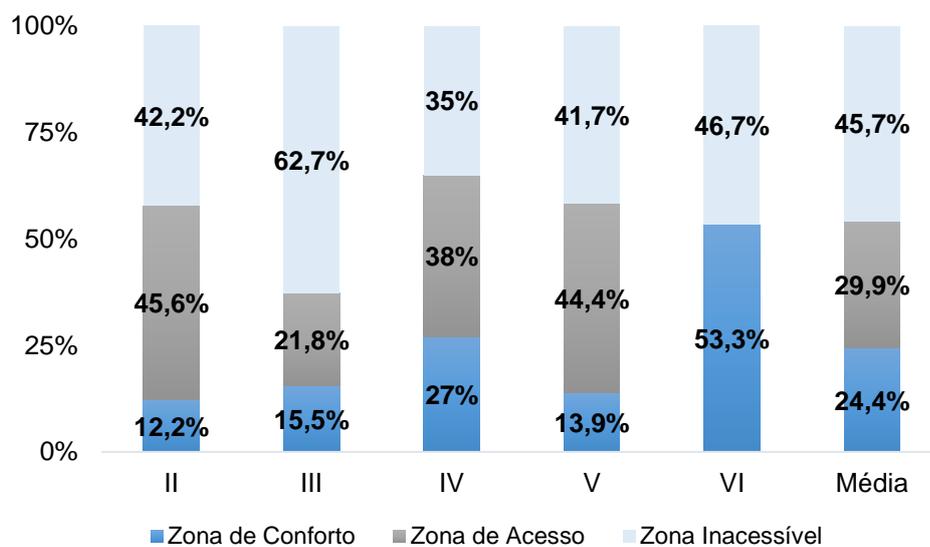
Figura 18 - Diferentes acionamentos do comando tração dianteira auxiliar: Mecânico (A), Eletro-hidráulico (B).



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

A Classe VI apresentou maior ocorrência do comando da TDA na zona de conforto (53,3%), seguida pela Classe IV (27%), enquanto que esse comando esteve localizado na zona de alcance em 38% dos casos, considerando cada plano de referência, o que proporcionou uma conformidade de 65%, na Classe IV com a norma ISO 15077, conforme a figura 19.

Figura 19 - Ocorrência do comando de acionamento da TDA nas zonas de alcance.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Os cinco postos de operação que equipam a marca Case-IH atenderam em 100% à norma ISO 15077 no quesito comando de acionamento da TDA, por apresentá-lo localizado nas zonas de conforto (40%) e de acesso (60%), em relação aos dois planos de referência simultaneamente. De todos os postos de operação amostrados, 45,7% atenderam à referida norma, como mostra a tabela 03.

Tabela 3 - Localização do comando de acionamento da tração dianteira auxiliar nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Case-IH	3CC, 4CC	40	1CC, 1CP, 2CP	60	100
New Holland	1NC, 2NA, 1NP	60	-	0	60
Massey Ferguson	1MP	16,7	3MP, 3MC	33,3	50
John Deere	2JC, 3JC	40	-	0	40
Valtra	-	0	3VC	25	25
LS Tractor	-	0	1LP	25	25
Agrale	-	0	1AA	20	20
				Média	45,7

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

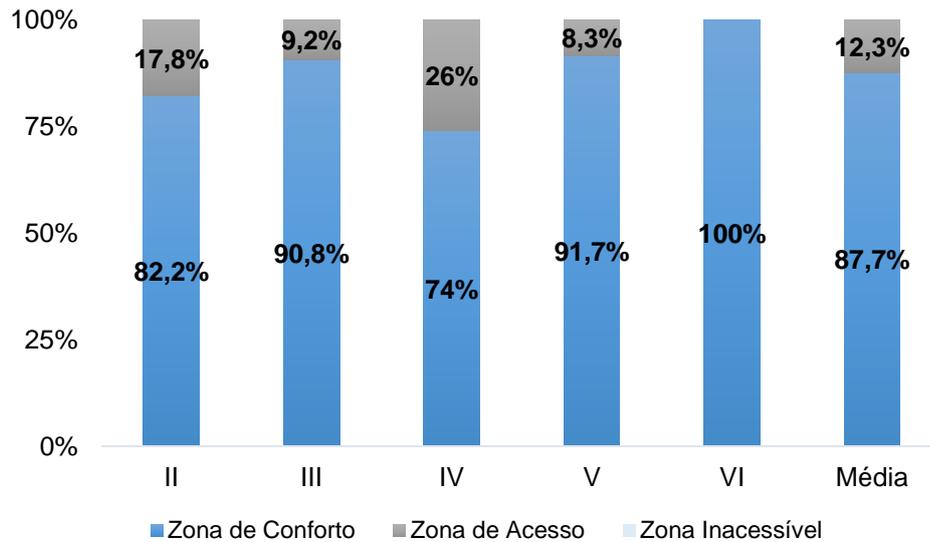
O comando da TDA esteve em conformidade com a norma ISO 15077 em 16 dos 34 postos de operação avaliados. As marcas Valtra, LS Tractor e Agrale apresentaram somente um posto de operação em conformidade com a norma. As marcas New Holland e Massey Ferguson possuem três postos de operação em conformidade. Já a marca John Deere, dois de seus postos de operação atenderam a referida norma.

4.1.1.4 Alavanca de marchas

A alavanca de marchas foi considerada como sendo um comando de uso frequente, devendo estar localizado na zona de conforto, conforme recomendação da norma ISO 15077 (1996). No estudo, verificou-se uma grande ocorrência do comando na zona de conforto dentre as classes de potência bruta no motor dos tratores

agrícolas, com 87,7% dos postos de operação dos tratores abrangidos estando em conformidade com a norma. De acordo com figura 20, a maior ocorrência se deu na Classe VI (100%).

Figura 20 - Ocorrência do comando alavanca de marchas nas zonas de alcance, segundo a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Considerando a localização do comando de marchas, na zona de conforto, em relação aos dois planos de referência simultaneamente, conforme a tabela 04, todos os postos da marca Agrale, LS Tractor e Massey Ferguson atenderam às recomendações da norma ISO 15077, os postos de operação das marcas John Deere e New Holland atenderam em 80%; seguida da marca Valtra, com 75% dos postos em conformidade enquanto que a fabricante Case-IH, obteve 40% dos postos de operação atendendo a norma.

Tabela 4 - Localização do comando de marchas nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Agrale	1AA, 2AP, 2AC, 3AP, 3AC	100	-	0	100
LS Tractor	1LP, 1LC, 2LP, 2LC	100	-	0	100
Massey Ferguson	1MP, 1MC, 2MC, 3MP, 3MC, 4MC	100	-	0	100
John Deere	1JS, 2JP, 2JC, 4JC	80	3JC	20	80
New Holland	1NP, 1NC, 3NC, 4NC	80	2NA	20	80
Valtra	1VP, 3VC, 4VC	75	2VC	25	75
Case-IH	3CC, 4CC	40	1CC, 2CP, 1CP	60	40
				Média	82,1

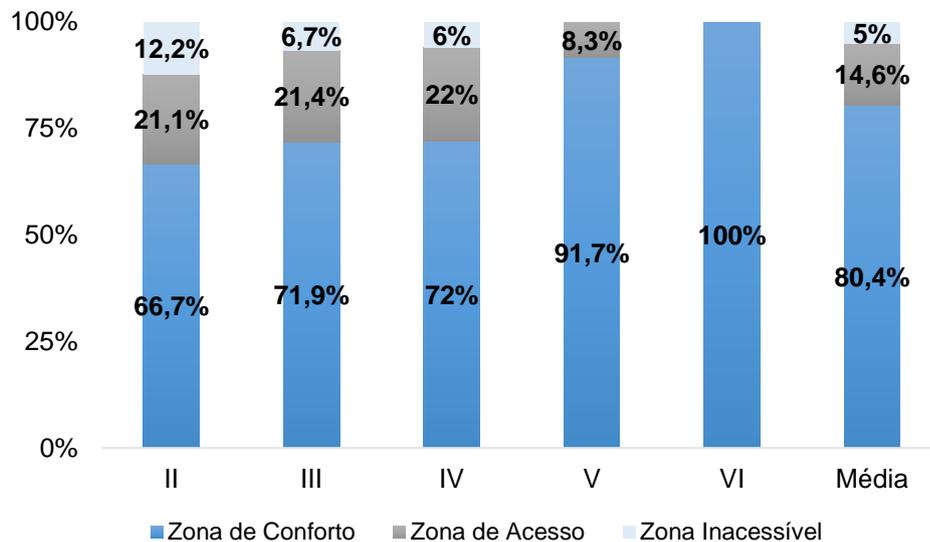
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Considerando todos os postos de operação analisados e comparando-se com os resultados encontrados por Rozin (2004), onde obteve 62,8% de conformidade com a norma ISO 15077, e os deste trabalho (82,1%), ocorreu um aumento do atendimento da referida norma.

4.1.1.5 Alavanca de grupo

O comando alavanca de grupo foi considerado como sendo um comando de uso frequente, devendo estar localizado na zona de conforto para as mãos, segundo a norma ISO 15077 (1996). Considerando a ocorrência desse comando localizado na zona de conforto (Figura 21), verificou-se que os tratores pertencentes à Classe VI apresentaram maior ocorrência (100%), seguida pela Classe V (91,7%), pela Classe IV (72%), pela Classe III (71,9%) e pela Classe II (66,7%).

Figura 21 - Ocorrência do comando seletor de grupo nas zonas de alcance segundo a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Considerando todos os tratores agrícolas deste trabalho, na média 80,5% dos casos, o comando seletor de grupo esteve localizado na zona de conforto, 14,6% esteve localizado na zona de acesso e em 5% na zona inacessível. O comando seletor de grupo esteve localizado na zona inacessível nas Classes II, III e IV cujas proporções foram de 12,2%, 6,7% e 6%, respectivamente, conforme a figura 21.

A norma ISO 15077 foi atendida em 100% nos postos de operação das marcas Massey Ferguson e Valtra, seguida pela marca Case-IH (80%) e pela marca New Holland (60%), no que se refere ao quesito comando seletor de grupo (Tabela 05). As marcas Agrale, John Deere e New Holland apresentaram um posto de operação na zona inacessível.

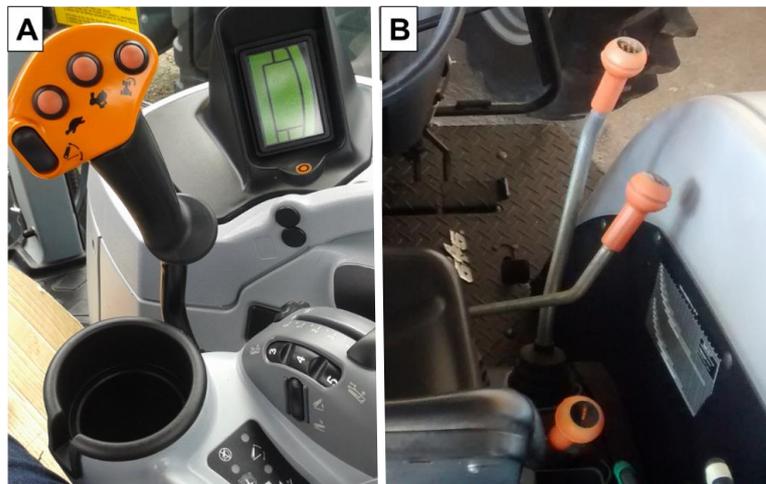
Tabela 5 - Localização do comando seletor de grupo nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Massey Ferguson	1MP, 1MC, 2MC, 3MP, 3MC, 4MC	100	-	0	100
Valtra	1VP, 2VC, 3VC, 4VC	100	-	0	100
Case-IH	1CC, 1CP, 3CC, 4CC	80	2CP	20	80
New Holland	1NC, 1NP, 4NC	60	2NA	20	60
LS Tractor	2LP, 2LC	50	1LP, 1LC	50	50
Agrale	3AP, 3AC	40	2AP, 2AC	40	40
John Deere	1JS, 4JC	40	2JP, 3JC	40	40
				Média	67,1

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Um dos motivos da elevada ocorrência desse comando na zona de conforto dos tratores pertencentes às classes de maior potência bruta do motor, deve-se à utilização de uma única alavanca seletora que integra os comandos de marchas e grupos (Figura 22). Esse comando apresentou essa característica em sete dos 34 postos de operação amostrados.

Figura 22 - Posto de operação de tratores agrícolas equipados com comando multifunção (A) e Alavanca de grupo e marcha (B).)



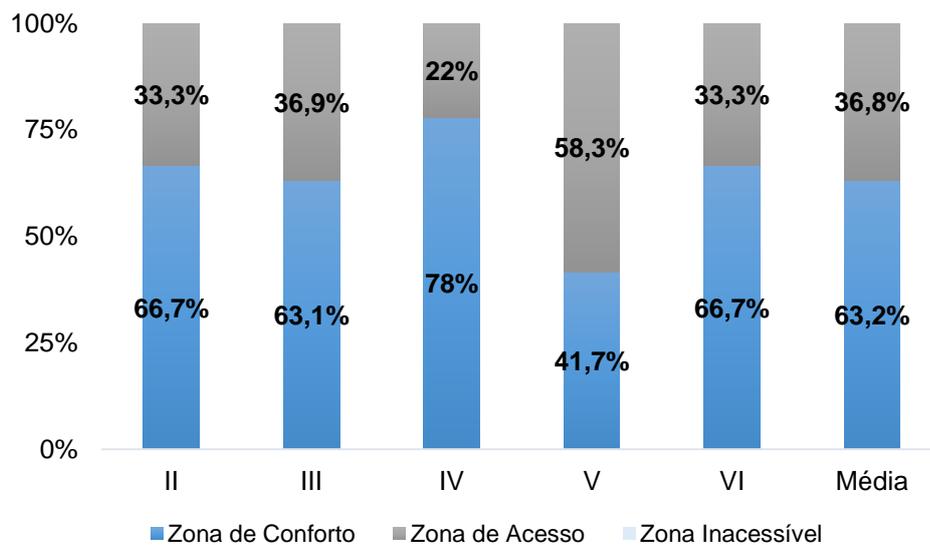
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

4.1.1.6 Centro do volante

Por ser um elemento importante na condução do trator agrícola é considerado um comando de uso frequente e deve estar localizado, segundo a norma ISO 15077, na zona de conforto para as mãos. Por possuir forma circular, foi representado em seu ponto central.

Considerando a ocorrência do centro do volante nos planos de referência longitudinal vertical e horizontal superior simultaneamente, observou-se que a sua maior conformidade se deu nos tratores pertencentes à Classe IV (78%), seguida pelas Classes II e VI (66,7%), pela Classe III (63,1%) e por fim, pela Classe V (41,7%) (Figura 23).

Figura 23 - Localização do centro do volante nas zonas de alcance dos postos de operação amostrados.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Dos 34 postos de operação avaliados, somente quatro postos da marca Valtra atenderam à norma ISO 15077 no quesito centro do volante, considerando a sua localização na zona de conforto para as mãos nos dois planos de referência simultaneamente. Pode-se salientar que os valores encontrados na zona de acesso (36,8%), considerando a norma, eles poderão virar zero, se o volante possuir regulagem. A marca LS Tractor foi a que menos atendeu esse quesito, com apenas um posto de operação em conformidade com a norma, como mostrado na tabela 06.

Tabela 6 - Localização do centro do volante nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Valtra	1VP, 2VC, 3VC, 4VC	100	-	0	100
Massey Ferguson	1MP, 1MC, 2MC, 3MC, 4MC	83,3	3MP	16,6	83,3
John Deere	1JS, 2JP, 2JC, 4JC	80	3JC	20	80
New Holland	1NC, 1NP, 3NC, 4NC	80	2NA	20	80
Agrale	2AC, 3AC	60	1AA, 2AP, 3AP	40	60
Case-IH	2CP, 3CC	40	1CP, 1CC, 4CC	60	40
LS Tractor	1LP	25	1LC, 2LP, 2LC	75	25
				Média	66,9

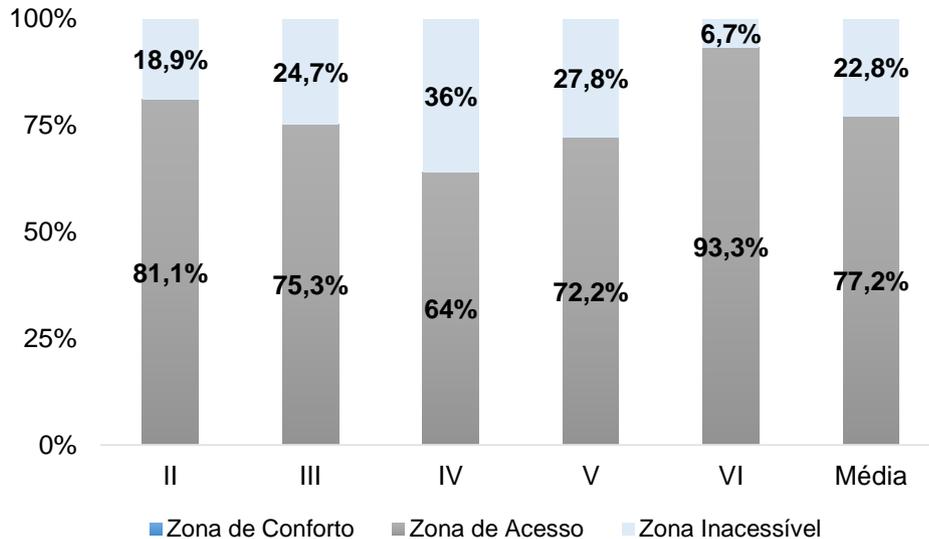
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Analisando a não ocorrência do centro do volante de direção na zona inacessível em nenhum dos postos de operação avaliados e os casos em que o centro do volante localiza-se na zona de acesso, pode ser atribuído segundo Minette et al. (2008), aos padrões para dimensões dos postos de operação serem estabelecidos por normas europeias, não levando em consideração o padrão antropométrico dos operadores brasileiros, em que um volante com ajuste de altura, do tipo escamoteável, poderá proporcionar um ambiente de trabalho adequado.

4.1.1.7 Chave de partida

Considerou-se como um comando de uso raro, devendo estar posicionados na zona de acesso ou de conforto para as mãos, segundo a norma ISO 15077. Conforme mostrado na figura 24, nenhuma classe dos tratores agrícolas apresentou ocorrência deste comando localizado na zona de conforto. A chave de partida e parada do motor estiveram integradas em um mesmo comando em 30 dos 34 postos de operação amostrados.

Figura 24 - Ocorrência dos comandos chave de partida nas zonas de alcance do operador, conforme a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Já na zona de acesso, a Classe VI atendeu a norma em 93,3% dos postos de operação dos tratores agrícolas avaliados, seguida pela Classe II (81,1%), Classe III (75,3%), pela Classe V (72,2%) e pela Classe IV (64%). Ao considerar todos os tratores agrícolas envolvidos nesta análise, a ocorrência desses comandos em conformidade com a norma foi em média 77,2% dos postos de operação avaliados.

O comando chave de partida, esteve posicionado em diferentes locais do posto de operação, estando próximo ao volante, na coluna da EPCC, entre outros, não sendo padronizado sua localização entre marcas e nem entre modelos de uma marca. Este fato se deve, pois, muitos tratores já não possuem o comando estrangulador do motor separado, onde o comando chave de partida integrou essas funções. Por isso, muitos fabricantes optaram por posicionar o comando em locais de difícil acesso, para que não ocorra um desligamento acidental do trator agrícola.

Quando avaliamos as marcas comerciais individualmente, somente os postos de operação da marca Valtra atenderam completamente à norma ISO 15077, com o comando inserido na zona de acesso. Verificou-se que 24 postos de operação apresentaram os comandos chave de partida localizados na região de acesso, como mostrado na tabela 07.

Tabela 7 - Localização do comando chave de partida nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Valtra	-	0	1VC, 2VC, 3VC, 4VC	100	100
Massey Ferguson	-	0	1MP, 3MP, 1MC, 4MC, 3MC	83,3	83,3
Case-IH	-	0	1CC, 1CP, 3CC, 4CC	80	80
New Holland	-	0	1NP, 1NC, 2NA, 4NC	80	80
LS Tractor	-	0	1LC, 1LP, 2LP, 2LC	100	50
Agrale	-	0	1AA, 2AC	40	40
John Deere	-	0	4JC	20	20
				Média	64,8

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Rozin (2004) encontrou baixa ocorrência deste comando na zona de conforto, concordando com os dados atuais. Isso mostra que não houve uma evolução nos postos de operação atuais, em relação aos avaliados por Rozin, quando diz respeito ao comando chave de partida. Ainda, segundo o mesmo autor, a baixa ocorrência dos referidos comandos na zona de conforto, de uma maneira geral, pode ser explicada pelo afastamento destes em relação ao PVL.

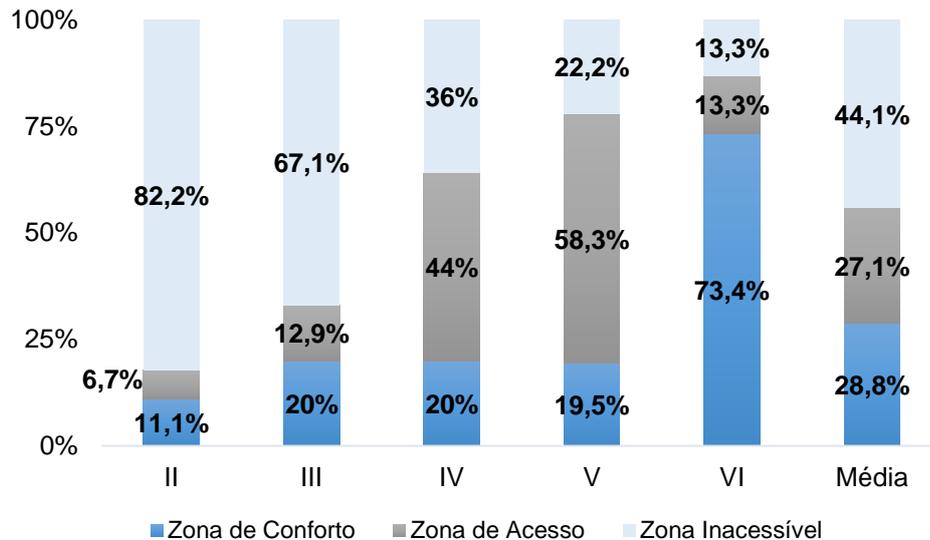
4.1.1.8 Comando de controle remoto do sistema hidráulico

O comando de controle remoto do sistema hidráulico foi considerado como sendo um comando frequentemente utilizado, devendo estar posicionado na zona de conforto para as mãos, conforme a norma ISO 15077 (1996). Considerou-se somente o comando remoto mais próximo ao assento do operador, visto que muitos postos de operação apresentavam dois, três ou mais alavancas de controle remoto do sistema hidráulico.

Analisando a figura 25, verificou-se que a Classe VI apresentou o referido comando localizado na região de conforto com maior expressão (73,3%) em comparação com as demais classes de potência bruta, no motor dos tratores

agrícolas. Os casos do mesmo comando na zona de conforto se deram com o mesmo valor nas Classes III e IV (20%), um pouco inferior na Classe V (19,4%). Já na Classe II, o comando esteve de acordo em apenas 11,1% dos postos de operação.

Figura 25 - Ocorrência do comando de controle remoto do sistema hidráulico nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Os tratores da Classe II apresentaram o comando de controle remoto localizado na zona inacessível com a maior proporção dentre as classes (82,3%). Considerando todos os tratores agrícolas abrangidos pelos postos de operação amostrados neste trabalho, cerca de 44,1% dos mesmos apresentavam o mesmo comando localizado fora das zonas de conforto ou de acesso.

Por ser um comando utilizado no manuseio de inúmeros equipamentos acoplados ao trator agrícola, este alto valor do comando fora da zona de conforto para o operador, pode ocasionar uma perda da capacidade de produção, pois o trabalhador precisa se movimentar para fazer o manuseio do equipamento, saindo da sua posição ergonômica, além da diminuição da atenção que pode causar acidentes.

Conforme a tabela 08, 26,7% de todos os postos de operação amostrados apresentaram o referido comando localizado na zona de conforto, 16,9% na zona de acesso e 56,4% na zona inacessível. As marcas Agrale, Case-IH e Valtra apresentaram o comando de controle remoto do sistema hidráulico localizado na zona de conforto em apenas dois de seus postos de operação.

Tabela 8 - Localização do comando de controle remoto do sistema hidráulico nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Valtra	2VC, 4VC	50	-	0	50
Agrale	2AC, 4AC	40	-	0	40
Case-IH	3CC, 4CC	40	2CP	20	40
John Deere	2JC	20	1JS	20	20
New Holland	3NC	20	4NC	20	20
Massey Ferguson	4MC	16,7	3MP,2MC	33	16,7
LS Tractor	-	0	2LC	25	0
				Média	26,7

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

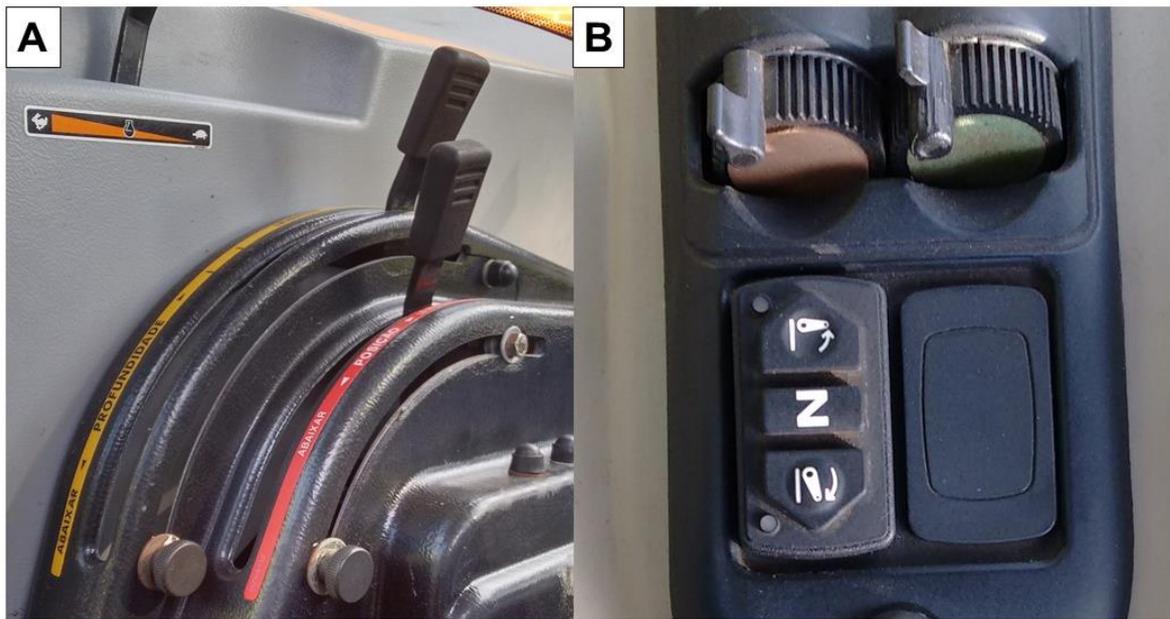
Rozin (2004), em seu trabalho encontrou o comando de controle remoto do sistema hidráulico muito próximo do assento do operador, atribuído esse fato a casos onde a norma ISO 15077 não foi atendida (3,8%).

4.1.1.9 Comando do sistema hidráulico

Para representar o comando do sistema hidráulico selecionou-se o comando de posição, que foi considerado como sendo de uso frequente, devendo ser localizado na zona de conforto, conforme a norma ISO 15077 (1996). O seu acionamento pode ser realizado por meio de alavancas, geralmente, posicionadas na lateral direita do posto de operação ou por meio de dispositivos de acionamento eletro-hidráulico, que estão posicionados no console lateral do assento do operador (Figura 26).

O acionamento eletro-hidráulico, visa facilitar e agilizar as operações agrícolas, pois proporciona menor esforço de acionamento pelos operadores, diminuindo assim problemas relacionados ao desgaste, cansaço e a falta de atenção.

Figura 26 - Diferentes acionamentos do comando do sistema hidráulico: Alavancas (A), dispositivo eletro-hidráulico (B).

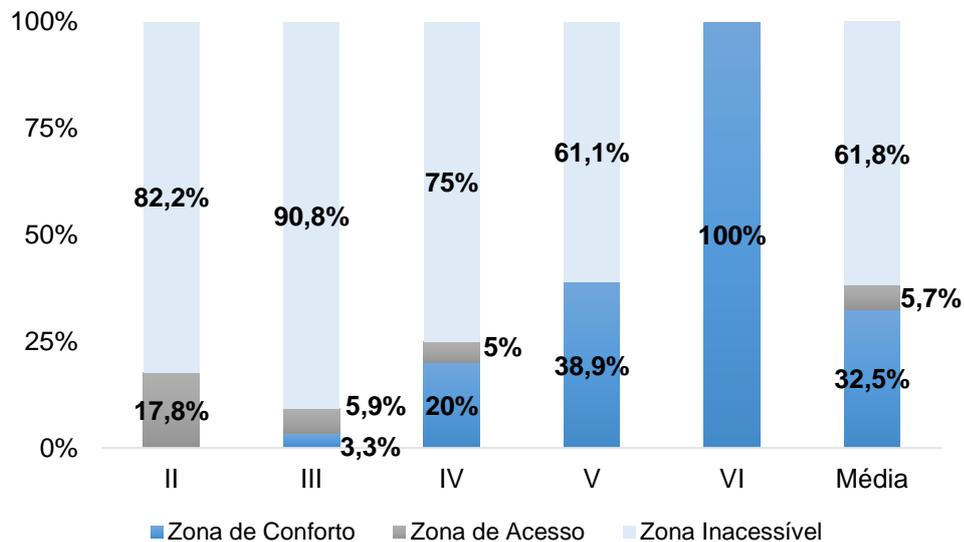


Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Com 100% dos postos de operação atendendo a norma quanto à localização do comando de posição do sistema hidráulico na Classe VI, pois em todos os postos de operação o acionamento é realizado por dispositivos eletro-hidráulicos. Por serem ocuparem uma área menor em relação ao comando de alavanca, estes podem ser melhor distribuídos no posto de operação, gerando assim uma grande conformidade com a norma.

Com uma menor proporção de atendimento a Classe V (38,9%), a Classe IV (20%) e a Classe III (3,3%), está relacionado a maioria dos postos de operação destas classes possuírem acionamento por alavancas. Considerando todos os postos de operação dos tratores agrícolas amostrados, na média 32,4% desses apresentaram tal comando localizado na zona de conforto e 61,8% na zona inacessível, em que a Classe III apresentou o referido comando, com maior expressão (90,8%) (Figura 27).

Figura 27 - Ocorrência do comando de posição do sistema hidráulico nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Na tabela 9 estão expressos os valores de localização do comando de acionamento do sistema hidráulico nos postos de operação, para cada classe de potência do motor dos tratores agrícolas estudados.

Tabela 9 - Localização do comando de posição do sistema hidráulico nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Case-IH	3CC, 4CC	40	3CP,3CC	40	40
John Deere	3JC, 4JC	40	-	0	40
Valtra	4VC	25	-	0	25
New Holland	4NC	20	2NA	20	20
Massey Ferguson	4MC	16,7	-	0	16,7
Agrale	-	0,	-	0	0
LS Tractor	-	0	-	0	0
				Média	20,2

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

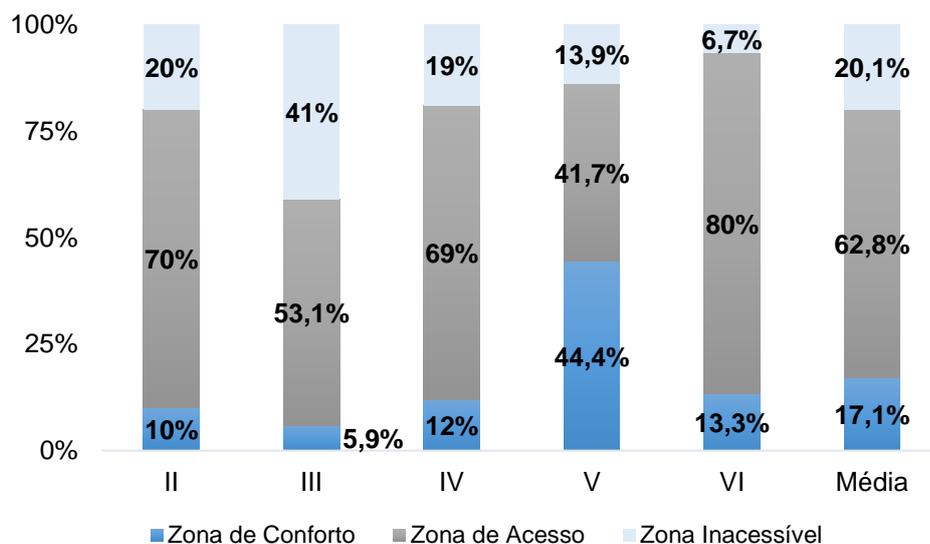
O comando de posição do sistema hidráulico não esteve presente somente no posto de operação 4AC da Agrale. As marcas Agrale e LS Tractor não apresentaram nenhum posto de operação em conformidade com a norma. As marcas Case-IH e John Deere possuem dois postos de operação em conformidade e, por fim, as marcas Massey Ferguson, New Holland e Valtra apresentaram tal comando localizado na zona de conforto em somente um posto de operação avaliado.

Segundo Rozin (2004), um dos motivos da baixa ocorrência do comando de posição do sistema hidráulico na zona de conforto em relação a norma ISO 15077, deve-se a sua localização próxima ao assento do operador, o que dificulta o alcance por parte do operador.

4.1.1.10 Freio de estacionamento

O comando do freio de estacionamento foi considerado como sendo um comando de uso raro. Analisando a sua localização na zona de conforto ou de acesso, por meio da figura 28, verificou-se que a Classe VI apresentou a maior ocorrência nestas zonas de alcance (93,3%), seguida pela Classe V (86,1%), pela Classe IV (81%) e pelas Classes II e III com 80% e 59%, respectivamente.

Figura 28 - Ocorrência do comando freio de estacionamento nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077



Considerando todos os tratores agrícolas abrangidos pelos postos de operação amostrados, o comando do freio de estacionamento esteve localizado na zona de conforto ou acesso em 79,9% dos casos. Analisando a sua ocorrência na zona inacessível, observou-se que todas as classes apresentaram tal comando localizado nesta zona, nas quais a Classe III foi a que apresentou o maior percentual de ocorrência (40,9%).

Quando avaliado a conformidade do comando freio de estacionamento a norma ISO 15077 (1996) entre as marcas de tratores agrícolas (Tabela 10), todos os postos de operação das marcas Case-IH e John Deere atenderam a referida norma (100%). Já a marca LS Tractor atendeu a norma em apenas um de seus postos de operação.

Tabela 10 - Localização do comando freio de estacionamento nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Case-IH	-	0	Todos	100	100
John Deere	1JS, 2JP, 3JC, 4JC	80	2JC	20	100
Massey Ferguson	3MP	16,7	1MP, 1MC, 2MC, 3MC, 4MC	66,7	83,3
Agrale	-	0	1AA, 3AP, 3AC	60	60
New Holland	-	0	1NC, 3NC, 4NC	60	60
Valtra	-	0	1VP, 4VC	50	50
LS Tractor	-	0	1LP	25	25
				Média	68,3

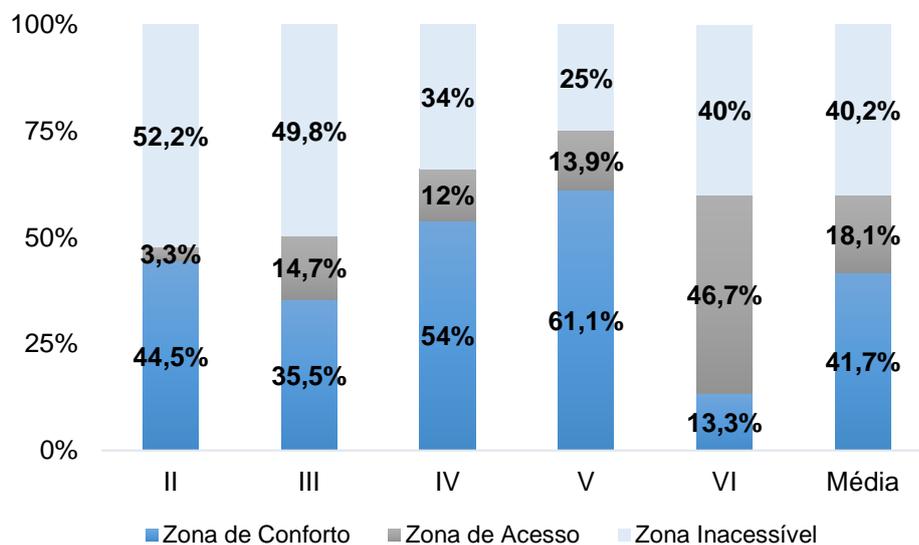
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Rozin (2004) atribuiu a desconformidade do posicionamento do comando freio de estacionamento a sua localização ser muito baixa, estando fora do alcance do operador na sua posição sentada. Já o elevado percentual de conformidade da marca John Deere pode ser atribuído ao freio de estacionamento estar localizado junto à alavanca da transmissão do trator agrícola, o que colabora para que em todos os seus postos de operação o comando freio de estacionamento esteja localizado na zona de conforto ou acesso do operador.

4.1.1.11 Freios de serviço

Os pedais de freio esquerdo e direito foram considerados como sendo comandos de uso frequente, devendo estar localizados na zona de conforto para os pés. Nas figuras 29 e 30 estão representados os valores de conformidade com norma para os pedais de freio esquerdo e freio direito, respectivamente.

Figura 29 - Ocorrência do pedal de freio esquerdo nas zonas de alcance, segundo a norma ISO 15077.

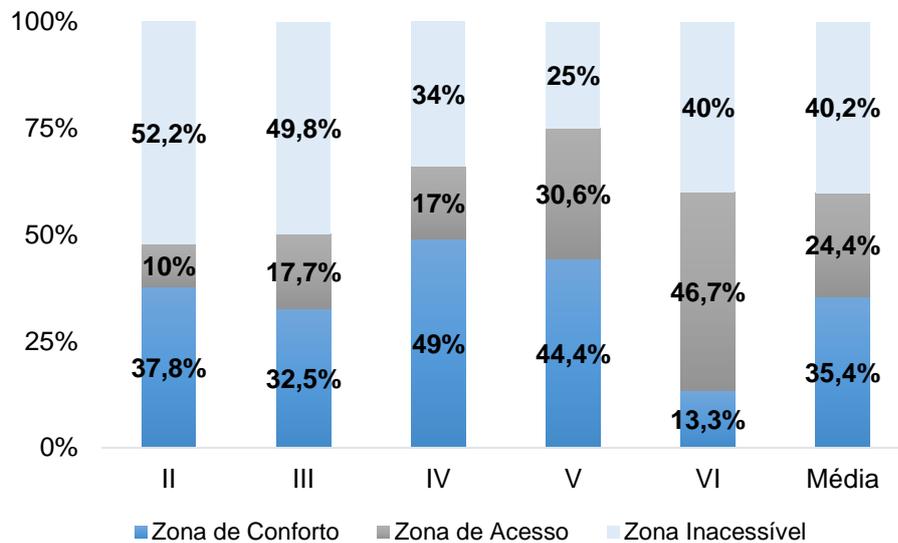


Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Observou-se que a maior ocorrência do pedal esquerdo na zona de conforto se deu na Classe V (61,1%), seguida pela Classe IV (54%), Classe II (44,4%), Classe III (35,5%) e, por fim, pela Classe de maior potência estudada, a Classe VI com 13,3%.

Na média 41,7% dos postos de operação estão em conformidade com a norma, mas os fabricantes devem dar maior atenção para o posicionamento deste comando. Por ser um comando de uso frequente, este deve estar localizado na zona de conforto para os pés, além de ser um item de suma importância na segurança no manuseio do trator agrícola, tanto quando este estiver realizando trabalho ou transporte e deslocamento.

Figura 30 - Ocorrência do pedal de freio direito nas zonas de alcance, segundo a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Analisando as ocorrências do pedal de freio direito na zona de conforto, observou-se que esse comando esteve localizado nesta zona de alcance com menor expressão, quando comparado com os resultados obtidos para o pedal de freio esquerdo. Assim, a Classe IV apresentou a maior ocorrência deste comando localizado na região de conforto (49%), enquanto que a Classe VI apresentou a menor (13,3%).

Considerando todos os tratores agrícolas abrangidos neste trabalho, 35,4% desses apresentaram o pedal de freio direito localizado nesta mesma zona de conforto. Nota-se que a ocorrência do pedal de freio direito na zona de conforto diminuiu em quatro das cinco classes, onde na Classe IV ocorreu a maior variação (16,7%). Estes valores menores em relação ao pedal de freio esquerdo, deve-se ao deslocamento do comando para a zona de acesso, preconizada pela norma ISO 15077.

Ao considerar as marcas comerciais, levou-se em conta somente o pedal de freio direito, por apresentar uma variação maior, quanto ao atendimento da norma ISO 15077. Observou-se que dos 34 postos de operação amostrados, 15 deles apresentaram o pedal de freio direito localizado na zona de conforto em relação aos dois planos de referência simultaneamente, o que representa uma conformidade de 42,8% com a norma ISO 15077 (Tabela 11).

Tabela 11 - Localização do comando do pedal de freio direito nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Agrale	1AA, 2AP, 3AP, 2AC	80	-	0	80
John Deere	1JS, 2JC, 3JC, 4JC	80	2JP	20	80
Massey Ferguson	1MC, 2MC, 3MP	50	-	0	50
Valtra	2VC	25	3VC	25	50
LS Tractor	1LC	25	2LP	25	25
Case-IH	2CP	20	4CC	20	20
New Holland	3NC	20	4NC	20	20
				Média	42,8

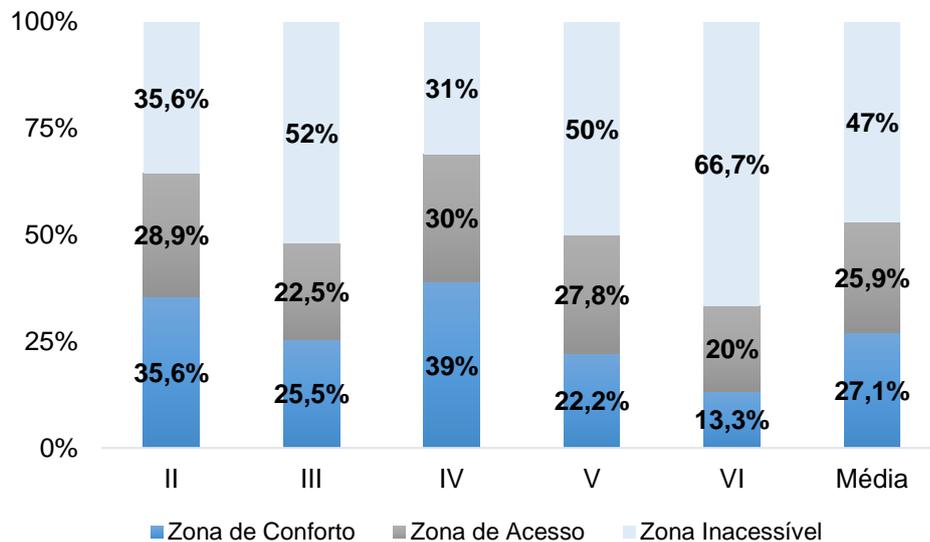
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Considerando a região de acesso, 15,7% dos postos de operação apresentaram tal comando localizado nesta região. As marcas que melhor atenderam a norma ISO 15077 referente ao pedal de freio direito foram a Agrale e a John Deere com quatro postos de operação, seguida da marca Massey Ferguson, com três postos de operação e pelas marcas Valtra, LS Tractor, New Holland e Case-IH com apenas um posto de operação cada em conformidade com a norma.

4.1.1.12 Pedal do acelerador

O comando pedal de acelerador foi considerado como sendo um comando de uso frequente, devendo estar localizado na zona de conforto, de acordo com a norma ISO 15077 (1996). Ao analisar por meio da figura 31 sua maior ocorrência se deu na Classe IV (39%), e a menor na Classe VI (13,3%) sendo que 27,1% de todos os tratores agrícolas abrangidos pelos postos de operação amostrados apresentaram tal comando localizado nesta zona de alcance.

Figura 31 - Ocorrência do pedal do acelerador nas zonas de alcance, segundo a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Ainda, de acordo com a figura 31, a Classe VI apresentou a maior ocorrência do acelerador de pé na zona inacessível (66,7%) e a Classe IV apresentou a menor ocorrência (31%), sendo que a sua ocorrência em relação a todos os tratores agrícolas abrangidos pelos postos de operação amostrados foi de 47%.

Muitos autores preconizam durante as operações agrícolas o uso do acelerador de mão, mantendo assim uma rotação do motor constante e a velocidade de trabalho, durante as atividades. Mas a utilização do pedal do acelerador pelos trabalhadores se dá em sua grande maioria, sendo item de suma importância estar localizado na zona de conforto, e deve receber atenção por parte dos fabricantes em seus projetos de máquinas agrícolas.

Na tabela 12, estão expressos os valores de localização do comando pedal do acelerador nos postos de operação, para cada classe de potência do motor dos tratores agrícolas avaliados neste estudo.

Tabela 12 - Localização do comando pedal do acelerador nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Massey Ferguson	1MP, 1MC, 2MC, 3MC	83,3	-	0	83,3
Valtra	3VC, 4VC	50	-	0	50
New Holland	1NP	20	3NC, 4NC	40	20
Agrale	-	0	1AA, 3AC, 3AP, 2AC	80	0
Case-IH	-	0	1CC, 2CP, 1CP	60	0
John Deere	-	0	2JC	20	0
LS Tractor	-	0	-	0	0
				Média	21,9

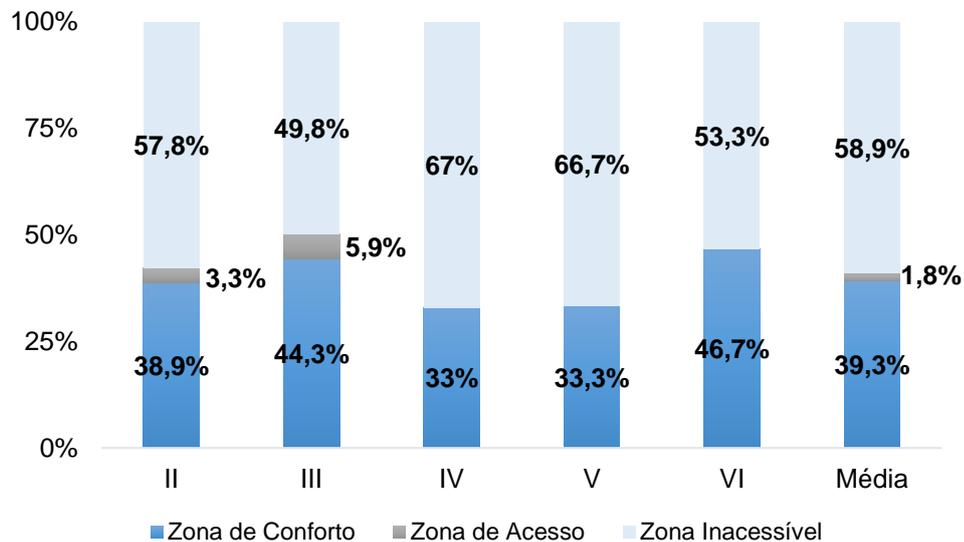
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Os postos de operação 1MC, 1MP, 2MC, 3MC, 1NP, 3VC e 4VC apresentaram o pedal do acelerador localizado na zona de conforto em relação ao PHS e PVL simultaneamente. As marcas Agrale, Case-IH, John Deere e LS Tractor não possuem postos de operação em conformidade com a norma.

4.1.1.13 Pedal de embreagem

O comando pedal de embreagem foi considerado como sendo um comando frequentemente utilizado, devendo estar localizado na região de conforto para os pés, conforme a norma ISO 15077. A sua maior ocorrência foi verificada para a Classe VI (46,7%), seguida pela Classe III (44,3%), pela Classe I (38,9%), Classe V (33,3%) e pôr fim a Classe IV (33%). De todos os tratores agrícolas abrangidos pelos postos de operação amostrados, 39,2% apresentaram o comando de embreagem localizado na zona de conforto, conforme a figura 32.

Figura 32 - Ocorrência do comando pedal de embreagem nas zonas de alcance, conforme a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Considerando a ocorrência do comando pedal de embreagem na zona inacessível, verificou-se que 58,9% das ocorrências de todos os postos de operação de tratores agrícolas amostrados apresentavam o comando localizado em tal zona, destacando a Classe IV, que apresentou a maior ocorrência (67%). Segundo Rozin (2004), as classes nas quais o comando pedal de embreagem esteve localizado na zona inacessível, o mesmo se encontrava muito próximo do operador, no perfil superior horizontal.

Os postos de operação das marcas Agrale (1AA, 2AP, 3AP e 2AC) e John Deere (1JS, 2JC, 3JC e 4JC) atenderam à norma ISO 15077 em 80%, seguidas pelas marcas Valtra (50%), Massey Ferguson (33,3%) com dois postos de operação atendendo a norma, e pôr fim a LS Tractor (25%), Case-IH e New Holland (20%), com apenas um posto de operação em conformidade com a norma, como mostrado na tabela 13.

Tabela 13 - Localização do comando pedal da embreagem nos postos de operação amostrados.

Marcas	Zona de Conforto		Zona de Acesso		Atende a ISO 15077 (%)
	P.O.	%	P.O.	%	
Agrale	1AA, 2AP, 3AP, 2AC	80	-	0	80
John Deere	1JS, 2JC, 3JC, 4JC	80	2LP	20	80
Valtra	2VC, 3VC	50	-	0	50
Massey Ferguson	1MC, 2MC	33,3	-	0	33,3
LS Tractor	2LP	25	-	0	25
Case-IH	4CC	20	-	0	20
New Holland	3NC	20	-	0	20
				Média	44,04

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Em tratores agrícolas de classes de potência bruta do motor maiores, o pedal da embreagem tem sido substituído por transmissões do tipo câmbio em carga, em que a troca de marcha não necessita do acionamento do pedal da embreagem. Nesses casos, o comando pedal da embreagem serve somente como dispositivo de segurança, mas continua sendo de extrema importância na operação com tratores agrícolas. Logo, o baixo atendimento dos mesmos à norma ISO 15077 nesse quesito, deve-se ao acentuado rigor da norma, que define uma pequena amplitude para os limites de alcance para os pés do operador (ROZIN, 2004).

4.1.2 Comparação ergonômica dos postos de operação

Observou-se a conformidade de 22 comandos de operação presentes em um posto de operação de tratores agrícolas, com a norma com a norma ISO 15077 (1996). Segundo a tabela 14, o posto de operação que apresentou a maior percentagem de comandos localizados nas zonas de alcance que satisfazem a norma ISO 15077 foi o posto 4CC da marca Case-IH (73,91%) e o que menos satisfez a norma foi o posto 2NA da New Holland com 34,78% de conformidade com a norma.

Tabela 14 - Postos de operação em conformidade com a norma ISO 15077.

Ordem	P. O.	Fabricante	Atende (%)
1	4CC	Case-IH	73,91
2	3NC	New Holland	69,57
	1MC	Massey Ferguson	69,57
	2JP	John Deere	69,57
5	4MC	Massey Ferguson	65,22
	4VC	Valtra	65,22
	3VC	Valtra	65,22
	3CC	Case-IH	65,22
9	1AA	Agrale	60,87
	2AC	Agrale	60,87
	3MP	Massey Ferguson	60,87
	1NC	New Holland	60,87
	2VC	Valtra	60,87
14	3AP	Agrale	56,52
	3AC	Agrale	56,52
	2JC	John Deere	56,52
	4JC	John Deere	56,52
	1MP	Massey Ferguson	56,52
	1NP	New Holland	56,52
20	2CP	Case-IH	52,17
	3MC	Massey Ferguson	52,17
	2MC	Massey Ferguson	52,17
	2VC	Valtra	52,17
	2AP	Agrale	52,17
25	1CP	Case-IH	47,83
	1CC	Case-IH	47,83
	3JC	John Deere	47,83
	4NC	New Holland	47,83
	2LP	LS Tractor	47,83
30	1LC	LS Tractor	43,48
	1JS	John Deere	43,48
32	1LP	LS Tractor	39,13
	2LC	LS Tractor	39,13
34	2NA	New Holland	34,78

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Dentre os modelos na versão sem cabine, o posto de operação que melhor atendeu a norma ISO 15077 foi o 2JP (69,57%) da marca John Deere, mesma

pontuação obtida pelo posto de operação 3NC da marca New Holland e 1MC da fabricante Massey Ferguson. Ainda dentro desta versão, a menor conformidade foi encontrada no posto (Figura 33) da New Holland (34,78%). Na versão com cabine, como mencionado anteriormente, o posto de operação 4CC da marca Case-IH foi o que apresentou a maior conformidade com a norma, enquanto que o posto de operação 2LC da marca LS Tractor apresentou uma conformidade de 39,13% com a norma ISO 15077.

Figura 33 - Trator agrícola que apresentou a menor conformidade com a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Analisando a conformidade à norma ISO 15077 dos postos de operação dentro de uma marca, no caso da Agrale, verificou-se que os postos que melhor atenderam à norma ISO 15077 foram os 1AA e 2AC (60,87%), enquanto que o posto de operação 2AP atendeu em 52,17% a norma. O posto de operação 4CC (Figura 34) da Case-IH foi o posto melhor colocado no que se refere a conformidade à norma ISO 15077, enquanto que o posto 1CC apresentou o menor atendimento à referida norma, dentre os postos de operação amostrados desta marca.

Figura 34 - Trator agrícola que melhor atendeu a norma ISO 15077.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

O posto de operação da marca Massey Ferguson 1MC foi o que melhor atendeu à norma ISO 15077 (69,57%), sendo que os piores foram os postos 2MC e 3MC (52,17%). O posto de operação que melhor atendeu à norma, na marca Valtra foi o posto 4VC (65,2%), sendo que o inverso foi encontrado no posto de operação 2VC (52,17%). Na marca LS Tractor, o posto de operação que melhor atendeu à norma ISO 15077 foi o posto 2LP (47,8%), sendo que a maior desconformidade à referida norma foi encontrada nos postos de operação 1LP e 2LC (39,13%).

4.2 CONFORMIDADE DE ACESSOS E DE SAÍDAS DE POSTOS DE OPERAÇÃO EM TRATORES AGRÍCOLAS, SEGUNDO AS NORMAS NBR/ISO 4254-1 E NBR/ISO 4252

As medidas dos degraus de acesso ao posto de operação foram confrontadas com as especificações estabelecidas pela norma NBR ISO 4254-1 (2015). Fica estabelecido pela norma que qualquer máquina onde a presença do operador é necessária, o acesso ao posto de operação, proporcionando segurança ao operador, deve ter a presença de acesso por degraus.

Ainda segundo a norma, os degraus de acesso ao posto de operação devem possuir, além das medidas mínimas e máximas, características que os tornem seguros, como a antiderrapante, que não permitisse o acúmulo de sujidades e a existência de batente vertical em ambos os lados de cada degrau.

Os postos de operação foram separados conforme o número de degraus de acesso, em que 3,2% estavam equipados com degraus na configuração monodegraus e em 96,8% na configuração multidegraus (Figura 35). Foram avaliadas as medidas de altura do primeiro degrau em relação ao solo, a profundidade dos degraus, a distância vertical do último degrau a soleira e largura da soleira.

Figura 35 - Configuração dos degraus de acesso ao posto de operação: Monodegrau (A), Multidegraus (B).



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Os postos 1AA, 2AP, 2AC, 3AP e 3AC apresentaram a superfície dos degraus com características derrapante (15,2%), não atendendo à norma NBR ISO 4254-1, os demais postos de operação apresentaram degraus com superfície antiderrapante (84,8%). Ainda, os mesmos postos de operação não apresentaram batente lateral em pelo menos um degrau de acesso ao posto de operação, não atendendo a recomendação da norma para este quesito.

Quando observados os postos de operação com degraus de acesso na configuração monodegraus, esses atenderam em 100% os quesitos estabelecidos

pela norma NBR ISO 4254-1 (2015), diferindo-se dos resultados encontrados por Rozin (2004), em que a proporção de tratores agrícolas equipados com postos de operação com acesso monodegraus correspondia a 32,4% dos tratores avaliados, e a conformidade de todos os itens foi de 62,5%.

Na configuração multidegraus, os postos de operação foram separados por tratores agrícolas com EPCC sem cabine e com cabine. Em relação à altura do primeiro degrau ao solo para o acesso ao posto de operação, a tabela 15 mostra que 95,2% dos tratores com arco de segurança atendem a norma NBR ISO 4524-1 (2010) enquanto que tratores com cabine apresentam 100% de conformidade.

Diferindo-se dos resultados encontrados por Mattar et al. (2010), que em trabalho semelhante encontrou em 70,4% dos tratores avaliados a altura do primeiro degrau ao solo inferior ou igual ao especificado pela norma (550 mm), mostrando uma evolução com o passar dos anos e maior preocupação por parte dos fabricantes de máquinas quanto aos itens relacionados à segurança.

Tabela 15 - Medidas dos degraus de acesso ao posto de operação na configuração de monodegrau.

Medidas	Sem cabine		Cabinado	
	Atende (%)	Não atende (%)	Atende (%)	Não atende (%)
Altura do primeiro degrau em relação ao solo	95,2	4,7	100	0
Profundidade dos degraus	45,2	54,7	77,8	22,2
Distância vertical do último degrau à soleira	100	0	100	0
Largura dos degraus	100	0	77,8	22,2

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Observando a conformidade da profundidade dos degraus com a norma NBR ISO 4254-1 (2015), nota-se nos tratores sem cabine um atendimento de apenas 45,2% e em tratores com cabine, 77,8% dos modelos atendem a referida norma. Mattar et al. (2010) ao avaliarem o comprimento dos degraus concluíram que, 61,9% estão de acordo com as exigências da norma. Valor este similar ao encontrado (61,5%) neste trabalho.

Em relação à distância vertical do último degrau a soleira da plataforma de operação, todos os postos de operação amostrados na configuração multidegraus atenderam a norma NBR ISO 4524-1 (2015). Em relação à medida da largura dos degraus de acesso ao posto de operação, observou-se que a proporção dos postos de operação sem cabine que atenderam à norma NBR ISO 4254-1 (100%) foi superior aos tratores com cabine (77,8%).

Os degraus de acesso ao posto de operação não estavam visíveis ao operador no ato de sua descida em 57,8% dos postos analisados. Segundo Rozin (2004), a não visibilidade dos degraus de acesso no ato da descida pode induzir o operador a forçar um salto, aumentando as chances de ocorrer um acidente. Em pesquisa realizada com operadores da região Central do estado do Rio Grande do Sul, Debiasi, Schlosser e Pinheiro, (2004) consideraram a estrutura de saída de alguns postos de operação de tratores agrícolas inadequados ou inseguros.

Para um acesso seguro ao posto de operação, foi considerada a presença de no mínimo dois manípulos ou pega-mãos no lado esquerdo de acesso. Na tabela 16, estão demonstrados o número de manípulos nos diferentes postos de operação de tratores agrícolas

Tabela 16 - Presença de manípulos no acesso ao posto de operação.

Manípulo	Sem cabine (%)	Cabinado (%)
Um	6,8	0
Dois	93,2	53,7
Três	0	35,4
Quatro	0	11
Nenhum	0	0
Total	100	100

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Em tratores agrícolas sem a presença da cabine, o posto de operação 3AP possui somente um manípulo de apoio. Em tratores agrícolas cabinados, em 100% dos postos de operação existem dois ou mais manípulos de apoio. 73,4% do total de postos de operação amostrados apresentaram dois pega-mãos para o acesso do operador pelo lado esquerdo, dos 34 postos amostrados 35,4% apresentam três manípulos e 11% disponibilizam em seus postos quatro manípulos de apoio.

As medidas de acesso e saída do posto de operação de tratores agrícolas foi confrontada com a norma NBR ISO 4252 (2011). Foram avaliadas a presença e o número de saídas de emergência presente nos postos de operação de tratores agrícolas cabinados, o vão livre de entrada do trator agrícola, o vão livre longitudinal na maior largura da porta, o dimensionamento do espaço livre interno como a distância do SIP até a superfície do teto da cabine, o espaço lateral a parede da cabine do trator e a distância do aro do volante até a superfície da cabine ou de outros controles manuais (Tabela 17).

Tabela 17 - Atendimento do acesso e saídas do posto de operação de tratores agrícolas.

Medidas	Atende (%)	Não atende (%)
Saídas de emergência	100	0
Vão vertical da entrada	100	0
Vão livre longitudinal	100	0
Distância até a superfície do teto da cabine	69,5	30,5
Espaço lateral	100	0
Distância do aro do volante até a superfície da cabine	86,6	13,4

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Ao observar o número de saídas de emergência de tratores agrícolas, a norma ABNT NBR ISO 4252 (2011), exige que existam no mínimo duas saídas de emergência presente nos postos de operação em caso de acidentes com estas máquinas. Os tratores agrícolas analisados apresentaram conformidade de 100% quanto à presença de duas saídas de emergência. Em 100% dos casos as saídas encontradas, foram a porta de acesso esquerda ao posto de operação e a janela traseira da cabine.

Os postos de operação 1CC, 2MC, 1LC e 2LC apresentaram mais de duas saídas de emergência, na qual além das saídas de emergência já citadas, existiam, porta de acesso pelo lado direito, caracterizando uma terceira saída de emergência.

Ao analisar a porta de acesso a cabine dos 34 postos de operação, foram encontrados 100% de conformidade em todos os modelos nos itens vão livre longitudinal na maior largura da porta e nas medidas do vão livre de entrada

(Figura 36). Esse resultado pode ser atribuído ao fato da porta de acesso ser considerada uma saída de emergência em caso de acidentes com a máquina agrícola.

Figura 36 - Porta de acesso ao posto de operação cabinado.



Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Em relação ao dimensionamento do espaço interno, quando analisamos a distância do SIP a superfície do teto da cabine 69,5% dos postos de operação de tratores agrícolas estão em conformidade com a norma NBR ISO 4252 (2011). Observando o espaço lateral acima do SIP e a qualquer direção dentro do posto de operação, todos os postos de operação estão em conformidade com a referida norma.

Já, ao analisar a distância do aro do volante até a superfície da cabine ou a controles manuais, os postos de operação 2VC, 4VC e 4MC, (13,4%) não atendem a norma. Atribui-se a esses postos de operação a presença de um sistema de reversão do movimento, posicionado muito próximo ao volante.

4.3 AVALIAÇÃO DE ITENS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA EM TRATORES AGRÍCOLAS

Observando a tabela 18, sete postos de operação (3CC, 4CC, 3JC, 4JC, 2MC, 4MC e 4VC), atenderam em 100% as recomendações de segurança estabelecidas

pela NR 12 (2010). O posto de operação 3AP da marca Agrale apresentou a menor conformidade com a referida norma (80,9%).

Tabela 18 - Conformidade dos postos de operação amostrados com a NR 12.

(continua)			
Ordem	P. O.	Fabricante	Conformidade (%)
1	3CC	Case-IH	100
	4CC	Case-IH	100
	3JC	John Deere	100
	4JC	John Deere	100
	4MC	Massey Ferguson	100
	2MC	Massey Ferguson	100
	4VC	Valtra	100
8	1CP	Case-IH	95,24
	1CC	Case-IH	95,24
	3MC	Massey Ferguson	95,24
	4NC	New Holland	95,24
	3VC	Valtra	95,24
13	2AC	Agrale	90,48
	3AC	Agrale	90,48
	2CP	Case-IH	90,48
	2JC	John Deere	90,48
	2JP	John Deere	90,48
	1JS	John Deere	90,48
	1LP	LS Tractor	90,48
	1LC	LS Tractor	90,48
	2LP	LS Tractor	90,48
	2LC	LS Tractor	90,48
	1MP	Massey Ferguson	90,48
	1MC	Massey Ferguson	90,48
	3MP	Massey Ferguson	90,48
	1NP	New Holland	90,48
31	1NC	New Holland	90,48
	2NA	New Holland	90,48
	3NC	New Holland	90,48
	2VC	Valtra	90,48
	1AA	Agrale	85,71

	2AP	Agrale	85,71
	1VP	Valtra	85,71
34	3AP	Agrale	80,95
			(Conclusão)

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Os itens relacionados à plataforma de operação como: possuir meio de drenagem e superfície antiderrapante; e os itens relacionados ao meio de acesso que devem ser seguros, resistentes aos esforços e às intempéries, atenderam em 100% dos postos de operação avaliados. Já quando avaliados a presença de batente lateral, a superfície do degrau antiderrapante e que impedisse o acúmulo de água e sujidades sobre eles todos os postos de operação da marca Agrale estiveram desconformes com a NR 12 (Figura 37).

Figura 37 - Escada de acesso ao posto de operação da marca Agrale.



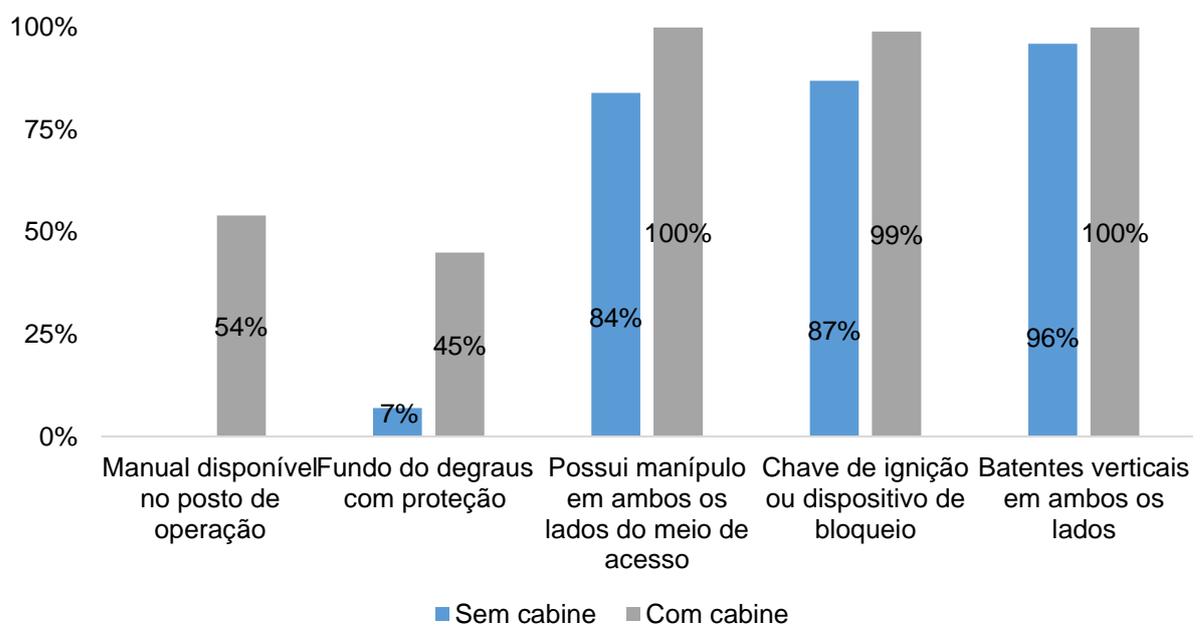
Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

Observando o acesso do operador à plataforma de operação por escada de degraus, em que os pneus, cubos de rodas, rodas ou para-lamas não são considerados degraus ou com a falta de manípulo de apoio e seu tamanho inadequado, se o operador faz uso do volante de direção para auxiliar no acesso a máquina e se o operador mantém durante o tempo de acesso o apoio em três pontos, todos os postos de operação avaliados estão em conformidade com a NR 12.

Quanto aos itens obrigatórios de segurança que devem estar presentes no posto de operação de tratores agrícolas, tais como: a presença de lanternas traseira de posição, sinal sonoro de ré, cinto de segurança, espelho retrovisor, EPCC, estão presentes nos 34 postos de operação avaliados.

Na tabela 19, são apresentados os principais itens em desconformidade com a NR 12. Em todos os postos de operação sem cabine o manual de operação não estava disponível, no posto de operação, como preconiza a norma. Já em tratores cabinados, 54,00% dos postos de operação atenderam a norma, destacando-se os postos de operação 2AC, 3CC, 3JC, 2MC, 3MC, 4NC, 4VC.

Tabela 19 - Principais itens em desconformidade com a NR 12.



O fundo de proteção em degraus apresentou a maior desconformidade com a norma. Em tratores agrícolas sem cabine apenas o posto de operação 1CP, da marca Case-IH, está em conformidade com a norma (7%). Já em tratores agrícolas com postos de operação cabinados 1CC, 3CC, 3JC, 4JC 2MC, 4MC, 3VC, 4VC, 45% estão em conformidade com a referida norma, destacando as marcas LS Tractor e New Holland, onde nenhum dos seus postos de operação estão em conformidades com a norma.

4.4 ÍNDICE ERGONÔMICO

O índice ergonômico, proposto nesse estudo, visa qualificar e diferenciar os postos de operação de tratores agrícolas nacionais e importados, por meio de suas características de segurança e ergonomia quanto ao atendimento às normas nacionais e internacionais. Para a determinação do índice ergonômico proposto, foram levantadas informações quanto ao posicionamento dos comandos de operação, os acessos e saídas, seu espaço interno e a presença de itens de segurança obrigatórios.

A tabela 20 apresenta os postos de operação avaliados ordenados de acordo com o seu índice ergonômico, em ordem decrescente, levando em consideração sua conformidade com os itens estudados. Conforme a tabela, o posto de operação 4CC, que corresponde aos modelos Magnum 235, 260, 290, 315 e 340, da marca Case-IH, apresentou o maior índice ergonômico dentre os postos de operação amostrados (0,8912).

Tabela 20 - Índice ergonômico dos postos de operação de tratores agrícolas.

(continua)			
Ordem	P. O.	Fabricante	I.E.
1	4CC	Case-IH	0,8912
2	2MC	Massey Ferguson	0,8565
2	3VC	Valtra	0,8462
2	3CC	Case-IH	0,8416
5	2JC	John Deere	0,8404
6	3NC	New Holland	0,8404
7	4VC	Valtra	0,8354
8	4MC	Massey Ferguson	0,8354
9	1MC	Massey Ferguson	0,8341

10	3MP	Massey Ferguson	0,8330
11	4NC	Valtra	0,8246
12	1NP	New Holland	0,8200
13	1NC	New Holland	0,8143
14	1AA	Agrale	0,8141
15	1CC	Case-IH	0,8128
16	3JC	John Deere	0,8067
17	2LP	LS Tractor	0,8057
18	4JC	John Deere	0,8023
19	1MP	Massey Ferguson	0,8012
20	1CP	Case-IH	0,8010
21	1JS	John Deere	0,7895
22	2CP	Case-IH	0,7882
23	3AC	Agrale	0,7825
24	2JP	John Deere	0,7809
25	2LC	LS Tractor	0,7796
26	2AC	Agrale	0,7775
27	2VC	Valtra	0,7775
28	1LC	LS Tractor	0,7739
29	1VP	Valtra	0,7693
30	3AP	Agrale	0,7564
31	1LP	LS Tractor	0,7546
32	3MC	Massey Ferguson	0,7516
33	2AP	Agrale	0,7443
34	2NA	New Holland	0,7173

(Conclusão)

Fonte: Juan Paulo Barbieri, 2016.

O menor índice foi encontrado no posto de operação 2NA, que corresponde aos modelos 7630 e 8030, da marca New Holland (0,7173). O índice ergonômico médio ficou em 0,8026, sendo que, aproximadamente, 48,48% dos postos de operação amostrados estiveram posicionados acima do índice ergonômico médio.

Verificou-se que as primeiras posições foram tomadas pelos postos de operação do plataformados com cabine. O posto de operação 3MP, correspondente aos modelos MF 7140, MF 7150, MF 7170 e MF 7180, foi o posto com melhor índice ergonômico dentre os postos não protegidos por cabine. O posto de operação mais ergonômico dentre os postos do tipo acavalado, foi o posto 1AA que corresponde aos modelos 565 e 575 da marca Agrale.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- I. Dentre os comandos avaliados neste trabalho, as posições encontradas para a alavanca de marchas foram as que melhor atenderam à norma ISO 15077.
- II. Os tratores agrícolas pertencentes a faixa de potência acima de 200 cv (Classe IV) foram os que apresentaram a maior conformidade com a norma ISO 15077, quando se refere à disposição interna dos comandos no posto de operação.
- III. Quanto ao atendimento à norma ABNT NBR ISO 4254-1, os tratores sem cabine apresentaram menos conformidades em relação aos com cabine.
- IV. Todos os postos de operação dos tratores agrícolas avaliados apresentaram no mínimo duas saídas de emergência, conforme exige a norma ABNT NBR ISO 4252.
- V. A maioria dos itens obrigatórios previstos pela NR 12, estão presentes ou de acordo nos postos de operação dos tratores agrícolas avaliados.
- VI. O índice ergonômico se mostrou eficiente quanto a exequibilidade e pode ser aplicado em outros modelos de tratores agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. **A certificação do ergonomista brasileiro**. Rio de Janeiro: Editorial do Boletim, 2000.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 4252**: tratores agrícolas: local de trabalho do operador, acesso e saída: dimensões. Rio de Janeiro, 2011. 6 p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 4253**: tratores agrícolas: acomodação do assento do operador: dimensões. Rio de Janeiro, 2015. 6 p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 4254-1**: máquinas agrícolas - segurança parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2015. 48 p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 5353**: máquinas rodoviárias, tratores e máquinas agrícolas e florestais - ponto de referência do assento. Rio de Janeiro, 1999. 5 p.
- ASAE. American Society of Agricultural Engineer. **SAE S323.2**: Definitions of powered lawn and garden equipment. St. Joseph, 1995. 826 p.
- ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da Indústria automobilística brasileira 2016**. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anuario.html>. Acesso em: 05 jan. 2017.
- BAESA, A. B.; CASABELLA, E. P. Avaliação ergonômica de uma cabine para colhedora de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 19, n. 72, p. 59-64, 1991.
- BERASATEGUI, M. R. **El asiento en los tractores agrícolas**. Madrid: Ed. Laboreo, 1997.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº. 197, de 17 de dezembro de 2010, NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**, 2010.
- CASALI et al. Conformidade do posto de operação de pulverizadores autopropelidos, **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 6, 2011.
- DEBIASI, H.; SCHLOSSER, J. F.; PINHEIRO, E. P. Desenvolvimento do coeficiente parcial de ergonomia e segurança em tratores agrícolas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 727-735, 2004.
- DUL, J.; WEERDMEEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2004. 137 p.

FARIAS, M. S. **Avaliação de motores de tratores agrícolas utilizando dinamômetro móvel**. 2014, 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

FEBO, P.; PESSINA, D. Survey of the working condition of used tractors in Northern Italy. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Pavia, v. 62, p. 193-202, 1995.

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

FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira**. 1995. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

FONTANA, G.; SEIXAS, F. Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de “forwarder” e “skidder”. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 71-81, 2007.

FONTANA, G. et al. Avaliação de características ergonômicas no posto do operador em colhedoras combinadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 684-694, 2004.

FONTANA, G. **Avaliação ergonômica do projeto interno de cabines de forwarders e skidders**. 2005. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FRANCHINI, D. **Análise do nível de vibrações verticais no assento de um trator agrícola**. 2007. 139 p. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GELLERSTEDT S. et al. **An ergonomic checklist for forestry machinery**. Oskarshamm: SkogForsk 1990. 43 p.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas Sul Ltda., 1998. 338 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>>. Acesso em: 29 out. 2016.

IEA. International Ergonomics Association. **Definição internacional de ergonomia**. Santa Monica: 1961. Disponível em:<http://www.iea.cc/what_is_ergonomist.html>. Acesso em: 29 de out. 2016.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2005. 465 p.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 15077: tractors and machinery for agriculture and forestry: operator controls: actuating forces, their displacement and location**. Genève, 1996. 14 p.

KOCHLER, M. K. **A ergonomia nas colheitadeiras fabricadas no Brasil: Um estudo da evolução.** 1999. 60 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões, Santo Ângelo, 1999.

LAVILLE, A. **Ergonomia.** São Paulo: Ed. EPU, 1977. 99 p.

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

MÁRQUEZ, L. **Solo tractor’90.** Madrid: Ed. Laboreo, 1990. 231 p.

MÁRQUEZ, L. **El tractor agrícola: Características y Utilizacion.** Madrid: Ed. Laboreo, 1991. 235 p.

MÁRQUEZ, L. **Tractores Agrícolas: Tecnología y Utilización.** Espanha: Ed. B&H Grupo Editorial, 2012. 844 p.

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

MELLO FILHO, J. H. **Equipamentos e mobiliário: elaboração de projetos e desenvolvimento.** Fundescola-MEC, Brasília, 1998. 36 p.

MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas – Ensaios & Certificação.** Piracicaba: FEALQ, 1996. 772 p.

MINETTE, J. L. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra.** 1996. 211 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

MINETTE, L. J. et al. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, p. 66-73, 2008.

MINETTI, L. J. et al. Estudo antropométrico de operadores de motosserra. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, Campina Grande, v. 61, n. 1, p. 166-170, 2002.

MORAES, A.; MONT’ALVÃO, C. **Ergonomia: conceitos e aplicações.** 4. ed. Rio de Janeiro: Ed. 2AB, 2010. 232 p.

NIETEDT et al. Distribuição dos comandos de operação em tratores agrícolas nacionais com até 55 kW de potência, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 690–695, 2012

OECD. Organization For Economic Cooperation and Development. **Agricultural tractor test search engine.** 2016. Disponível em: <www2.oecd.org/arg-coddb/index_en.asp>. Acesso em: 29 out. 2016.

OLIVEIRA NETTO, A. A.; TAVARES, W. R. **Introdução à engenharia de produção**. Florianópolis: Ed. Visual Book, 2006. 164 p.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Las dimensiones humanas e los espacios interiores**. México: 10 ed. México: Ed. G.G, 2010. 320 p.

QUARESMA, M.; MORAES, A. Aplicando a antropometria ao design de produto-estações de trabalho e mobiliários. **Revista estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 27-51, 2000.

ROBIN, P. **Segurança e ergonomia em maquinaria agrícola: tratores agrícolas**. São Paulo: Fundacentro, 1987. 22 p.

ROZIN, D. **Conformidade do posto de operação de tratores agrícolas nacionais com normas de ergonomia e segurança**. 2004, 187 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

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

RUSSO, S.; ILGNER, N.; BUZATTO, M. Verificação dimensional de máquinas agrícolas com relação ao perfil antropométrico do agricultor na zona de abrangência de Santo Ângelo. **SEER**, Santo Ângelo, 1998. Disponível em: <<http://www.urisan.tche.br/~gep/1998/verificacaodimensional.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2016.

SANTOS, N. et al. **Antropotecnologia: a ergonomia dos sistemas de produção**. Curitiba: Ed. Gênese, 1997. 353 p.

SANTOS, C. M. D. Móveis ergonômicos. **Revista Proteção**, São Paulo, p. 62-65, 1999.

SCHLOSSER, J. F. **Tratores agrícolas**. Santa Maria: Caderno didático – Módulo II, 2001. 63 p.

SCHLOSSER, J. F et al. Caracterização dos acidentes com tratores agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 06, p. 45-52, 2002. (a)

SCHLOSSER, J. F. et al. Antropometria aplicada aos operadores de tratores agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 06, p. 61-72, 2002. (b)

SILVA, E. M. **Avaliação da preferência de cadeiras para diferentes tipos de trabalhos de escritório**. 2003. 265 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

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

SILVEIRA, G. M. **Os cuidados com o trator**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 312 p.

SIQUEIRA, C. A. A. **Um estudo antropométrico de trabalhadores brasileiros.** 1976. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1976.

SKOGFORSK – The Forest Research Institute Of Sweden. **Ergonomic guidelines for forest machines.** Uppsala: Swedish National Institute for Working Life, 1999. 86 p.

VIDAL, M. C. **Introdução à ergonomia.** Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CERSERG, 2004, 20 p.

VILAGRA, J.M. **Adequação ergonômica de trator agrícola de média potência: construção e validação de um instrumento de avaliação à partir do construto de conforto, segurança e eficiência.** 2009. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

YADAV, R.; TEWARI, V. K. Tractor operator workplace design – a review. **Journal of Terramechanics**, v. 35, p. 41-53, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE TRATORES AGRÍCOLAS

	FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO ERGÔNOMICA DE TRATORES AGRÍCOLAS	
Marca:	Modelo:	
Local:		Data:

PROCEDIMENTO I								
CONTROLES DO OPERADOR, ATUAÇÃO DAS FORÇAS, DESLOCAMENTO, LOCALIZAÇÃO E MÉTODO DE OPERAÇÃO. ISO 15077								
COMANDOS DE OPERAÇÃO		PLANOS						COR
		Transversal X		Longitudinal Y		Horizontal Z		
		Frente (+)	Trás (-)	Direita (+)	Esquerda (-)	Acima (+)	Abaixo (-)	
1	Centro do volante							
2	Interruptor de luz							
3	Acelerador de mão							
4	Luzes de emergência							
5	Indicador de direção							
6	Buzina							
7	Chave de ignição							
8	Pedal embreagem							
9	Pedal freio esquerdo							
10	Pedal freio direito							
11	Acelerador de pé							
12	Alavanca de marchas							
13	Alavanca de grupo							
14	Controle hidráulico (B/L)							
15	Controle hidráulico (Limitador)							
16	Controle remoto interno							
17	Controle remoto externo							

18	Bloqueio do diferencial							
19	Tomada de potência (TDP)							
20	Tração dianteira auxiliar (TDA)							
21	Freio de estacionamento							
22	Controle do ar condicionado (Interruptor)							
NBR ISO 4253: ACOMODAÇÃO DO ASSENTO DO OPERADOR - DIMENSÕES								
ASSENTO								
Regulagem posição (longitudinal)	Existente ()	Inexistente ()	Regulagem pressão (altura)	Existente ()	Inexistente ()			
Regulagem suspensão (altura)	A ar ()	Molas ()	Apoios de braços	Existente ()	Inexistente ()			
Regulagem posição (horizontal)	Existente ()	Inexistente ()	Inclinação do encosto	Existente ()	Inexistente ()			
Permeabilidade	Permeável ()	Não ()	Assento auxiliar	Existente ()	Inexistente ()			
Certificação (inspeção) assento	Existente ()	Inexistente ()	Cinto de segurança	Existente ()	Inexistente ()			
Ajuste longitudinal	Mínimo 75 mm		Ajuste vertical	Mínimo 30 mm				
Ângulo do volante	Entre 0° e 40°							
Largura do encosto	Mínimo 450 mm		Altura do encosto	Mín. 260 mm				
Distância entre SIP e borda frontal	260 +- 50 mm							
POSTO DE OPERAÇÕES								
Tipo do posto de operação	Plataforma ()	Acavalado ()	Proteção posto de operação	Cabin e ()	Toldo ()	Ausente ()		
Certificação (inspeção) estrutura	Existente ()	Inexistente ()	Estrutura de segurança	Arco ()	4 ou 2 pontos ()	Ausente ()		
Interruptor parada motor e chave	Juntos ()	Separados ()	Regulagem do volante de direção	Existente ()		Inexistente ()		
Batente lateral dos pedais	Existente ()	Inexistente ()	Superfície dos pedais	Deslizante ()		Não ()		
POSTO DE OPERAÇÃO TIPO ACAVALADO								
Proteção do monobloco	Existente ()	Inexistente ()	Superfície do monobloco	Regular ()	Irregular ()			
Superfície da semiplataforma	Deslizante ()	Não ()	Drenagem de água			Furos ()		
POSTO DE OPERAÇÃO TIPO PLATAFORMA								

Superfície da plataforma	Deslizante ()	Não ()			Drenagem de água	Furos ()
ACESSO AO POSTO DE OPERAÇÃO						
PEGA MÃO						
Disponibilidade lado esquerdo	Nenhum ()	Um ()	Dois ()	Disponibilidade lado direito	Nenhum ()	Um ()
Dispositivo proteção horizontal	Existente ()	Inexistente ()	Acesso lado direito		Sem acesso ()	Com degraus ()
DEGRAUS						
Configuração de acesso	Monodegrau ()	Multidegrau ()	Caracterização da superfície		Deslizante ()	Não ()
Presença de batente lateral	Existente ()	Inexistente ()	Visibilidade na desocupação PO		Visível ()	Não visível ()
Regulagem de altura		Existente ()	Inexistente ()			
PROCEDIMENTO II – NBR ISO 4254-1: RECURSOS TÉCNICOS PARA GARANTIR A SEGURANÇA – LOCAL DE TRABALHO DO OPERADOR						
POSTO DE OPERAÇÕES						
Tipo posto de operação	Plataforma () Acavalado ()		Proteção posto de operação	Com Cabina ()	Sem cabina ()	
Especificação Pneu						
CONFIGURAÇÃO DE DEGRAU ÚNICO						
Distância vertical ao solo	Máximo 550 mm		Distância vertical à soleira	Máximo 350 mm		
Vão livre	Mínimo 150 mm		Profundidade do degrau	Mínimo 150 mm		
Largura do degrau	Mínimo 200 mm					
CONFIGURAÇÃO MULTIDEGRAUS						
Número de degraus			Vão livre (último degrau)	Mínimo 150 mm		
Distância entre dois degraus	Máximo 350 mm		Vão livre (primeiro degrau)	Mínimo 150 mm		
Altura primeiro degrau ao solo	Máximo 550 mm		Profundidade (último degrau)	Mínimo 150 mm		
Altura soleira ao degrau inferior	Máximo 350 mm		Profundidade (primeiro degrau)	Mínimo 150 mm		

Largura máx. (último degrau)	Mínimo 200 mm		Largura mín. (último degrau)	Mínimo 200 mm	
Largura máx. (primeiro degrau)	Mínimo 200 mm		Largura mín. (primeiro degrau)	Mínimo 200 mm	

PROCEDIMENTO III – NBR ISO 4252: LOCAL DE TRABALHO DO OPERADOR, ACESSO E SAÍDA – DIMENSÕES

Comprimento da soleira	Mínimo 250 mm		Vão livre longitudinal à altura de 750 mm	Mínimo 450 mm	
Vão vertical da entrada	Mínimo 1250 mm		Vão livre longitudinal à altura de 1000 mm	Mínimo 470 mm	
			Vão livre longitudinal à altura de 1250 mm	Mínimo 450 mm	
Saídas de emergência	Mínimo 2		Localização		
Dimensões espaço livre interno					
Distância do SIP (90 mm abaixo e $140 + a_h$) até a superfície do teto da cabine				Mínimo 1050 mm	
Distância do SIP (210 mm acima) até a parede traseira da cabine			Mínimo $290 + a_h$		
Espaço lateral em qualquer distância 310 mm acima do SIP			Mínimo 450 mm		
Distância do lado externo do aro do volante da direção até a superfície da cabine ou outros controles manuais				Mínimo 80 mm	
Vidro traseiro	Mínimo 600 mm*		Vidros laterais	810 mm*	
Vidro dianteiro	Mínimo 900 mm*		*a partir do SIP	a_h = metade do ajuste horizontal do assento	

PROCEDIMENTO IV - NR 12 – SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

ITENS OBRIGATÓRIOS

Chave de ignição ou dispositivo de bloqueio			Integrado ()	Separados ()
Fundo do degraus com proteção			Espelho ()	Ausente ()
Lanternas traseiras de posição ()	Ausente ()		Espelho retrovisor ()	Ausente ()
Sinal sonoro automático de ré () Ausente ()	Ausente ()		Cinto de segurança ()	Ausente ()
Estrutura de proteção na capotagem - EPC	Cabina ()	Arco de 2 pontos ()	Arco de 4 pontos ()	Ausente ()

Manual disponível no posto de operação		Sim ()	Não ()
MEIO DE ACESSO			
Elevador ()	Rampas ()	Passarela ()	Plataforma () Escada de degraus ()
Seguro () Não ()	Resistente a esforços () Não (.)		Resistente a intempéries e corrosão () Não ()
Travessão superior com superfície plana () Não ()			Volante considerado manípulo de apoio () Não ()
Pneus, cubos, rodas e para-lamas considerados degraus para acesso () Não ()			Possui corrimão, manípulo ou pega mãos em ambos os lados do meio de acesso () Não ()
Durante o tempo de acesso o operador mantém o apoio em três pontos () Não ()			Largura da seção transversal: () < 25 mm () Entre 25 e 38 mm () > 38 mm
Extremidade inferior do corrimão localizada: () ≤ 1600 mm () > 1600 mm			Manípulo instalado no último degrau entre 850 mm e 1100 mm () Não ()
Manípulo com comprimento mínimo de 150 mm () Não ()			Inclinação α entre 70° e 90° () Não ()
No caso de inclinação α menor que 70°, as dimensões dos degraus devem ser: $(2B + G) \leq 700$ mm			
DEGRAUS			
Superfície antiderrapante ()		Batentes verticais em ambos os lados ()	
Impedir o acúmulo de água e sujidades ()		Espaço livre região posterior: Adequado () Inadequado ()	
A conexão entre o primeiro degrau e o segundo degrau pode ser articulada			
Plataforma de operação:		Ser plana, nivelada e fixada de modo seguro e resistente ()	
Possuir superfície antiderrapante ()		Possuir meios de drenagem ()	Não possuir rodapé ()
OBSERVAÇÕES			

APÊNDICE B – ITENS RELACIONADOS À SEGURANÇA E ERGONOMIA

Itens	Atende	Não atende
Chave de ignição ou dispositivo de bloqueio		
Fundo dos degraus com proteção		
Lanternas traseiras de posição		
Sinal sonoro automático de ré		
Espelho retrovisor		
Estrutura de proteção na capotagem – EPPC		
Cinto de segurança		
Manual disponível no posto de operação		
Seguro		
Resistente a intempéries e corrosão		
Volante considerado manípulo de apoio		
Pneus, cubos, rodas e para-lamas considerados degraus		
Possui corrimão, manípulo ou pega mãos em ambos os lados do meio de acesso		
Durante o tempo de acesso o operador mantém o apoio em três pontos		
Manípulo com comprimento mínimo de 150 mm		
Inclinação da escada		
Batentes verticais em ambos os lados		
Superfície antiderrapante		
Impedir o acúmulo de água e sujidades		
Possuir superfície antiderrapante		
Possuir meios de drenagem		

Fonte: Adaptado da norma regulamentadora 12 (2012).

APÊNDICE C – PLANILHA UTILIZADA PARA A AVALIAÇÃO DOS POSTOS DE OPERAÇÃO

PROCEDIMENTO I							
Controles do operador, atuação das forças, deslocamento, localização e método de operação. ISO 15077							
nº	COMANDO	Tipo	Posição	ZVL	ZSH	FINAL	
1	Centro do volante	1	C	A	A	A	NÃO ATENDE
2	Chave de Luz	2	A	A	C	A	ATENDE
3	Acelerador manual	1	C	C	A	A	NÃO ATENDE
4	Pisca alerta	2	A	A	A	A	ATENDE
5	Pisca direcional	2	A	A	A	A	ATENDE
6	Buzina	2	A	A	A	A	ATENDE
7	Chave de partida	2	A	A	C	A	ATENDE
8	Pedal: Embreagem	1	C	C	C	C	ATENDE
9	Pedal: Freio Esquerdo	1	C	C	C	C	ATENDE
10	Pedal: Freio Direito	1	C	C	C	C	ATENDE
11	Pedal: Acelerador	1	C	A	A	A	NÃO ATENDE
12	Alavanca de Marchas: Velocidades	1	C	C	C	C	ATENDE
13	Alavanca de Grupo: A, B, C, Alto/Baixo	1	C	A	I	I	NÃO ATENDE
14	Hidráulico: Posição	1	C	I	I	I	NÃO ATENDE
15	Hidráulico: Sensibilidade	2	A	A	I	I	NÃO ATENDE
16	Hidráulico: Comando 1	1	C	I	I	I	NÃO ATENDE
17	Hidráulico: Comando 2	1	A	I	I	I	NÃO ATENDE
18	Bloqueio do Diferencial	2	A	I	I	I	NÃO ATENDE
19	Acionamento da TDP	2	A	A	A	A	ATENDE
20	Acionamento da TDA	2	A	A	C	A	ATENDE
21	Freio de estacionamento	1	A	A	C	A	ATENDE
22	Controle do ar condicionado (Interruptor)	2	A	A	A	A	ATENDE
23	Inversor	1	C	C	C	C	ATENDE
						TOTAL	18,3%
							60,87%
NBR ISO 4253: ACOMODAÇÃO DO ASSENTO DO OPERADOR - DIMENSÕES							
ASSENT O	Regulagem	Longitudinal	EXISTE				
		Vertical	EXISTE				
		Horizontal	INEXISTENTE				
	Assento Auxiliar	INEXISTENTE					
	Certificação	EXISTE					

Tipo de posto		PLATAFORMADO	Com EPCC	
Certificação		EXISTE	ANTIDERRAPANTE	
2 lados		INEXISTENTE	FUROS	
Pega-mão	Disponibilidade	Esquerda	EXISTE	
		Direita	EXISTE	
Superfície			ANTIDERRAPANTE	
Batente lateral			EXISTE	
Superfície			ANTIDERRAPANTE	
Batente lateral			EXISTE	
Visibilidade			NÃO ATENDE	
TOTAL	15%			
	76,47%			
TOTAL PROCEDIMENTO I				33,6%

PROCEDIMENTO II – NBR ISO 4254-1: RECURSOS TÉCNICOS PARA GARANTIR A SEGURANÇA – LOCAL DE TRABALHO DO OPERADOR

Degrau único		Multidegrau	
Distância vertical ao solo	ATENDE	Distância entre dois degraus	
Vão livre	ATENDE	Altura primeiro degrau ao solo	
Distância vertical a soleira	ATENDE	Profundidade	
Largura da soleira	ATENDE	Distância vertical a soleira	
		Vão livre	NÃO ATENDE
		Distância vertical ao solo	NÃO ATENDE
		Largura mínima	NÃO ATENDE
		Largura máxima	NÃO ATENDE
TOTAL	15,0%	TOTAL	#REF!
	100%		#REF!
TOTAL PROCEDIMENTO II			#REF!

PROCEDIMENTO III – NBR ISO 4252: LOCAL DE TRABALHO DO OPERADOR

Saídas emergência	ATENDE	
Acesso	Vão vertical da entrada	ATENDE
	Vão livre longitudinal à altura de 750 mm	ATENDE
	Vão livre longitudinal à altura de 1000 mm	ATENDE

	Vão livre longitudinal à altura de 1250 mm	ATENDE
Espaço interno	Distância até a superfície do teto da cabine	ATENDE
Espaço lateral		ATENDE
	Distância do aro do volante da direção até a superfície da cabine	ATENDE
	TOTAL	#REF!
		#REF!
TOTAL PROCEDIMENTO III		#REF!

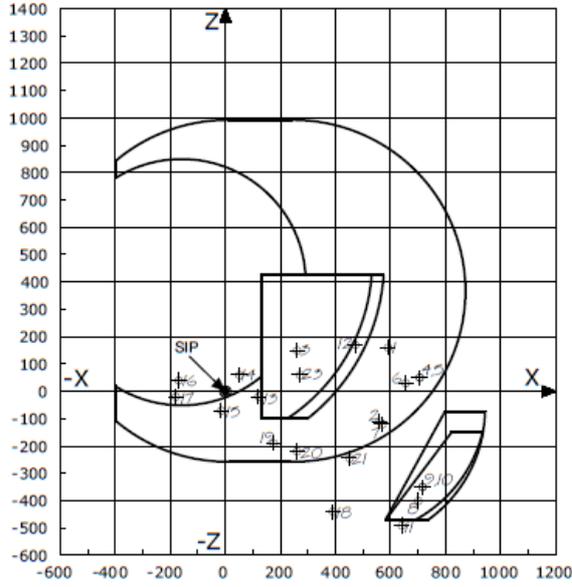
PROCEDIMENTO IV - NR 12 – SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

	Chave de ignição ou dispositivo de bloqueio	ATENDE
	Fundo do degraus com proteção	NÃO ATENDE
	Lanternas traseiras de posição	ATENDE
	Sinal sonoro automático de ré	ATENDE
	Espelho retrovisor	ATENDE
	Estrutura de proteção na capotagem - EPC	ATENDE
	Cinto de segurança	ATENDE
	Manual disponível no posto de operação	NÃO ATENDE
	Seguro	ATENDE
	Resistente a intempéries e corrosão	ATENDE
	Volante considerado manípulo de apoio	ATENDE
	Pneus, cubos, rodas e para-lamas considerados degraus	ATENDE
	Possui corrimão, manípulo ou pega mãos em ambos os lados do meio de acesso	ATENDE
	Durante o tempo de acesso o operador mantém o apoio em três pontos	ATENDE
	Manípulo com comprimento mínimo de 150 mm	ATENDE
	Inclinação da escada	ATENDE
	Batentes verticais em ambos os lados	NÃO ATENDE
	Superfície antiderrapante	ATENDE
	Impedir o acúmulo de água e sujidades	ATENDE
ÇÃO	Possuir superfície antiderrapante	ATENDE
	Possuir meios de drenagem	ATENDE

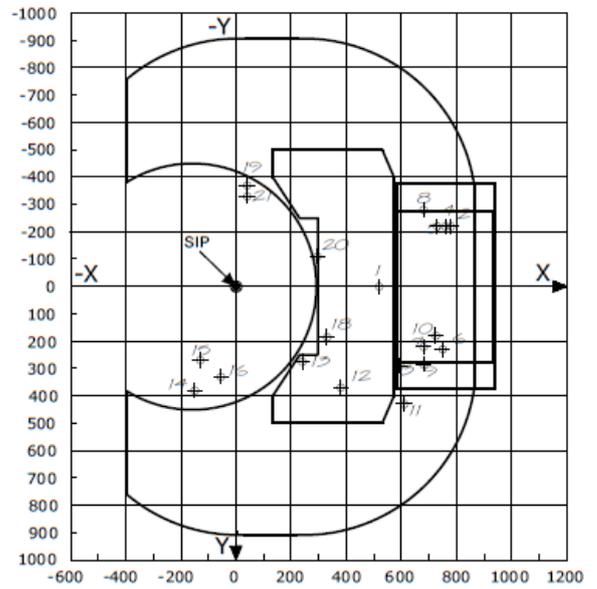
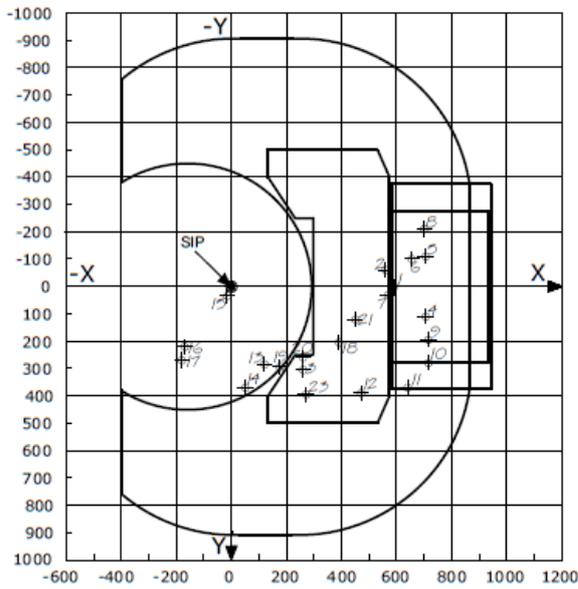
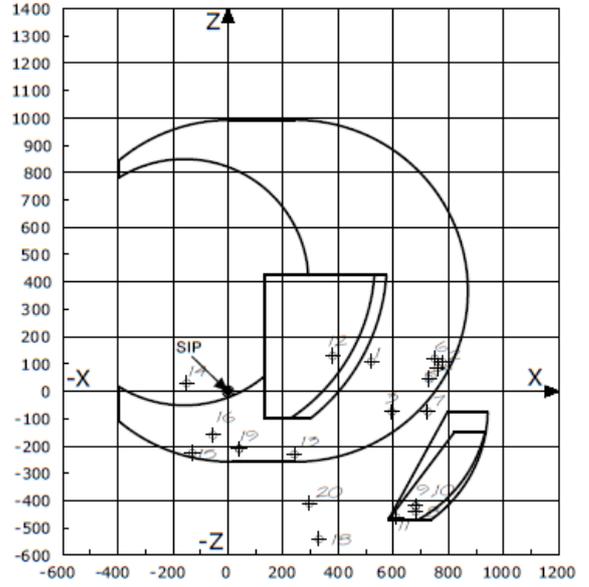
	TOTAL	12,86%	
		85,71%	
	TOTAL PROCEDIMIENTO IV		12,9%
ÍNDICE ERGÓNOMICO		#REF!	

APÊNDICE D – ZONAS DE ALCANCE PARA O OPERADOR SENTADO

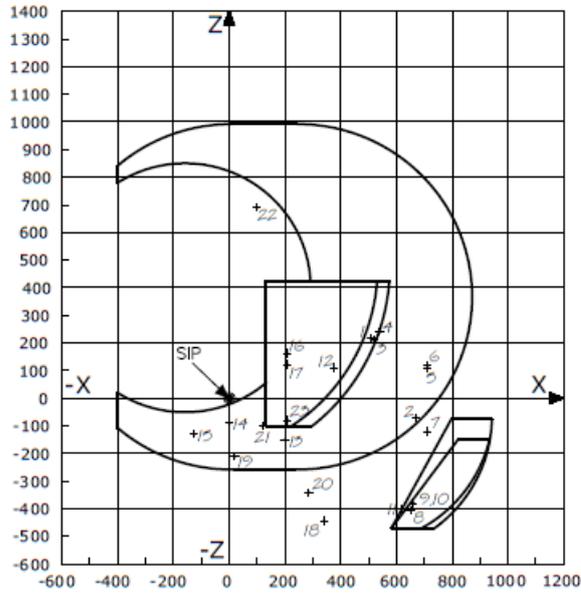
Posto 1 - AGRALE
Modelo: 575.4



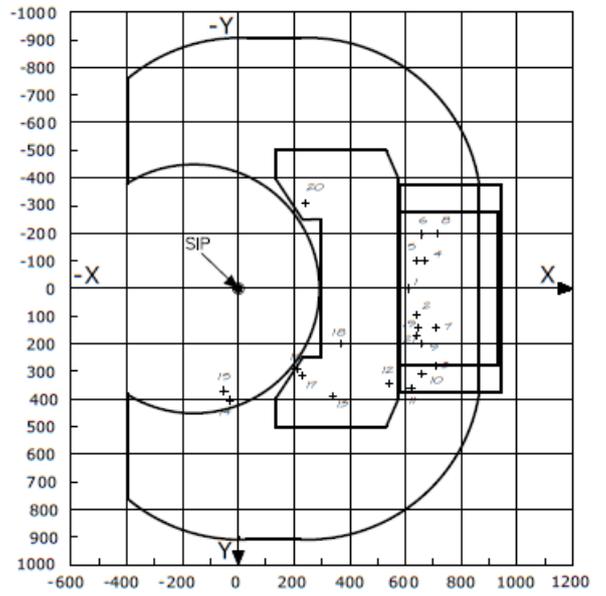
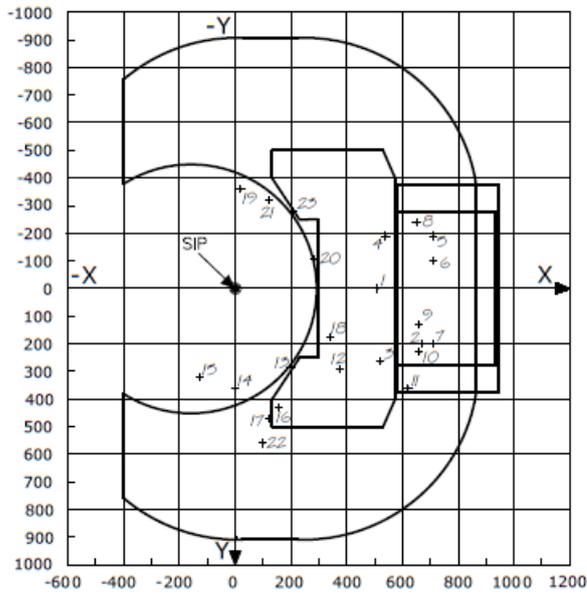
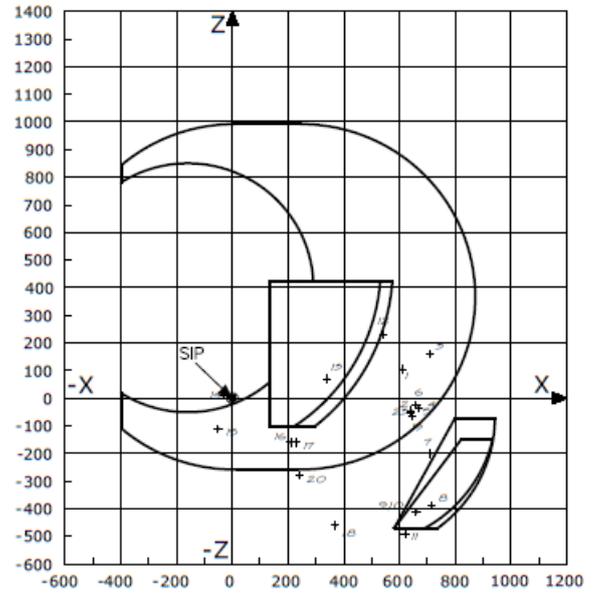
Posto 2 - AGRALE
Modelo: 5075 Plataformado



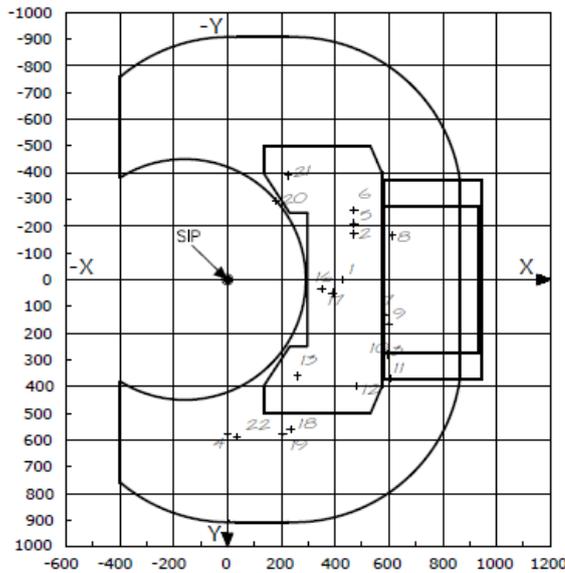
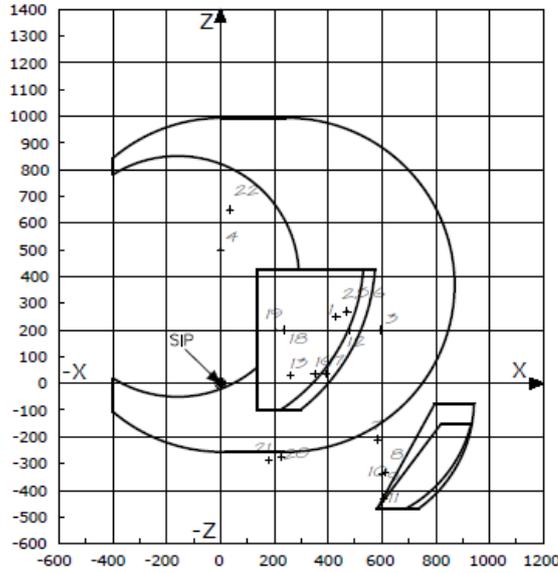
Posto 3 – AGRALE
Modelo: 5015 CABINADO



Posto 4 – AGRALE
Modelo: BX6180 PLATAFORMADO



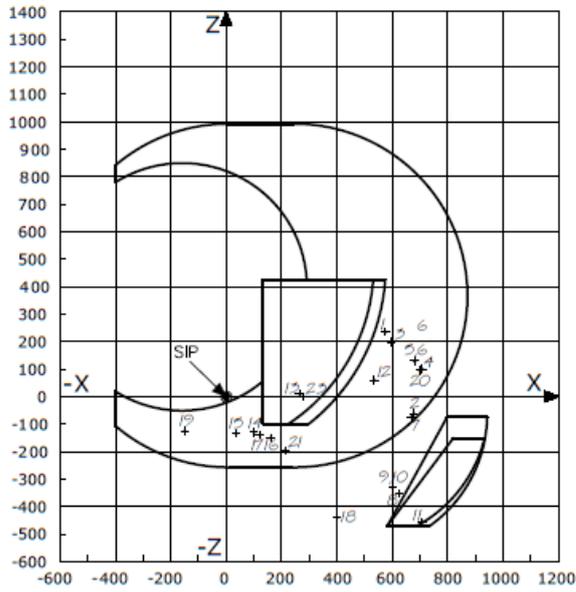
Posto 5 – AGRALE
Modelo: 7215 com cabine



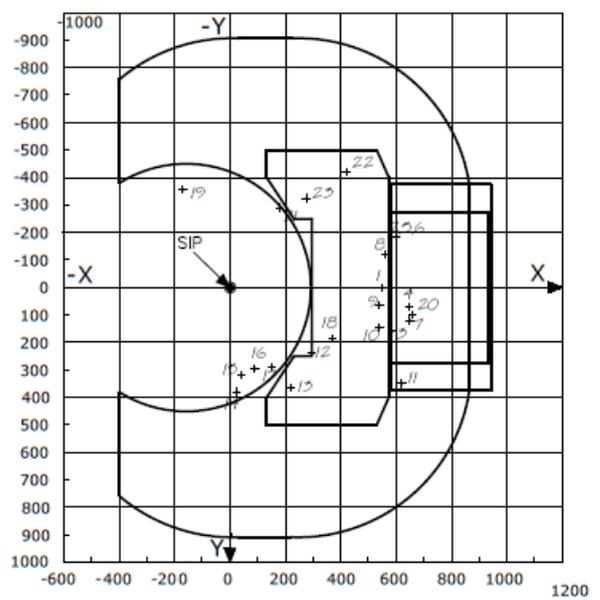
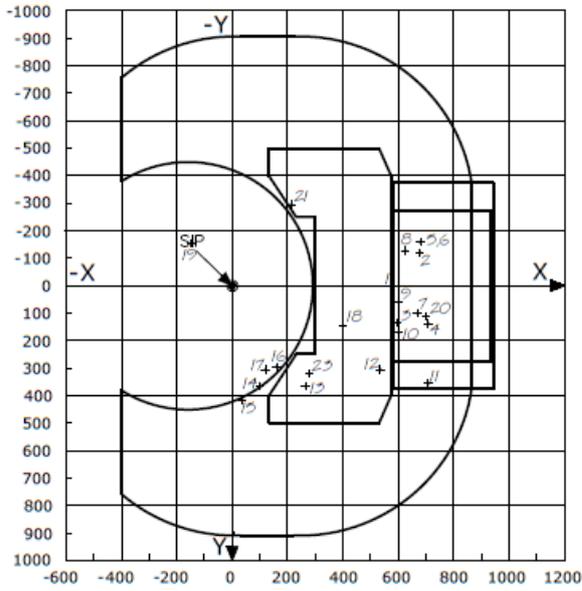
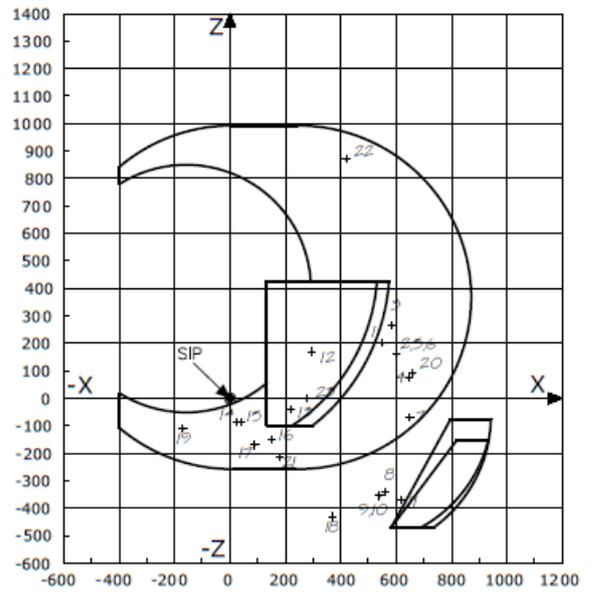
Numeração dos Comandos nos Postos de Operação

- 01 Centro do Volante
 - 02 Interruptor de Luz
 - 03 Acelerador de Mão
 - 04 Luzes de emergência
 - 05 Indicador de direção
 - 06 Buzina
 - 07 Chave de ignição
 - 08 Pedal embreagem
 - 09 Pedal freio esquerdo
 - 10 Pedal freio direito
 - 11 Acelerador de pé
 - 12 Alavanca de marchas
 - 13 Alavanca grupo
 - 14 Controle hidráulico (B/L)
 - 15 Limitador de profundidade
 - 16 Controle remoto externo
 - 17 Controle remoto interno
 - 17 Bloqueio do Diferencial
 - 18 Tomada de potência (TDP)
 - 19
 - 20 Tração dianteira auxiliar (TDA)
 - 21 Freio de estacionamento
 - 22 Controle do ar condicionado
- * dimensões em mm

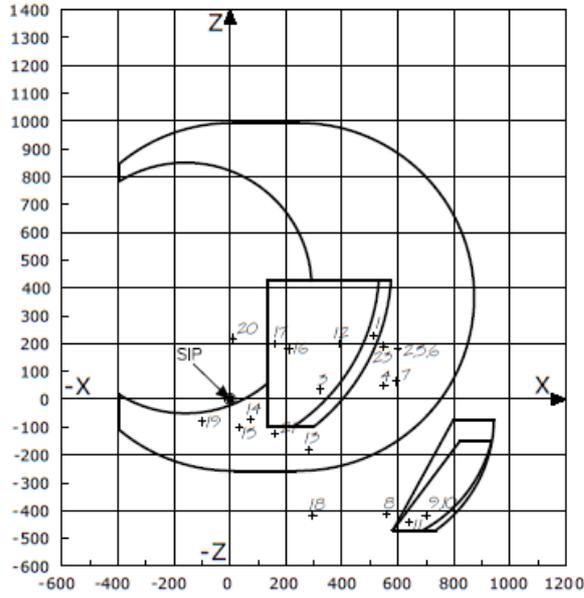
Posto 6 – CASE IH
Modelo: FARMALL 80 Plataformado



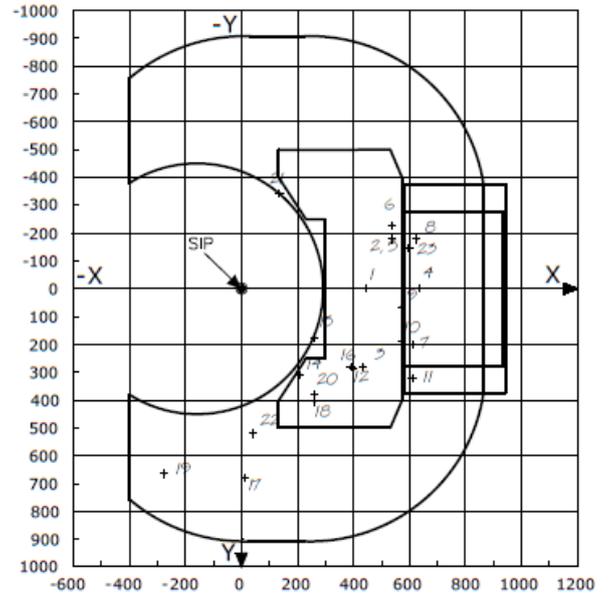
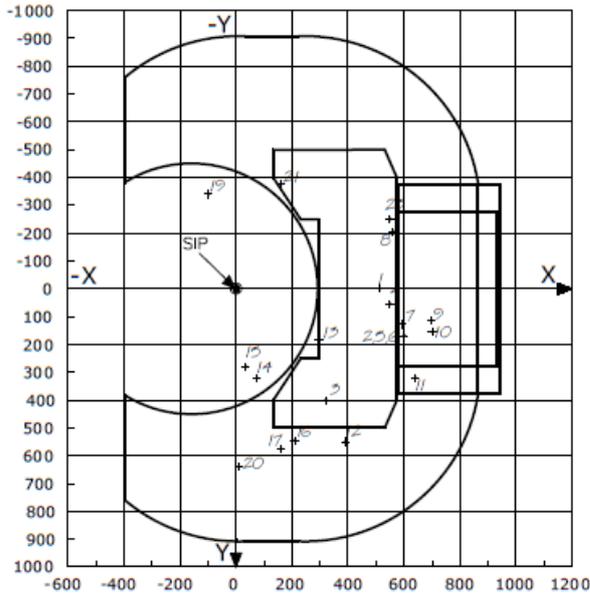
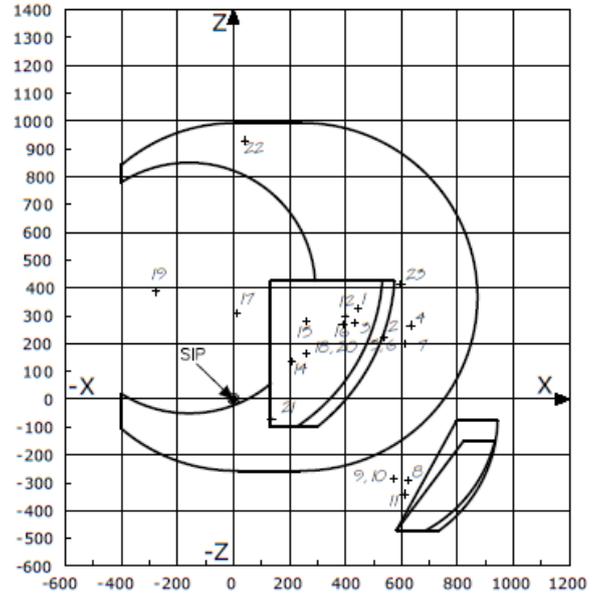
Posto 7 – CASE IH
Modelo: FARMALL 95 com cabine



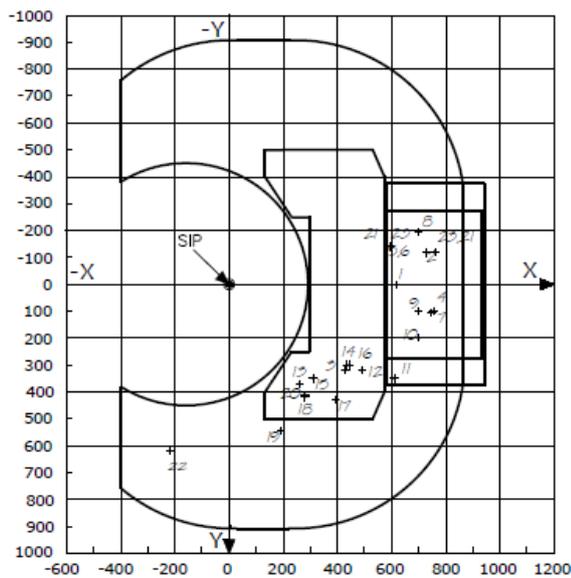
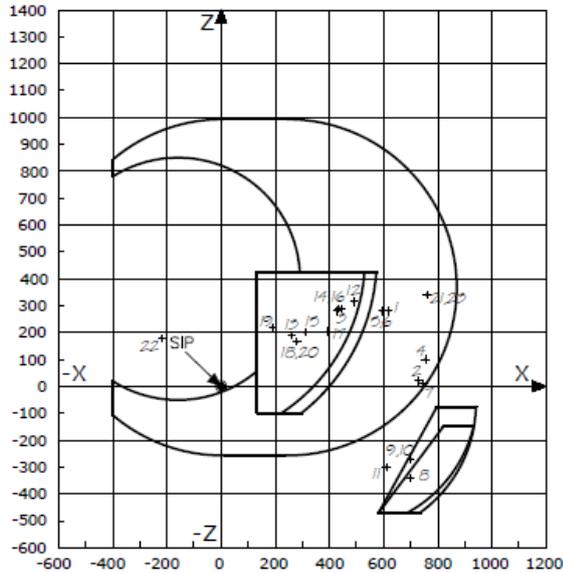
Posto 8 – CASE IH
Modelo: Farmall 110 A sem cabine



Posto 9 – CASE IH
Modelo: Puma 140

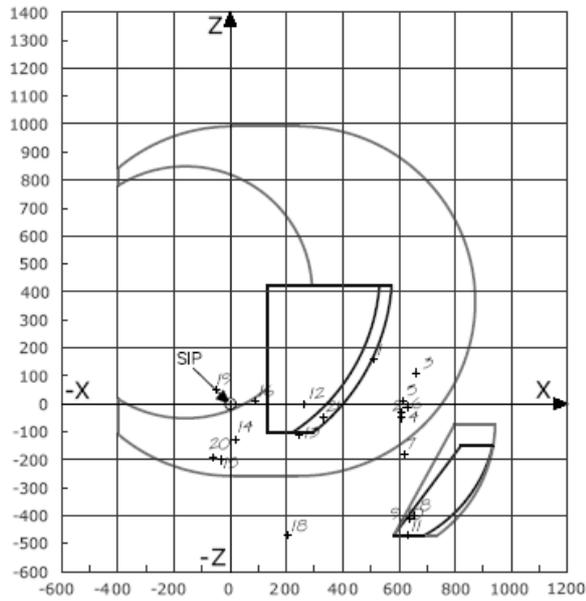


Posto 10 – CASE IH
Modelo: Magnum 235 com cabine

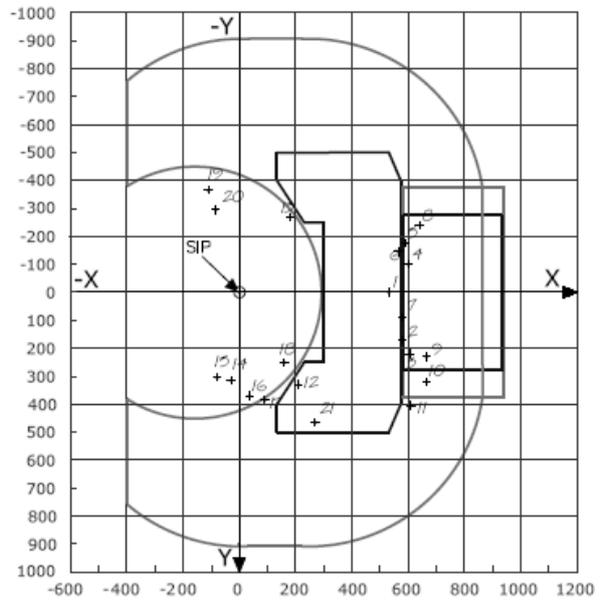
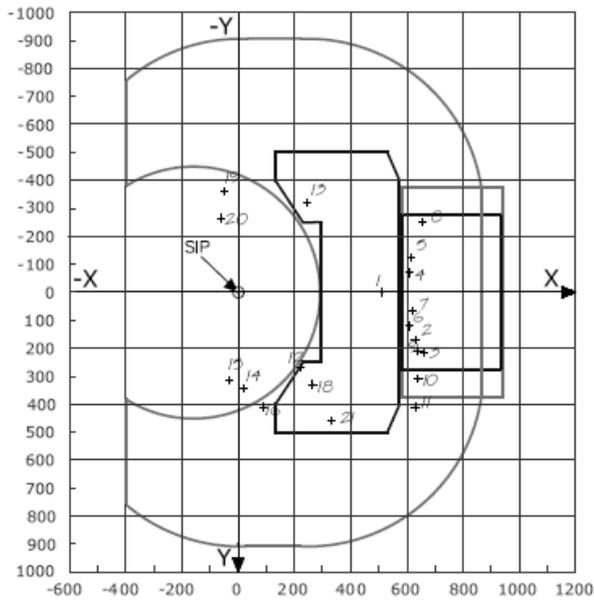
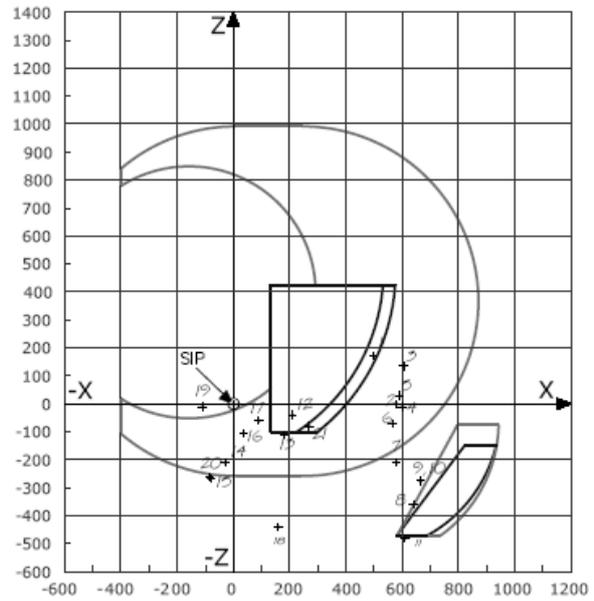


- Numeração dos Comandos nos Postos de Operação
- 01 Centro do Volante
 - 02 Interruptor de Luz
 - 03 Acelerador de Mão
 - 04 Luzes de emergência
 - 05 Indicador de direção
 - 06 Buzina
 - 07 Chave de ignição
 - 08 Pedal embreagem
 - 09 Pedal freio esquerdo
 - 10 Pedal freio direito
 - 11 Acelerador de pé
 - 12 Alavanca de marchas
 - 13 Alavanca grupo
 - 14 Controle hidráulico (B/L)
 - 15 Limitador de profundidade
 - 16 Controle remoto externo
 - 17 Controle remoto interno
 - 18 Bloqueio do Diferencial
 - 19 Tomada de potência (TDP)
 - 20 Tração dianteira auxiliar (TDA)
 - 21 Freio de estacionamento
 - 22 Controle do ar condicionado
- * dimensões em mm

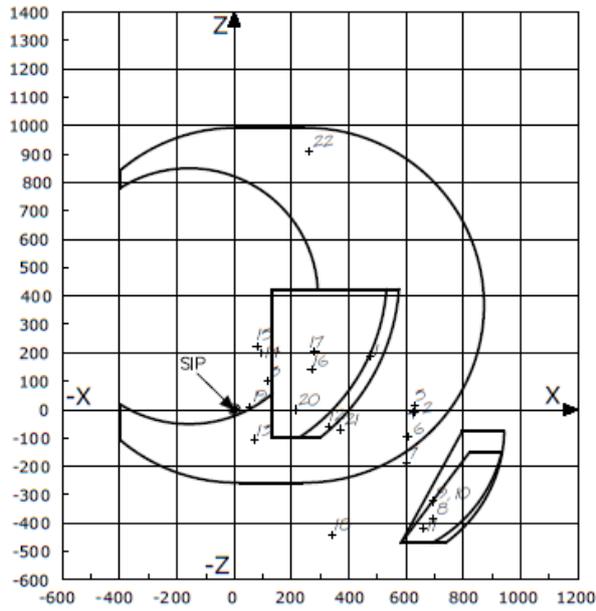
Posto 11 – JOHN DEERE
Modelo: 5065E Plataformado



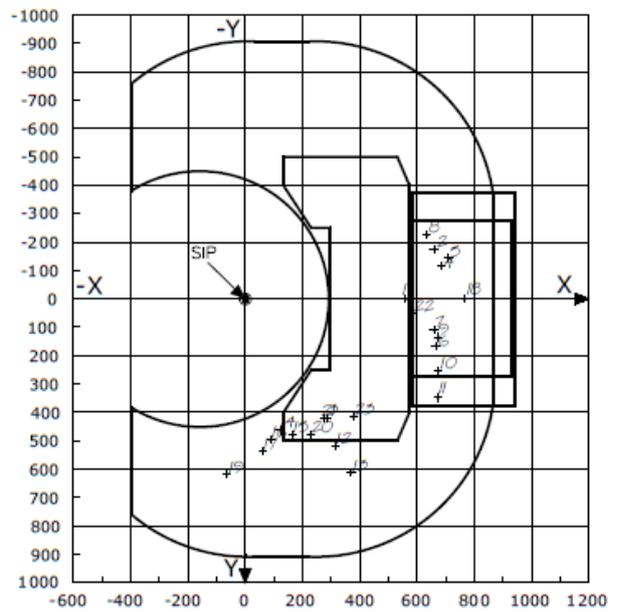
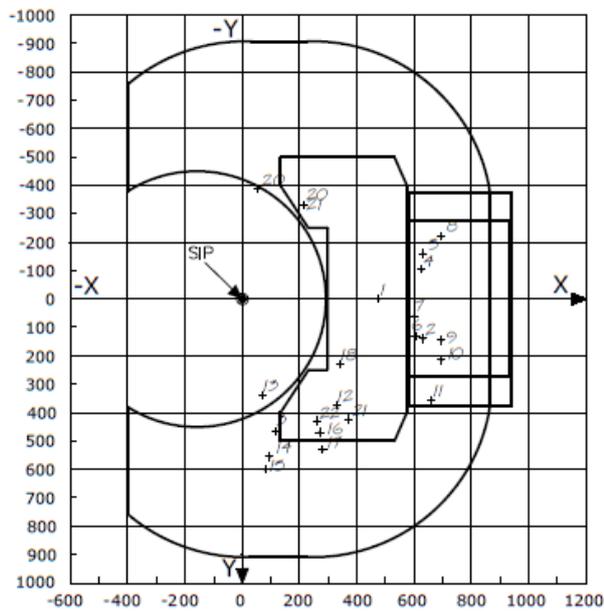
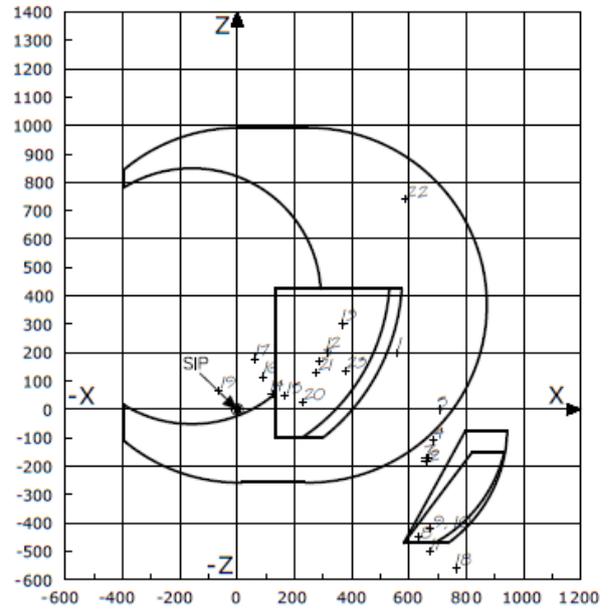
Posto 12 – JOHN DEERE
Modelo: 5090E Plataformado



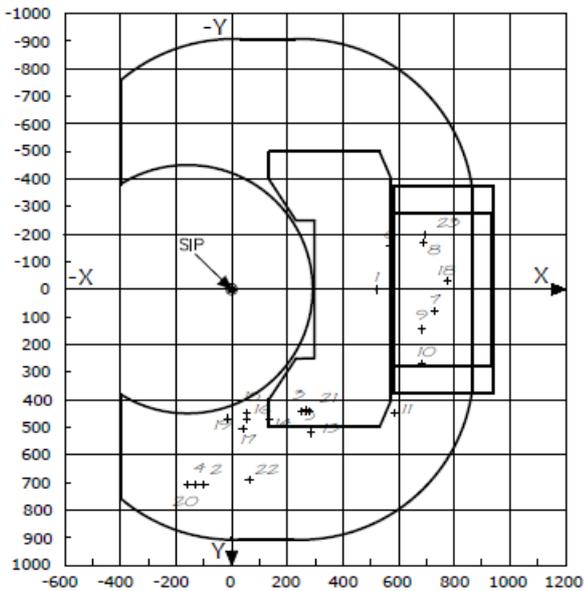
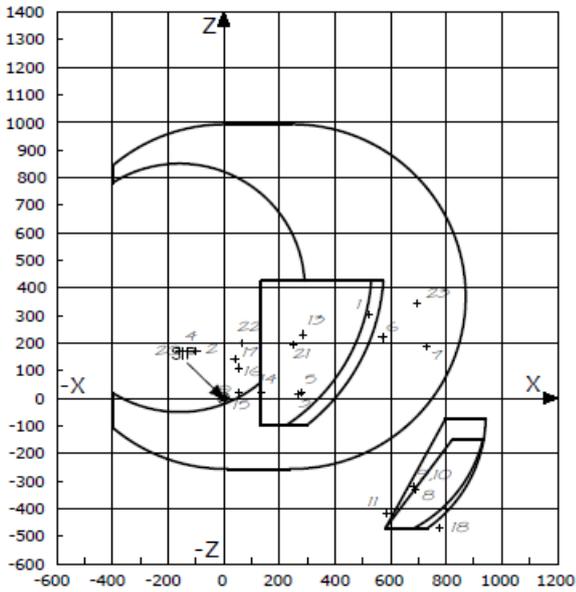
Posto 13 – JOHN DEERE
Modelo: 5078E com cabine



Posto 14 – JOHN DEERE
Modelo: 6180J



Posto 15 – JOHN DEERE
Modelo: 7225J

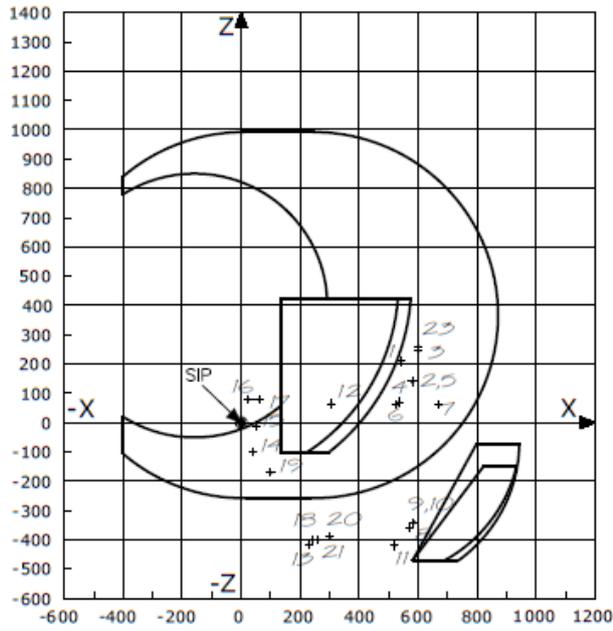


Numeração dos Comandos nos Postos de Operação

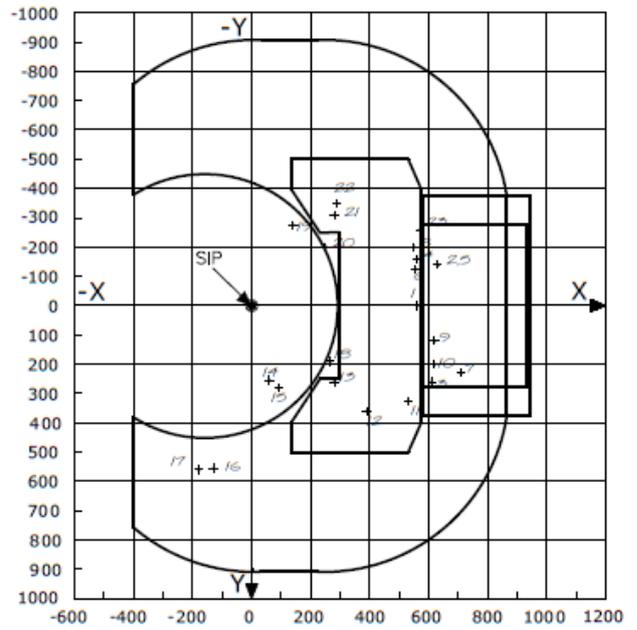
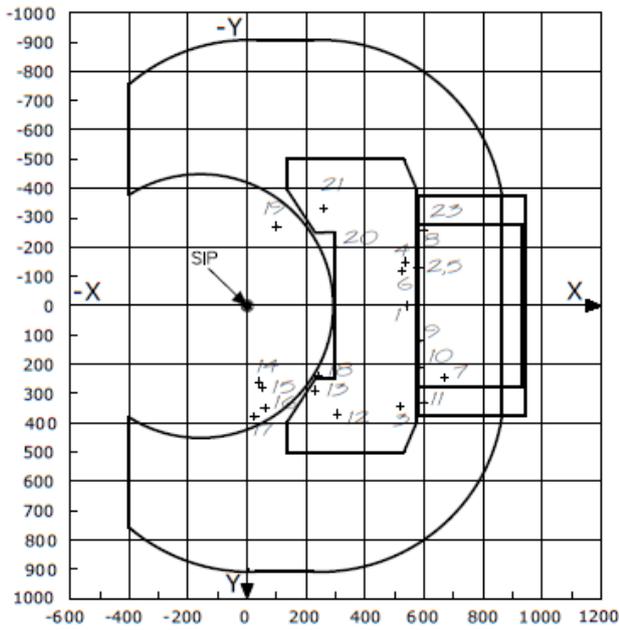
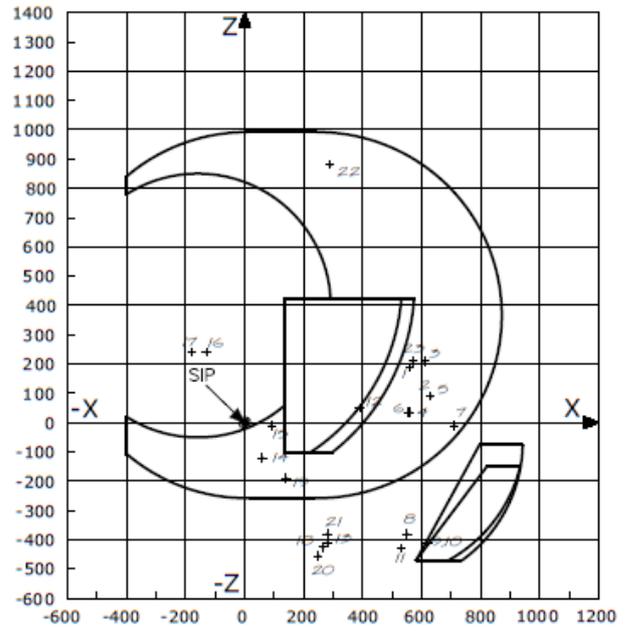
- 01 Centro do Volante
- 02 Interruptor de Luz
- 03 Acelerador de Mão
- 04 Luzes de emergência
- 05 Indicador de direção
- 06 Buzina
- 07 Chave de ignição
- 08 Pedal embreagem
- 09 Pedal freio esquerdo
- 10 Pedal freio direito
- 11 Acelerador de pé
- 12 Alavanca de marchas
- 13 Alavanca grupo
- 14 Controle hidráulico (B/L)
- 15 Limitador de profundidade
- 16 Controle remoto externo
- 17 Controle remoto interno
- 18 Bloqueio do Diferencial
- 19 Tomada de potência (TDP)
- 20 Tração dianteira auxiliar (TDA)
- 21 Freio de estacionamento
- 22 Controle do ar condicionado

* dimensões em mm

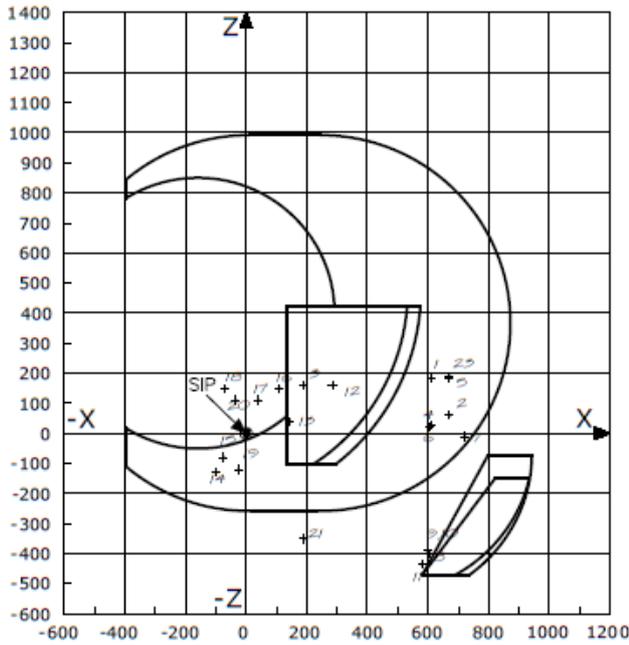
Posto 16 – LS Tractor
Modelo: U60 sem cabine



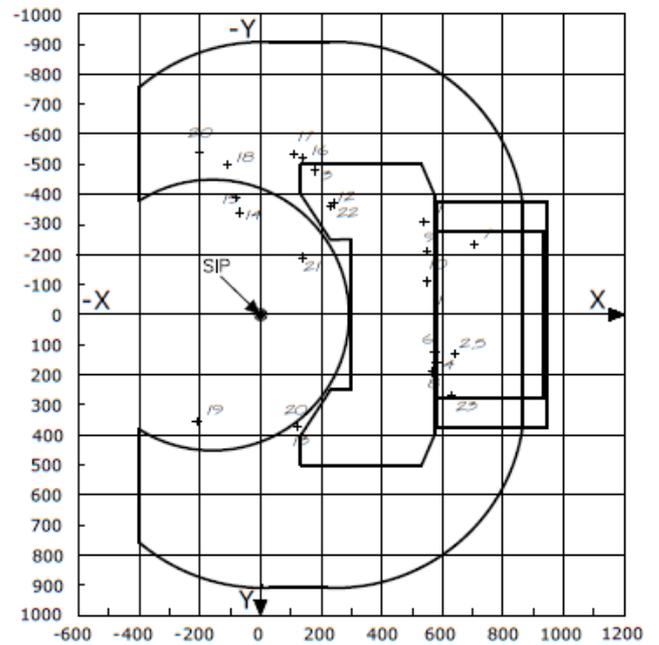
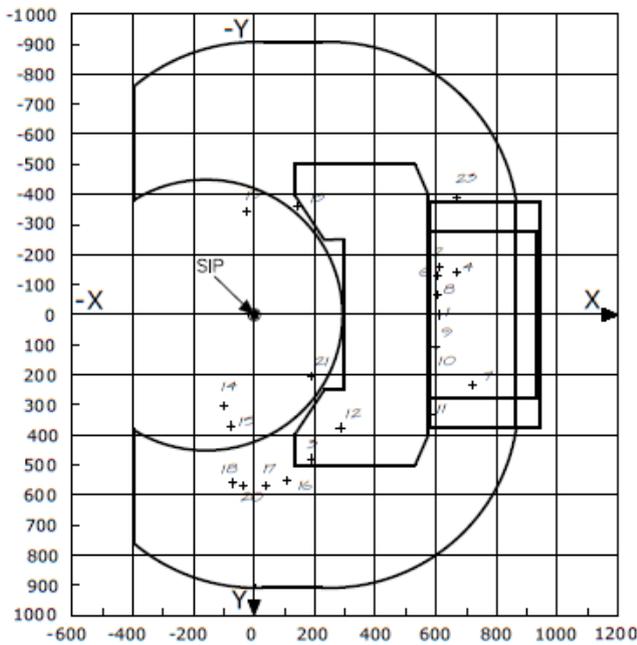
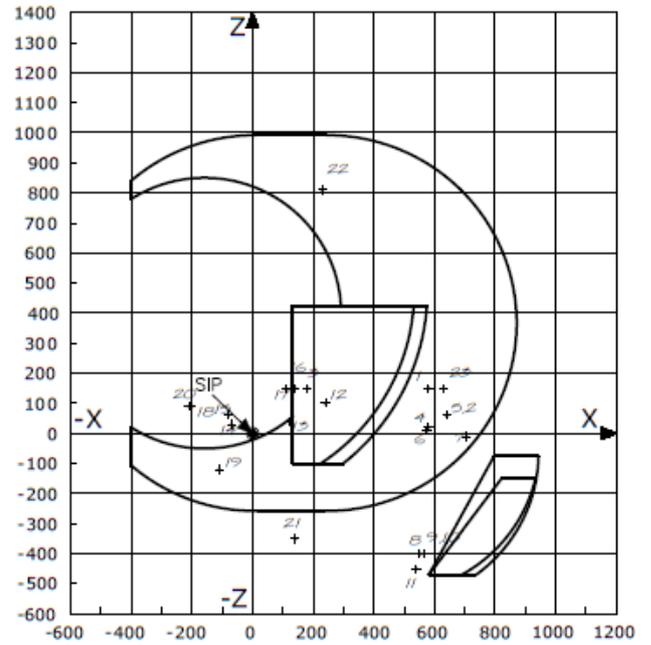
Posto 17 – LS Tractor
Modelo: U60 com cabine



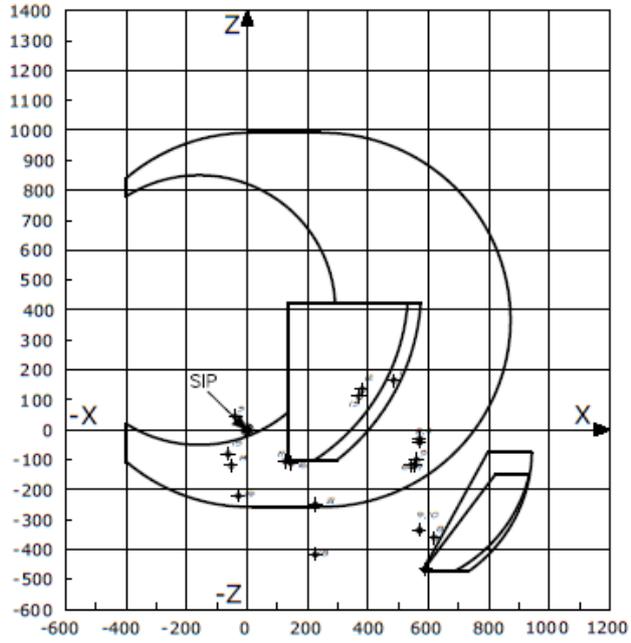
Posto 18 – LS TRACTOR
Modelo: Plus 80 Plataformado



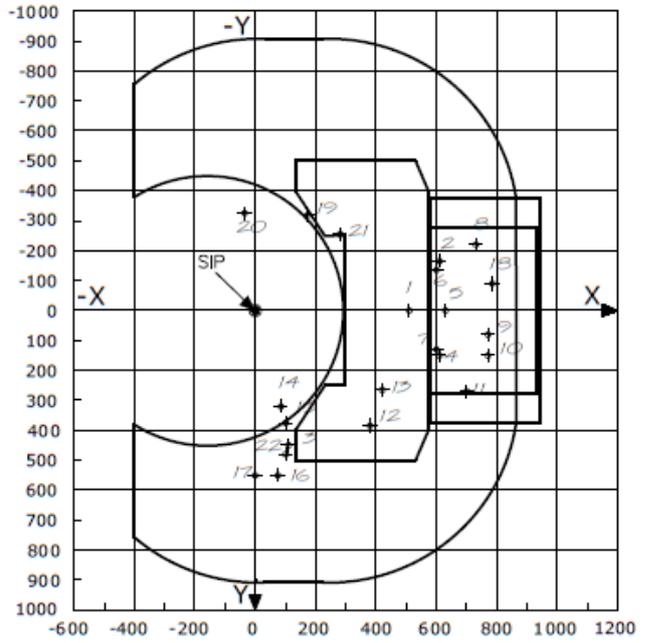
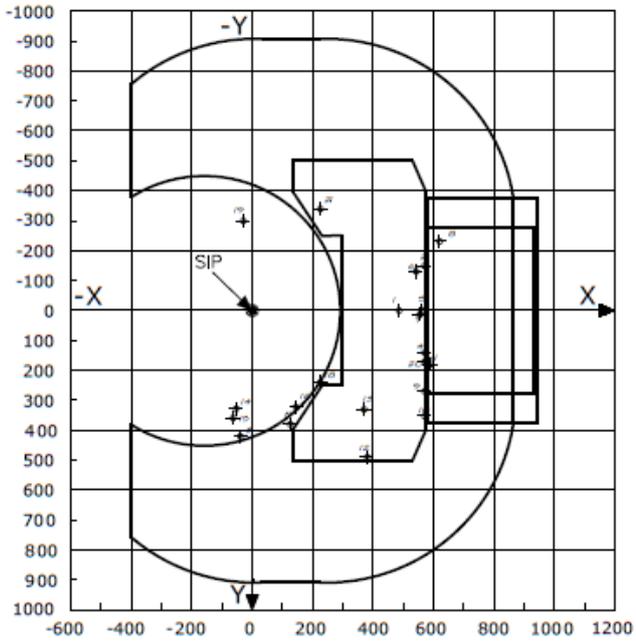
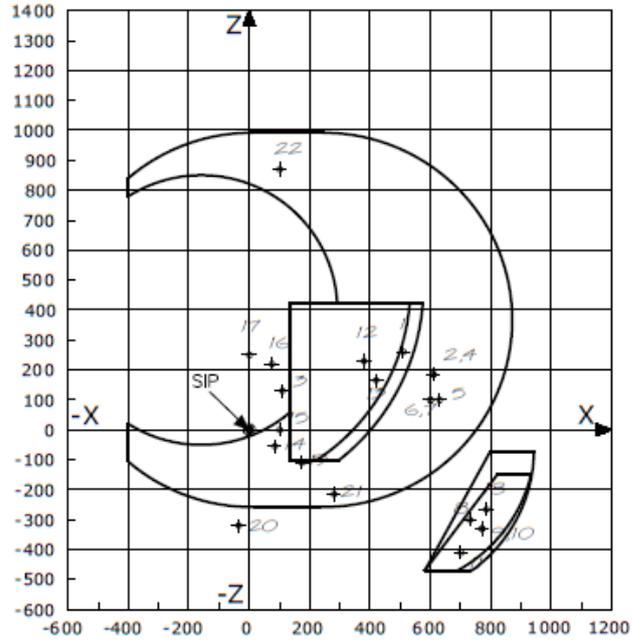
Posto 19 – LS TRACTOR
Modelo: Plus 80 com cabine



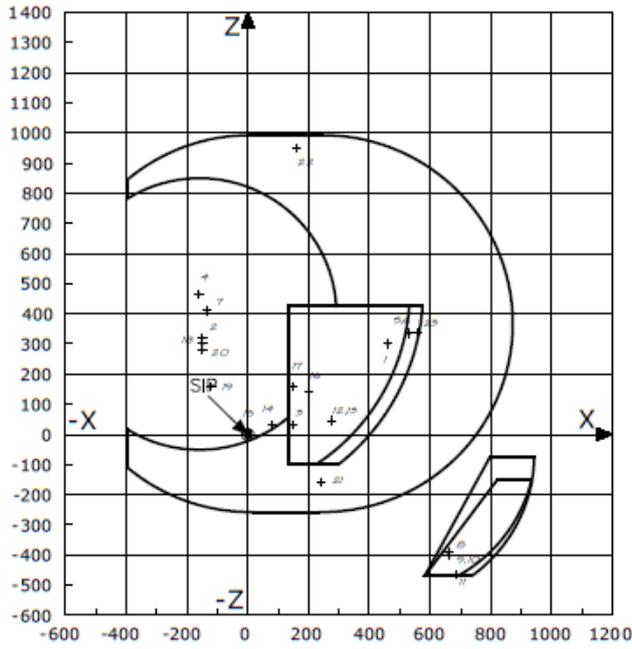
Posto 20 – MASSEY FERGUSON
Modelo: MF 4292HD Plataformado



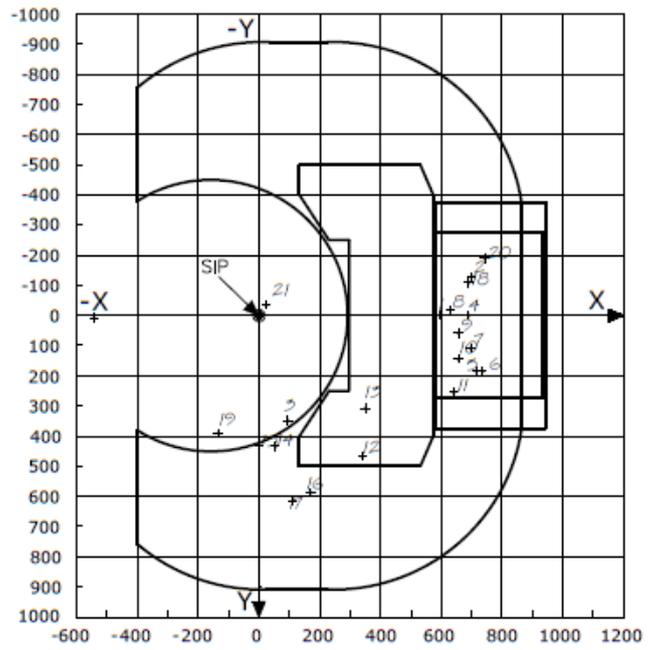
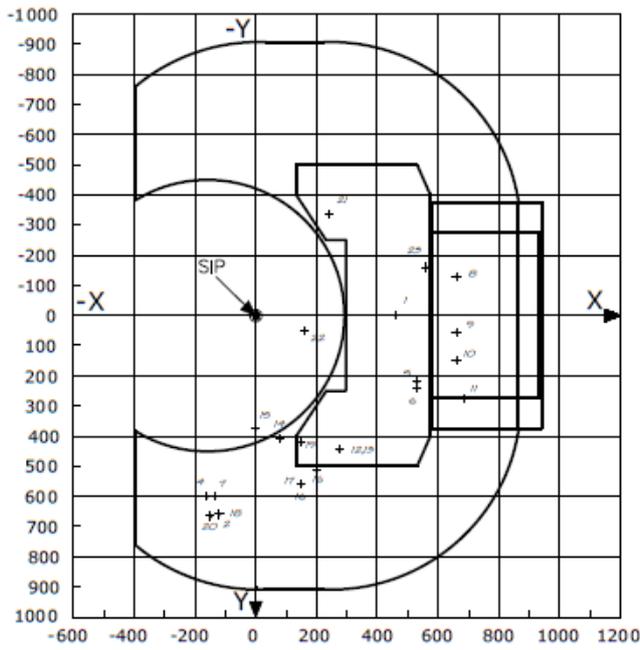
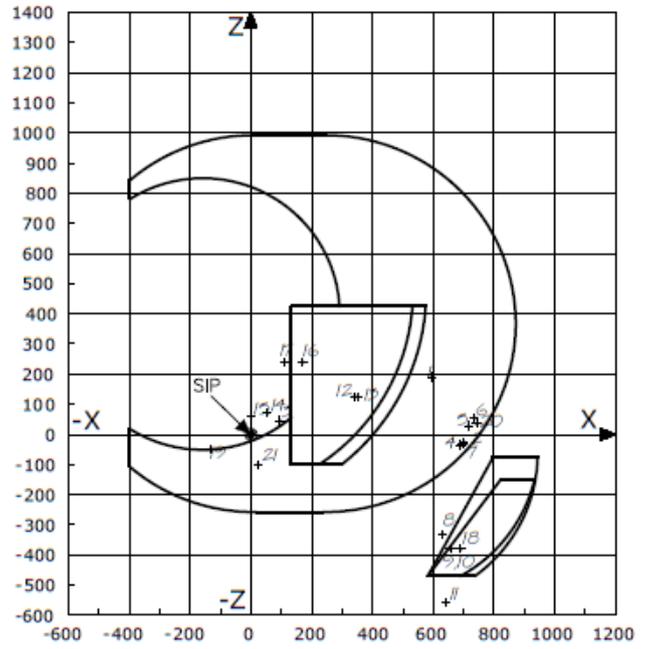
Posto 21 – MASSEY FERGUSON
Modelo: MF 4290 com cabine



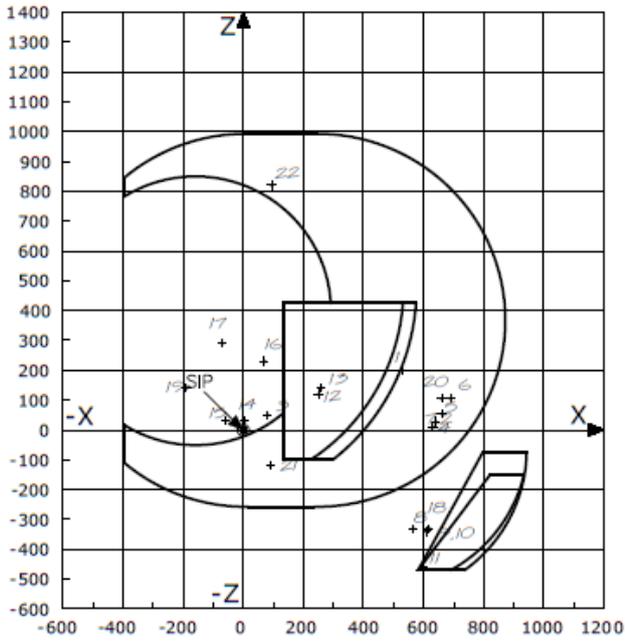
Posto 22 – MASSEY FERGUSON
Modelo: 6713 R



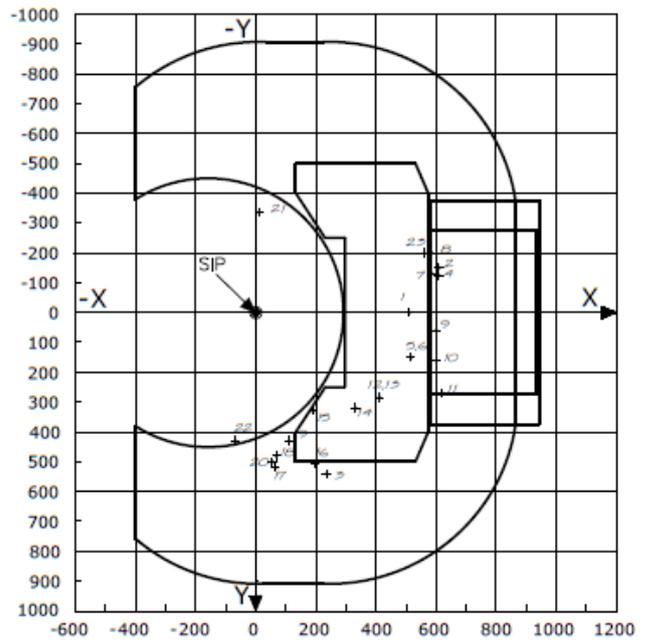
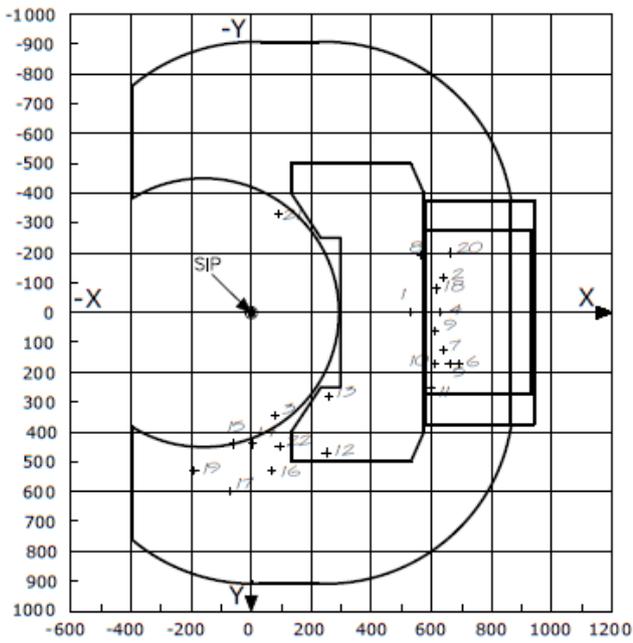
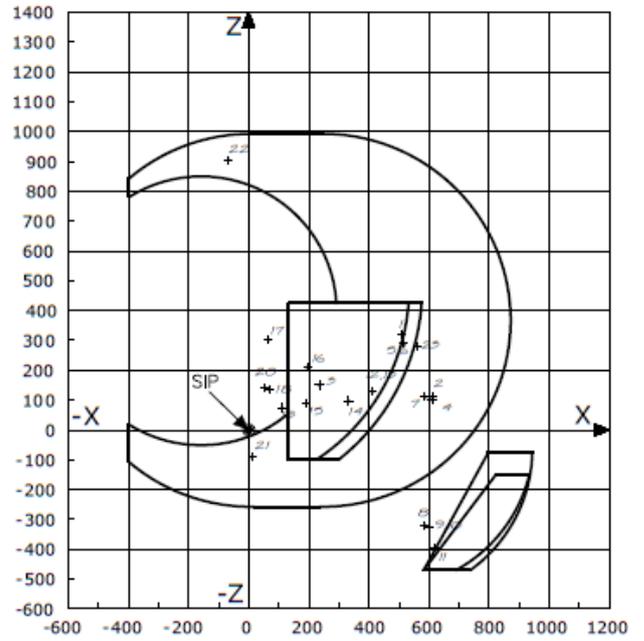
Posto 23 – MASSEY FERGUSON
Modelo: 7180 Plataformado



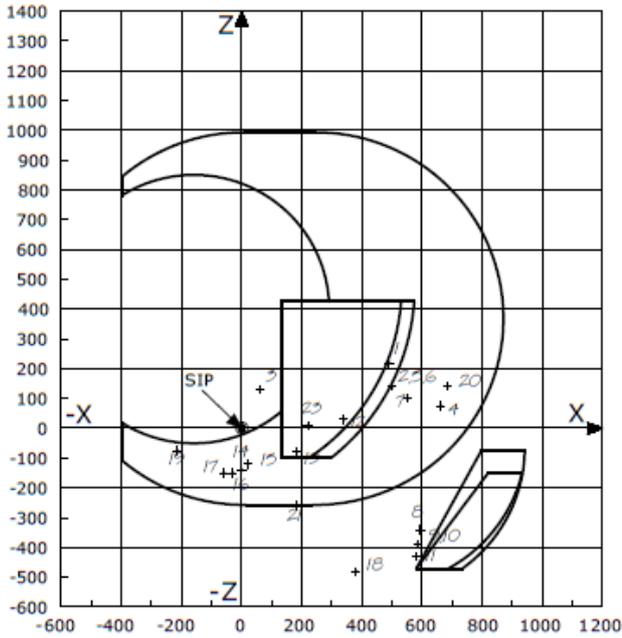
Posto 24 – MASSEY FERGUSON
Modelo: 7180 com cabine



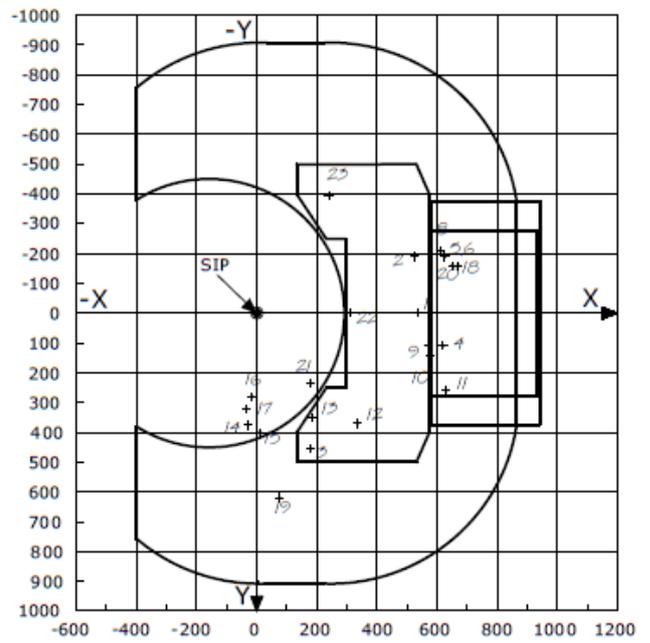
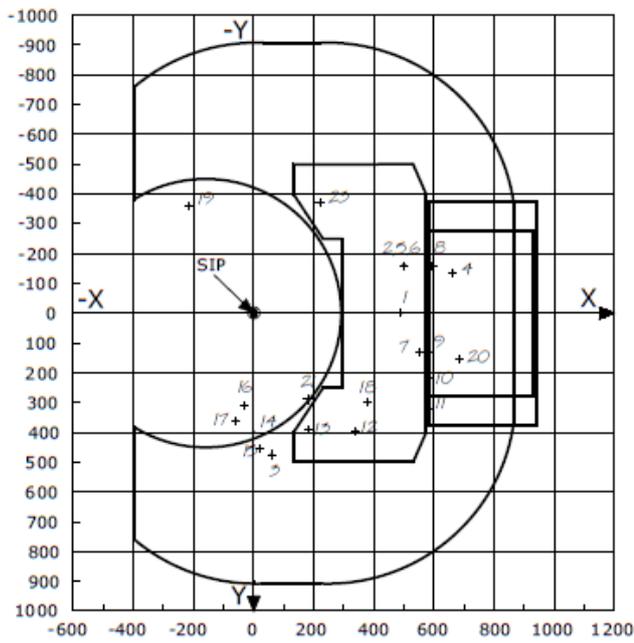
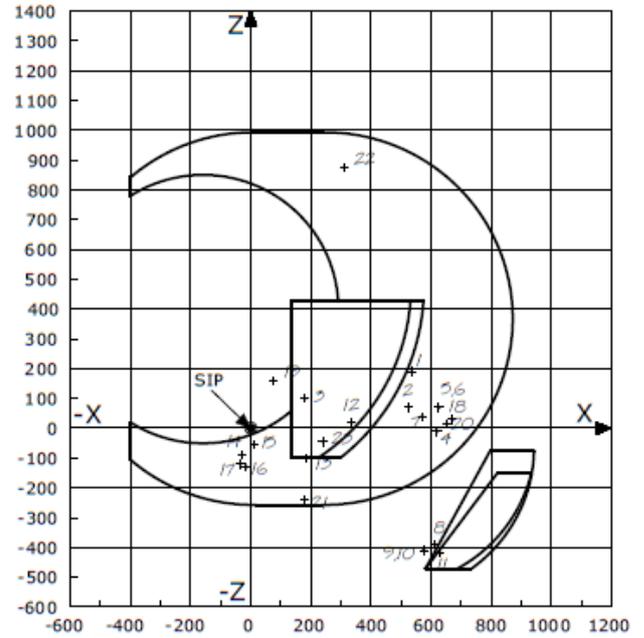
Posto 25 – MASSEY FERGUSON
Modelo: 7350



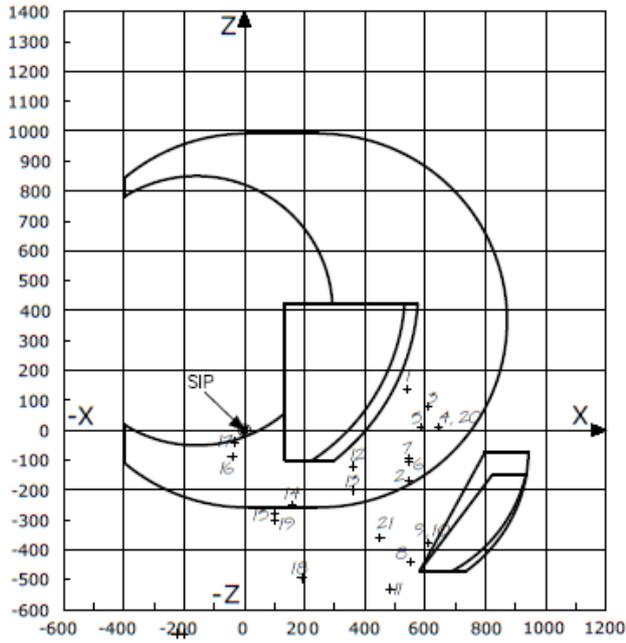
Posto 26 - NEW HOLLAND
Modelo: TL 75 Plataformado



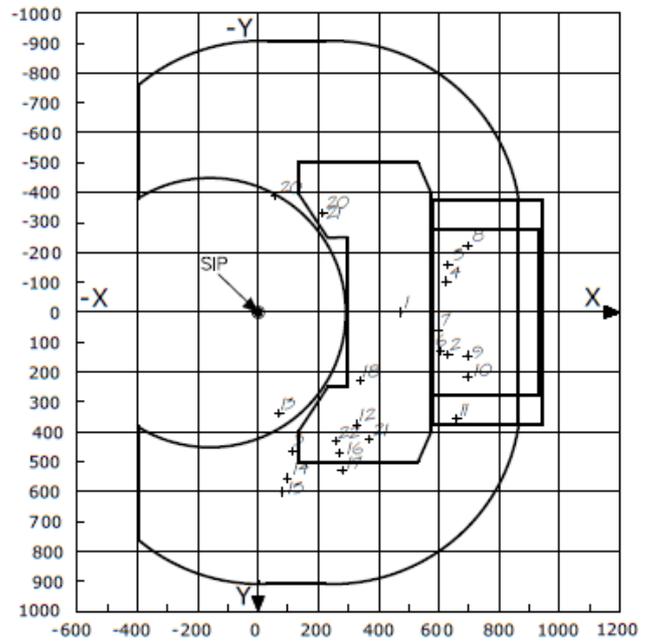
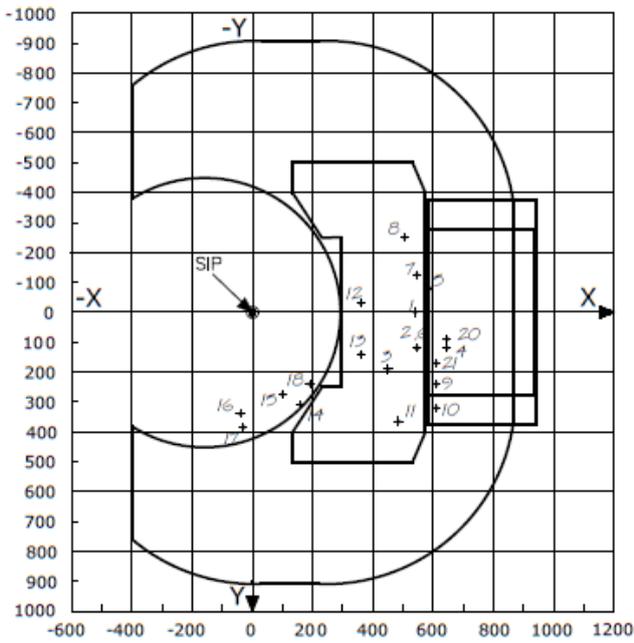
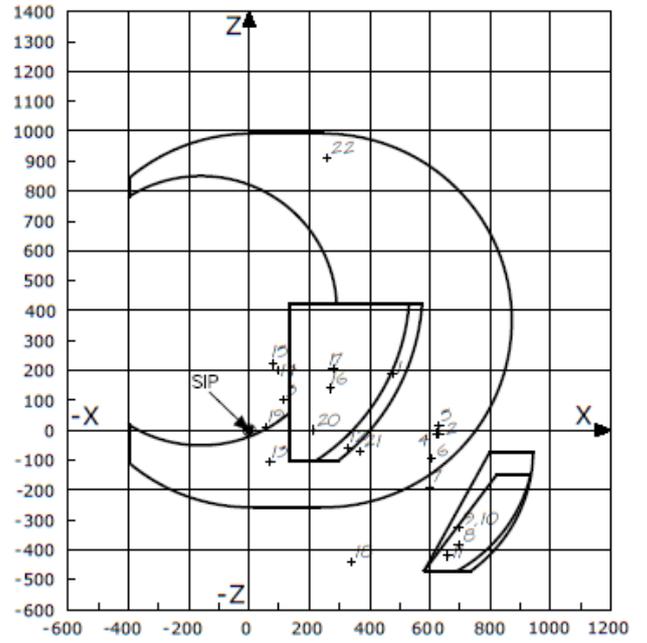
Posto 27 - NEW HOLLAND
Modelo: TL 75 E com cabine



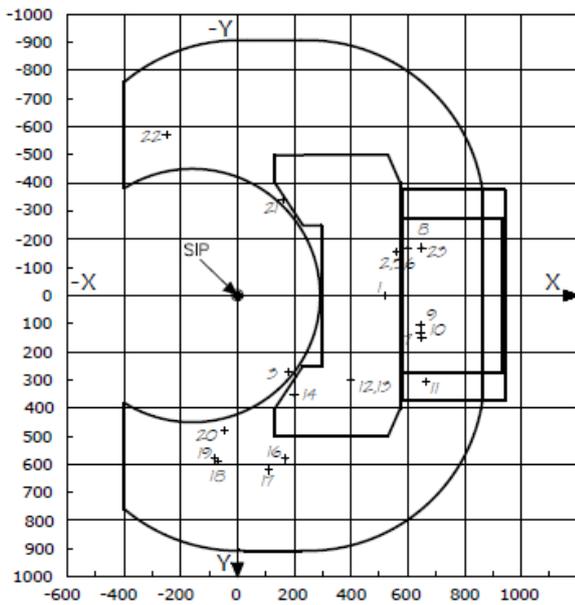
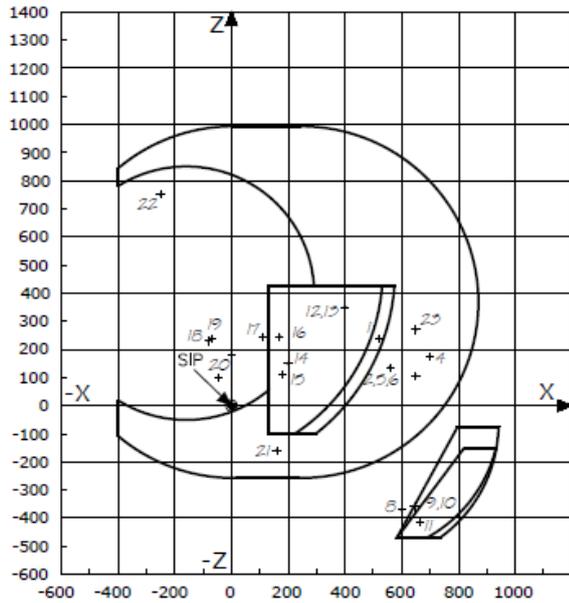
Posto 28 – NEW HOLLAND
Modelo: 7630



Posto 29 – NEW HOLLAND
Modelo: T6



Posto 30 – NEW HOLLAND
Modelo: T7 240

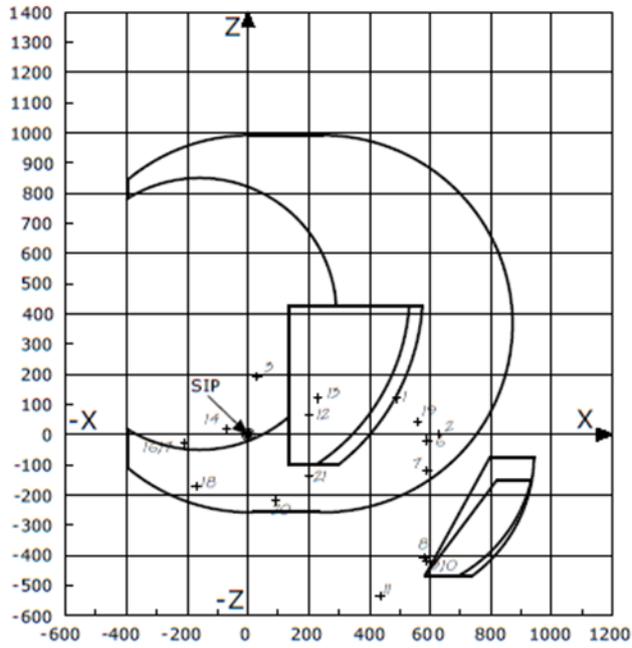


Numeração dos Comandos nos Postos de Operação

- 01 Centro do Volante
- 02 Interruptor de Luz
- 03 Acelerador de Mão
- 04 Luzes de emergência
- 05 Indicador de direção
- 06 Buzina
- 07 Chave de ignição
- 08 Pedal embreagem
- 09 Pedal freio esquerdo
- 10 Pedal freio direito
- 11 Acelerador de pé
- 12 Alavanca de marchas
- 13 Alavanca grupo
- 14 Controle hidráulico (B/L)
- 15 Limitador de profundidade
- 16 Controle remoto externo
- 17 Controle remoto interno
- 18 Bloqueio do Diferencial
- 19 Tomada de potência (TDP)
- 20 Tração dianteira auxiliar (TDA)
- 21 Freio de estacionamento
- 22 Controle do ar condicionado

* dimensões em mm

Posto 31 - VALTRA
Modelo: A 750 Plataformado



Posto 32 - VALTRA
Modelo: BM125i com cabine

