

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Karla Mendonça Menezes

**VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA INTERFACE CAVALO-
CAVALEIRO EM SITUAÇÕES DINÂMICAS**

**Santa Maria, RS, Brasil
2016**

Karla Mendonça Menezes

**VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA INTERFACE CAVALO-CAVALEIRO EM
SITUAÇÕES DINÂMICAS**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), área de concentração Aspectos Biológicos e Comportamentais da Educação Física e Saúde, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação Física**.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Copetti
Co-Orientador: Prof. Dr. Carlos Bolli Mota

Santa Maria, RS, Brasil
2016

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

Mendonça Menezes, Karla

Vibrações de corpo inteiro na interface cavalo-cavaleiro em situações dinâmicas / Karla Mendonça Menezes.- 2016.

52 p. ; 30cm

Orientador: Fernando Copetti

Coorientador: Carlos Bolli Mota

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e desportos, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, RS, 2016

1. Vibrações de corpo inteiro 2. Terapia assistida por cavalos 3. Aceleração I. Copetti, Fernando II. Bolli Mota, Carlos III. Título.

Karla Mendonça Menezes

**VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA INTERFACE CAVALO-CAVALEIRO EM
SITUAÇÕES DINÂMICAS**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), área de concentração em Aspectos Biológicos e Comportamentais da Educação Física e Saúde, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação Física**.

Aprovado em 25 de maio de 2016:

Fernando Copetti, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ana Cristina de David, Dra. (UNB)

Claudia Morais Trevisan, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS
2016

AGRADECIMENTOS

Quando um trabalho chega ao final, um exercício fascinante a se fazer é olhar para trás e identificar as partes essenciais deste. Neste sentido, trago em poucas palavras meu reconhecimento a pessoas e órgãos que foram fundamentais para a execução desse estudo e para a concretização de muitos dos meus objetivos acadêmicos.

Inicialmente agradeço a Universidade Federal de Santa Maria, instituição pela qual carrego orgulho e respeito irrestritos, por todos os subsídios concedidos para minha formação pessoal e profissional desde a graduação.

Ao Programa de Pós-graduação em Educação Física pela oportunidade de por ter fornecido todas as condições para a execução deste estudo. Aos docentes pela contribuição e aos funcionários e colegas pela disposição e amizade.

Ao Guilherme por ter se tornado mais de que meu colega, meu amor, por dividir comigo as preocupações e as alegrias e fazer meus dias mais felizes.

Ao Laboratório de Pesquisa e Ensino do Movimento Humano, ao Projeto de Equoterapia e a Associação Equestre da UFSM pelo cedência do espaço físico e pela cooperação e suporte para realização das coletas.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFSM e ao Núcleo de Ensaio de Máquinas Agrícolas (NEMA) pelo apoio técnico e cedência do equipamento para as análises. Em especial, aos doutorandos Marcelo Silveira de Farias e Gustavo Santos, pela disponibilidade, paciência, dedicação e amizade.

A Associação Nacional de Equoterapia (ANDE-Brasil) pela disponibilidade e empenho no suporte técnico para ajuste dos acessórios de montaria.

Ao Prof. Dr. Carlos Bolli Mota por todos os ensinamentos, apoio e paciência.

Ao Prof. Dr. Fernando Copetti pela confiança e incentivo dispensado para o desenvolvimento desse estudo. Por, ao longo da minha formação, ter me fornecido subsídios para que eu adquirisse autonomia e confiança. Ao professor e amigo toda admiração e respeito devido a um verdadeiro Mestre.

A Prof^a. Dr^a Susane Graup, a Susi, por todos os ensinamentos e pela amizade construída há mais de uma década, pelo auxílio no processamento dos dados e por me lembrar de que não precisamos saber tudo enquanto tivermos amigos que sabem.

Por fim, agradeço a minha família e meus amigos, pela compreensão nos momentos de ausência e pela alegria dividida. Por serem meu porto seguro, minha inspiração e minha força.

RESUMO

VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA INTERFACE CAVALO-CAVALEIRO EM SITUAÇÕES DINÂMICAS

AUTORA: Karla Mendonça Menezes
ORIENTADOR: Prof. Dr. Fernando Copetti

A vibração é um estímulo mecânico caracterizado por movimentos oscilatórios periódicos, regulares ou irregulares. No corpo humano, as vibrações são produzidas pelo contato do corpo com mecanismos que o deslocam de sua posição de repouso. Nesse contexto, alguns autores têm sugerido que indivíduos em posição de montaria são expostos as vibrações transmitidas pela andadura do cavalo através do contato entre o acessório de montaria e o indivíduo. O objetivo desse estudo foi analisar a magnitude das vibrações de corpo inteiro (VCI) na interface cavalo-cavaleiro em situações dinâmicas. O grupo de estudos foi composto por oito sujeitos do sexo feminino, com idade média de $25,5 \pm 6,12$ anos, eutróficos (Índice de massa corporal $23,71 \pm 1,52$), sem experiência em atividades equestres. A medição das VCI transmitidas na interface cavalo-cavaleiro foi realizada por um sensor inercial, modelo 4447, da Brüel&Kjaer®. Este equipamento permite medições das VCI situadas na faixa de 1 a 80 Hz e é composto por um acelerômetro triaxial fixado em um suporte circular semi-rígido que foi posicionado sobre dois acessórios de montaria: sela e manta. O experimento foi realizado em duas áreas previamente determinadas com superfícies de areia e asfalto, sem obstáculos. Em cada superfície foi demarcado um trecho de 10 metros onde o cavalo foi conduzido ao passo. Os resultados indicam que a superfície de deslocamento do cavalo produz alterações na magnitude das acelerações transmitidas na interface cavalo-cavaleiro; a magnitude das acelerações na interface cavalo-cavaleiro mostraram-se mais elevadas nas situações em que o cavalo se deslocou na superfície de asfalto, utilizando sela como acessório. As acelerações mais elevadas foram percebidas na direção anteroposterior, vertical e lateral, respectivamente, independente do acessório ou superfície de deslocamento do cavalo. O posicionamento dos pés no estribo influenciou de forma distinta a magnitude das acelerações transmitidas na interface cavalo-cavaleiro.

Palavras-Chave: Vibrações de corpo inteiro; Terapia assistida por cavalos; aceleração;

ABSTRACT

WHOLE BODY VIBRATION IN INTERFACE HORSE-RIDERS IN SITUATIONS DYNAMICS

AUTHOR: Karla Mendonça Menezes
ADVISER: Prof. Dr. Fernando Copetti

Vibration is a mechanical stimulus characterized by periodic, regular or irregular oscillatory movements. In the human body, the vibrations are produced by the body contact mechanisms that move from its rest position. In this context, some authors have suggested that individuals riding position are exposed to the vibrations transmitted by the gait of the horse through contact between the saddle and the individual. The aim of this study was to analyze the magnitude of whole body vibration (WBV) in the horse-rider interface in dynamic situations. The study group was composed of eight female subjects, with a mean age of 25.5 ± 6.12 years, healthy and normal weight (body mass index 23.71 ± 1.52), with no experience in equestrian activities. The measurement of the transmitted WBV horse rider interface is accomplished by an inertial sensor, model 4447, from Brüel & Kjaer®. This equipment allows measurements of WBV situated in the range 1-80 Hz and is composed of a triaxial accelerometer set in a semi-rigid circular support that was fixed on two riding accessories used in research, and saddle blanket. The experiment was conducted in two areas previously determined surfaces of sand and asphalt without obstacles. In each area was demarcated a stretch of 10 meters where the horse was conducted while. The experiment was arranged in situations organized according to the mount accessory used, positioning the legs in the stirrups and the running surface of the horses. The results indicate that the horse running surface produces changes in the magnitude of the accelerations transmitted in horse rider interface; the magnitude of the accelerations in the horse rider interface shown to be higher in situations where the horse has moved to the asphalt surface using saddle as an accessory. Higher accelerations were perceived in the anteroposterior direction, vertical and lateral, respectively, regardless of attachment or horse running surface. The positioning of the foot in the stirrup influenced differently the magnitude of the accelerations transmitted in horse-rider interface.

Key-Word: Whole body vibration; Equine-Assisted Therapy; Acceleration

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Arranjo dos sistemas vibratórios.....	29
Tabela 2 - Acelerações observadas nos diferentes sistemas vibratórios sem montaria.....	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação gráfica do sistema ortogonal dos eixos para medição de VCI.....	17
Figura 2 - Representação dos acessórios de montaria utilizados durante as avaliações.....	26
Figura 3 - Conjunto de acessório do analisador de vibrações no corpo humano, modelo 4447, da Brüel&Kjaer®	27
Figura 4 - <i>Seat Pad</i> modelo 4447 da Brüel&Kjaer®	27
Figura 5 - Demonstração do posicionamento do <i>Seat Pad</i> sobre o acessório de montaria	28
Figura 6: Interface do <i>Software Vibration Explorer 2.0.1 Brüel&Kjaer®</i> com registro de dados do experimento.	28
Figura 7 - Comparação da magnitude das VCI na interface cavalo-cavaleiro nos diferentes sistemas vibratórios.....	33
Figura 8 - Magnitude das VCI na interface cavalo-cavaleiro nas situações com e sem estribo.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANDE-BRASIL - Associação Nacional de Equoterapia

Hz - Hertz (unidade de medida de frequência)

ISO - International Standard Organization

m/s - metro por segundo (unidade de medida de velocidade)

m/s² - metro por segundo ao quadrado (unidade de medida de aceleração)

RMS - Root Mean Square (raiz média quadrática)

s - segundo (unidade de medida de tempo)

VCI - vibrações de corpo inteiro

VE - vibrações de extremidades

x - eixo ortogonal longitudinal (direção antero posterior)

y - eixo ortogonal transversal (direção médio lateral)

z - eixo ortogonal vertical (direção vertical)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	13
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo geral	15
1.2.2	Objetivos específicos	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	VIBRAÇÕES MECÂNICAS SOBRE O CORPO HUMANO	17
2.1.1	Normativas relacionadas a exposição do corpo humano às vibrações de corpo inteiro (VCI)	18
2.2	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DA EXPOSIÇÃO ÀS VCI	19
2.3	INTERAÇÕES ENTRE O CAVALO E O CAVALEIRO	20
2.3.1	Efeitos terapêuticos da estimulação equestre	23
3	MÉTODO	26
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	26
3.2	SUJEITOS DO ESTUDO	26
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	26
3.4	AVALIAÇÃO DAS VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO	27
3.5	PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DAS VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA INTERFACE CAVALO CAVALEIRO	30
3.6	ASPECTOS ÉTICOS	31
3.7	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	31
4	RESULTADOS	33
5	DISCUSSÃO	37
6	CONCLUSÕES	43
7	REFERENCIAS	44
8	ANEXOS	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Vibração é um estímulo natural que está presente em vários tipos de atividades laborais, esportivas ou de vida diária, sendo considerada como um movimento inerente aos corpos dotados de massa e elasticidade (SAMPAIO, 2014). No corpo humano, as vibrações são produzidas pelo contato do corpo com mecanismos que o deslocam de sua posição de repouso através de movimentos periódicos regulares ou irregulares (GRIFFIN, 1990a; KROEMER; GRANDJEAN, 2008; IIDA, 2013). Os parâmetros biomecânicos que determinam a intensidade das vibrações são a amplitude, frequência e magnitude das oscilações (CARDINALE; BOSCO, 2003). A aceleração é geralmente tomada como medida da carga vibracional e o valor da raiz quadrática média, RMS (do inglês, *Root Mean Square*), o parâmetro utilizado para representar a magnitude das vibrações, correspondendo ao valor da aceleração eficaz da vibração (KROEMER; GRANDJEAN, 2008; SAMPAIO, 2014).

Frequentemente a vibração apresenta-se como um agente físico que provoca desconforto sendo que, em alguns casos, a exposição excessiva às vibrações implica em danos de ordem neurológica, vascular e musculoesquelética (VENDRAME, 2006). Alterações no controle sensório-motor, equilíbrio postural, reflexos medulares e ritmo cardiorrespiratório foram descritas (JORDAN *et al.*, 2005). Por outro lado, alguns estudos, tem observado efeitos positivos no desempenho motor por meio de exercícios realizados sobre plataformas vibratórias. Os estudos descrevem alterações positivas na força muscular e potência muscular, flexibilidade e densidade mineral óssea (CARDINALE; BOSCO, 2003; CARDINALE; WAKELING, 2005; JORDAN *et al.*, 2005; DOLNY; REYES, 2008; LLORENTE *et al.*, 2014; VÖLKEL; HENNIG, 2012). Recentemente, um estudo de revisão discutiu os efeitos das VCI no sistema neuromuscular (JUNIOR; BARONI; VAZ, 2012). Através dos estudos consultados, os autores sugeriram que o treinamento vibratório tem grande potencial no contexto esportivo ou da reabilitação e que são necessários novos estudos para o completo entendimento de como o estímulo vibratório é acomodado pelo sistema neuromuscular.

Há basicamente dois tipos de exposição humana à vibração, classificadas de acordo com a região do corpo atingida. As vibrações de corpo inteiro (VCI) são transmitidas ao corpo através de superfícies de sustentação e as vibrações de extremidades (VE), também conhecidas como segmentais ou localizadas, são aplicadas a partes específicas do corpo como mãos ou braços, por exemplo (VENDRAME, 2006; RIBAS, 2013). A VCI pode ser aplicada no corpo humano nas posições sentada, em pé ou deitado através de vários métodos que estimulam os receptores sensoriais. Nesse contexto, um estudo desenvolvido por Dogan e Soyly (2010) investigou as acelerações desencadeadas pelo movimento de passo, trote e galope, de quatro cavalos distintos, utilizando a cinemetria. Após a obtenção dos vetores de posição de marcadores passivos associados a sela de montaria os autores observaram que os indivíduos em posição de montaria estão expostos a vibrações transmitidas pela andadura do cavalo através do contato entre a sela e o indivíduo (DOGAN; SOYLU, 2010).

Estudos recentes investigaram parâmetros dinâmicos da interação entre cavalo e cavaleiro como o deslocamento do centro de pressão, angulação pélvica, aceleração e velocidade de deslocamento de segmentos corporais durante a montaria (PEHAM *et al.*, 2004; IORIS; MACEDO, 2006; MESCHAN *et al.*, 2007; JANURA *et al.*, 2009; SPORTING *et al.*, 2013; FLORES *et al.*, 2015). Greve e Dyson (2013) revisaram na literatura disponível os principais métodos utilizados nessas investigações e observaram que estudos biomecânicos que utilizam sistemas de captura de movimento eram considerados o padrão ouro para essas avaliações. No entanto, apresentam limitações por não permitirem estudar o movimento das partes do corpo que são bloqueados pelo sistema de visão, além de não permitirem as avaliações no ambiente natural do cavalo. Devido às condições laboratoriais, nesses estudos frequentemente os cavalos são avaliados se deslocando em esteiras (GREVE; DYSON, 2013), todavia, há evidências de que a locomoção dos cavalos em esteira não é idêntica à locomoção no ambiente natural (GÓMEZ ÁLVAREZ *et al.*, 2009). Nesse contexto, estudos atuais tem demonstrado que sensores inerciais de movimento são adequados para a avaliação da interação entre cavalo e cavaleiro mostrando resultados com alta confiabilidade e repetibilidade, em condições de campo (SPORTING *et al.*, 2013; MÜNZ; ECKARDT; WITTE, 2014).

Os efeitos terapêuticos da estimulação desencadeada pela andadura do cavalo¹ são descritos em estudos que apontam redução de déficits em disfunções como a Síndrome de Down (COPETTI *et al.*, 2007), encefalopatia crônica progressiva (BENDA; MCGIBBON; GRANT, 2003; MCGEE; REESE, 2009; MCGIBBON *et al.*, 2009), Esclerose Múltipla (SILKWOOD-SHERER; WARMBIER, 2007; MENEZES *et al.*, 2013; MENEZES; FLORES; VARGAS; *et al.*, 2015) e ataxia de Machado Joseph (MENEZES; FLORES; MEDEIROS; *et al.*, 2015) entre outras. Alterações na atividade do sistema nervoso autônomo de indivíduos saudáveis (MATSUURA; *et al.*, 2016) e melhora na capacidade funcional de idosos após inserção em atividades equestres também foram relatadas (ARAÚJO *et al.*, 2013).

Partindo do pressuposto que o movimento do cavalo pode ser considerado um agente aplicador de forças externas aos receptores sensoriais, solicitando adaptações específicas do sujeito montado, esse estudo se propõe a analisar a magnitude das acelerações desencadeadas pelo passo do cavalo sobre indivíduos em posição de montaria, considerando situações dinâmicas comumente utilizadas nas atividades com fins terapêuticos. A investigação de como o corpo humano responde ao estímulo produzido pelo movimento do cavalo, em diferentes situações dinâmicas, pode fornecer subsídios para orientar a seleção de acessórios e o planejamento das sessões de estimulação realizadas com fins terapêuticos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a magnitude das vibrações de corpo inteiro na interface cavalo-cavaleiro em situações dinâmicas de montaria.

¹ No Brasil o uso terapêutico da equitação é conhecido como Equoterapia. A Associação Nacional de Equoterapia (ANDE-BRASIL) organiza esse método terapêutico em quatro programas específicos: hipoterapia, educação/reeducação, pré-esportivo e prática esportiva para equestre.

1.2.2 Objetivos específicos

Verificar se o tipo de superfície de deslocamento do cavalo produz alterações na magnitude das acelerações transmitidas na interface cavalo-cavaleiro nas direções anteroposterior, médio-lateral e vertical.

Verificar se o tipo de acessório de montaria influencia a magnitude das acelerações transmitidas na interface cavalo-cavaleiro nas direções anteroposterior, médio-lateral e vertical.

Verificar se o posicionamento dos pés no estribo influencia a magnitude das acelerações transmitidas na interface cavalo-cavaleiro nas direções anteroposterior, médio-lateral e vertical.

Identificar em qual das direções de movimento o cavaleiro está mais suscetível às acelerações nas diferentes situações investigadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 VIBRAÇÕES MECÂNICAS SOBRE O CORPO HUMANO

Vibração é um movimento oscilatório que se repete regular ou irregularmente, depois de um intervalo de tempo (GRIFFIN, 1990b). Para Kroemer; Grandjean (2008), vibração é qualquer movimento que o corpo ou parte dele executa em torno de um ponto fixo. Assim, quando sai da posição de equilíbrio e se desloca de uma extremidade a outra voltando para a sua posição de equilíbrio ele define um ciclo. O número de vezes em que o ciclo completo do movimento se repete durante um período de tempo é chamado de frequência, no caso de ciclos por segundo utiliza-se a unidade Hertz (Hz) (KROEMER; GRANDJEAN, 2008; IIDA, 2013; SAMPAIO, 2014).

Cada segmento corporal possui uma frequência de vibração natural e os diferentes segmentos são capazes de atenuar ou ampliar as respostas ao estímulo vibratório (IIDA, 2013). Quando partes do corpo passam a vibrar na mesma frequência de vibração a que está exposto diz-se que o corpo está em ressonância (IIDA, 2013). Dessa forma, para compreender os efeitos das vibrações no corpo humano faz-se necessário o conhecimento das frequências naturais de ressonância (KROEMER; GRANDJEAN, 2008).

No corpo humano, as vibrações são produzidas pelo contato do corpo com mecanismos que o deslocam de sua posição de repouso através de movimentos periódicos regulares ou irregulares (KROEMER; GRANDJEAN, 2008). A classificação dos tipos de exposição humana à vibração é feita basicamente considerando a região do corpo atingida, sendo consideradas vibrações de corpo inteiro ou vibrações de extremidades (GRIFFIN, 1990b).

As vibrações de corpo inteiro (VCI) são transmitidas através das superfícies de sustentação (em pé, sentado ou deitado). As vibrações de extremidades (VE), também conhecidas como segmentais ou localizadas, são aplicadas quando um ou mais membros (ou a cabeça) estão em contato com a fonte vibratória (GRIFFIN, 1990b; RIBAS, 2013; SAMPAIO, 2014).

2.1.1 Normativas relacionadas a exposição do corpo humano às vibrações de corpo inteiro (VCI)

A medição e avaliação da vibração no corpo humano baseiam-se em normativas publicadas pela *International Standards Organization (ISO)*, como a ISO 2631 para VCI, ISO 5349 para VE, e ISO 8041 para instrumentação.

As VCI podem ser aplicadas no corpo humano nas posições sentada, em pé ou deitado, sendo o ponto de aplicação, definido pela ISO 2631, como o ponto de entrada da vibração no corpo, ou seja, a interface entre o ponto de contato do corpo com a fonte de vibração. Conforme ilustra a Figura 2, na posição sentada, as vibrações podem ser medidas na interface do assento com a superfície vibrante, dos pés e/ou do encosto. Nessas situações, a ISO 2631 recomenda que as medições devem ser feitas o mais próximo possível do ponto ou área da qual a vibração é transmitida ao corpo (ponto de aplicação).

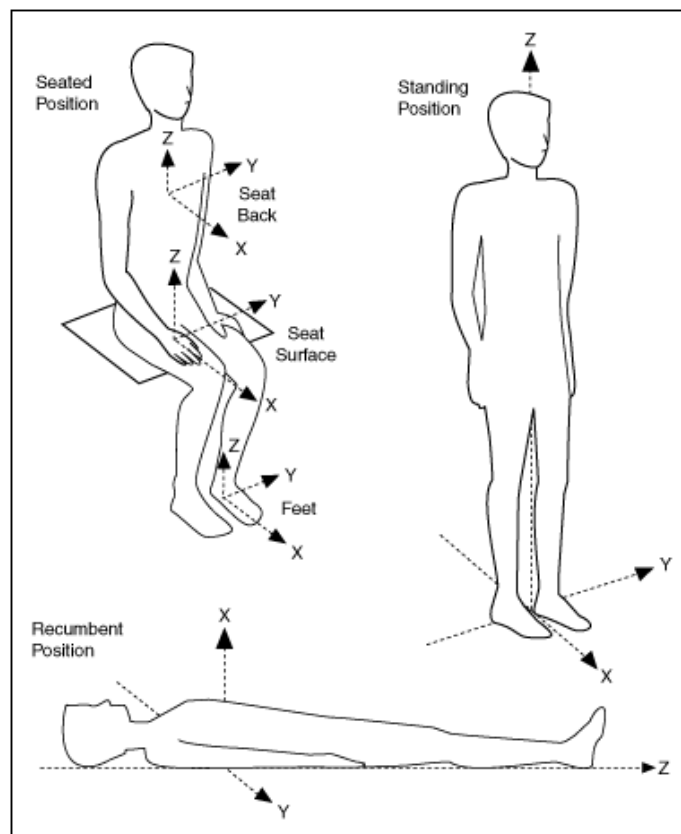


Figura 1 - Representação gráfica do sistema ortogonal dos eixos para medição de VCI. **Fonte:** ISO 2631/1997.

As VCI geralmente são mensuradas através de um transdutor de aceleração, denominado acelerômetro. O acelerômetro quantifica as forças de reação associadas à aceleração da massa corporal (ISO 2631). Durante o processo de medição, o acelerômetro é montado em adaptadores e ligado com um analisador de vibração, responsável pelo processamento dos dados captados pelo acelerômetro. No caso das VCI, o acelerômetro triaxial é posicionado em um adaptador de assento (ISO 2631).

As vibrações podem ser caracterizadas por parâmetros como direção, frequência, duração e intensidade. A direção de atuação pode ser longitudinal (das costas ao peito), transversal (direita para a esquerda) ou vertical (dos pés ou nádegas até a cabeça), na Figura 1, representada por x, y e z, respectivamente.

Para Cardinale e Bosco (2003) os parâmetros biomecânicos que determinam a intensidade das vibrações são a amplitude, frequência e magnitude das oscilações. A amplitude do movimento oscilatório é determinada pelos valores de pico a pico de deslocamento (mm), a taxa de repetição dos ciclos de oscilação denota a frequência da vibração (medida em Hz), e a aceleração (m/s^2) indica a magnitude de vibração (CARDINALE; BOSCO, 2003). A aceleração é geralmente tomada como medida da carga vibracional e o valor da raiz quadrática média, RMS (do inglês, *Root Mean Square*), o parâmetro utilizado para representar a magnitude das vibrações, correspondendo ao valor da aceleração eficaz da vibração (KROEMER; GRANDJEAN, 2008; SAMPAIO, 2014).

Conforme Sampaio (2014) a determinação da aceleração eficaz é representada pela equação:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{N-1} x_i^2}{N}} = \sqrt{\frac{x_0^2 + x_1^2 + x_2^2 \dots + x_i^2 \dots + x_{N-1}^2}{N}}$$

Em que;

X_i é o valor da aceleração em determinado instante (m/s^2) e N é o número de amostras de acelerações.

2.2 EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DA EXPOSIÇÃO ÀS VCI

Implicações da exposição humana às vibrações de extremidades e/ou de corpo a inteiro são amplamente investigadas em estudos ergonômicos e

ocupacionais. Frequentemente a vibração é considerada um agente físico que provoca desconforto sendo que, em alguns casos, a exposição excessiva implica em danos de ordem neurológica, vascular e musculoesquelética (VENDRAME, 2006). Por outro lado, a utilização do estímulo vibratório com fins terapêuticos ou de treinamento físico ou terapêutico tem sido examinada após a exposição aguda e crônica utilizando diferentes protocolos de tratamento (BATISTA *et al.*, 2007; JUNIOR; BARONI; VAZ, 2012). Os estudos descrevem alterações positivas na força muscular e potência muscular, flexibilidade e densidade mineral óssea após treinamento em plataformas vibratórias (CARDINALE; BOSCO, 2003; CARDINALE; WAKELING, 2005; JORDAN *et al.*, 2005; DOLNY; REYES, 2008; VÖLKEL; HENNIG, 2012). Recentemente, um estudo de revisão discutiu os efeitos das VCI no sistema neuromuscular (JUNIOR; BARONI; VAZ, 2012). Através dos estudos consultados, os autores sugeriram que o treinamento vibratório tem grande potencial no contexto esportivo ou da reabilitação e que são necessários novos estudos para o completo entendimento de como o estímulo vibratório é acomodado pelo sistema neuromuscular.

Segundo Cardinale e Bosco (2003) a ação mecânica da vibração é realizada para produzir mudanças rápidas e curtas no comprimento do complexo músculo-tendíneo e essa perturbação é detectada por receptores sensoriais que modulam a rigidez muscular. O tecido muscular tem a capacidade de alterar sua capacidade funcional em resposta a diferentes estímulos, em condições normais, experimenta a ação diária da gravidade e são capazes de manter as suas capacidades de desempenho. Através do estímulo vibratório, o tecido muscular sofre um aumento da carga gravitacional podendo aumentar a capacidade de geração de força (CARDINALE; BOSCO, 2003). Variáveis antropométricas, como a massa corporal, podem fazer com que as frequências de ressonância de um indivíduo variem muito quando comparado com valores presumidos (SAMPAIO, 2014). Além disso, a frequência e a amplitude das vibrações podem ser atenuadas pelos tecidos moles (CARDINALE; BOSCO, 2003).

2.3 INTERAÇÕES ENTRE O CAVALO E O CAVALEIRO

A interação entre cavalo-cavaleiro é um sistema dinâmico complexo onde os movimentos do cavalo e do cavaleiro se influenciam simultaneamente (PEHAM *et*

al., 2001). Estudos atuais tem se dedicado a descrever e analisar alguns parâmetros dinâmicos dessa interação.

A consistência no padrão de movimento do trote de 20 cavalos montados por dois cavaleiros, com diferentes níveis de habilidade foram avaliados por PEHAM *et al.* (2001) através de um sistema de vídeo. O deslocamento dos cavalos foi filmado durante uma distancia de 12m em uma pista de terra no interior de um picadeiro. Através da análise do deslocamento angular, velocidade e aceleração, os autores observaram que o nível de habilidade do cavaleiro influencia o padrão de consistência do movimento do cavalo, sendo que cavaleiros proficientes são mais equilibrados e consistentes.

Peham *et al* (2004) investigaram a influência do cavaleiro sobre a variabilidade da marcha equina. Foi avaliada, através da cinemetria, a andadura ao trote de 21 cavalos sobre uma esteira. Dois marcadores reflexivos foram posicionados no processo espinhoso da L4 e ao casco dianteiro direito de cada cavalo que foi testado em três condições: sem montaria, montaria com uma sela ajustada e montaria com uma sela não-ajustada. Três selas do tipo inglesa, com diferentes tamanhos, foram utilizadas. O ajuste das selas foi avaliado por um veterinário experiente e um sensor de pressão foi posicionado sob a sela. Todos os cavalos usaram os três tipos de sela e um único cavaleiro experiente montou os 21 cavalos. Os autores observaram que a variabilidade da aceleração no sentido anteroposterior foi significativamente menor no cavalo montado. O ajuste da sela também demonstrou influência sobre a velocidade e aceleração na direção anteroposterior que se mostraram significativamente menor com uma sela ajustada em comparação com uma sela não ajustada (PEHAM *et al.*, 2004).

No estudo de Meschan *et al.* (2007), dezenove cavalos sadios foram montados por um único cavaleiro durante o deslocamento ao passo e trote sobre uma esteira. Durante as avaliações foram utilizadas três selas da mesma marca e modelo, diferindo apenas as dimensões (largura da árvore). Dados cinéticos foram gravados por um de sensor de pressão posicionado abaixo da sela. Os autores observaram que a distribuição de pressão no sentido longitudinal e transversal diferiu significativamente de acordo com as dimensões da sela (MESCHAN *et al.*, 2007).

Peinen *et al* (2009) estudaram a interação entre cavaleiro, sela e cavalo em diferentes fases do passo do cavalo caminhando em uma esteira com velocidade de 1,5 m/s. Sete cavalos foram utilizados com seu habitual cavaleiro. As forças verticais

de reação do solo, a cinemática do cavaleiro e cavalo e a as forças abaixo da sela foram mensuradas. A distribuição de força na sela durante o ciclo da passada tem um padrão distinto, embora a força flutuações da força total tenham sido pequenas. As forças na parte anterior estavam relacionadas com o movimento dos membros da frente, as na parte média à flexão lateral da coluna do cavalo e na parte traseira foi principalmente influenciado pela rotação axial e flexão lateral da parte de trás (PEINEN *et al.*, 2009).

Janura *et al.* (2009) investigaram a magnitude e distribuição de pressão de contato entre o cavalo e o cavaleiro utilizando um tapete de mensuração de pressão posicionado sobre a sela do cavalo. Quatro mulheres saudáveis, sem contato prévio com andar a cavalo foram avaliadas durante cinco sessões de atividades equestres. Os resultados demonstraram aumento na pressão de contato e aumento na estabilidade conforme os sujeitos foram adquirindo experiência.

Peham *et al.* (2010), realizaram estudo para verificar se três diferentes posições de equitação influenciam a estabilidade do cavaleiro e a carga nas costas do cavalo. O mesmo cavaleiro montou dez cavalos saudáveis e foram coletados dados cinemáticos durante as três situações e a pressão abaixo da sela. A estabilidade do cavaleiro na direção longitudinal foi maior em uma das situações e nesta mesma a pressão nas costas do cavalo foi menor e na direção transversal não apresentou diferença estatística entre as três (PEHAM *et al.*, 2010).

As angulações articulares adotadas durante a posição de montaria são apontadas pela literatura como variáveis cinemáticas potencialmente úteis para diferenciar o nível de habilidade dos cavaleiros. Nesse contexto, dois estudos que investigaram a angulação do joelho adotada durante a montaria foram encontrados (SCHILS *et al.*, 1993; KANG *et al.*, 2010). Em um desses estudos foram observados valores de $110,4^{\circ} \pm 1,6$ para angulação do joelho de cavaleiros experientes e $104,3^{\circ} \pm 8,8$ para inexperientes (KANG *et al.*, 2010). Já o estudo de Schils *et al.* (1993) revelou valores de 113° , $114,5^{\circ}$ e 113° para cavaleiros novatos, intermediários e experientes, respectivamente. Neste último, os autores não observaram interação entre o ângulo do joelho adotado durante a montaria e o nível de treinamento dos cavaleiros.

Um recente estudo desenvolvido por Flores *et al.* (2015) investigou os parâmetros da pressão de contato exercida por um cavaleiro na sela em diferentes superfícies de deslocamento do cavalo ao passo. Durante as avaliações os sujeitos,

experientes em montaria, permaneceram na posição habitual de montaria, segurando as rédeas e com os pés apoiados nos estribos, posicionados da forma que, individualmente, consideraram confortáveis. A angulação interna do joelho foi mensurada por goniômetro e apresentou valor médio de $121,4^{\circ} \pm 8,0$.

A variabilidade de alguns parâmetros espaço-temporais da marcha, dentre eles velocidade e cadência, de cavalos treinados para atividades terapêuticas foram investigadas no estudo de Janura *et al.* (2012). Esses parâmetros se mostraram consistentes para o mesmo cavalo, não diferindo significativamente em uma mesma sessão nem em comparação com várias sessões de estimulação.

Greve e Dyson (2013) revisaram na literatura disponível os principais métodos utilizados nessas investigações e observaram que estudos biomecânicos que utilizam sistemas de captura de movimento são considerados o padrão ouro, no entanto, apresentam limitações por não permitirem estudar o movimento das partes do corpo que são bloqueados pelo sistema de visão. Além disso, devido às condições laboratoriais, nesses estudos frequentemente os cavalos são avaliados se deslocando em esteiras (GREVE; DYSON, 2013).

Há evidências de que a locomoção dos cavalos em esteira não é idêntica à locomoção no ambiente natural (GÓMEZ ÁLVAREZ *et al.*, 2009). Nesse sentido, com intuito de minimizar essas limitações, recentemente um sistema de medição através de sensores inerciais foi validado como um método confiável e repetível para avaliar objetivamente o movimento de equinos (WARNER, 2010). Da mesma forma, o estudo desenvolvido por Munz, Eckardt e Witte (2014) demonstrou que unidades de medição inercial são adequadas para a avaliação da interação entre cavalo e cavaleiro mostrando resultados com alta confiabilidade e repetibilidade, em condições de campo.

A quantificação de parâmetros dinâmicos que definem a interação entre o cavaleiro e o cavalo é essencial para avaliar procedimentos empíricos que formam a base da equitação com fins terapêuticos e as ferramentas desenvolvidas em vários estudos equinos podem auxiliar nesse contexto (JANURA *et al.*, 2009).

2.3.1 Efeitos terapêuticos da estimulação equestre

O conjunto de atividades que utilizam o movimento do cavalo como mediador para obter um efeito terapêutico advém do estímulo de quatro princípios gerais de

facilitação neuromuscular: integração das aferências motoras, ativação de um músculo em uma dada cadeia de locomoção, ativação do sistema lombar como um exercício fundamental e ativação dos grupos musculares responsáveis no lado contralateral do corpo (JANURA *et al.*, 2009). Os impulsos locomotores que são emitidos das costas do cavalo ao cavaleiro transmitem um movimento com padrão de oscilação rítmica que estimula os mecanismos de controle postural do praticante resultando em treino de equilíbrio e postura (BERTOTI, 1988; DVOŘÁKOVÁ *et al.*, 2009; JANURA *et al.*, 2009).

Os principais benefícios observados após a inserção de programas de estimulação através de atividades equestre apontam para redução dos déficits de equilíbrio corporal e melhor adequação da estabilidade postural (HAMMER *et al.*, 2005; HAMILL; WASHINGTON; WHITE, 2007; SILKWOOD-SHERER; WARMBIER, 2007; MENEZES *et al.*, 2013; MENEZES; FLORES; MEDEIROS; *et al.*, 2015; MENEZES; FLORES; VARGAS; *et al.*, 2015), estabilidade de cabeça e tronco (SHURTLEFF; STANDEVEN; ENGSBERG, 2009; SHURTLEFF, 2010), reações de correção postural (BERTOTI, 1988) e diminuição dos indicadores de comprometimentos de marcha (HAEHL; GIULIANI; LEWIS, 1999; WINCHESTER *et al.*, 2002; COPETTI *et al.*, 2007; MCGEE; REESE, 2009; STEINER; KERTESZ, 2015), regulação de tônus muscular e reeducação dos mecanismos de reflexos posturais (BENDA; MCGIBBON; GRANT, 2003; LECHNER *et al.*, 2007) bem como melhorias nas funções motoras grosseiras (STERBA *et al.*, 2002; WINCHESTER *et al.*, 2002; CHERNG *et al.*, 2004; STERBA, 2007) também tem sido destacadas. Alterações na atividade do sistema nervoso autônomo de indivíduos saudáveis também foram observadas após inserção em atividades equestres (MATSUURA; *et al.*, 2016).

Cada cavalo tem o seu próprio desempenho geneticamente determinado da marcha, que se torna uma fonte de impulsos de movimento individuais e característicos do animal (JANURA *et al.*, 2012). A variedade de movimentos disponíveis pelo cavalo favorece ao terapeuta selecionar as informações sensoriais a serem enviadas ao praticante associadamente a outras técnicas terapêuticas para chegar a um objetivo comum. Esta manipulação assume a forma de alterações na velocidade, direção, cadência, acessórios e superfície de deslocamento, por exemplo. Para Espindula *et al.* (2014) uma das etapas iniciais para garantir bons resultados terapêuticos é a escolha do material de montaria para cada praticante, de

acordo com sua disfunção e com o objetivo terapêutico. Estes materiais podem ser a sela ou a manta. No entanto, não foram encontradas descrições de qual o tipo de material de montaria mais adequado, assim como, a colocação ou não dos pés nos estribos.

3 MÉTODO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Estudo do tipo experimental com a manipulação de tratamentos na tentativa de estabelecer relações de causa-efeito nas variáveis investigadas (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). As acelerações observadas na interface cavalo-cavaleiro foram definidas como variáveis dependentes. Os acessórios de montaria utilizados, a superfície de deslocamento do cavalo e posicionamento ou não dos pés no estribo foram definidas como variáveis independentes.

3.2 SUJEITOS DO ESTUDO

O grupo de estudos foi composto por oito sujeitos do sexo feminino, com idade média de $25,5 \pm 6,12$ anos e eutróficos (Índice de massa corporal $23,71 \pm 1,52$), com ausência de problemas osteomusculares relatadas e sem experiência em atividades equestres.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram realizados ao longo de duas áreas previamente determinadas, com superfícies de areia e asfalto, sem obstáculos. Em cada superfície foi demarcado um trecho de 10 metros onde o cavalo se deslocou ao passo. Estas superfícies foram selecionadas por serem usualmente utilizadas durante atividades equestres. Os acessórios de montaria utilizados no experimento estão representados na Figura 2.

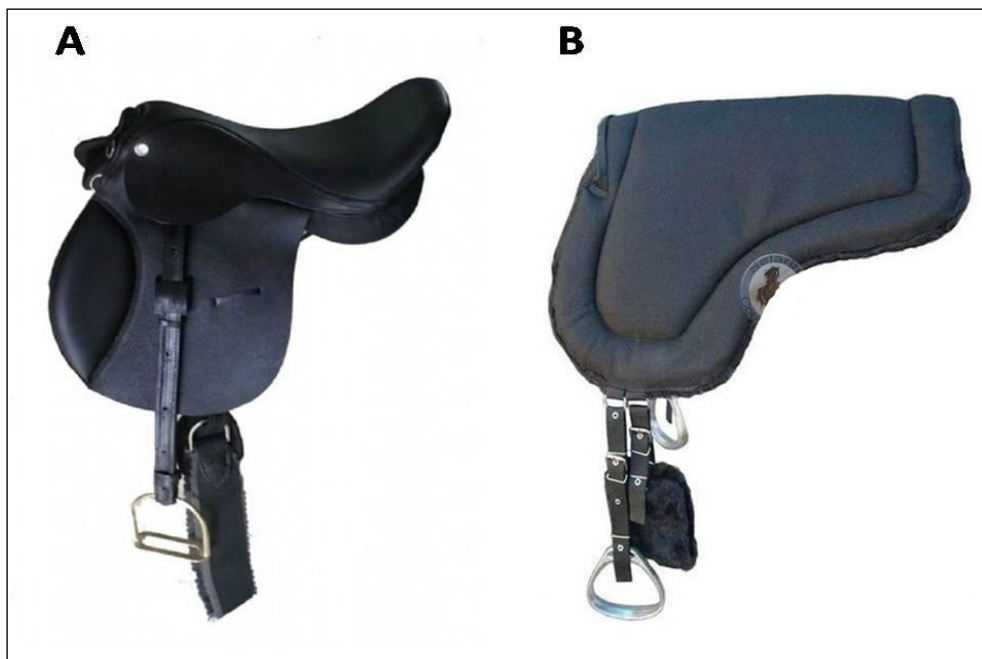


Figura 2: Representação dos acessórios de montaria utilizados durante as avaliações. A - sela tipo inglesa, com estribos; B – manta recortada com estribos.

3.4 AVALIAÇÃO DAS VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO

A ISO 2631 estabelece que a vibração na posição sentada pode ser avaliada em três regiões do corpo: o cóccix, as costas e os pés, assim a coleta de dados deve ser realizada na interface entre a região do corpo e a superfície vibrante. Nesse estudo, para medição das VCI na interface cavalo-cavaleiro foi utilizado um sensor inercial, modelo 4447, da Brüel&Kjaer®. Esse sistema de medição e análise realiza leituras simultâneas triaxiais nos eixos x, y e z, de acordo com a norma ISO 2631-1 (1997) em conformidade com os requisitos técnicos da norma ISO 8041 (2005). Este equipamento possibilita efetuar medições das vibrações transmitidas ao corpo situadas na faixa de 1 a 80 Hz e é composto por um acelerômetro triaxial fixado em um suporte circular semi-rígido (*Seat Pad*), conforme mostra a Figura 3.

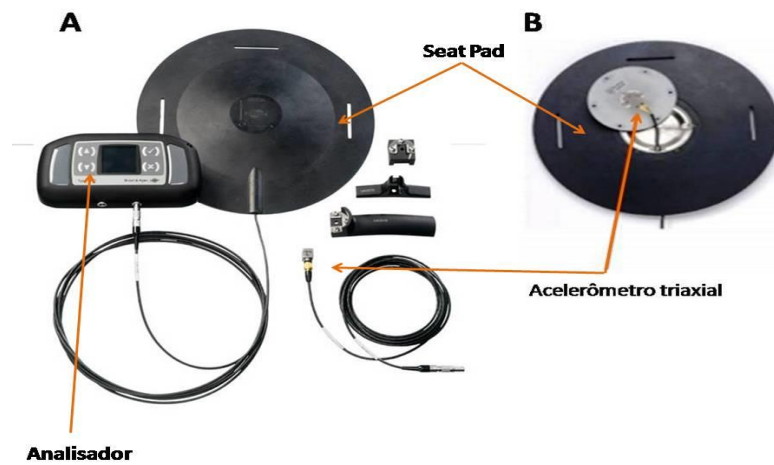


Figura 3 - Conjunto de acessório do analisador de vibrações no corpo humano, modelo 4447, da Brüel&Kjaer®. A - Exposição dos acessórios; B - representação do posicionamento do acelerômetro triaxial.

Para medição das VCI na interface cavalo-cavaleiro o local de posicionamento do *seat pad* foi demarcado previamente, em ambos os acessórios de montaria utilizados, sendo mantido na mesma posição em todas as avaliações. A Figura 4 demonstra o *seat pad* com a representação dos eixos de movimento perpendiculares a superfície.



Figura 4: *Seat Pad*, modelo 4447 da Brüel&Kjaer®



Figura 5: Demonstração do posicionamento do *seat pad* sobre o acessório de montaria (sela).

Após a coleta de dados os dados foram exportados para o programa *Vibration Explorer 2.0.1* Brüel&Kjaer®.

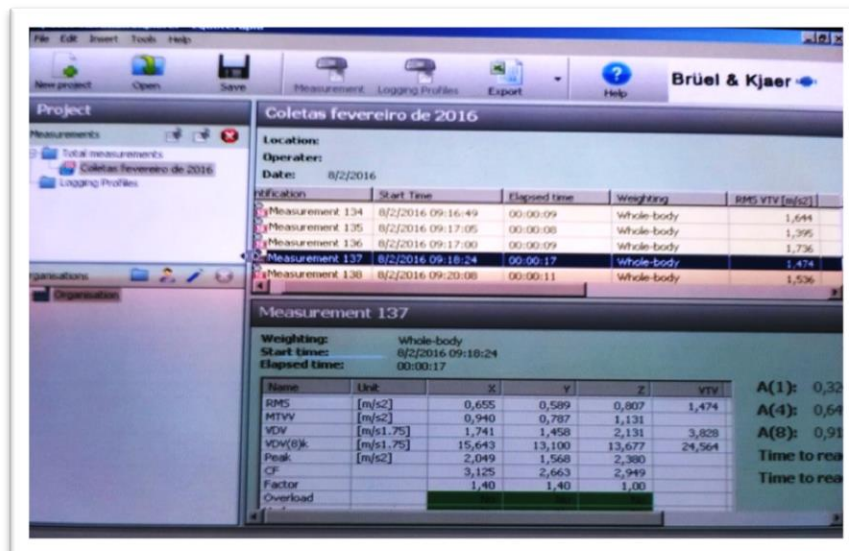


Figura 6: Interface do Software *Vibration Explorer 2.0.1* Brüel&Kjaer® com registro de dados do experimento.

3.5 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DAS VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA INTERFACE CAVALO CAVALEIRO

Para avaliação das vibrações na interface cavalo-cavaleiro foram organizados quatro sistemas vibratórios, arranjados de acordo com o acessório de montaria e a superfície de deslocamento do cavalo. A Tabela 1 descreve os sistemas vibratórios utilizados no experimento. Para cada um desses sistemas foram mensuradas as acelerações desencadeadas pelo passo do cavalo em situações em que houve ou não montaria. Durante a montaria os sujeitos foram orientados a posicionar-se de forma confortável sobre a manta ou sela, com as mãos dispostas sobre as coxas. Além disso, nas situações de montaria foram consideradas duas variações no posicionamento dos membros inferiores através da utilização ou não de apoio dos pés no estribo. Quando os estribos foram utilizados, o ângulo interno do joelho foi mensurado por goniômetro e controlado em aproximadamente 120° (FLORES *et al.*, 2015). Nas situações em que os estribos não foram utilizados o ângulo do joelho não foi controlado.

Tabela 1 – Arranjo dos sistemas vibratórios

Sistema	Cavalo	Superfície de deslocamento		Acessório de montaria	
		Areia	Asfalto	Sela	Manta
1	X	X		X	
2	X		X	X	
3	X	X			X
4	X		X		X

Considerando os quatro sistemas vibratórios investigados e as variações na posição de montaria, o experimento foi composto por oito situações. A ordem sequencial de avaliação foi aleatoriamente distribuída através de sorteio prévio. Foram repetidas duas medidas em cada situação. A magnitude das acelerações nas direções anteroposterior, médio lateral e vertical, representadas pelos eixos x, y e z, respectivamente, foi analisada em valores de RMS (*Root Mean Square*) de m/s².

O cavalo utilizado foi sempre o mesmo em todas as avaliações: uma fêmea de 15 anos, sem raça definida, com 1,45 m (altura da cernelha), aproximadamente 360 kg, com padrão de passada sobrepistada. O mesmo conjunto de rédea e cabeçada foi mantido durante o experimento.

Considerando que os sujeitos desse estudo não tinham experiência previa em atividades equestres, foi oportunizado um período de acomodação à montaria antes do início das coletas. Esse período teve duração de cinco minutos, o cavalo esteve equipado com manta e foi conduzido por um percurso previamente estabelecido, contemplando ambas as superfícies utilizadas durante as avaliações.

Com o objetivo de conhecer as características da andadura natural do cavalo e tentar reproduzi-las durante o experimento, o cavalo foi conduzido repetidas vezes sem carga entre dois pontos situados a uma distância de 10 metros. Além disso, com a finalidade de diminuir as variações de deslocamento do animal, uma vez que há evidências de que a modificação do auxiliar guia pode alterar a velocidade de deslocamento do cavalo (DVOŘÁKOVÁ *et al.*, 2009), a condução do cavalo durante todo o experimento foi realizada pelo mesmo guia, experiente em atividades equestres. O cavalo apresentou amplitude de passada sobrepistada². A distância de 10m foi percorrida pelo cavalo com velocidade média de 1,33m/s na superfície de areia e 1,25 m/s no asfalto nas situações controle (sem montaria). Nas situações em que houve montaria, o mesmo percurso foi percorrido pelo cavalo com velocidade média de 1,055m/s na superfície de areia 1,101 m/s na superfície de asfalto.

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

Os métodos de avaliação e experimentos utilizados neste estudo acompanham as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos e foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM conforme CAAE 43293015.0.0000.5346.

3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A normalidade de distribuição dos dados foi testada pelo teste de Shapiro Wilk que determinou a utilização de testes não paramétricos. Em todas as análises o índice de significância adotado foi de 5%. O tratamento estatístico foi desenvolvido

²Em relação à marcha equina, o passo caracteriza-se pelo deslocamento dos membros e uma passada traduz-se pelo deslocar de um único membro. A amplitude da passada é definida pelo trajeto que um membro realiza desde sua elevação até o repouso. Assim, a amplitude sobrepistada ocorre quando o membro posterior alcança e ocupa o mesmo local da marca deixada pelo membro anterior, fazendo com que resulte em amplitude e frequência média (PIEROBON *et al.*, 2008).

no pacote SPSS versão 22.0 para Windows. A comparação de medias das oito situações experimentais foi realizada através do teste de Wilcoxon.

4 RESULTADOS

Participaram desse estudo oito sujeitos com idade média de $25,5 \pm 6,12$ anos eutróficos (Índice de massa corporal $23,71 \pm 1,52$) do sexo feminino. O arranjo experimental foi disposto de acordo com o sistema de vibração (superfície de deslocamento do cavalo e acessório de montaria) e a variação na postura de montaria através do posicionamento dos membros inferiores com ou sem apoio nos estribos.

A magnitude das acelerações desencadeadas pelo passo do cavalo nos diferentes sistemas foi investigada em situações de montaria e sem montaria. A distância de 10 m foi percorrida pelo cavalo com velocidade média de 1,33 m/s na superfície de areia e 1,25 m/s no asfalto nas situações em que não houve montaria. Nas situações de montaria, o mesmo percurso foi percorrido pelo cavalo com velocidade média de 1,055 m/s na superfície de areia 1,1 m/s na superfície de asfalto. Não houve diferença estatística entre as velocidades observadas em ambas as situações. A magnitude das acelerações desencadeadas pelo passo do cavalo nos quatro sistemas investigados foi significativamente superior ($p < 0,01$), nas três direções de movimento, nas situações em que não houve montaria. Os valores foram analisados em *RMS (Root Mean Square)* e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Acelerações observadas nos diferentes sistemas vibratórios sem montaria.

Sistema Vibratório	Superfície de deslocamento	Acessório de montaria	RMS das Acelerações (m/s ²)		
			Anteroposterior	Lateral	Vertical
1	Areia	Sela	1,45±0,07	2,07±0,06*	1,68±0,16
2		Manta	1,55±0,06	1,18±0,11*	1,52±0,24
3	Asfalto	Sela	1,52±0,06	2,03±0,05*	2,08±0,01*
4		Manta	1,69±0,06	1,18±0,07*	1,71±0,05*

*Valores de p inferiores a 0,05, observados pelo teste de Wilcoxon, foram considerados significativos.

A análise descritiva da Tabela 2 permite observar que, nas situações em que não houve montaria, a utilização de diferentes acessórios combinados à alternância da superfície de deslocamento do cavalo desencadeia respostas diferentes nos sistemas vibratórios. As acelerações nas direções lateral e vertical apontam valores

mais altos quando o cavalo se deslocou na superfície de asfalto utilizando a sela como acessório. Na superfície de areia, diferenças significativas foram percebidas na direção lateral, com valores superiores quando o cavalo esteve equipado com sela.

As acelerações transmitidas pelos diferentes sistemas vibratórios nas situações de montaria estão apresentadas na Figura 7 que demonstra a comparação da magnitude das VCI na interface cavalo-cavaleiro de acordo com a superfície de deslocamento e acessório de montaria utilizado. Os valores das acelerações em RMS de m/s^2 nas direções anteroposterior, lateral e vertical estão representados na Figura 7A, 7B e 7C, respectivamente.

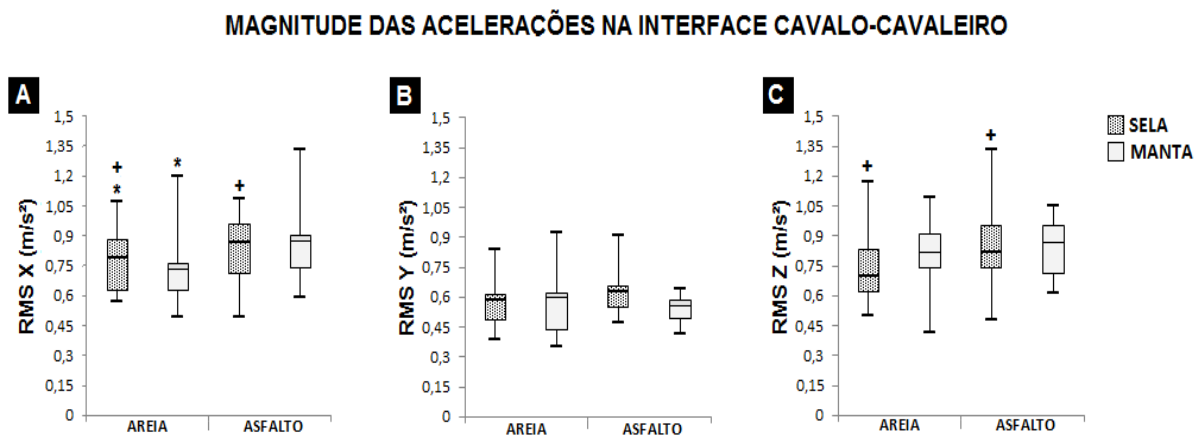


Figura 7 - Comparação da magnitude das VCI na interface cavalo-cavaleiro nos diferentes sistemas vibratórios

*Diferença significativa quando comparadas as acelerações na interface cavalo-cavaleiro com a utilização de acessórios de montaria diferentes na mesma superfície. +Diferença significativa quando comparadas as acelerações na interface cavalo-cavaleiro com a utilização do mesmo acessório em superfícies distintas. Valores de p inferiores a 0,05, observados pelo teste de Wilcoxon, foram considerados significativos.

Quando analisada a mesma superfície de deslocamento e comparando os dois acessórios de montaria investigados, na direção anteroposterior (Figura 7A) as acelerações na superfície de areia foram significativamente maiores quando utilizada a sela. Na superfície de asfalto não foram observadas diferenças significativas entre a magnitude das acelerações com a mudança de acessório. Ainda na direção anteroposterior observa-se que as vibrações foram significativamente maiores no asfalto nas situações em que foi utilizada a sela, enquanto que com o uso da manta

não foram constatadas alterações significativas ao comparar o mesmo acessório em ambas as superfícies.

Na direção lateral (Figura 7B) não foram observadas alterações significativas com a variação de acessórios e/ou superfície. Quando comparado o mesmo acessório, combinado ao deslocamento em superfícies diferentes foram percebidas vibrações mais altas na direção vertical (Figura 7C) nas situações em que se utilizou a sela na superfície de asfalto. Alterações significativas com a variação de acessório na mesma superfície de deslocamento do cavalo não foram observadas na direção vertical.

A magnitude das VCI na interface cavalo-cavaleiro comparando as situações em que o cavaleiro posicionou ou não os pés no estribo também foi analisada. A seguir, a Figura 8 ilustra essa comparação.

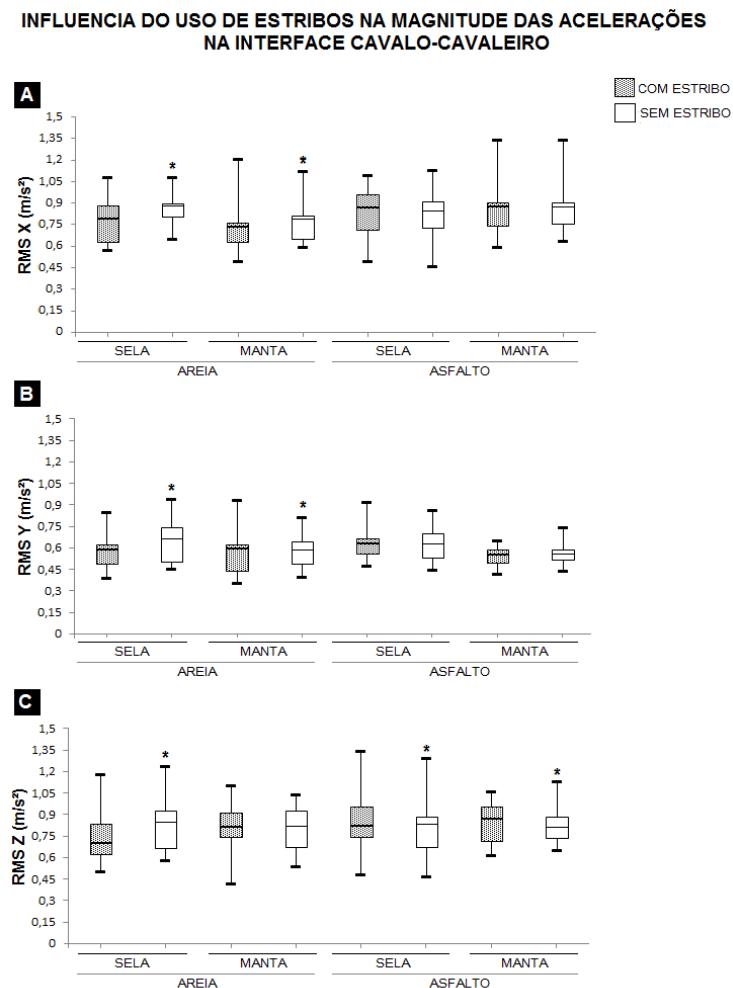


Figura 8 - Magnitude das VCI na interface cavalo-cavaleiro nas situações com e sem estribo

Na direção anteroposterior (Figura 8A), as vibrações foram mais altas nas situações em que não foi utilizado o estribo. Diferenças estatisticamente significativas foram percebidas na interface de ambos os acessórios quando o cavalo se deslocou na superfície de areia. Quando analisada a direção lateral (Figura 8B), acelerações maiores, sem o uso dos estribos, foram percebidas com uso da sela e deslocamento na areia e com o uso da manta e deslocamento no asfalto. Em contrapartida, acelerações mais baixas foram observadas quando se utilizou a manta com deslocamento na areia. Na direção vertical (Figura 8C) observamos valores mais altos com o uso do estribo em todas as situações. Diferenças significativas foram percebidas com uso da sela em ambas as superfícies e com o uso da manta na superfície de asfalto.

5 DISCUSSÃO

Este estudo teve por objetivo analisar a magnitude das vibrações de corpo inteiro na interface cavalo-cavaleiro em situações dinâmicas de montaria. Em síntese, quando avaliamos o cavalo em movimento, considerando-o um sistema gerador de acelerações de corpo inteiro, observamos que a magnitude das acelerações, nas três direções de movimento, são atenuadas pela presença do sujeito montado. Os valores sofreram maiores reduções nas situações em que o cavalo se deslocou na superfície de areia em comparação com a pista de asfalto. Da mesma forma, a utilização da manta em detrimento da sela produziu uma redução nas acelerações, percebidas na direção lateral, nas situações em que não houve montaria. No que tange às direções do movimento, nas situações de montaria, as acelerações mais elevadas foram percebidas para a direção anteroposterior, vertical e lateral, respectivamente, independente do acessório ou superfície de deslocamento do cavalo. A colocação dos pés no estribo mostrou-se uma variável que modifica as acelerações percebidas na interface cavalo-cavaleiro tanto em função do acessório de montaria quanto da superfície. Predominantemente as acelerações apresentaram-se mais elevadas nas situações em que não foram utilizados os estribos.

Dois estudos que examinaram as vibrações de corpo inteiro (VCI) impostas ao cavaleiro foram encontrados (Dogan; Soylu, 2013; Dogan; Soylu, 2010). Em ambos, os dados foram obtidos através de cinemetria, com a utilização de um sistema de visão composto por três câmeras comerciais e software, desenvolvido pelos pesquisadores, para quantificar as vibrações de corpo inteiro. As acelerações foram calculadas após a obtenção dos vetores de posição de marcadores passivos associados à sela de montaria. Foram investigadas as acelerações desencadeadas pela andadura ao passo, trote e galope de quatro cavalos. A superfície de deslocamento dos cavalos durante o experimento não foi informada. Os resultados mostram que as acelerações impostas ao cavaleiro diferem entre os cavalos e entre os tipos de andadura. As acelerações mais altas foram observadas no trote e galope enquanto valores mais baixos foram percebidos ao passo. No estudo de Dogan e Soylu (2013) também foram investigados indicadores de conforto de cavaleiros experientes nas diferentes andaduras do cavalo, sendo a andadura ao passo referida pelos cavaleiros como a mais confortável. Os autores concluíram que os

indicadores utilizados foram consistentes com a avaliação do conforto de cavaleiros experientes.

A variabilidade da marcha de 21 cavalos foi investigada por Peham *et al.* (2004) em situações sem montaria e de montaria por um mesmo sujeito. Os resultados mostraram que a variabilidade da aceleração no sentido anteroposterior foi significativamente menor no cavalo quando este estava montado. De forma diferente, tivemos uma variabilidade com sujeitos inexperientes em atividades de equitação e controlamos o cavalo que se manteve sempre o mesmo. Similar ao estudo de Peham *et al.* (2004), os valores de aceleração medidos apontaram que, na comparação dos valores de aceleração na situação sem a presença do cavaleiro houve uma redução na magnitude das acelerações. No entanto, essas reduções ocorreram nos três eixos avaliados.

No estudo de Janura *et al.* (2012) a variabilidade de parâmetros espaço-temporais da marcha de dois cavalos treinados para atividades terapêuticas foram investigadas através de cinemetria. Os autores observaram parâmetros consistentes para o mesmo cavalo, não diferindo significativamente em uma mesma sessão nem em comparação com várias sessões de estimulação. A velocidade média de deslocamento dos cavalos numa superfície de terra foi de $1,46 \pm 0,06$ m/s para o cavalo 1 e $1,38 \pm 0,06$ para o cavalo 2 e a frequência de $0,83 \pm 0,03$ Hz e $0,77 \pm 0,02$ Hz para os cavalos 1 e 2, respectivamente.

Em nosso estudo, a frequência do movimento ao passo do cavalo em Hz não foi estabelecida, no entanto a velocidade média de deslocamento observada na superfície de areia, nas situações de montaria foi de 1,055 m/s, valor próximo aos observados por Janura *et al.* (2012), o que nos leva a crer que as frequências também tenham sido baixas em nosso estudo.

O conhecimento atual sobre protocolos de exercícios seguros e eficazes através de VCI ainda é incipiente, todavia alguns estudos tem demonstrado que vibrações de baixa frequência, inferiores a 20 Hz, produzem alterações neuromusculares (CARDINALE; BOSCO, 2003). Para os autores a ativação muscular aumentada durante a VCI é atribuída principalmente a um mecanismo neurofisiológico complexo denominado reflexo de vibração tônico. Durante esse processo, a ação mecânica da vibração produz mudanças rápidas e curtas no comprimento do complexo músculo-tendão. Esta perturbação é detectada pelos receptores sensoriais que modulam a rigidez muscular através da atividade

muscular reflexa e assim, um aumento na atividade elétrica da musculatura esquelética é geralmente observado durante intervenções com VCI (CARDINALE; BOSCO, 2003). Nesse sentido, estudos realizados em programa de intervenções que fazem uso da equitação com fins terapêuticos também relataram aumento da atividade muscular de sujeitos com disfunções motoras quando em montaria (ESPINDULA *et al.*, 2012; ESPINDULA *et al.*, 2014).

A utilização da estimulação equestre como método terapêutico tem se tornado cada vez mais presente no leque de possibilidades terapêuticas para os mais diferentes tipos de disfunções neurológicas, conseqüentemente despertado um maior interesse no meio científico. Estudiosos tem se dedicado a descrever a sistematização desse método, avaliando o resultado dos processos de intervenções frente a inúmeras síndromes, deficiências e comprometimentos neuromotores. Se por um lado temos estudos que tem se preocupado em apresentar evidências científicas que comprovem a eficiência enquanto método terapêutico, outros tem se dedicado a investigar procedimentos empíricos que embasam essa prática. Neste sentido, a diversificação das superfícies de deslocamento do cavalo, as diferentes posições de montaria utilizadas pelos pacientes, o tipo de equipamento de montaria, bem como a utilização ou não de estribos tem sido investigadas (IORIS; MACEDO, 2006; ESPINDULA *et al.*, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2013; MENEZES *et al.*, 2013; ESPINDULA *et al.*, 2014; FLORES *et al.*, 2015).

No contexto terapêutico foram encontrados dois estudos que avaliaram, através de eletromiografia, a atividade de músculos de tronco de praticantes de equoterapia (ESPINDULA *et al.*, 2012; ESPINDULA *et al.*, 2014). Ambos organizaram quatro situações de montaria em que foram alternados o uso de acessórios de montaria (sela e manta) e a colocação ou não dos pés no estribo. Cada situação foi conduzida em uma sessão de equoterapia com duração de 30 minutos, com cavalo andando ao passo. No estudo de Espindula *et al.* (2012), foi avaliada a atividade dos músculos trapézio, eretor da espinha, multifido e reto abdominal, de três meninos, com diagnóstico de encefalopatia crônica não progressiva. Os resultados demonstraram que o uso da sela associado com apoio dos pés nos estribos garantiu uma ativação muscular mais homogênea. Outro estudo de Espindula *et al.* (2014) foi desenvolvido com cinco meninos, com diagnóstico de Síndrome de Down e também avaliou a atividade dos músculos trapézio, eretor da espinha, multifido e reto abdominal durante quatro sessões de

equoterapia. Durante as avaliações foram utilizados, alternadamente, dois acessórios de montaria (sela americana e manta) ambos associados ao uso ou não de estribos. Os autores observaram maior ativação muscular nas situações que utilizaram a manta com os pés fora do estribo. Vale ressaltar que em ambos os estudos supracitados, o tipo de superfície de deslocamento do cavalo e a angulação do joelho nas situações em que se fez uso dos estribos não foi controlado durante as avaliações.

O aumento da carga gravitacional imposta ao sistema neuromuscular pelas VCI desencadeadas pela movimentação do cavalo pode exigir adaptações neurais, como o reflexo tônico vibratório, que poderia explicar o aumento na atividade muscular, relatada nos estudos de Espindula *et al.* (2012) e Espindula *et al.* (2014). Em nosso estudo, as acelerações mais elevadas nas direções anteroposterior, lateral e vertical foram percebidas quando o cavalo se deslocou na superfície de asfalto e esteve equipado com sela. Estudos que investigaram a magnitude das VCI na interface de diferentes acessórios de montaria, durante atividades equestres não foram encontrados. No entanto, investigações sobre os efeitos das vibrações mecânicas, desencadeadas em situações de transporte com veículos automotivos, referem que mecanismos de amortecimentos podem ser inseridos para atenuar ou modificar as propriedades dos materiais, ou seja, alterar a massa e rigidez de forma a modificar a frequência natural de um estímulo (IIDA, 2013). Assim, nossos achados sugerem que a alteração dos acessórios de montaria também possa ser útil para atenuar ou aumentar a magnitude das acelerações em situações de montaria, uma vez que, quanto controlada a superfície de deslocamento do cavalo, as magnitudes de aceleração na direção anteroposterior foram modificadas quando comparada a utilização da sela com a manta. Devido a diferenças físicas e estruturais entre os acessórios, adaptações posturais específicas são solicitadas ao sujeito montado. Embora não tenha sido realizado em situação de montaria, um estudo desenvolvido por Mansfield e Griffin (2002) avaliou as respostas dinâmicas de 12 sujeitos durante nove variações de postura sentada. O movimento de rotação da pelve foi calculado a partir de acelerações verticais, medidas na crista ilíaca e espinha ilíaca pósterio-superior com uso de acelerômetros uniaxiais, enquanto que o ângulo de inclinação anterior e posterior do tronco foi mensurado através de um goniômetro mecânico. Durante o experimento os sujeitos foram submetidos a frequências de vibração entre 1 a 20 Hz. Os autores concluíram que a mudança na

inclinação do tronco pode alterar a pressão sob os ísquios, restringindo o movimento da pelve, o que poderia alterar a resposta dinâmica do assento desencadeando aumento ou diminuição na magnitude de vibração sobre a superfície do assento (MANSFIELD; GRIFFIN, 2002).

Somente dois estudos que investigaram a interação entre cavalo e cavaleiro, durante a montaria, com cavalo se deslocando em diferentes superfícies foram encontrados (IORIS; MACEDO, 2006; FLORES *et al.*, 2015). Em um desses estudos, Ioris e Macedo (2006) investigaram a mobilidade pélvica do cavaleiro provocada pela andadura ao passo do cavalo em terrenos de areia, cimento e grama. Foram avaliados 10 jovens com idades entre 19 a 24 anos hígidos, em montaria sobre uma manta, sem a utilização de estribos. O ângulo de inclinação pélvica no plano frontal foi avaliado através de filmagem. Os resultados não apontaram diferenças significativas na angulação pélvica com a mudança da superfície de deslocamento do cavalo. No estudo de Flores *et al.* (2015) os parâmetros da pressão de contato exercida pelo cavaleiro na sela, com deslocamento do cavalo ao passo, nas superfícies de areia, grama e asfalto foram investigados. Fizeram parte do estudo 22 sujeitos do sexo masculino, adultos, saudáveis, com experiência em montaria. Os autores observaram que a amplitude de deslocamento do centro de pressão nas direções anteroposterior e médio lateral foram maiores na areia, seguidas da grama e do asfalto, com diferenças significativas apenas entre a areia e o asfalto. Conforme os autores a superfície de areia mostrou-se menos resistente a penetração, permitindo um maior afundamento da pata do cavalo o que poderia explicar a maior amplitude de deslocamento do centro de pressão dos sujeitos nesta superfície. Em nosso estudo observamos diferenças entre a magnitude das acelerações na interface cavalo-cavaleiro quando comparadas as superfícies de areia e asfalto, sendo que a magnitude das acelerações mostraram-se mais elevadas nas situações em que o cavalo se deslocou na superfície de asfalto.

No contexto terapêutico, as informações sensoriais enviadas aos praticantes através da estimulação equestre frequentemente são manipuladas através de alterações na velocidade, acessórios de montaria, utilização de estribos, superfície de deslocamento e tipo de andadura do cavalo, por exemplo. Mesmo com o crescente interesse científico, as pesquisas que circundam essa intervenção ainda carecem de mais estudos. Descrições e/ou orientações que embasam a seleção de

procedimentos seguros e adequados durante programas de intervenção que fazem uso da estimulação equestre não foram encontrados. Em geral, os estudos utilizam um delineamento de caráter confirmatório, procurando verificar se essa intervenção é capaz de produzir alterações em algumas variáveis sob investigação, independente das estratégias utilizadas, comparando os resultados prévios e posteriores a um período de intervenção. Nesse sentido, os resultados desse estudo não fornecem conclusões clínicas, mas podem contribuir de forma diferenciada nesse panorama, na tentativa de compreender o processo de interação cavalo-cavaleiro através da avaliação da variação na magnitude das acelerações, percebidas na interface cavalo-cavaleiro, em situações dinâmicas empiricamente utilizadas nos programas de intervenção e reforçam a importância de considerar o tipo de superfície e a seleção de acessórios no planejamento das sessões de estimulação realizadas com fins terapêuticos. Cabe destacar que as diferenças na magnitude das acelerações observadas no estudo em função das situações testadas não configuram uma certeza de que estas irão produzir nos praticantes diferentes efeitos terapêuticos.

Com relação ao método e protocolo de avaliação utilizados neste estudo podemos afirmar que o mesmo se mostrou prático e capaz de identificar variações nas situações testadas. Apesar do esforço em controlar o máximo de variáveis que pudessem interferir no experimento, importantes limitações precisam ser destacadas. Embora sejam conhecidas superficialmente as diferenças estruturais dos acessórios de montaria utilizados nesse estudo, a densidade dos materiais não pode ser avaliada. A resistência à penetração das superfícies de deslocamento do cavalo não foram mensuradas neste estudo, no entanto foram embasadas por estudos anteriores que evidenciaram diferenças entre as superfícies investigadas. O grupo de estudos foi escolhido por conveniência e somente um cavalo foi utilizado nas testagens. Nesse sentido, a utilização de cavalos com diferentes características físicas e o pareamento de sujeitos por idade e sexo devem ser considerados em estudos futuros.

6 CONCLUSÕES

O tipo de superfície de deslocamento do cavalo produz alterações na magnitude das acelerações transmitidas na interface cavalo-cavaleiro.

Nas situações de montaria a magnitude das acelerações na interface cavalo-cavaleiro mostraram-se mais elevadas nas situações em que o cavalo se deslocou na superfície de asfalto, utilizando sela como acessório.

O posicionamento dos pés no estribo mostrou-se capaz de modificar as acelerações percebidas na interface cavalo-cavaleiro tanto em função do acessório de montaria quanto da superfície.

Em relação às direções do movimento, as acelerações mais elevadas foram percebidas para a direção anteroposterior, vertical e lateral respectivamente, independente do acessório ou superfície de deslocamento do cavalo.

7 REFERENCIAS

ARAÚJO, T. B. D. et al. Effects of hippotherapy on mobility, strength and balance in elderly. **Archives of Gerontology and Geriatrics** **56**, v. 56, p. 478-481, 2013.

BATISTA, M. A. B. et al. Efeitos do Treinamento com Plataformas Vibratórias. **R. bras. Ci e Mov.**, v. 15, n. 3, p. 103-113, 2007.

BENDA, W.; MCGIBBON, N. H.; GRANT, K. L. Improvements in muscle symmetry in children with cerebral palsy after equine-assisted therapy (hippotherapy). **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 9, n. 6, p. 817-825, Dec 2003.

BERTOTI, D. B. Effect of therapeutic horseback riding on posture in children with cerebral palsy. **Physical Therapy**, United States, v. 68, n. 10, p. 1505-1512, 1988.

CARDINALE, M.; BOSCO, C. The use of vibration as an exercise intervention. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v. 31, n. 1, p. 3-7, 2003.

CARDINALE, M.; WAKELING, J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? **Br J Sports Med**, v. 39, p. 585-589., 2005.

CHERNG, R. J. et al. The effectiveness of therapeutic horseback riding in children with spastic cerebral palsy. **Adapted Physical Activity Quarterly**, United States, v. 21, n. 2, p. 103-121, 2004.

COPETTI, F. et al. Angular kinematics of the gait of children with Down's syndrome after intervention with hippotherapy. **Revista Brasileira De Fisioterapia**, v. 11, n. 6, p. 503-507, Nov-Dec 2007.

DOGAN, G. T.; SOYLU, R. Whole body vibrations imposed on a horse rider - a vision system based approach. **Presented at the 45th United Kingdom Conference on Human Response to Vibration, held at Institute of Naval Medicine, Alverstoke, England.**, 2010.

DOLNY, D.; REYES, G. Whole body vibration exercise: training and benefits. **Curr Sports Med Rep**, v. 7, n. 3, p. 152-157, 2008.

DVOŘÁKOVÁ, T. et al. The influence of the leader on the movement of the horse in walking during repeated hippotherapy sessions. **Acta Univ. Palacki. Olomuc.**, v. 39, n. 3, p. 43-50, 2009.

ESPINDULA, A. P. et al. Riding equipment for hippotherapy in individuals with Down syndrome: an electromyographic study. **ConScientiae Saúde**, v. 13, n. 3, p. 349-35, 2014.

ESPINDULA, A. P. et al. Electromyographic analysis during hippotherapy sessions in practitioners with cerebral palsy. **ConScientiae Saúde**, v. 11, n. 4, p. 668-676, 2012.

FLORES, F. M. et al. Parameters of the center of pressure displacement on the saddle during hippotherapy on different surfaces. **Braz J Phys Ther**, v. 19, n. 3, p. 211-217, 2015.

GÓMEZ ÁLVAREZ, C. B. et al. Back kinematics of healthy trotting horses during treadmill versus over ground locomotion. **Equine Veterinary Journal**, v. 41, n. 3, p. 297-300, 2009.

GREVE, L.; DYSON, S. The horse–saddle–rider interaction. **The Veterinary Journal**, v. 195, p. 275–281, 2013.

GRIFFIN, M. J. 1 - Vibration and Human Responses. In: GRIFFIN, M. J. (Ed.). **Handbook of Human Vibration**. London: Academic Press, 1990a. p.1-25. ISBN 978-0-12-303040-5.

_____. 2 - An Introduction to Whole-body Vibration. In: GRIFFIN, M. J. (Ed.). **Handbook of Human Vibration**. London: Academic Press, 1990b. p.27-42. ISBN 978-0-12-303040-5.

HAEHL, V.; GIULIANI, C.; LEWIS, C. Influence of hippotherapy on the kinematics and functional performance of two children with cerebral palsy. **Pediatric Physical Therapy**, v. 11, n. 2, p. 89-101, 1999.

HAMILL, D.; WASHINGTON, K. A.; WHITE, O. R. The effect of hippotherapy on postural control in sitting for children with cerebral palsy. **Phys Occup Ther Pediatr**, v. 27, n. 4, p. 23-42, 2007.

HAMMER, A. et al. Evaluation of therapeutic riding (Sweden)/hippotherapy (United States). A single-subject experimental design study replicated in eleven patients with multiple sclerosis. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 21, n. 1, p. 51-77, 2005.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo, SP: Bluche, 2013. 614.

IORIS, M. N.; MACEDO, L. B. Análise da mobilidade pélvica do cavaleiro provocada pela andadura ao passo do cavalo em terrenos variados. . **Arquivos Brasileiros de Paralisia Cerebral**, v. 2, n. 5, p. 26-30, 2006.

JANURA, M. et al. An assessment of the pressure distribution exerted by a rider on the back of a horse during hippotherapy. **Human Movement Science**, v. 28, n. 3, p. 387-393, Jun 2009.

JANURA, M. et al. The variability of a horse's movement at walk hippotherapy **Kinesiology**, v. 44, n. 2, p. 148-154, 2012.

JORDAN, M. J. et al. Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. **J Strength Cond Res**, v. 19, n. 2, p. 459-66, 2005.

JUNIOR, E. G.; BARONI, B. M.; VAZ, M. A. Efeitos do exercício com vibração corporal sobre o sistema neuromuscular: uma breve revisão **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 6, n. 36, p. 612-622, 2012.

KANG, O.-D. et al. Comparative analyses of rider position according to skill levels during walk and trot in Jeju horse. **Human Movement Science**, v. 29, p. 956–96, 2010.

KROEMER, K.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. Porto Alegre, RS: Bookman, 2008. 327

LECHNER, H. E. et al. The effect of hippotherapy on spasticity and on mental well-being of persons with spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, p. 1241-1248, 2007.

LLORENTE, Á. M. et al. Effect of Whole-Body Vibration Therapy on Health-Related Physical Fitness in Children and Adolescents With Disabilities: A Systematic Review. **Journal of Adolescent Health** v. 54, p. 385-396, 2014.

MANSFIELD, N. J.; GRIFFIN, M. J. Effects of posture and vibration magnitude on apparent mass and pelvis rotation during exposure to whole-body vertical vibration. **Journal of Sound and Vibration** v. 253, n. 1, p. 73-107, 2002.

MATSUURA, A. et al. The beneficial effects of horse trekking on autonomic nervous activity in experienced rider with no disability. **Animal Science Journal**, 2016.

MCGEE, M. C.; REESE, N. B. Immediate Effects of a Hippotherapy Session on Gait Parameters in Children with Spastic Cerebral Palsy. **Pediatr Phys Ther**, v. 21, p. 212-218, 2009.

MCGIBBON, N. H. et al. Immediate and Long-Term Effects of Hippotherapy on Symmetry of Adductor Muscle Activity and Functional Ability in Children With Spastic Cerebral Palsy. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 6, p. 966-974, 2009.

MENEZES, K. M. et al. Effect of hippotherapy on the postural stability of patients with multiple sclerosis: a preliminary study. **Fisioter Pesq.**, v. 20, n. 1, p. 43-49, 2013.

MENEZES, K. M. et al. Effect of hippotherapy on postural balance in women with Machado Joseph Disease. **Rev Neurocienc** 2015, v. 23, n. 1, p. 116-122, 2015.

MENEZES, K. M. et al. Hippotherapy in postural balance of Multiple Sclerosis patients. **Saúde (Santa Maria)**, v. 41, n. 1, p. 135-142, 2015.

MESCHAN, E. M. et al. The influence of the width of the saddle tree on the forces and the pressure distribution under the saddle. **The Veterinary Journal**, v. 173, n. 3, p. 578-584, 2007.

MÜNZ, A.; ECKARDT, F.; WITTE, K. Horse–rider interaction in dressage riding. **Human Movement Science**, v. 33, p. 227-237, 2014.

PEHAM, C. et al. A comparison of forces acting on the horse's back and the stability of the rider's seat in different positions at the trot. **Vet J.** , v. 184, n. 1, p. 56-59, 2010.

PEHAM, C. et al. A new method to quantify harmony of the horse-rider system in dressage. **Sports Engineering**, v. 4, p. 95-101, 2001.

PEHAM, C. et al. Influence of the rider on the variability of the equine gait. **Human Movement Science** **23**, v. 23, p. 663–671, 2004.

PEINEN, K. V. et al. Relationship between the forces acting on the horse's back and the movements of rider and horse while walking on a treadmill. **Equine Vet J.**, v. 41, n. 3, p. 285-91, 2009.

RIBAS, R. L. **Exposição humana a vibrações de corpo inteiro em um trator agrícola em operação de semeadura**. 2013. 87 (Doctor). Universidade Federal de Santa Maria

SAMPAIO, C. Introdução às vibrações. 2014. Disponível em: < <http://www.chedassampaio.net/home/vibracoes-mecanicas> >.

SCHILS, S. J. et al. Kinematic analysis of the equestrian - Walk, posting trot and sitting trot. **Human Movement Science** p. 693-712, 1993.

SHURTLEFF, T. E., JR. Changes in Trunk and Head Stability in Children with Cerebral Palsy after Hippotherapy: A Pilot Study. **Physical & Occupational Therapy in Pediatrics**, v. 30, n. 2, p. 150-163, 2010.

SHURTLEFF, T. L.; STANDEVEN, J. W.; ENGSBERG, J. R. Changes in Dynamic Trunk/Head Stability and Functional Reach After Hippotherapy. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 7, p. 1185-1195, 2009.

SILKWOOD-SHERER, D.; WARMBIER, H. Effects of hippotherapy on postural stability, in persons with multiple sclerosis: a pilot study. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 31, n. 2, p. 77-84, 2007.

SPORTING, A. M. D. et al. A Preliminary Study of an Inertial Sensor-based Method for the Assessment of Human Pelvis Kinematics in Dressage Riding. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 33, p. 950-955, 2013.

STEINER, H.; KERTESZ, Z. Effects of therapeutic horse riding on gait cycle parameters and some aspects of behavior of children with autism. **Acta Physiol Hung.** , v. 102, n. 3, p. 324-35, 2015.

STERBA, J. A. Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy? **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 49, n. 1, p. 68-73, Jan 2007.

STERBA, J. A. et al. Horseback riding in children with cerebral palsy: effect on gross motor function. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 44, n. 5, p. 301-308, May 2002.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 6ª. Artmed, 2012. 478.

VENDRAME, A. C. **Vibrações ocupacionais** 2006. Disponível em http://www.higieneocupacional.com.br/download/vibracoes_vendrame.pdf

VÖLKEL, N.; HENNIG, E. M. Whole-Body Vibration Improves the Accuracy of Motor Performance. **J Sport Medic Doping Studie**, v. S7:001, 2012.

WARNER, S. M. K., T. O.; PFAU, T. . Inertial sensors for assessment of back movement in horses during locomotion over ground. **Equine vet. J.**, v. 42, n. 38, p. 417-424, 2010.

WINCHESTER, P. et al. The effect of therapeutic horseback riding on gross motor function and gait speed in children who are developmentally delayed. **Physical & Occupational Therapy in Pediatrics**, United States, v. 22, n. 3/4, p. 37-50, 2002.

8 ANEXOS

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA INTERFACE CAVALO-CAVALEIRO EM SITUAÇÕES DINÂMICAS

Pesquisador responsável: Fernando Copetti

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos, Departamento de Métodos e Técnicas Desportivas.

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8877. Avenida Roraima, 1000, prédio 51, sala 1025, CEP 97105-970 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Centro de Eventos da Universidade Federal de Santa Maria

Você está sendo convidado (a) a participar do estudo intitulado “*Vibrações de corpo inteiro na interface cavalo-cavaleiro em situações dinâmicas*”, desenvolvido pela pesquisadora Karla Mendonça Menezes, aluna do mestrado em Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria, sob a minha orientação. Este estudo tem por objetivo analisar as vibrações desencadeadas pelo andar do cavalo, considerando o piso (areia e asfalto) e o acessório de montaria (sela e manta). A investigação de como o corpo humano responde ao estímulo produzido pelo movimento do cavalo poderá fornecer subsídios para orientar a seleção de acessórios e o planejamento das sessões de estimulação realizadas com fins terapêuticos (Equoterapia).

Para a execução do estudo, inicialmente, serão escolhidos dois cavalos que apresentem condições físicas adequadas para o desenvolvimento das atividades equestres. Os cavalos serão equipados com rédeas e cabeçada. Além disso, serão utilizados, intercaladamente, dois tipos de acessórios de montaria: a sela tipo inglesa com loro e estribos, e a manta recortada com estribos. Durante as avaliações você estará montado sobre o cavalo ao longo de um percurso previamente definido. Neste percurso teremos duas superfícies diferentes, uma de areia e outra de asfalto. Em cada superfície será demarcado um trecho de 10 metros onde o cavalo deverá se deslocar andando ao passo. Sendo assim, você fará doze avaliações sobre o cavalo, ou seja, seis tentativas com o piso de areia,

destas três vezes com a manta e outras três com sela. Posteriormente mais seis tentativas serão realizadas com o piso de asfalto, também alternando a sela e a manta.

Após as avaliações sobre o cavalo, precisaremos realizar também a mensuração do seu peso corporal, estatura, comprimento dos membros inferiores (pernas) e membros superiores (braços). Para estas medidas utilizaremos uma balança e uma fita métrica. Todas as avaliações montado serão realizadas no Centro de Eventos (pista hípica e contornos) na Universidade Federal de Santa Maria. As medidas corporais serão realizadas em uma sala previamente preparada para a coleta, localizada ao lado da pista hípica.

Durante as avaliações sobre o cavalo, como medida de segurança, você será acompanhado por um auxiliar lateral, treinado para o trabalho em equoterapia, além do auxiliar guia que será responsável pela condução do cavalo. Você poderá sentir desconforto como dor nas nádegas e/ou pernas, decorrentes da posição de montaria. Além disso, deve ser considerada a ocorrência de sensações de medo e/ou ansiedade, em virtude da inexperiência em atividades equestres. É importante ressaltar ainda que, mesmo que os cavalos utilizados sejam treinados para o trabalho com equoterapia, o risco de queda não pode ser desconsiderado. Caso isso venha ocorrer durante o estudo, os pesquisadores oferecerão assistência em primeiros socorros, e sendo necessário, contatarão atendimento especializado através do SAMU. Em caso de medo ou ansiedade que lhe sejam desconfortáveis, você poderá apejar do cavalo a qualquer momento interrompendo ou mesmo desistindo da participação. Para as medidas corporais não existem riscos, mas podem existir constrangimentos por ter seu peso mensurado frente aos pesquisadores. Você precisará estar vestindo roupas confortáveis para a montaria, evitando calças e casacos que atrapalhem ou dificultem a montaria. Para as medidas corporais você somente deverá estar vestindo roupas leves e terá que retirar os calçados. Durante a coleta dos dados na situação sobre o cavalo, iremos filmar para poder identificar se houve algum fator durante a coleta que possa interferir na qualidade da avaliação. Algumas fotos também serão tiradas para ilustrar as situações avaliadas.

Sua participação neste estudo é voluntária e mediada pela assinatura do presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Você tem garantido o direito de não aceitar participar do estudo ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão. Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de esclarecer qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou mesmo com o Conselho de Ética em Pesquisa, cujo endereço está no rodapé deste termo. Lembramos ainda que esse estudo não oferece despesas para você, também não oferece compensação financeira relacionada à sua participação. O transporte até o local das avaliações será de sua responsabilidade.

Finalmente gostaríamos de destacar que os resultados desse estudo serão divulgados

apenas em eventos e ou artigos, sem a identificação dos participantes, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Suas imagens não serão divulgadas ou apresentadas. Quando necessário, as mesmas serão editadas para não permitir a identificação. As informações coletadas estarão disponíveis para sua consulta a qualquer momento, sendo armazenadas pelo pesquisador responsável por 05 anos, na sala 1025 (térreo) do Centro de Educação Física e Desportos (Prédio 51) da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário.

Autorização

Eu, _____, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade, bem como de esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo.

Assinatura do voluntário

Prof. Dr. Fernando Copetti
Pesquisador Responsável

Santa Maria, ____ de ____ de 2015

ANEXO B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título do estudo: VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA INTERFACE CAVALO-CAVALEIRO EM SITUAÇÕES DINÂMICAS

Pesquisador responsável: Fernando Copetti

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos, Departamento de Métodos e Técnicas Desportivas.

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8877. Avenida Roraima, 1000, prédio 51, sala 1025, CEP 97105-970 - Santa Maria - RS.

Os pesquisadores do presente estudo se comprometem a preservar a confidencialidade dos dados dos participantes desta pesquisa. Concorde, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente estudo e somente serão divulgadas de forma anônima. Os dados antropométricos serão coletados com a utilização de uma balança digital e fita métrica e os dados referentes às vibrações de corpo inteiro serão coletadas por meio de um sensor inercial (acelerômetro) fixado em um suporte circular semi-rígido (SeatPad) e posicionado sobre dois acessórios de montaria.

As informações coletadas somente serão divulgadas em eventos e/ou artigos científicos, sem a identificação dos participantes. Os dados serão mantidos em um computador, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade Prof. Dr. Fernando Copetti, na sala 1025 do Centro de Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria. Após este período, os dados serão deletados.

Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM em ___/___/_____, e recebeu o número CAAE _____

Prof. Dr. Fernando Copetti
Pesquisador Responsável

Santa Maria, ___ de _____ de 2015