

**DANIELLE BRANDALIZE**

**ANÁLISE DOS EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO  
CONFLITO SENSORIAL SOBRE O SISTEMA DE  
CONTROLE POSTURAL DE PESCADORES**

Dissertação de Mestrado apresentada  
como pré-requisito para a obtenção do  
título de Mestre em Educação Física, no  
Departamento de Educação Física,  
Setor de Ciências Biológicas da  
Universidade Federal do Paraná.

**DANIELLE BRANDALIZE**

**ANÁLISE DOS EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO CONFLITO SENSORIAL  
SOBRE O SISTEMA DE CONTROLE POSTURAL DE PESCADORES**

Dissertação de Mestrado apresentada como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, no Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Israel  
Co-orientador: Prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki

A todos aqueles que torceram por mim, em especial aos meus queridos pais e  
à minha irmã.

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vera Lúcia Israel pelo conhecimento compartilhado, pelo carinho e pelas oportunidades para me desenvolver profissional e pessoalmente.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki, a quem eu admiro muito. Obrigada pelo acolhimento, conhecimento, apoio e principalmente, pela paciência.

Aos meus pais que mais que me apoiar e incentivar a prosseguir nesse caminho, não mediram esforços para me auxiliar e ajudar sempre que precisei.

A minha irmã Michelle Brandalize Rossi por acreditar em mim e compartilhar deste sonho. Por todo amor, incentivo, cobranças e até pelas broncas que me fizeram chegar até aqui.

Aos colegas e amigos do CECOM, em especial ao Celso A. Silveira, Daniela Gallon, Paulo Foppa, Suellen Góes e André Albuquerque pelo companheirismo, apoio, amizade, risadas durante nossas longas conversas e por tornarem essa jornada mais serena e agradável.

Às amigas Sara e Larissa, por estarem sempre de braços abertos para me receber, pelo carinho, incentivo e bons momentos compartilhados.

A Mirian e a Juvina por todo amor que sempre me dedicaram, mas especialmente durante esses dois últimos anos.

Ao meu amado Eder Filipin pelo amor, incentivo e paciência.

A Tainá Mello, Talita Coelho, Isabelle Villegas e Murílo Alcântara pelo auxílio nas coletas.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elisangela Ferretti Manffra pela elaboração da rotina para processamento dos dados no programa MatLab.

A todos os participantes da pesquisa. Muito obrigada pela disponibilidade e paciência.

A REUNI pela confiança e apoio financeiro.

**Obrigada a Deus por todas essas pessoas fazerem parte de minha vida.**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE NOMENCLATURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS .....	4
1.1.1 Objetivo geral .....	4
1.1.2 Objetivos específicos.....	4
1.2 HIPÓTESES.....	5
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
2.1. SISTEMA DE CONTROLE POSTURAL.....	6
2.2. SISTEMA NEUROMOTOR NO CONTROLE POSTURAL.....	8
2.3 SISTEMAS SENSORIAIS NO CONTROLE POSTURAL.....	11
2.4 ORGANIZAÇÃO E CONFLITO SENSORIAL.....	14
2.5 POSTUROGRAFIA .....	17
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
3.1 PARTICIPANTES.....	19
3.2 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS.....	20
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	25
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	27
4.2 QUESTIONÁRIO DE SUSCEPTIBILIDADE À CINETOS.....	27
4.3 VARIÁVEIS ESTABILOMÉTRICAS DO TESTE DE INTEGRAÇÃO SENSORIAL E EQUILÍBRIO: COMPARAÇÃO ENTRE O PRÉ E PÓS DO GRUPO GE .....	28
4.4 VARIÁVEIS ESTABILOMÉTRICAS DO TESTE DE INTEGRAÇÃO SENSORIAL E EQUILÍBRIO: COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS GE E GNE .....	31
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>

<b>APÊNDICE I .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE II .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE III .....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE IV .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE V .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>63</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 - Cone invertido representando os limites de estabilidade na postura reta.....	8
FIGURA 2 – Estratégias motoras de equilíbrio.....	9
FIGURA 3 – Mapas de deslocamento do CP .....	18
FIGURA 4 – Teste de integração sensorial e equilíbrio. ....	21
FIGURA 5 – Cúpula para causar informação visual imprecisa.....	22
FIGURA 6 – Desenho do estudo.....	23
FIGURA 7 – Instalação da plataforma de forças .....	24
FIGURA 8 – Variáveis estabilométricas do GE nas 6 condições experimentais. ....	29
FIGURA 9 – Variáveis estabilométricas dos grupos GE e GNE nas 6 condições experimentais. ....	32

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 – Condições experimentais do teste de integração sensorial e equilíbrio .....	23
--	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características físicas dos grupos expostos (GE) e não expostos (GNE) ao conflito sensorial.....	27
TABELA 2 – Variáveis do CP (média $\pm$ desvio padrão) nas avaliações antes (pré) e após (pós) exposição do grupo GE, para as 6 condições.....	60
TABELA 3 – Diferença percentual da comparação entre as condições experimentais durante as avaliações pré e pós exposição do GE .....	30
TABELA 4 – Variáveis do CP (média $\pm$ desvio padrão) nas avaliações antes (pré) exposição do grupo GE e da avaliação única do grupo GNE, para as 6 condições. ....	62
TABELA 5 - Diferenças percentuais da comparação entre as condições experimentais do GE x GNE .....	33

## LISTA DE NOMENCLATURAS

<b>SNC</b>	Sistema nervoso central
<b>CM</b>	Centro de massa
<b>CP</b>	Centro de pressão
<b>FRS</b>	Força de reação ao solo
<b>Fx</b>	Componente de força na direção ântero-posterior
<b>Fy</b>	Componente de força na direção médio-lateral
<b>Fz</b>	Componente de força na direção vertical
<b>Mx</b>	Componente de momento no eixo x
<b>My</b>	Componente de momento no eixo y
<b>Mz</b>	Componente de momento no eixo z
<b>AP</b>	Ântero-posterior
<b>ML</b>	Médio-lateral

## RESUMO

O objetivo geral do presente estudo foi investigar os efeitos agudos e crônicos da exposição a desafios do equilíbrio e ao conflito sensorial, sobre sistema de controle postural. As informações sensoriais visual, vestibular e somatossensitivo usadas pelo sistema de controle postural para manter o equilíbrio do corpo dependem, em parte, das informações disponíveis no ambiente. Um conflito sensorial pode ocorrer em situações nas quais há incongruência das informações provenientes desses três sistemas. Participaram deste estudo 15 pescadores do gênero masculino, que formaram o grupo exposto (GE) e 21 indivíduos do gênero masculino, não pescadores formaram o grupo não exposto (GNE) ao conflito sensorial. O conflito sensorial ao qual o GE foi exposto foi entre os sistemas visual e vestibular que ocorre em alto mar, durante a pesca. O equilíbrio foi avaliado na postura ereta e quieta, com os pés juntos em 6 diferentes condições experimentais que envolveram permanecer sobre: uma superfície de apoio firme com olhos abertos (C1), olhos fechados (C2) e com informação visual imprecisa (C3) e sobre uma superfície de apoio instável (espuma) com olhos abertos (C4), olhos fechados (C5) e com informação visual imprecisa (C6). Cada condição teve duração de 40 segundos. Os primeiros 10 segundos foram incluídos que os indivíduos se familiarizassem com as demandas da tarefa, enquanto que os 30 segundos finais foram usados para coleta dos dados. Um intervalo de 30 segundos foi dado entre um teste e outro. As variáveis estabilométricas envolveram amplitude de deslocamento do centro de pressão (CP) nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML), velocidade média total, trajetória total e área de deslocamento do CP, determinadas utilizando-se uma plataforma de forças. O GE realizou duas avaliações do equilíbrio, pré e pós- exposição, enquanto que o GNE realizou apenas uma avaliação, visto que esse grupo não foi exposto ao conflito. Os resultados um aumento da amplitude de deslocamento AP após a exposição ao conflito sensorial, nas condições em que a superfície de apoio estava instável e a informação visual foi mantida normal e imprecisa. Para as demais variáveis não houve diferença entre o pré e pós-exposição. Comparado com o GNE, o GNE apresentou maiores amplitudes de oscilação na maioria das condições experimentais. A influência dos sistemas sensoriais para a manutenção do equilíbrio não mudou após a exposição ao conflito sensorial do GE. No entanto, os grupos apresentaram diferença na preferência pelas informações de um determinado sistema sensorial. Os resultados deste estudo indicam que a exposição crônica ao conflito sensorial parece ter acarretado em uma habituação a esse conflito, nos participantes deste estudo, fazendo com que eles utilizem a informação dos diferentes sistemas sensoriais da mesma forma antes e após a exposição aguda ao mesmo conflito sensorial. No entanto, especula-se que essa habituação, por sua vez, pode ter feito com que os indivíduos expostos cronicamente ao conflito sensorial adotassem estratégias motoras diferentes das utilizadas por indivíduos não expostos para a manutenção do equilíbrio e que os indivíduos expostos cronicamente a um conflito entre os sistemas visual e vestibular confiam mais na informação somatossensitiva do que indivíduos não expostos.

**Palavras-chave:** equilíbrio; controle postural; conflito sensorial.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the acute and chronic effects of exposure to balance perturbation and to sensory conflict in to postural control. The sensory inputs from visual, vestibular e somatosensory used by postural control system to maintain balance depends, in part, of the sensory inputs available on the environment. A sensory conflict occurs when the information from this three systems are incongruent. Participated of the study 15 fisherman who formed the exposed group (GE) and 21 mans who forms the non-exposed group (GNE) to the sensory conflict. Balance were evaluated in the stand posture, with narrow stance in six different experimental conditions that involved standing: on a firm surface with eyes open (C1), eyes closed (C2) and with a dome (C3) and on an instable surface with eyes open (C4), eyes closed (C5) and with a dome (C6). Each condition was performed during 40 seconds. The first 10 seconds we include to allow subjects to familiarize with teste demands, while the final 30 seconds we used to collect data. An interval of 30 seconds were given between conditions. Stabilometric data involved determining antero-posterior (AP) and medio-lateral (ML) sway, sway velocity of center of press (CoP), total sway and sway area determinated using a force platform. The GE performance two tests of balance, pre and post exposure, however GNE performed stabilometric teste once because this group was not exposed to the sensory conflict. The results showed that the antero-posterior was greater after exposure to sensory conflict, in the conditions that the support surface was instable and the visual inputs were normal and inaccurate. The others variables did not present difference between pre and post conflict exposure. The GE showed larger sway than GNE for the majority of the variables evaluated. The influence of sensory systems to balance maintainace did not change after exposure to sensory conflict for GE. Although, there was a preference for inputs of determinated sensory system between groups. The results of this study, indicated that the chronic exposure to the sensory conflict, resulted in a habituation for this conflict GE, who used the inputs of different sensory systems the same way before and after acute exposure to the sensory conflict. Nevertheless, this habituation was speculate to make that the cronicall exposure to the sensory conflict subjects adopted differents motor strategys from the subjects who were not exposed, to maintain balance and that the subjects cronicall exposure to a conflict between visual and vestibular systems reliance more in the somatosensory inputs than subjects who were not exposed.

**Key- words:** **balance;** postural control; sensory conflict.

## 1 INTRODUÇÃO

Postura é o termo usado para descrever o alinhamento do corpo e refere-se à orientação dos segmentos corporais relativa à aceleração da gravidade (WINTER, 1995). A habilidade de manter a postura ereta é uma função vital para os seres humanos (WINTER *et al.*, 1998), pois a capacidade de controlar a posição do corpo no espaço é essencial durante a realização de atividades de vida diária e profissional. Cada vez que uma nova postura é adotada, várias respostas neuromusculares são necessárias para manter o equilíbrio do corpo (NASHNER, 1982).

O equilíbrio é uma tarefa complexa que exige integração dos sistemas sensorial, motor e nervoso central (POLLOCK; DURWARD; ROWE, 2000). O relacionamento entre a informação sensorial e a ação motora é crucial para a manutenção do equilíbrio (BARELA, 2000). As informações dos sistemas vestibular, visual e somatossensitivo convergem para o sistema nervoso central, onde são integradas dentro de um sinal comum, que tem a função de determinar a posição relativa dos segmentos corporais e as forças internas e externas que agem sobre eles, a fim de proporcionar uma resposta muscular apropriada (HORAK; MCPHERSON, 1996, KOOIJ *et al.*, 1999).

As informações sensoriais usadas pelo sistema de controle postural dependem, em parte, das informações disponíveis no ambiente. Se este estiver em condições normais, com a superfície de apoio estável e bem iluminado, as informações provenientes dos três sistemas (visual, somatossensitivo e vestibular) serão congruentes (MAHBOOBIN *et al.*, 2009).

Um conflito sensorial pode ocorrer quando as informações dos sistemas sensoriais não são congruentes (REASON, 1978), como por exemplo, durante a locomoção passiva em automóveis, ônibus, barcos ou aviões, nos quais o sistema vestibular indica movimento e o visual não. Portanto, em ambientes onde há conflito sensorial, é fundamental que o sistema nervoso central, dentre as informações disponíveis, seja capaz de selecionar as que indicam a verdadeira orientação do corpo e, consequentemente, apresente uma resposta motora adequada (HORAK; SHUPERT, 1994). Sendo assim, dependendo do contexto ambiental onde a tarefa é realizada, o sistema de controle postural atribui maior peso a um tipo de informação sensorial que em outras, ou seja, o

peso designado a cada sistema sensorial depende do quanto útil é a informação deste para o sistema de controle postural (JEKA; OIE; KIEMEL, 2000; PETERKA, 2002; BONFIM; POLASTRI; BARELA, 2006; MAHBOOBIN *et al.*, 2009).

Os achados dos estudos sobre controle postural em humanos têm mostrado que a integração das informações sensoriais é regulada para se adaptar às mudanças nas condições ambientais e a informação sensorial disponível (PETERKA, 2002; CENCIARINI; PETERKA, 2006). Por exemplo, um indivíduo normal não perderá o equilíbrio quando estiver sobre uma superfície de apoio como lama ou areia, onde as informações somatossensitivas do segmento inferior estão alteradas, presumivelmente porque a importância dada às informações somatossensitivas, durante o controle postural, pode ser rapidamente reduzida.

Alguns estudos (BLACK, 1995; SHAHAL *et al.*, 1999; KAUFMAN *et al.*, 2001; NACHUM *et al.*, 2004; BONFIM; POLASTRI; BARELA, 2006, PARIIRTTI-WINKLER *et al.*, 2008; WANG; LIN, 2008) manipularam as informações sensoriais dos sistemas visual, somatossensitivo e vestibular para avaliar a capacidade do indivíduo em utilizar as informações sensoriais úteis, que estão disponíveis no ambiente, e de suprimir aquelas que são imprecisas. Wang e Lin (2008) induziram diferentes níveis de perda somatossensitiva em indivíduos saudáveis e investigaram seu efeito sobre o controle postural, e constataram que, quanto maior a perda somatossensitiva, maior é a amplitude de oscilação corporal que o indivíduo apresenta; e tal aumento é significativo quando o indivíduo encontra-se com olhos fechados e com uma base de suporte estreita.

Shahal *et al.* (1999) e Nachum *et al.* (2004) investigaram, respectivamente, o efeito agudo da cinetose, que é conjunto de sintomas com enjo, náuseas, vômitos e tontura, que alguns indivíduos apresentam durante um conflito sensorial (REASON, 1978) e do mal de desembarque, que é quando os sintomas da cinetose são sentidos após a exposição ao conflito (MOELLER; LEMPERT, 2007), na organização sensorial do controle da postura ereta, em membros de uma tripulação naval. Esses autores observaram que a influência das informações vestibulares e visuais foram minimizadas e que os indivíduos mais susceptíveis a desenvolverem cinetose e mal de desembarque eram, principalmente, dependentes das informações somatossensitivas para a

manutenção do equilíbrio. Segundo Shahal *et al.* (1999) e Nachum *et al.* (2004), isto ocorre porque quando se está em um barco em alto mar o sistema vestibular identifica movimento, contudo, o sistema visual, ao olhar para o horizonte, não percebe movimento algum, o que é considerado um conflito sensorial. Este conflito é resolvido por uma resposta adaptativa, em que se busca suprimir as informações inadequadas (neste caso, as informações visuais e vestibulares) e selecionar outras mais acuradas (neste caso, as somatossensitivas) para gerar uma resposta motora apropriada (HORAK; SHUPERT, 1994).

Resultados semelhantes também foram encontrados em astronautas após voos espaciais. Os astronautas, expostos à microgravidade, demonstraram maior confiança nas dicas de orientação visual, e uma preferência pela informação somatossensitiva para manter o equilíbrio e a estabilidade postural, já que o sistema vestibular se referencia pela força da gravidade (BLACK; PALOSKI, 1998).

Assim, a integração das informações parece ser dinamicamente regulada para adaptar-se às mudanças nas condições ambientais e à informação sensorial disponível (HORAK; MACPHERSON, 1996). As pesquisas encontradas que investigaram o efeito agudo da exposição ao conflito sensorial em alto mar sobre o sistema de controle postural, avaliaram indivíduos que permaneceram por dias expostos ao conflito sensorial (SHAHAL *et al.*, 1999; NACHUM *et al.*, 2004). Dessa forma, não foram encontrados estudos que tivessem investigado o efeito do conflito sensorial após poucas horas de exposição no mar. Além disso, o efeito da exposição, durante anos aos desafios do equilíbrio e ao conflito sensorial, causados pela movimentação do mar, também foi pouco explorado.

Para maior entendimento das adaptações dos sistemas visual e vestibular, quando o pescador está em alto mar, foram escolhidas as situações de exposição aos conflitos sensoriais agudos e crônicos para uma análise nesse estudo, das estratégias usadas por pescadores para seu controle postural. Serão consideradas situações de exposição aguda àquelas avaliadas imediatamente no retorno do pescador do mar e à exposição crônica, relativa aos anos de prática de pesca, e à frequência com que os pescadores são expostos ao conflito sensorial em alto mar.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve por objetivo investigar os efeitos agudos e crônicos da exposição a desafios do equilíbrio e ao conflito sensorial sobre sistema de controle postural.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar se ocorre diferença na amplitude e velocidade de oscilação corporal, medida antes e imediatamente após a exposição ao conflito sensorial, em indivíduos que são cronicamente expostos a tal conflito.
- Avaliar se há mudança na preferência por informações de um sistema sensorial sobre os outros para a manutenção do equilíbrio antes e, imediatamente, após a exposição ao conflito sensorial, de indivíduos cronicamente expostos a tal conflito.
- Analisar o efeito da exposição crônica a desafios do equilíbrio e ao conflito sensorial sobre o controle postural, ou seja, comparar a amplitude e velocidade de oscilação corporal da postura ereta, entre indivíduos expostos (pescadores) e não expostos (não pescadores) cronicamente ao conflito sensorial.
- Verificar se há diferença na preferência por informações dos sistemas sensoriais: vestibular, visual e somatossensitivo, para a manutenção do equilíbrio em indivíduos expostos quando comparados a indivíduos não expostos cronicamente ao conflito sensorial.

## 1.2 HIPÓTESES

H<sub>1</sub>. Como efeito imediato (agudo) à exposição ao conflito sensorial, ocorre aumento da amplitude de oscilação corporal, entre o período antes e após a exposição ao conflito sensorial.

H<sub>2</sub>. Visto que os indivíduos serão expostos a um conflito sensorial entre os sistemas visual e vestibular, espera-se que imediatamente após (agudo) a exposição, haja menor preferência nas informações desses dois sistemas.

H<sub>3</sub>. Os indivíduos expostos cronicamente ao conflito sensorial e a desafios do equilíbrio em alto mar apresentam menor amplitude de oscilação corporal que indivíduos não expostos cronicamente a tal conflito.

H<sub>4</sub>. Os indivíduos expostos cronicamente ao conflito sensorial preferem as informações somatossensitivas para a manutenção do equilíbrio às informações vestibulares e visuais, quando comparados aos indivíduos não expostos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Dentre os inúmeros fatores que interferem no controle postural, será destacado o conflito sensorial e sua adaptação fisiológica. A revisão de literatura está organizada em quatro partes: Inicialmente será apresentada a função do sistema de controle postural, sua importância e conceitos; na segunda parte será apresentado o papel do sistema motor envolvido no controle postural e em seguida, os sistemas sensoriais envolvidos no controle postural e; por fim, será discutido como acontece o conflito sensorial e sua resolução e aspectos sobre a adaptação aos ambientes com diferentes informações sensoriais disponíveis.

### 2.1 SISTEMA DE CONTROLE POSTURAL

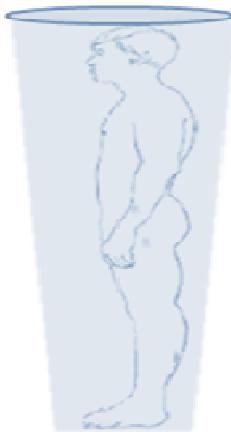
A habilidade de manter a postura ereta é uma função vital para os seres humanos (WINTER *et al.*, 1998), pois a capacidade de controlar esta posição do corpo no espaço é essencial durante as mudanças de posturas nas atividades de vida diária e profissional. No começo do século XX, o controle postural era considerado como resultado de respostas reflexas e hierarquicamente organizadas. Hoje é compreendido como uma habilidade complexa baseada na interação dinâmica entre sistema sensorial e motor (HORAK; MCPHERSON, 1996; HORAK, 2006).

O controle postural pode ser definido como sendo o conjunto dos processos pelos quais o sistema nervoso central (SNC) controla a posição do corpo no espaço (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). Segundo Horak e Mcpherson (1996), os dois principais objetivos do sistema de controle postural são a orientação e o equilíbrio. A orientação postural envolve o posicionamento e o alinhamento dos segmentos corporais uns sobre os outros em relação às condições ambientais; e o equilíbrio postural está relacionado ao controle de todas as forças que agem sobre o corpo, tanto às externas (força da gravidade, inerciais, de atrito) quanto às internas (batimentos cardíacos, ativações musculares, torques articulares), que agem acelerando o corpo, de modo a afastá-lo da posição considerada mais estável.

Segundo Hayes (1982), um corpo está em equilíbrio mecânico quando a resultante das forças e momentos atuando sobre ele é igual a zero. Portanto, mecanicamente, o corpo humano nunca está em um estado de equilíbrio perfeito, pois seus vários segmentos movem-se, constantemente, para manter a postura ereta, o que resulta em pequenas oscilações do corpo (ACORNERO *et al.*, 1997; FREITAS, DUARTE, 2005). As oscilações podem ser analisadas por meio do centro de massa (CM) do corpo humano, que é o centro das forças gravitacionais, que agem sobre todos os segmentos corporais, o CM se move como se a força gravitacional agisse em um único ponto (WINTER, 1995).

Para que um corpo permaneça em estado de equilíbrio na postura ereta, é preciso que a posição do CM seja controlada e sua projeção seja mantida dentro da área da base de suporte, que na postura ereta é determinada pelo comprimento e pelas bordas laterais dos pés (WINTER, 1995; POLLOCK, DUARWARD; ROWE, 2000; FREITAS, DUARTE, 2005). Segundo Rothwell (1994), a projeção do CM, na base de suporte, move-se continuamente, cerca de 1 cm na direção ântero-posterior e 0,5 cm na direção médio-lateral, quando um indivíduo encontra-se parado na postura ereta. Se a inclinação corporal fizer com que a projeção do seu CM mova-se para fora da base de suporte, o corpo entra em desequilíbrio.

Os limiares da projeção do CM do indivíduo indicam a região no solo onde este não sofrerá quedas conseguindo mover-se, cuja denominação é de limite de estabilidade (HORAK, 2006). Para um indivíduo na postura ereta, permanecendo com os pés juntos em uma superfície de apoio firme, a região de estabilidade assemelha-se a estrutura de um cone invertido (Figura 1) (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 1990).



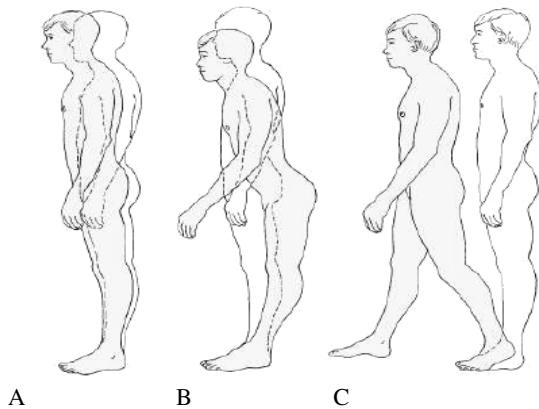
**FIGURA 1.** Cone invertido representando os limites de estabilidade na postura ereta.

Para Winter (1995), o corpo humano na postura ereta é inherentemente instável com a posição do CM relativamente alta, e a base de suporte muito estreita. Com isso, a manutenção do equilíbrio e da orientação postural é uma tarefa complexa, que exige interação dos sistemas sensorial, motor e nervoso central. Barela (2000) explica que as informações sensoriais oferecem uma estimativa ao sistema de controle postural sobre a orientação do corpo, e a atividade muscular controla e equilibra as forças atuantes sobre ele para a manutenção da postura ou obtenção da orientação espacial desejada.

## 2.2 SISTEMA NEUROMOTOR NO CONTROLE POSTURAL

Pegar um objeto pesado com as mãos na postura ereta requer ação muscular, não apenas dos membros superiores, mas também dos membros inferiores e do tronco. A sequência temporal de ativação muscular e a sinergia muscular são essenciais para a manutenção da estabilidade dos joelhos e quadris durante a postura ereta (NASHNER, 1982). Sinergia muscular pode ser definida, segundo Shumway-Cook e Woollacott (2003), como a ação conjunta de um grupo de músculos- tornando-se uma unidade- de forma a simplificar as demandas de controle sobre o sistema nervoso central (SNC). Para Freitas (2005), sinergia muscular refere-se a um conjunto de elementos que se unem para produzir uma mesma resposta motora. Nashner e Mccollum (1985) relatam que quando uma sinergia muscular age com o objetivo de minimizar a quantidade de músculos para controlar a postura, tem-se uma sinergia postural.

Sinergias posturais foram identificadas no controle postural e têm sido denominadas de estratégias motoras (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). Nashner (1982) descreveu três tipos de estratégias motoras que são usadas para restaurar o equilíbrio do corpo na postura ereta: a estratégia de tornozelo, de quadril e de passo (Figura 2).



**FIGURA 2.** Estratégias motoras de equilíbrio. (A) Estratégia de tornozelo. (B) Estratégia de quadril. (C) Estratégia de passo. Fonte: SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT (2003, p.162).

A estratégia de tornozelo é caracterizada pela movimentação de todo o corpo como um único segmento, imitando um pêndulo invertido, com produção de torques ao redor da articulação do tornozelo (RUNGE *et al.*, 1999). O modelo de pêndulo invertido considera o corpo como um sistema rígido, com o tornozelo sendo a sua única articulação (WINTER *et al.*, 1998). De acordo com esse modelo, o movimento do quadril e da cabeça deve estar em alta concordância, sendo que os movimentos da cabeça devem ser uma versão dos movimentos do quadril (HORAK *et al.*, 1990). Na estratégia de tornozelo, a ativação sequencial dos músculos é de distal para proximal. Em uma oscilação posterior, os músculos da região anterior do corpo, começando pelo tornozelo, são ativados, assim como, durante uma oscilação anterior os músculos da região posterior do corpo são também, ativados (NASHNER, MCCOLLUM, 1985).

Em contraste, a estratégia de quadril é caracterizada como um duplo pêndulo invertido, articulado no quadril e no tornozelo. Nesta estratégia, a sequência de ativação é invertida, ou seja, de proximal para distal (HORAK, SHUPERT, MIRKA, 1989; RUNGE *et al.*, 1999).

A utilização de uma estratégia em particular depende da configuração da superfície de apoio e do tamanho da perturbação. A estratégia do tornozelo é usada para pequenas perturbações em uma superfície de apoio firme e larga, capaz de resistir às forças rotacionais do tornozelo (HORAK, 1987). A estratégia de quadril é usada em resposta a uma grande perturbação e situações em que a produção de torque no tornozelo é limitada como quando a superfície de apoio é estreita, móvel e/ou instável (NASHNER; MCCOLLUM, 1985).

Amiridis, Hatzitaki e Arabatzi (2003) explicam que as estratégias de equilíbrio podem ser usadas separadamente ou de forma combinada pelo sistema nervoso para controlar a posição do centro de massa no plano sagital. As estratégias combinadas contêm componentes tanto da estratégia de tornozelo quanto de quadril, e são observadas, segundo Kuo (1995), em resposta a transições rápidas da superfície de apoio. Quando o objetivo é, simplesmente, a manutenção da postura ereta, observa-se mais o uso da estratégia de tornozelo; já quando a estabilidade sofre uma grande perturbação, a resposta é a estratégia de quadril, que é rápida e de grande amplitude. Com isso, Kuo (1995) acrescenta que a escolha de uma estratégia postural depende do objetivo postural e das condições ambientais. Em seu estudo, Amiridis, Hatzitaki e Arabatzi (2003) observaram que idosos utilizam mais a estratégia combinada, devido à diminuição de força dos músculos do tornozelo.

Para Runge *et al.* (1999) são necessários torques do tornozelo relativamente grandes para produzir uma correção da posição do CM relativamente pequena, por isso, uma estratégia combinada poderia ser usada para minimizar o esforço muscular em perturbações de maior velocidade. Torques altos do tornozelo estão associados a maiores deslocamentos do CM, o que sugere que o propósito da estratégia de quadril, em uma superfície firme e estável, possivelmente, seja de mudar a configuração do corpo para facilitar o torque do tornozelo, sem retirar os calcanhares do solo, e corrigir a posição do CM, sem ser necessário dar um passo.

A estratégia de passo é usada para perturbações grandes e rápidas o suficiente para deslocar o CM para fora da base de suporte, nas quais nem a estratégia de quadril e nem a de tornozelo são capazes de restaurar a posição

do CM. Nessa estratégia, o indivíduo dá um passo com o intuito de aumentar sua base de suporte (HORAK, 1987). Woollacott e Shumway-Cook (1990) descrevem, ainda, outra estratégia chamada de suspensão, na qual o indivíduo flete o quadril, joelho e tornozelo para abaixar o seu CM.

Dessa forma, a coordenação das contrações musculares e a determinação da estratégia motora a ser empregada são contexto-dependentes (NASHNER, 1982). Como explica a teoria ecológica do comportamento motor, a organização da ação é específica à tarefa e ao ambiente em que a tarefa está sendo executada (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003).

### 2.3 SISTEMAS SENSORIAIS NO CONTROLE POSTURAL

A eficiência do controle postural não depende apenas da habilidade de produzir e aplicar forças para controlar a posição do corpo no espaço, é preciso saber quando e como aplicar tais forças. O SNC deve ter uma imagem precisa de onde e como o corpo está em relação ao ambiente, sendo responsável por integrar as informações oriundas dos sistemas visual, somatossensitivo e vestibular, num processo contínuo e dinâmico, para obter uma informação acurada sobre a configuração do corpo no espaço e baseado nestas informações, selecionar respostas motoras adequadas (JEKA; OIE; KIEMEL, 2000; KAUFMAN *et al.*, 2001). Segundo Barela (2000), a própria ação influencia na captação de novas informações e assim, sucessivamente, no chamado ciclo percepção-ação.

Assim, no controle postural, o sistema visual é responsável por produzir uma referência para a verticalidade, baseado na superfície de apoio e nos objetos adjacentes que estão alinhados, verticalmente, como paredes e portas. As informações visuais auxiliam para que a oscilação natural do corpo seja mantida dentro dos limites de estabilidade da base de apoio (BHUANAN, HORAK, 1999; GUERRAZ *et al.*, 2001).

Segundo Prioli, Freitas Jr. e Barela (2005), para diminuir a oscilação corporal, o sistema de controle postural busca manter as dimensões de um cenário visual estruturado na retina. Durante uma oscilação anterior, a referência visual, projetada na retina, aumenta de tamanho, então a direção da oscilação corporal é alterada pelo sistema de controle postural para que o

quadro de referência estabelecido seja mantido. O mesmo ocorre durante uma oscilação posterior, na qual a referência visual projetada na retina diminui de tamanho e o sistema de controle postural muda a direção da oscilação, buscando, segundo Barela (2000), manter a imagem projetada na retina o mais imóvel e estacionária possível.

Entretanto, apesar das informações visuais serem importantes para o controle do equilíbrio, elas não são absolutamente necessárias, pois o ser humano é capaz de manter a postura vertical, mesmo com os olhos fechados (BARELA; POLASTRI; GODOI, 2000), embora muitas vezes, ocorra uma queda no desempenho com aumento na oscilação postural quando a informação visual está ausente (MARSH; GEEL, 2000; TEIXEIRA *et al.*, 2007).

O sistema somatossensitivo fornece ao sistema de controle postural informações sobre a posição e movimento dos segmentos do corpo uns sobre os outros (WINTER, 1995; KAVOUNOUDIAS; ROLL; ROLL, 2001). Os receptores somatossensitivos incluem os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi (sensíveis ao comprimento e à tensão dos músculos, respectivamente), receptores articulares e mecanorreceptores cutâneos, como os corpúsculos de Pacini e de Meissner, discos de Merkel e terminações de Ruffini (GANONG, 2006). Tais receptores fornecem informações sobre a orientação do corpo, tendo como referência a superfície de apoio. Durante a postura ereta, a região anterior da planta do pé recebe maior pressão mecânica, o que promove um mapa da orientação vertical do corpo (MEYER; ODDSSON; DE LUCA, 2004). Em situações nas quais o indivíduo está em pé sobre uma superfície que não seja firme, como uma espuma, ou sobre uma superfície que não seja horizontal, como uma rampa, os receptores não são apropriados para determinar uma orientação vertical em relação à superfície (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOOT, 2003). Em adição, indivíduos com polineuropatia periférica e, consequente, diminuição da sensibilidade dos pés, apresentam maior instabilidade postural (ARANDA *et al.*, 2009; WANG; LIN, 2008).

Um dos sistemas mais importantes do sistema nervoso no controle da postura é o vestibular. Este sistema funciona como um sensor da gravidade, sendo responsável por fornecer informações sobre a posição e movimentos da cabeça em relação à direção da força de gravidade (BOREL *et al.*, 2008).

O sistema vestibular consiste em dois tipos de sensores do movimento, que sentem diferentes aspectos da posição e movimentos da cabeça, canais semicirculares e órgãos otolíticos. Os canais semicirculares detectam os movimentos rotacionais da cabeça, são sensíveis a movimentos rápidos como os que ocorrem durante um escorregão ou em um passo em falso. Em contraste, os órgãos otolíticos sinalizam inclinações da cabeça quando os movimentos são lentos e suaves, detectando a aceleração linear vertical e horizontal da cabeça, como os que ocorrem durante um agachamento ou quando o indivíduo anda para frente, respectivamente (BOREL *et al.*, 2008). São os órgãos otolíticos que fornecem informações sobre a direção da gravidade (HORAK; SHUPERT, 1994).

Para Borel *et al.* (2008), o sistema vestibular está envolvido, tanto na auto percepção quanto na percepção externa ao indivíduo, ou seja, proporciona sensação sobre a posição e movimentação do corpo no espaço e da movimentação do ambiente relativa ao indivíduo. Os autores ainda defendem a idéia de que as informações do sistema vestibular são necessárias para que as outras informações sensoriais, não vestibulares, sejam apropriadamente integradas e, consequentemente, para a construção de uma representação espacial acurada.

As informações provenientes dos sistemas visual e somatossensitivo podem ser potencialmente alteradas pela movimentação da superfície de apoio, na qual esses dois sistemas se referenciam. Assim, as informações somatossensitivas e visuais são usadas para manter o equilíbrio vertical, principalmente, quando a superfície de apoio estiver fixa ou quando a sua movimentação pode ser predita com antecedência, enquanto a referência da força da gravidade usada pelo sistema vestibular não pode ser alterada por mudanças externas na maioria das condições ambientais da Terra. Sendo assim, o sistema vestibular tem um papel crítico na manutenção do equilíbrio na postura ereta quando a superfície de apoio e a visão estão em condições alteradas, irregulares ou em movimento (NASHNER; BLACK; WALL, 1982).

Horak (2006) explica que os sistemas sensoriais visual, somatossensitivo e vestibular tem qualidades diferentes, que nenhum sistema isolado fornece todas as informações necessárias para sentir a posição e movimentos de todo o corpo e que cada um desses sistemas sensoriais

oferece informações que são complementares e, ao mesmo tempo, redundantes.

## 2.4 ORGANIZAÇÃO E CONFLITO SENSORIAL

As condições ambientais determinam a disponibilidade e a qualidade das informações sensoriais, influenciando, dessa forma, quais informações serão usadas pelo sistema de controle postural para a manutenção do equilíbrio (MAHBOOBIN *et al.*, 2009). Um conflito sensorial pode ocorrer quando as informações dos sistemas sensoriais não são congruentes (REASON, 1978). Em ambientes nos quais há conflito sensorial, ou seja, um sistema sensorial indica movimento e outro não, o sistema nervoso central deve ser capaz de selecionar as informações sensoriais sobre a verdadeira orientação do corpo para promover uma resposta motora adequada (HORAK; SHUPERT, 1994). Para isso, o sistema de controle postural atribui maior peso a um tipo de informação sensorial que a outras, dependendo do contexto ambiental onde a tarefa é realizada. A preferência do indivíduo para cada um dos sistemas sensoriais ocorre em função do quanto útil é a informação para o sistema de controle postural (JEKA; OIE; KIEMEL, 2000; PETERKA, 2002; BONFIM; POLASTRI; BARELA, 2006; MAHBOOBIN *et al.*, 2009).

Por exemplo, um indivíduo típico não perderá o equilíbrio quando estiver em um ambiente escuro, onde as informações visuais estão restritas, presumivelmente porque dará preferência às informações vestibulares e somatossensitivas.

No entanto, quando a seleção da informação sensorial não é realizada de forma apropriada, além de respostas motoras inapropriadas, o conflito sensorial pode resultar em cinetose (REASON, 1978) ou no mal de desembarque, que se refere à ilusão de sensação de movimento depois do efeito de viajar em barcos, trens ou aviões (MOELLER; LEMPERT, 2007).

A manipulação da informação de um ou dois sistemas sensoriais está sendo utilizada nas investigações sobre a influência da informação de cada sistema sensorial no controle postural, assim como para avaliar a preferência do indivíduo frente às informações relevantes e/ou às informações sensoriais

imprecisas (BLACK, 1995; SHAHAL *et al.*, 1999; NACHUM *et al.*, 2004; BONFIM; POLASTRI; BARELA, 2006; PARIRTTI-WINKLER *et al.*, 2008) .

Em um ambiente com superfície de apoio firme, sujeitos saudáveis são 70% dependentes do sistema somatossensitivo, 10% do sistema visual e 20% do vestibular (PETERKA, 2002). Mergner and Rosemeier *apud* Horak e Hlavacka (2001) relatam que quando as informações somatossensitivas e vestibulares disponíveis forem comparadas, e elas concordarem que a superfície de suporte é confiável como uma referência para a orientação, as informações somatossensitivas são dominantes. No entanto, se as informações convergentes desses dois sistemas concordarem que a superfície de suporte não é confiável, as informações vestibulares tornam-se mais críticas para o controle postural.

Pacientes com déficits vestibulares mostraram inabilidade para suprimir as informações visuais e somatossensitivas apropriadamente quando o movimento da superfície de apoio alterava as informações provenientes desses sistemas. Então, os pacientes ficaram instáveis não tanto pela perda de informação visual diretamente, mas devido a sua resposta inapropriada às informações somatossensitivas e visuais (NASHNER; BLACK; WALL, 1982).

Wang e Lin (2008) induziram diferentes níveis de perda somatossensitiva em indivíduos saudáveis e investigaram seu efeito sobre o controle postural. Os autores constataram que quanto maior a perda somatossensitiva, mais oscilação postural o indivíduo apresenta; e que esse aumento da oscilação é significativo quando o indivíduo encontra-se com olhos fechados e base de suporte estreita.

Morioka e Yagi (2004) observaram que a oscilação corporal diminuiu após um treinamento de discriminação tátil da planta dos pés, concluindo que a habilidade de indivíduos saudáveis em controlar a postura ereta melhora com a melhora da percepção da planta dos pés.

Shahal *et al.* (1999) investigaram, com o do teste de organização sensorial, o efeito agudo da exposição aos movimentos do mar sobre o controle da postura ereta em membros de uma tripulação naval. Os autores observaram que a influência das informações vestibulares e visuais foram minimizadas e que os indivíduos mais susceptíveis a desenvolverem cinetose eram dependentes, principalmente, da informação somatossensitiva para a

manutenção do equilíbrio. Nachum *et al.* (2004) encontraram resultados semelhantes ao investigar a organização sensorial de membros de uma tripulação naval susceptíveis a desenvolver mal de desembarque.

Black e Paloski (1998), em seu estudo, verificaram que astronautas que retornam dos voos espaciais (expostos à microgravidade), demonstraram maior confiança nas dicas de orientação visual e uma preferência pela informação somatossensitiva para manter o equilíbrio e a estabilidade postural. Os autores acrescentam que no espaço, os astronautas adaptam-se a suprimir as informações vestibulares porque a microgravidade interfere na fidedignidade destas informações.

O quanto o controle postural pode melhorar com o treinamento também foi explorado. Tsang *et al.* (2004) investigaram os efeitos da prática da atividade física do Tai Chi no equilíbrio postural dos praticantes, sob condições em que as informações sensoriais estavam ausentes ou conflitantes. Os autores observaram que os praticantes de Tai Chi apresentaram equilíbrio significativamente melhor que os não praticantes, quando dependiam, principalmente, da informação visual e vestibular para manter o equilíbrio, e explicaram que a movimentação da cabeça durante a prática de Tai Chi estimula o sistema vestibular.

Com isso, não se pode determinar a predominância de um sistema sensorial sobre os demais, pois a preferência do indivíduo ao feedback no controle do equilíbrio é dependente do contexto; e a predominância de um sistema dependerá de cada situação específica (PETERKA, 2002; BONFIM; POLASTRI; BARELA, 2006; MAHBOOBIN *et al.*, 2009). Todavia, o indivíduo necessita de uma referência interna de orientação, que é usada para diferenciar mudanças no corpo, relativas ao ambiente; e mudanças externas dos objetos, relativas ao corpo. Sugere-se que alguma estratégia pré-estabelecida de resolução de conflito seja requerida para que a resposta do sujeito seja rápida o suficiente para prevenir a queda (NASHNER; BLACK; WALL, 1982).

## 2.5 POSTUROGRAFIA

A posturografia envolve qualquer estudo ou técnica de medição quantitativa da oscilação corporal ou de alguma variável associada a essa oscilação. Pode ser classificada em estática, que se refere ao estudo da postura ereta quieta não perturbada, ou dinâmica, quando o estudo refere-se à resposta a uma perturbação aplicada sobre o sujeito (FREITAS; DUARTE, 2005).

Mochizuki e Amadio (2003) relatam que tanto o CM quanto o centro de pressão (CP) podem ser usados para o estudo da postura. Segundo os autores, a oscilação do CM representa o balanço postural do corpo na postura ereta e o CP é a resposta neuromuscular aos balanços do CM. O CP representa um resultado coletivo do sistema de controle postural e da força da gravidade, indicando a posição resultante do vetor da força de reação ao solo (FRS). O CP é a principal variável utilizada para analisar as oscilações do corpo (FREITAS; DUARTE, 2005).

A plataforma de força é um dos instrumentos mais utilizados para investigar as oscilações do corpo durante a postura ereta estática, medindo os deslocamentos do CP (DUARTE, 2000). Esse instrumento registra as três componentes de força ( $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ ), sendo  $x$  a direção ântero-posterior,  $y$  a direção médio-lateral e  $z$  a direção vertical, e os três componentes de momento ( $M_x$ ,  $M_y$  e  $M_z$ ) ao redor dos eixos  $x$ ,  $y$  e  $z$ , respectivamente. A posição do CP é dada pelas equações:

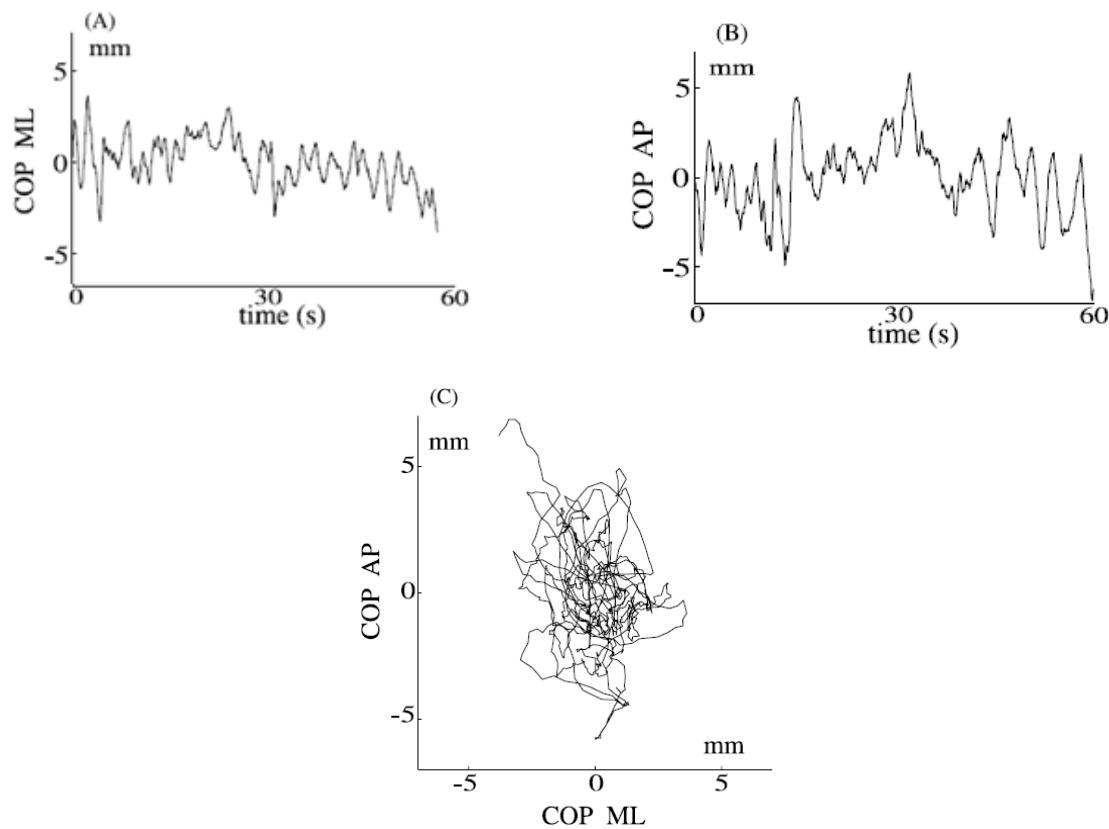
$$CP_{a-p} = (-h \cdot F_y - M_x/F_z) \quad \text{equação 1}$$

$$CP_{l-m} = (h \cdot F_x + M_y/F_z) \quad \text{equação 2}$$

onde  $h$  é a altura entre o indivíduo e a plataforma de força, por exemplo, a altura de uma espuma colocada sobre a plataforma.  $F_y$  é a força exercida sobre o eixo  $y$ .  $F_x$  é a força exercida sobre o eixo  $x$ .  $F_z$  é a força peso.  $M_x$  é o momento do eixo  $x$ .  $M_y$  é o momento do eixo  $y$ .

O mapa do deslocamento do CP na direção ântero-posterior *versus* na direção médio-lateral é chamado de estatocinesograma e estabilograma é a

série temporal do CP em cada uma das duas direções ântero-posterior e médio-lateral (Figura 3) (FREITAS; DURTE, 2005).



**FIGURA 3.** Mapas de deslocamento do CP. Estabilograma (A) médio-lateral, (B) ântero-posterior. (C) Estatocinesograma. Fonte: Chiari, Rocchi, Cappello (2002, p. 669).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 PARTICIPANTES**

Para garantir a exposição crônica ao conflito sensorial do grupo exposto (GE), foram convidados pescadores, do gênero masculino, cadastrados na Colônia de Pescadores Z-4 de Matinhos – PR, a participarem, voluntariamente, do estudo. Logo, a amostra foi intencional e não randomizada, mediante a conveniência obtida para o contato com os sujeitos. Para formar o grupo não exposto (GNE) foram contatados acadêmicos, mestrandos e professores, do gênero masculino, do departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, fisicamente ativos, com idade entre o mínimo e máximo de idade apresentados pelo grupo exposto (GE). Os que atenderam aos critérios foram convidados a participar do estudo. Os sujeitos selecionados para o GNE não deveriam ser expostos cronicamente ao conflito sensorial.

Todos os indivíduos que aceitaram participar do estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice I) para participação no estudo, devidamente aprovado pelo Comitê de Ética do Setor da Saúde da UFPR (Anexo I). Uma anamnese foi elaborada e aplicada a fim de excluir sujeitos que apresentassem doenças ou sintomas que indicassem a existência de déficits de controle de equilíbrio ou apresentassem problemas de saúde que pudessem influenciar os resultados referentes ao equilíbrio (Apêndice II). Foram excluídos sujeitos com diagnóstico ou sintomas de algum tipo de alteração do equilíbrio ou qualquer queixa de comprometimento músculo-esquelético; neurológico (Acidente Vascular Encefálico, Parkinson, Esclerose Múltipla, entre outros); sensorial e/ou motor (Lesão de nervo periférico, Diabetes, Distrofias, entre outras) que pudesse comprometer a realização das tarefas avaliadas (HORAK, 1987), assim como, a ingestão de bebida alcoólica nas últimas 24 horas antes das avaliações, deixar de participar de alguma das sessões de avaliação do estudo e não ser capaz de realizar os testes de integração sensorial e equilíbrio.

Após a aplicação dos critérios de exclusão, 35 pescadores foram selecionados. Todavia, 17 sujeitos não concluíram as avaliações do estudo por

desistências (por exemplo, sujeitos que fizeram a primeira avaliação, mas não retornaram para a segunda) e problemas metereológicos que envolveram o mal tempo e a conseqüente impossibilidade de ir pescar nos dias de coleta. Além disso, os dados de três sujeitos foram corrompidos com ruídos na leitura durante a coleta e tiveram que ser descartados. Dessa forma, 15 pescadores e 21 não pescadores foram selecionados na amostra final.

### 3.2 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS

Após receberem explicações sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa, os participantes responderam o Questionário de Susceptibilidade a Cinetose (GOLDING, 1998) (Apêndice III), para identificar e classificar indivíduos com maior predisposição a desenvolver esses sintomas. Os resultados deste questionário foram utilizados para controle, visto que alguns estudos (SHAHAL *et al.* 1999; NACHUM *et al.* 2004) mostraram que essa é uma variável que pode influenciar as estratégias de equilíbrio. O questionário foi traduzido para o português, porém, sua validação ainda não foi realizada.

O questionário é dividido em duas sessões, a sessão “A” é referente às experiências do indivíduo com viagens e desenvolvimento de cinetose na infância; a sessão “B” refere-se às experiências em viagens e desenvolvimento de cinetose nos últimos 10 anos. A pontuação foi calculada como recomendado por Golding (1998) e compreende escores de 0 a 200, sendo a maior susceptibilidade associada à maior pontuação.

Os participantes atenderam a avaliações de integração sensorial e equilíbrio. Para essas avaliações, os participantes permaneceram em uma postura ereta e quieta (com os pés juntos e os membros superiores ao lado do tronco), durante 40s sobre uma plataforma de forças. Os primeiros 10s foram destinados a permitir que os participantes se acomodassem sobre a plataforma, a fim de minimizar possíveis efeitos de aprendizagem.

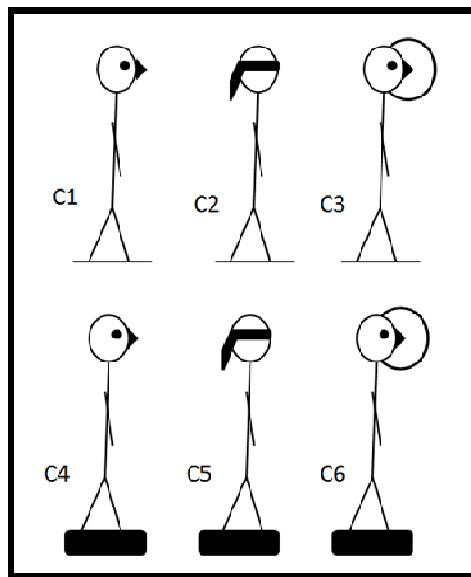
Os participantes do GE realizaram o teste antes e após a jornada no mar. O grupo GNE realizou o teste de integração sensorial e equilíbrio apenas uma vez, devido à inviabilidade de submeter esses participantes ao conflito sensorial ao qual o GE foi exposto. Dessa forma, o GNE foi composto para investigar se há diferenças entre indivíduos expostos e não expostos,

cronicamente, ao conflito sensorial, não podendo ser avaliado qual seria o efeito imediato da exposição desses indivíduos ao conflito sensorial.

Os testes de integração sensorial e equilíbrio foram formados por 6 condições experimentais. Cada participante realizou uma vez cada condição, com um intervalo de 30s entre elas. A ordem na qual as condições experimentais foram realizadas foi aleatorizada por sorteio, também para minimizar os efeitos da aprendizagem da tarefa.

Pelos testes de integração sensorial e equilíbrio foi possível avaliar a habilidade do indivíduo em usar efetivamente as informações dos sistemas visual, vestibular e somatossensitivo, separadamente, assim como, a habilidade de excluir as informações inapropriadas para manter o equilíbrio. Utilizou-se uma combinação de três diferentes tipos de condições visuais e dois tipos de superfície de suporte (SHUMWAY-COOK; HORAK. 1986).

As condições visuais são apresentadas na Figura 4 e incluíram: postura ereta com olhos abertos (C1 e C4), postura ereta sem informação visual (C2 e C5) e postura ereta com informação visual imprecisa (C3 e C6). A informação visual foi suprimida por meio de uma venda (C2 e C5), enquanto a informação visual imprecisa foi obtida com o auxílio de uma cúpula.



**FIGURA 4.** Teste de integração sensorial e equilíbrio. C1 visão e superfície de apoio normal. C2 olhos fechados e superfície de apoio normal. C3 visão imprecisa e superfície de apoio normal. C4 visão normal e superfície de apoio instável. C5 olhos fechados e superfície de apoio instável e C6 visão imprecisa e superfície de apoio instável.

A cúpula foi construída como sugerido por Shumway-Cook e Horak (1986), utilizando-se uma lanterna japonesa branca, com 40 cm de diâmetro, cortada em 270º. Tiras de fita preta foram colocadas no interior da cúpula, formando linhas verticais afastadas entre si de 2,5 cm na borda e 7 cm na região central. Um “X” foi colocado dentro da cúpula para minimizar a dificuldade visual. Os olhos ficam cerca de 20 cm de distância da parte anterior da cúpula, sendo que a visão periférica fica restrita nos aspectos superior, inferior e lateral. Depois de fixada na cabeça, a cúpula de conflito visual move-se no mesmo ritmo da cabeça e confunde a informação de verticalidade, proveniente do sistema visual (SHUMWAY-COOK; HORAK. 1986). A Figura 5 apresenta a cúpula empregada no estudo.



**FIGURA 5.** Cúpula para causar informação visual imprecisa.

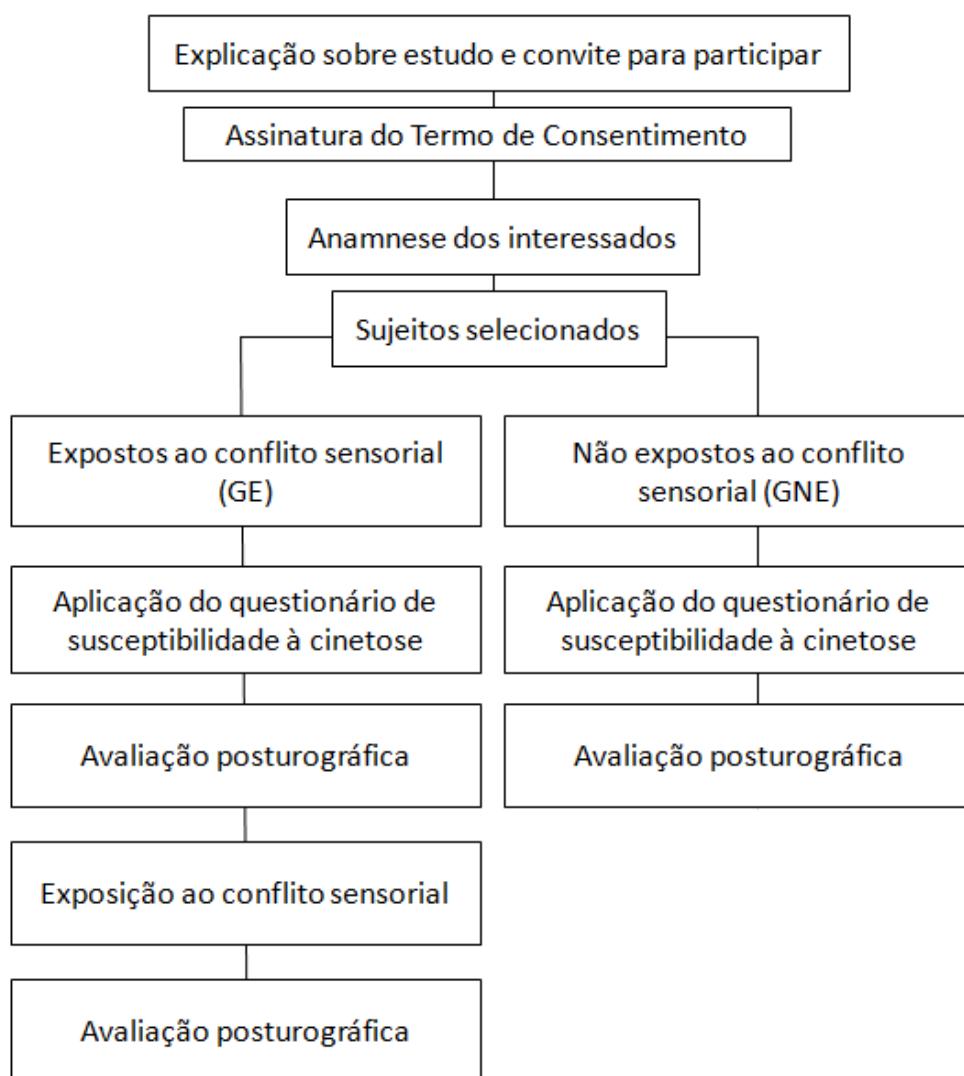
As condições de superfície de apoio incluíram o uso de uma superfície firme e plana (plataforma de força), que forneceu informações normais de orientação através do sistema somatossensitivo (C1, C2 e C3). Uma espuma com densidade de 33 Kg/m<sup>3</sup> e 10 centímetros de altura, colocada sobre a superfície da plataforma de força, foi empregada para reduzir a precisão da informação somatossensitiva (C4, C5 e C6).

Assim, as combinações de conflito visual e somatossensitivo formaram as seis condições experimentais (SHUMWAY-COOK; HORAK. 1986; PARIETTI-WINKLER *et al.* 2008).

O Quadro 1 apresenta, esquematicamente, tais condições experimentais e a Figura 6 ilustra os procedimentos experimentais do estudo.

**QUADRO 1.** Condições experimentais do teste de integração sensorial e equilíbrio.

	Visão		Superfície de suporte		
	Normal	Ausente	Imprecisa	Firme	Instável
Condição 1	X			X	
Condição 2		X		X	
Condição 3			X	X	
Condição 4	X				X
Condição 5		X			X
Condição 6			X		X



**FIGURA 6.** Desenho do estudo.

Para registrar os deslocamentos do CP foi utilizada uma plataforma de força da marca AMTI (modelo OR6-7-2000), a qual foi colocada em uma sala isolada, em uma superfície plana e nivelada, sobre um tapete de borracha, para evitar deslocamentos do instrumento em relação ao chão durante as avaliações. Para ambos os grupos, a plataforma foi instalada da mesma forma e um plástico transparente foi colocado sobre a plataforma, para protegê-la da água e areia, no caso do GE (Figura 7).

A aquisição dos dados foi realizada com uma frequência de amostragem de 100 Hz. Os dados foram amplificados com um ganho de 4000 vezes, filtrados por um filtro passa baixa de 10 Hz e arquivados em planilhas, de modo que cada arquivo armazenou os dados de cada tarefa e de cada avaliação, para cada participante, separadamente. Posteriormente, os dados foram processados em programa específico, escrito em ambiente de programação MatLab 7.0.



**FIGURA 7.** Instalação da plataforma de forças.

Nas condições C4, C5 e C6, nas quais o indivíduo permaneceu sobre uma espuma, a altura dos pés do indivíduo em relação à plataforma foi medida perfurando a espuma entre seus pés, na direção da primeira articulação metatarso falangeana, com uma agulha fina, e medindo o quanto a agulha penetrou na espuma. Dessa forma, foi determinado o valor de  $h$  (equações 1 e 2, p.18) para cada indivíduo, para então determinar a posição do CP nas condições C4, C5 e C6.

As variáveis estabilométricas, analisadas para cada uma das seis condições experimentais do teste de integração sensorial e equilíbrio, foram:

**Amplitude** de deslocamento do CP nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML), calculada através da distância entre o deslocamento máximo e mínimo do CP para cada direção.

**Velocidade média total** de deslocamento do CP, calculada pela trajetória dos deslocamentos do CP nas duas direções, dividida pelo tempo total da condição experimental.

**Trajetória** total, calculada considerando-se o comprimento total da trajetória do CP, tanto na direção ântero-posterior como médio-lateral.

**Área** do CP, calculada através da determinação da elipse, que engloba 95% dos dados do CP.

Os cálculos das variáveis seguiram as descrições de Freitas e Duarte (2005).

A trajetória total de deslocamento do CP foi selecionada para comparar o comportamento do CP de uma condição experimental com a outra. Essa variável foi escolhida por representar com maior precisão a oscilação total do indivíduo.

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Primeiramente, verificou-se a presença de *outliers* no estudo e foram eliminadas as tentativas em que os participantes apresentaram valores superiores a 2 desvios padrão. Em seguida, testes para verificar a normalidade da distribuição dos dados (Shapiro-Wilk) foram realizados e como algumas das variáveis analisadas mostraram-se não normais, transformações logarítmicas dos dados foram realizadas.

O test t- *Student* para amostras independentes foi utilizado para verificar se houve diferença de idade, massa corporal e estatura entre os dois grupos.

Para analisar o efeito agudo da exposição ao conflito sensorial sobre o equilíbrio, as avaliações pré e pós-exposição ao conflito sensorial do grupo GE foram comparadas. Utilizou-se um teste de análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) para cada variável estabilométrica, de cada condição experimental das avaliações pré e pós.

Para analisar o efeito crônico da exposição ao conflito sensorial sobre o equilíbrio, foram comparadas as variáveis estabilométricas de cada condição

experimental das avaliações pré do grupo GE e da avaliação do grupo GNE, através da análise de variância de medidas independentes (One-way ANOVA).

Para analisar a influência de cada sistema sensorial na manutenção do equilíbrio dos participantes, foi preciso comparar os resultados as cada condição experimental. Essa comparação foi feita através da variável trajetória total de deslocamento do CP pelo teste de análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) e o teste *post hoc* Sheffé.

A comparação entre a trajetória total de C2 e C1 representa a influência da informação visual no controle postural. A comparação entre a trajetória total de C3 e C1 indica a habilidade do indivíduo em usar a informação visual, mesmo imprecisa para controlar as oscilações corporais. As comparações entre a trajetória total de C4 e C1 e C5 e C1 representam a influência da informação somatossensitiva e vestibular, respectivamente no controle postural. A habilidade em usar as informações visuais e somatossensitivas, mesmo imprecisas é indicada pela comparação entre C6 e C1. Essas comparações foram feitas na avaliação pré e pós do GE e na avaliação do GNE. Em seguida, foi analisado se houve diferença nas relações entre as condições entre o pré e pós do GE e entre a avaliação pré do GE e a avaliação única do GNE.

Em todas as análises, o nível de significância adotado foi de 0,05 ( $p<0,05$ ) e o programa Statistica 7.0 (Statsoft, USA) foi utilizado para o tratamento estatístico.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Todos os participantes selecionados foram capazes de realizar o teste de integração sensorial e equilíbrio e são do gênero masculino.

O grupo exposto (GE) tem uma experiência média de  $22,4 \pm 10,3$  anos (mínimo de 6 e máximo de 38 anos). O tempo médio de permanência no barco em alto mar era de 4 horas por dia, durante 5 dias por semana, dependendo do clima local. No dia da coleta, o tempo médio de pesca foi de 3 horas e 15 minutos. Os participantes do grupo não exposto relataram nunca terem permanecido em um barco em alto mar. As características físicas dos participantes encontram-se descritas na Tabela 1.

**TABELA 1.** Características físicas dos grupos expostos (GE) e não expostos (GNE) ao conflito sensorial.

	GE (n=15)	GNE (n=21)	p
Idade (anos)	$37,4 \pm 9,9$	$31,8 \pm 7,8$	0,06
Massa corporal (Kg)	$80,6 \pm 16,4$	$84,2 \pm 10,7$	0,42
Estatura (cm)	$172,2 \pm 7,0$	$179,7 \pm 6,9$	0,003

(media + desvio padrão)

Os grupos constituídos por indivíduos expostos (GE) e não expostos (GNE) ao conflito sensorial não apresentaram diferenças para massa corporal e idade. No entanto, o teste *t*-*Student* apontou diferenças para a estatura entre os grupos.

### 4.2 QUESTIONÁRIO DE SUSCEPTIBILIDADE À CINETOSE

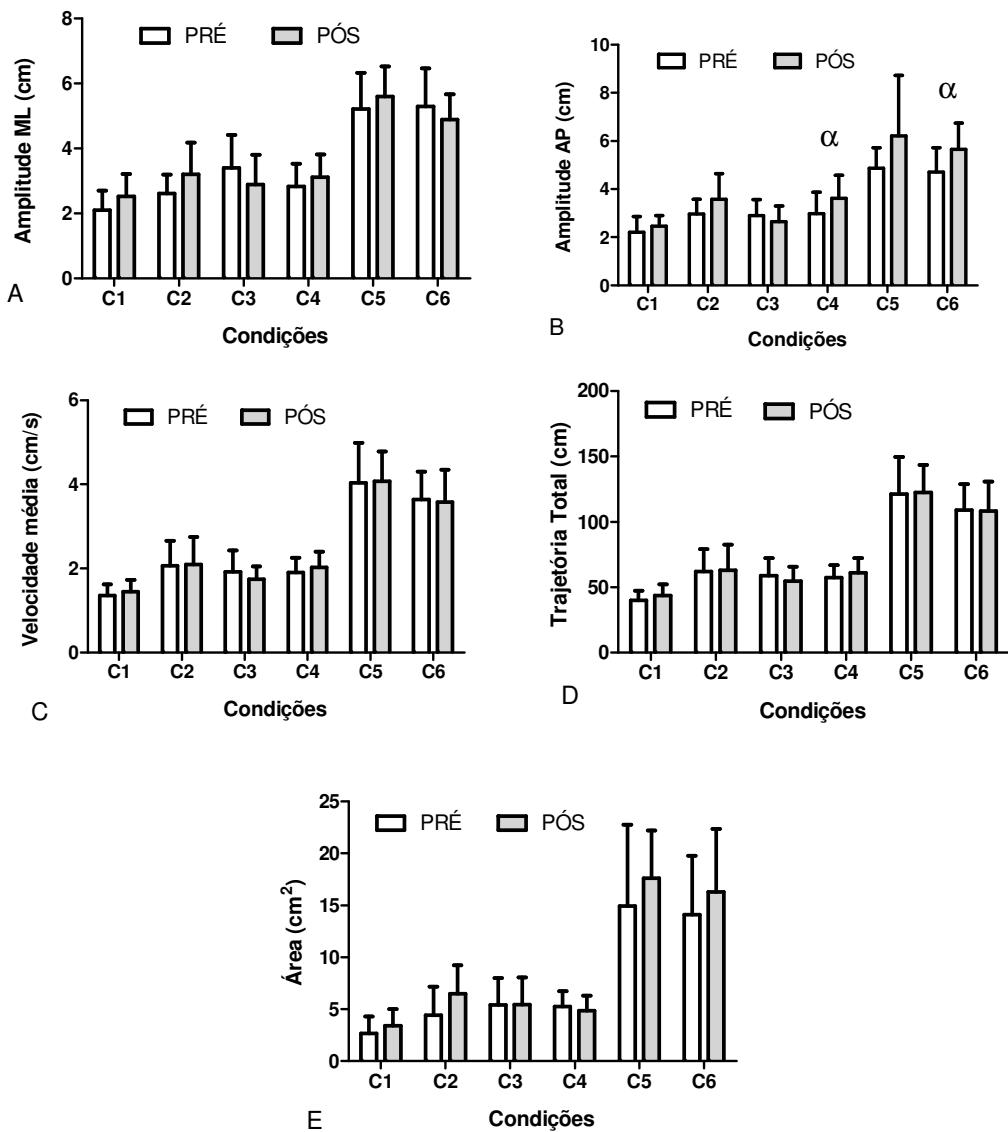
O questionário de susceptibilidade à cinetose não apontou susceptibilidade para desenvolver tais sintomas em nenhum dos grupos. A maioria dos indivíduos não se considerou uma pessoa susceptível a cinetose (92,8%) e 7,2% considerou-se pouco susceptível. O escore médio do GE foi de 7,9 (mínimo = 0; máximo = 10,8). O GNE apresentou uma média de 10,1 (mínimo = 0; máximo = 14,2).

#### 4.3 VARIÁVEIS ESTABILOMÉTRICAS DO TESTE DE INTEGRAÇÃO SENSORIAL E EQUILÍBRIO: COMPARAÇÃO ENTRE O PRÉ E PÓS DO GRUPO GE

Para analisar o efeito agudo da exposição ao conflito sensorial, as avaliações PRÉ e PÓS do GE foram comparadas. Os valores médios e desvio padrão ( $\pm$  dp) das variáveis estabilométricas (amplitude AP e ML, velocidade, trajetória total e área) analisadas são apresentados na Figura 8 e na Tabela 2 do apêndice IV.

Observa-se que em C1, C2 e C3, nas quais os indivíduos permaneceram na posição ereta sobre uma superfície firme e tiveram manipulada a informação visual (olhos abertos, fechados e usando a cúpula, respectivamente), não houve influência do conflito sensorial em nenhuma variável selecionada para descrever o comportamento do CP ( $p>0,05$ ).

Nas condições C4, C5 e C6, a informação visual (olhos abertos, fechados e usando a cúpula, respectivamente) e somatossentitiva (superfície instável) foram manipuladas. Observou-se um aumento na amplitude de deslocamento ântero-posterior após a exposição ao conflito sensorial, quando a informação visual foi mantida (C4 = 43,8% e C6 = 15,5%;  $p<0,05$ ). Por outro lado, a condição em que a informação visual estava ausente e a informação somatossensitiva imprecisa (C5), não foram encontradas diferenças nas variáveis estabilométricas.



**FIGURA 8.** Variáveis estabilométricas do GE nas 6 condições experimentais.

(A) Amplitude de deslocamento médio-lateral; (B) Amplitude de deslocamento ântero-posterior; (C) Velocidade média total de deslocamento; (D) Trajetória total e (E) Área. ALFA (α) = diferenças significativas entre pré e pós ( $p<0.05$ ).

(C1) Visão e superfície de apoio normal. (C2) Olhos fechados e superfície de apoio normal. (C3) Visão imprecisa e superfície de apoio normal. (C4) Visão normal e superfície de apoio instável. (C5) Olhos fechados e superfície de apoio instável. (C6) Visão imprecisa e superfície de apoio instável.

A influência de cada sistema sensorial foi analisada a partir da comparação das condições em que as manipulações foram inseridas. Assim, as comparações envolvem as condições C1 em relação às condições C2, C3, C4, C5 e C6. A Tabela 3 mostra em percentual a diferença entre a C1 das demais condições, para as avaliações pré e pós do GE.

**TABELA 3.** Diferença percentual da comparação entre as condições experimentais durante as avaliações pré e pós- exposição do GE.

	Pré	Pós	p
C1 x C2	C2 > C1 40,4%	C2 > C1 44,6%	0,217
C1 x C3	C3 > C1 47,5%	C3 > C1 25,1%	0,157
C1 x C4	C4 > C1 43,8%	C4 > C1 39,7%	0,658
C1 x C5	C5 > C1 174%	C5 > C1 180,7 %	0,415
C1 x C6	C6 > C1 173%	C6 > C1 148%	0,168

p resultado da comparação dos percentuais entre o pré e pós- exposição.

Com os olhos fechados (C2), os participantes do grupo expostos (GE) apresentaram um aumento na trajetória total de deslocamento do CP em relação aos olhos abertos, tanto pré, quanto pós-exposição ( $p < 0,05$ ). Contudo, não houve diferença entre os percentuais do pré e pós à exposição ao conflito sensorial.

Embora tenha ocorrido um aumento da trajetória total, quando a informação visual estava imprecisa (C3), em relação à condição em que a informação visual estava normal (C1), esse não foi significativo, nem pré e nem pós a exposição ao conflito sensorial. Também não houve diferença entre os percentuais do pré e pós a exposição.

Houve um aumento significativo da trajetória total antes e após a exposição ao conflito sensorial, quando os participantes permaneceram sobre a espuma (C4) em relação à condição sem espuma (C1). No entanto, esse aumento não foi diferente entre o pré e pós-exposição.

Durante a condição 5, na qual os participantes estavam com a informação visual ausente sobre uma superfície estável, a trajetória total aumentou pré e pós a exposição ao conflito sensorial, em relação a condição 1, na qual as informações dos três sistemas sensoriais (visual, somatossensitivo e

vestibular) estavam disponíveis. Contudo, não houve diferença dos percentuais entre antes e após exposição ao conflito sensorial.

Em relação a C1 (superfície firme e olhos abertos), quando os participantes permaneceram sobre a espuma e com a informação visual imprecisa (C6), houve um aumento significativo da trajetória total tanto antes quanto após a exposição ao conflito sensorial. Porém, esse aumento da trajetória total, não apresentou diferença entre pré e pós-exposição.

#### 4.4 VARIÁVEIS ESTABILOMÉTRICAS DO TESTE DE INTEGRAÇÃO SENSORIAL E EQUILÍBRIO: COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS GE E GNE.

Para analisar o efeito crônico da exposição a desafios do equilíbrio e ao conflito sensorial sobre o controle postural, a avaliação pré do GE foi comparada com a avaliação do GNE. Os valores médios e desvio padrão ( $\pm$  dp) das variáveis estabilométricas analisadas, são apresentados na Figura 9 e na Tabela 4 do apêndice V.

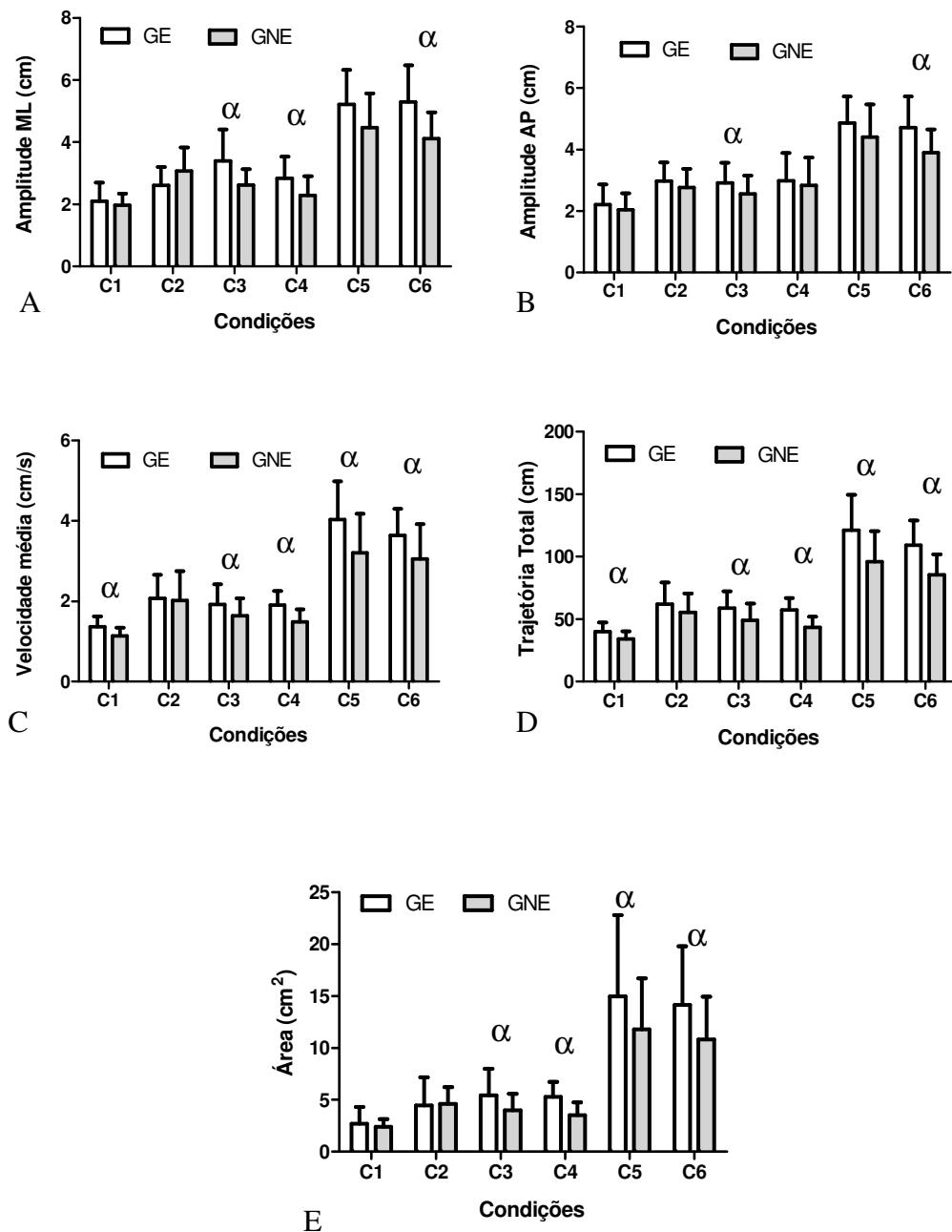
Na condição 1, as variáveis- velocidade média total e trajetória total de deslocamento do CP- foram maiores (19,2% e 16,5%, respectivamente) no GE comparando com o GNE ( $p<0,05$ ). Não houve diferença entre os grupos, para as demais variáveis da condição 1.

Quando os participantes permaneceram sobre uma superfície firme e com os olhos fechados (C2), os grupos GE e GNE não apresentaram diferenças para nenhuma das variáveis estabilométricas analisadas.

Quando a informação visual estava imprecisa e somatossensitiva normal (C3), todas as variáveis analisadas, amplitude de deslocamento do CP médio-lateral e ântero-posterior, velocidade média total, trajetória total e área de deslocamento do CP, apresentaram-se maiores no grupo GE em relação ao GNE (29,7%, 24,7%, 17%, 21,3% e 35,6% respectivamente)

Sob condições visuais normais e superfície de apoio instável (C4), a amplitude de deslocamento do CP, na direção ântero-posterior, foi a única variável a não apresentar diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ). A amplitude de deslocamento do CP, na direção médio-lateral, velocidade média total, trajetória

**FIGURA 9.** Variáveis estabilométricas dos grupos GE e GNE nas 6 condições experimentais.



(A) Amplitude de deslocamento médio-lateral; (B) Amplitude de deslocamento ântero-posterior; (C) Velocidade média total de deslocamento; (D) Trajetória total e (E) Área. ALFA (α) = diferenças significativas entre os grupos ( $p < 0.05$ ).

(C1) Visão e superfície de apoio normal. (C2) Olhos fechados e superfície de apoio normal. (C3) Visão imprecisa e superfície de apoio normal. (C4) Visão normal e superfície de apoio instável. (C5) Olhos fechados e superfície de apoio instável. (C6) Visão imprecisa e superfície de apoio instável.

total e área de deslocamento foram todas maiores no grupo GE (23,5%, 29%, 32,3% e 50,5%, respectivamente).

Na condição 5, na qual os participantes estavam com ausência das informações visuais e com as informações somatossensitivas alteradas pela espuma, as variáveis amplitude de deslocamento do CP nas direções médio-lateral, velocidade média total, trajetória total e área de deslocamento do CP foram maiores no GE (16,7%, 26,2%, 26,1% e 26,8%, respectivamente) em relação ao GNE ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença para amplitude de deslocamento do CP na direção ântero-posterior ( $p > 0,05$ ).

Quando os participantes permaneceram na postura ereta, tanto com as informações visuais quanto com as somatossensitivas imprecisas (C6), todas as variáveis foram maiores no GE em relação ao GNE ( $p < 0,05$ ): amplitude de deslocamento do CP na direção médio-lateral (28,3%), amplitude de deslocamento do CP ântero-posterior (21%), velocidade média total (28,1%), trajetória total (27,8%) e área de deslocamento do CP (30,5%).

A diferença percentual das comparações entre a condição C1 em relação às condições C2, C3, C4, C5 e C6, da avaliação do GNE e da avaliação pré do GE, são apresentadas na Tabela 5.

**TABELA 5.** Diferenças percentuais da comparação entre as condições experimentais do GE x GNE.

	GE	GNE	p
C1 x C2	C2 > C1 40,4%	C2 > C1 61,9%	0,156
C1 x C3	C3 > C1 47,5%	C3 > C1 44,11%	0,426
C1 x C4	C4 > C1 43,8%	C4 > C1 26,6%	0,04
C1 x C5	C5 > C1 174%	C5 > C1 180%	0,337
C1 x C6	C6 > C1 173%	C6 > C1 149%	0,482

p resultado da comparação dos percentuais entre os grupos

Ao comparar a condição de olhos abertos (C1) com olhos fechados (C2), os participantes de ambos os grupos apresentaram um aumento significativo da trajetória total, porém, a diferença percentual entre os grupos não foi significativa. Quando a informação visual estava imprecisa (C3), os grupos GE

e GNE obtiveram aumentos semelhantes na trajetória total em relação à condição com visão normal (C1).

Ao se comparar o comprimento da trajetória total de deslocamento do CP, durante a postura ereta sobre uma espuma (C4) e sem a espuma (C1), observou-se que com o uso da espuma ocorreu um aumento na oscilação corporal do GNE e do GE, e que esse aumento foi significativamente menor para o GNE.

Ao comparar a condição 5 (olhos fechados e sobre uma superfície instável) com a condição 1 (olhos abertos e sobre uma superfície firme), os grupos GE e GNE apresentaram aumentos semelhantes no comprimento da trajetória total do CP.

Em relação a C1 (superfície firme e olhos abertos), quando os participantes permaneceram sobre a espuma e com a informação visual imprecisa (C6), novamente, o grupo GNE apresentou um aumento na trajetória total de deslocamento do CP similar ao GE.

## 5 DISCUSSÃO

A primeira hipótese deste estudo era que diferenças na oscilação corporal, em função da exposição aguda do GE ao conflito sensorial, seriam encontradas. A amplitude de deslocamento do CP na direção ântero-posterior parece ter sido mais sensível para detectar alterações causadas pela exposição aguda ao conflito sensorial de um barco em alto mar, sendo a única variável que sofreu mudança entre o pré e pós-exposição.

Na postura ereta, o corpo humano pode ser visto como um sistema multisegmentar, e a localização do CM é determinada pela orientação e posição desses segmentos. Esse sistema multisegmentar incorpora muitos graus de liberdade, o que causa dificuldades na regulação e coordenação dos segmentos e na estabilização do centro de massa. A redução dos graus de liberdade (congelamento segmentar) permite a redução da complexidade do controle do sistema (BERNSTEIN, 1967 *apud* WU; MCKAY; ANGELO-BARROSO, 2009). Assim, para controlar a oscilação corporal, o corpo se comporta como um pêndulo invertido, articulado ao redor da articulação do tornozelo, no qual as articulações mais proximais fazem parte de um único segmento rígido (WINTER *et al.*, 1998).

Baseando-se nisso, especula-se que após a exposição ao conflito sensorial, o aumento da amplitude de deslocamento do CP, na direção ântero-posterior pós-exposição, apresentado pelos participantes do grupo exposto, pode ter ocorrido porque estes utilizaram maior número de grau de liberdade para manter o equilíbrio, utilizando, preferencialmente, uma estratégia mais relacionada ao controle da articulação do quadril. Ajustes ao redor do quadril se dão no plano sagital, o que explicaria o aumento da amplitude de oscilação ter ocorrido na direção ântero-posterior. Além disso, essa estratégia é usada em resposta a situações em que a produção de torque no tornozelo é limitada, como, por exemplo, quando a superfície de apoio é estreita, móvel e/ou instável (NASHNER; MCCOLLUM, 1985; HORAK *et al.*, 1990; HORAK; HLAVACKA, 2001; YI; PARCK ,2009). Contudo, essas explicações não concordam com o estudo de Freitas *et al.* (2009), os quais observaram que, quando as articulações mais proximais (isto é, acima dos tornozelos) são imobilizadas, a magnitude da oscilação ântero-posterior do CP aumenta.

Autores como Owem, Leadbetter e Yardey (1998), Shahal *et al.* (1999) e Nachum *et al.* (2004) sugerem que a maior instabilidade postural, durante uma situação de conflito sensorial, ou mesmo após a ela, está associada a maior susceptibilidade para desenvolver cinetose ou mal de desembarque. Talvez isso possa explicar porque não foram observadas diferenças pré/pós-exposição ao conflito sensorial nas demais variáveis analisadas, visto que os participantes deste estudo não apresentaram susceptibilidade para cinetose ou mal de desembarque. Reason (1978) afirma que 69% dos navegadores sofrem cinetose na primeira viagem, mas depois de alguns meses navegando, ocorre uma adaptação ao estímulo, e o número de navegadores afetados por esses sintomas diminui.

Além disso, nas pesquisas que encontraram maior instabilidade postural, após uma situação de conflito sensorial (SHAHAL *et al.*, 1999; NACHUM *et al.*, 2004), os participantes ficaram durante dias expostos ao conflito. Em contraste, os participantes do presente estudo permaneceram, em média, por três horas expostos, e esse tempo pode não ter sido suficiente para causar maiores alterações no comportamento CP. Portanto, na hipótese 1 somente uma variável estabilométrica (Amplitude AP) sofreu alteração em função à exposição aguda ao conflito sensorial.

Como a integração das informações é dinamicamente regulada para adaptar-se à informação sensorial disponível (HORAK; MACPHERSON, 1996), na segunda hipótese desta pesquisa esperava-se que, imediatamente, após a exposição ao conflito sensorial, ocorreria mudança na preferência por informações sensoriais de um sistema sobre os outros, para a manutenção do equilíbrio. No entanto, essa hipótese foi rejeitada, pois o aumento da trajetória total do CP, quando os participantes dependeram, principalmente, da informação visual, foi semelhante de quando dependeram mais da somatossensitiva, tanto pré quanto pós-avaliação. Isso sugere que a informação visual e somatossensitiva têm uma influência semelhante no controle postural desses indivíduos e que não houve mudança na preferência sensorial imediatamente após terem sido expostos ao conflito sensorial.

Os participantes apresentaram maiores amplitudes de oscilação quando as informações visual e somatossensitiva estavam alteradas simultaneamente, e o sistema vestibular foi o principal sistema sensorial utilizado, contudo, não

houve mudança nos percentuais após a exposição. Provavelmente porque os participantes selecionados apresentaram, no mínimo, 6 anos de experiência com pesca em alto mar, uma adaptação à essa exposição crônica ao conflito sensorial pode ter ocorrido, fazendo com que esses indivíduos não sofram mais os efeitos da exposição aguda a tal conflito e mantenham suas preferências sensoriais independentemente de terem saído ou não de uma situação de conflito sensorial.

Quando se está em um barco, a movimentação do mar acarreta em movimentos da cabeça que podem estimular o sistema vestibular, e segundo Tsang *et al.* (2004), esse estímulo frequente, com o tempo, poderia aprimorar o controle postural do indivíduo. Além disso, assim como um programa de treinamento de equilíbrio foi capaz de diminuir a trajetória total de deslocamento do CP de adultos jovens (YAGGIE; CAMPBELL, 2006), a perturbação frequente do equilíbrio, dentro de um barco em alto mar, poderia desenvolver estratégias sensoriomotoras apropriadas para a manutenção do equilíbrio corporal e, com isso, a terceira hipótese do presente estudo era de que indivíduos expostos cronicamente ao conflito sensorial e as perturbações do equilíbrio apresentariam menores amplitudes de oscilações corporais em relação aos indivíduos não expostos.

Como os grupos de indivíduos expostos cronicamente a desafios do equilíbrio e ao conflito sensorial (GE) e de indivíduos não expostos (GNE) não puderam ser determinados de forma aleatória, houve diferença na média de estatura, o que, possivelmente, não interferiu nos resultados deste estudo. Chiari; Rocchi; Cappello (2002) associaram maiores estaturas com maiores amplitudes de oscilações. No presente estudo, o GNE apresentou valores menores para a maioria das variáveis analisadas (Figura 9), mesmo tendo apresentado um valor médio de estatura maior que o GE, portanto, seguindo a relação feita por Chiari; Rocchi; Cappello (2002); se os grupos apresentassem valores médios de estatura iguais, provavelmente o GE continuaria oscilando mais, dessa forma, a terceira hipótese do presente estudo foi rejeitada.

Todavia, uma possível explicação para o grupo exposto ter apresentado maior oscilação, comparando com os participantes do grupo não exposto, é de que os participantes do GNE tenham utilizado a estratégia de congelamento das articulações, reduzindo os graus de liberdade para evitar maiores

oscilações (NEWELL, 1985 *apud* LIMA; TOLEDO; TEIXEIRA, 2009). A aquisição ou então, a aprendizagem de habilidades motoras é um processo dinâmico e complexo, que pode ser dividido em estabilização e adaptação, ou seja, primeiro se busca a estabilização funcional, resultando na padronização espacial e temporal do movimento. Depois que os movimentos alcançam padrões consistentes, busca-se adaptações às novas situações ou tarefas motoras, o que exige uma reorganização num nível superior de complexidade da habilidade já adquirida (TANI, 2000).

Pela teoria dos sistemas, durante os estágios iniciais de aprendizagem de uma habilidade motora, o aprendiz reduz os graus de liberdade congelando algumas articulações, a medida que domina a tarefa, o aprendiz começa a liberar os graus de autonomia dessas articulações, permitindo mais eficiência no movimento (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). Logo, depois de anos de treinamento do equilíbrio em alto mar, o GE foi capaz de manter o equilíbrio com maior variabilidade de respostas e utilizando mais graus de liberdade (VEREJKEN *et al.*, 1992).

Sabe-se que o sistema de controle postural é capaz de “re-pesar” as informações sensoriais disponíveis, na tentativa de manter o equilíbrio em ambientes, nos quais há uma alteração de alguma informação sensorial (HORAK; HLAVACKA, 2001). O peso ou a importância atribuída a cada sistema sensorial depende do quanto útil for a informação fornecida por ele para a manutenção do equilíbrio (JEKA; OIE; KIEMEL, 2000; PETERKA, 2002; BONFIM; POLASTRI; BARELA, 2006; MAHBOOBIN *et al.*, 2009).

A quarta hipótese deste estudo foi parcialmente confirmada (Tabela 3). Acreditava-se que os indivíduos expostos cronicamente ao conflito sensorial teriam preferência pelas informações somatossensitivas para a manutenção do equilíbrio às informações vestibulares e visuais, devido estas informações estarem conflitantes em um barco, em alto mar.

Embora Peterka (2002) tenha observado que sujeitos saudáveis são mais dependentes do sistema somatossensitivo para manter o equilíbrio quando a superfície de apoio está estável. No presente estudo, observou-se que os participantes não expostos cronicamente ao conflito sensorial (GNE) apresentaram uma trajetória total de deslocamento do CP maior quando estavam com a informação visual ausente (61.9%), do que quando a superfície

de apoio estava instável (26.6%), sugerindo que esses indivíduos são mais dependentes da informação visual à somatossensitiva para manter o equilíbrio. Por outro lado, os participantes expostos (GE) tiveram um aumento na trajetória total de deslocamento do CP de 40.4% quando a informação visual estava ausente e de 43.8% quando a informação somatossensitiva estava imprecisa (espuma).

Esses resultados apontam que, comparado com o GNE, o GE depende menos da informação visual e mais da informação somatossensitiva para manter a postura ereta. Isso explicaria porque a oscilação corporal foi igual entre os grupos, quando a informação visual estava ausente, pois, como o GE está mais habituado a manter o equilíbrio atribuindo menos peso para a informação visual, o GE não oscilou mais que o GNE quando esta informação estava ausente. Esses achados corroboram com o estudo de Nachum *et al.* (2004), segundo o qual a diminuição da confiança na informação visual e vestibular e o aumento da dependência da informação somatossensitiva, para manter o equilíbrio, ocorre como adaptação ao conflito que acontece entre os sistemas visual e vestibular.

Uma das limitações do presente estudo é o fato de não terem sido realizadas análises cinemáticas para confirmar a possibilidade do GE ter utilizado maior número de grau de liberdade que o GNE. Havendo, assim, a necessidade de realizar estudos futuros que, além das variáveis estabilométrica, avaliem também a cinemática articular. Outro fator a ser considerado é que no presente estudo avaliou-se a postura estática, e essa avaliação não é capaz de mostrar a habilidade dos sujeitos para manter o equilíbrio frente a uma perturbação. Estudos futuros poderiam avaliar se, a provável capacidade em usar mais graus de liberdade para manter o controle postural dos indivíduos expostos, cronicamente, ao conflito sensorial e aos desafios do equilíbrio, fariam com que esses indivíduos apresentassem melhores respostas frente às perturbações. Mais que isso, poderiam investigar se o fato dos pescadores terem apresentado maiores amplitudes de oscilação postural pode trazer algum tipo de risco a essa população.

Outros estudos com diferentes populações expostas, frequentemente, ao conflito sensorial, como pilotos de corrida, surfistas ou aeromoças poderão

auxiliar na compreensão das adaptações do sistema de controle postural ao conflito sensorial.

## CONCLUSÃO

Com os resultados deste estudo pôde-se concluir que, apesar da amplitude de oscilação AP ter aumentado em duas condições do teste, após a situação de conflito sensorial, a preferência a cada sistema sensorial não mudou.

A exposição crônica ao conflito sensorial parece ter acarretado, nos participantes deste estudo, uma habituação a esse conflito, fazendo com que eles utilizassem a informação dos diferentes sistemas sensoriais, da mesma forma, antes e após, a exposição aguda ao mesmo conflito sensorial.

Provavelmente, essa habituação pode ter feito com que os indivíduos expostos, cronicamente, ao conflito sensorial, adotassem estratégias motoras diferentes das utilizadas por indivíduos não expostos para a manutenção do equilíbrio.

Os indivíduos expostos, cronicamente, a um conflito, entre os sistemas visual e vestibular, preferem mais a informação somatossensitiva do que indivíduos não expostos.

## REFERÊNCIAS

ACORNERO, N.; CAPOZZA, M.; RINALDUZZI, S.; MANFREDI, G. W. Clinical multisegmental posturography: age-related changes in stance control. **Eletroencephalography and Neurophysiology**. v. 105, p. 213-219, 1997.

AMIRIDIS, I. G.; HATZITAKI, V.; ARABATZI, F. Age-induced modifications of static postural control in humans. **Neuroscience Letters**. Limerick. v. 350, n. 3, p. 137-140, 2003.

ARANDA, C.; MEZA, A.; RODRÍGUEZ, R.; MANTILLA, M.T.; JA'UREGUI-RENAUD, K. Diabetic polyneuropathy may increase the handicap related to vestibular disease. **Archives of Medical Research**. v. 40, p. 180-185, 2009.

BARELA, J. A. Estratégias de controle em movimentos complexos: Ciclo percepção-ação no controle postural. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo, supl.3, p.79-88, 2000.

BARELA, J.A.; POLASTRI, P.F.; GODOI, D. Controle postural em crianças: oscilação corporal e frequência de oscilação. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo, v.14, n.1, p. 68-77, jan./jun. 2000.

BERNSTEIN, N. The coordination and regulation of movements. **Pergamon Press, Oxford**, 1967. In: WU, J.; MCKAY, S.; ANGULO-BARROSO, R. Center of mass control and multi-segment coordination in children during quiet stance. **Experimental Brain Research**. Berlin. v.196, p. 329–339, 2009.

BLACK, F.O.; PALOSKI, W.H. Computerized dynamic posturography: what have we learned from space? **Otolaryngol Head Neck Surg**. v.118, p 45-51, 1998.

BONFIM, T. A.; POLASTRI, P. F.; BARELA, J. A. Efeito do toque suave e da informação visual no controle da posição em pé de adultos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. São Paulo, v.20, n.1, p.15-25, 2006.

BOREL, A.L.; LOPEZA, C.; PÉRUCHB, P.; LACOURA, M. Vestibular syndrome: A change in internal spatial representation. **Clinical Neurophysiology**. v. 38, p. 375—389, 2008.

BUCHANAN, J. J.; HORAK, F. B. Emergence of postural patterns as a function of vision and translation frequency. **Journal of Neurophysiology**. Bethesda. v. 81, n. 5, p. 2325-2339, 1999.

CENCIARINI, M.; PETERKA, R.J. Stimulus-dependent changes in the vestibular contribution to human postural control. **Journal of Neurophysiology**. v. 95, p. 2733–2750, 2006.

CHIARI, L.; ROCCHI, L.; CAPPELLO, A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. **Clinical Biomechanics**, v. 17, p. 666–677, 2002.

DUARTE, M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática. Tese apresentada para obtenção do título de Livre Docente a Universidade de São Paulo, 2000.

FREITAS, Jr.P.; BARELA, J.A. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. **Revista Portuguesa de Ciências e Desporto**. Porto. v .6, n.1, p. 94–105, 2006.

FREITAS, S.M.S.F. Coordenação postural em adultos e idosos durante movimentos voluntários na postura ereta. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FITZPATRICK, D.; ROGERS, D.K.; MCCLOSKEY, D.I. Stable human standing with lower-limb muscle afferents providing the only sensory input. In: FREITAS, P.B.; FREITAS, S.M.S.F.; DUARTE, M.; LATASH, M.L. ZATSIORSKY, V.M. Effects of joint immobilization on standing balance. **Human Movement Science**, 2009.

FREITAS, S.M.S.F.; DUARTE, M. **Métodos de análise de controle postural**. Laboratório de Biofísica da Universidade de São Paulo. (in press). 2005.

GANONG, W.F. **Fisiologia médica**. 22 ed. Rio de Janeiro: McGraw. 2006.

GOLDING, J. F. Motion sickness susceptibility questionnaire revised and its relationship to other forms of sickness. **Brain Research Bulletin**. v. 47, n. 5, p.507–516, 1998.

GUERRAZ, M.; YARDLEY, L.; BERTHOLON, P.; POLLAK, L.; RUDGE, P.; GRESTY, M.A. *et al.* Visual vertigo: symptom assessment. spatial orientation and postural control. **Brain**. v. 124, n. 8, p.1646—56, 2001.

HAYES, K. C. Biomechanics of postural control. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. Hagerstown. v. 10, p. 363-391, 1982.

HORAK. F.B. Clinical Measurement of Postural Control in Adults. **Physical Therapy**. Alexandria. v. 67, n. 12, 1987.

\_\_\_\_\_. Clinical assessment of balance disorders. **Gait & Posture**. Amsterdam. p. 76-84, 1997.

\_\_\_\_\_. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural central of balance to prevent falls. **Age and Ageing**. v. 35, p. 117-21, 2006.

HORAK, F. B.; HLAVACKA , F. Somatosensory Loss Increases Vestibulospinal Sensitivity. **Journal of Neurophysiology**. v. 86, p.575-585, 2001.

HORAK, F.B.; SHUPERT, C.L.; MIRKA, A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. **Neurobiological of Ageing**. New York. v. 10, p. 727-745, 1989.

HORAK, F.B.; SHUPERT, C.L. The role of vestibular system in postural control. In: HERDMAN, S. (ED). *Vestibular Rehabilitation*. New York: F.A Davis. p. 22-46, 1994.

HORAK, F.B.; MACPHERSON, J.M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL. L.B.; SHEPARD. J.T.. eds. **Handbook of physiology**. New York. Oxford University Press. p.255-92, 1996.

HORAK, F.B.; NASHNER, L.M.; DIENER, H.C. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. **Experimental Brain Research**. Berlin. v. 82, n.1, p.167—77, 1990.

JEKA, J.J.; OIE, K.S.; KIEMEL, T. Multisensory information for human postural control: integrating touch and vision. **Experimental Brain Research**. Berlin. v. 134, p. 107-125, 2000.

KAVOUNOUDIAS, A.; ROLL, R.; ROLL, J.P. Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. The **Journal of Physiology**. v. 532, n. 3, p. 869-878, 2001.

KOOIJ, H. V. D.; JACOBS, R; KOOPMAN, B.; GROOTENBOER, H. A multisensory integration model of human stance control. **Biological Cybernetics**. v.80, p. 299-308, 1999.

KAUFMAN, G. D.; WOOD, S.J. ; GIANNA, C.C.; BLACK, F.O.; PALOSKI, W.H. Spatial orientation and balance control changes induced by altered gravitoinertial force vectors. **Experimental Brain Research**. Berlin. v.137, p. 397–410, 2001.

KUO, A. An optimal control model for analyzing human postural balance. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**. v. 42, p. 87–101, 1995.

NEWELL, K.M. Coordination, control and skill. In:Goodman D, Wilberg RB, Franks IM., editors. *Differing perspectives in motor learning, memory, and*

control. In: LIMA, A.C.; TOLEDO, D.R.; TEIXEIRA, L.A. Ajustes posturais são modulados pela complexidade da tarefa manual. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.** v. 11, n.4, p. 400-407, 2009.

MAHBOOBIN, A.; LOUGHLIN, P.; ATKESON, C.; REDFERN, M. A mechanism for sensory re-weighting in postural control. **Medical and Biological Engineering and Computing.** Publicação on line, 2009.

MARSH, A.P.; GEEL, S.E. The effect of age on the attentional demands of postural control. **Gait and Posture.** Londres. v. 12, p. 105-113, 2000.

MEYER, P.F.; ODDSSON, L.I; DE LUCA, C.J. The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. **Experimental Brain Research.** Berlin. v. 156, p.505-512, 2004.

MORIOKA, S.; YAGI, F. Influence of perceptual learning on standing posture balance: repeated training for hardness discrimination of foot sole **Gait & Posture**, v. 20, n. 1,p. 36-40, 2004.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A.C. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.** v. 3, n. 3, p.77–83, 2003.

MOELLER, L.; LEMPERT, T. Mal de debarquement: Pseudo-hallucinations from vestibular memory? **Journal of Neurophysiology.** Bethesda. v. 254, p. 813–815, 2007.

NACHUM, Z.; SHUPAK, A.; LETICHEVSKY, V.; BEN-DAVID, J.; TAL, D.; TAMIR, A.; TALMON, Y.; GORDON, C. R.; LUNTZ, M. Mal de debarquement and posture: reduced reliance on vestibular and visual cues. **Laryngoscope.** v.114, p.581–586, 2004.

NASHNER, L.M. Adaptations of human movement to altered environments. **Trends Neurosciences.** v.5, p. 358-61, 1982.

NASHNER, L.M.; BLACK, F.O.; WALL. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. **The Journal of Neuroscience**. v. 2, n.5, p. 536-544, 1982.

NASHNER, L.M.; MCCOLLUM, G. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. **Behavioral and Brain Sciences**. Cambridge. v. 8, p. 135-172, 1985.

OWEN, N.; LEADBETTER, A.G.; YARDLEY, L. Relationship between postural control and motion sickness in healthy subjects. **Brain Research Bulletin** v. 47, n. 5, p. 471-474, 1998.

PARIETTI-WINKLER, C.; GAUCHARD, G.C.; SIMON, C.; PERRIN, P. Visual sensory preference delays balance control compensation after vestibular schwannoma surgery. **Journal of Neural Neurosurgery Psychiatry**. v.79, p.1287-1294, 2008.

PETERKA, R. J. Sensorimotor integration in human postural control. **Journal of Neurophysiology**. Bethesda. v. 88, n. 3, p. 1097-1118, 2002.

POLLOCK, A.S.; DURWARD, B.R.; ROWE, P.J. What is balance? **Clinical Rehabilitation** v.14, p.402-406, 2000.

PRIOLI, A. C.; FREITAS JUNIOR, P.B.; BARELA, J.A. Physical activity and postural control in the elderly: coupling between visual information and body sway. **Gerontology**. Basel. v. 51, p. 145-148, 2005.

REASON, J.T. Motion sickness adaptation: a neural mismatch model. **Journal of the Royal Society of Medicine**. v.71, p. 819–829, 1978.

ROTHWELL, J. **Control of human voluntary movement**. 2ed. London: Chapman & Hall, 1994.

RUNGE, C. F.; SHUPERT, C. L.; HORAK, F. B.; ZAJAC, F. E. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. **Gait & Posture**. Amsterdam. v. 10, n. 2, p. 161-170, 1999.

SHAHAL, B.; NACHUM, Z.; SPITZER, O.; BEN-DAVID, J.; DUCHMAN, H.; PODOSHIN, L.; SHUPAK, A. Computerized Dynamic Posturography and Seasickness Susceptibility. **Laryngoscope**. v.109, n.12B, p. 1996-2000, 1999.

SHUMWAY-COOK, A; HORAK, F. B. Assessing the influence of sensory interaction on balance. Suggestion from the field. **Physical Therapy**. Alexandria. v. 66, p. 1548-1550, 1986.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Controle motor: teoria e aplicações práticas**. São Paulo: Manole, 2003.

TANI, G. Processo adaptativo em aprendizagem motora: O papel da variabilidade. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo. supl.3, p.55-61, 2000.

TSANG,W.W.; WONG, V.S.; FU, S. N.; HUI-CHAN,C.W. Tai Chi Improves Standing Balance Control Under Reduced or Conflicting Sensory Conditions. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v. 85, 2004.

TEIXEIRA, C.S.; ROSSI, A.G.; LOPES, L.F.D.; MOTA, C.B. Influência da informação visual na amplitude e no deslocamento do centro de força durante o equilíbrio estático. **Lecturas Educación Física y Deportes**. Buenos Aires. v. 12, p. 112, 2007.

VEREJKEN, B.; VAN EMMERIK, R.E.A.; WHITING, H.T.A.; NEWELL. Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. **Journal of motor behavior**. v.24, n. 1, p. 133-142, 1992.

YAGGIE, J.A.; CAMPBELL, B.M. Effects of balance training on selected skills. **Journal of strength and Conditioning Research**, v. 20, n.21, p. 422-428, 2006.

YONGWOO, Y.I.; PARK, P. Effect of reduced cutaneous cues on motion perception and postural control. **Experimental Brain Research**. Berlin. v.195, p.361–369, 2009.

WANG, T.; LIN, S. Sensitivity of plantar cutaneous sensation and postural stability. **Clinical Biomechanics**. v. 23, p. 493–499, 2008.

WINTER, D.A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & Posture**. Amsterdam. v. 3, p. 193-214, 1995.

WINTER. D. A.; PATLA. A. E.; PRINCE. F.; ISHAC. M.; GIELO-PERCZAK. K. Stiffness control of balance in quiet standing. **Journal of Neurophysiology**. Bethesda. v. 80, n. 3, p. 1211-1221, 1998.

WOOLLACOTT, M.H.; SHWMWAY-COOK. A. Changes in posture control across the life span- A systems approach. **Physical Therapy**. Alexandria. v. 70, n. 12, 1990.

## **APÊNDICE I**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar do estudo intitulado “**CONTROLE POSTURAL DE PESCADORES: OSCILAÇÃO POSTURAL E CONFLITO SENSORIAL**”. É através das pesquisas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas e sua participação é fundamental.

**OBJETIVO:** o objetivo deste estudo é avaliar o equilíbrio na posição em pé de pescadores, antes e depois da pesca, e comparar com o equilíbrio de pessoas que não são pescadores. Para verificar se existe diferença no equilíbrio entre pessoas que são expostas frequentemente aos movimentos do mar (pescadores) e pessoas que não são expostas de maneira tão freqüente aos movimentos do mar (não pescadores).

**PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA:** A sua participação neste estudo será voluntária. Você tem a liberdade de recusar-se a participar ou, se aceitar participar, retirar seu consentimento a qualquer momento.

**LOCAL DO ESTUDO:** As avaliações do equilíbrio serão realizadas na Colônia de Pescadores Z-4 de Matinhos-PR.

**PROCEDIMENTOS:** Primeiro você deverá responder um questionário com algumas perguntas, com duração aproximada de 10 minutos. Depois você passará por avaliações de equilíbrio em um instrumento chamado plataforma de força, que é semelhante a uma balança. Para os pescadores será realizada uma avaliação antes de iniciar a pesca e outra logo após retornarem da pesca. Para os não pescadores será realizada apenas uma avaliação do equilíbrio.

Você realizará 6 tarefas diferentes para a avaliação do equilíbrio. Cada uma com duração de 40 segundos, descritas a seguir:

1º Permanecer em pé, parado em cima da plataforma de força, olhando para um ponto na parede.

2º Permanecer em pé, parado em cima da plataforma de força com os olhos fechados.

3º Permanecer em pé, parado em cima da plataforma de força e utilizando uma espécie de capacete.

4º Permanecer em pé, parado em cima de uma espuma, olhando para um ponto na parede.

5º Permanecer em pé, parado em cima de uma espuma com os olhos fechados.

6º Permanecer em pé, parado em cima de uma espuma e utilizando uma espécie de capacete.

Outra tarefa, ainda, será realizar um movimento de inclinação do corpo para a frente, o máximo que conseguir, sem cair, mantendo os pés sempre em contato com o chão.

**RISCOS E BENEFÍCIOS:** Um possível risco de queda será minimizado, pois o fisioterapeuta responsável permanecerá próximo ao participante e a tarefa será realizada em ambiente familiar. Caso haja algum imprevisto e um participante caia, o mesmo será encaminhado ao Sistema Único de Saúde (SUS). Se durante a entrevista for identificada a necessidade de atendimento fisioterapêutico em algum participante, este será encaminhado à clínica escola da UFPR, Setor Litoral.

Posteriormente à análise dos resultados, os pesquisadores organizarão uma atividade com informações sobre sua saúde e como cuidar-se, esclarecendo o tema do equilíbrio e cuidados com a atividade da pesca.

**GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE:** A equipe de pesquisa compromete-se a manter sigilo sobre os dados coletados nas avaliações de cada participante, bem como, a privacidade de seus conteúdos, como determinam os Documentos Internacionais e a Resolução 196/96 do Ministério da Saúde e o Código Penal Brasileiro.

Os resultados obtidos neste estudo serão publicados em um estudo chamado dissertação de mestrado, eventos científicos, congressos e revistas especializadas. No entanto, as informações divulgadas em relatório ou publicação, serão sob forma códigos para que a sua privacidade seja mantida.

**DESPESAS:** Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão da sua responsabilidade. Também, você não receberá nenhum tipo de remuneração, sendo sua participação voluntária.

**ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS:** Qualquer dúvida poderá ser esclarecida por um dos pesquisadores que conduzem o estudo, durante o horário comercial.

Pesquisador Responsável: Danielle Brandalize. Telefone para Contato: (41) 9915-8190 e (41)3092-8962.

Orientadora da Pesquisa: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Israel. (41) 3511- 8301.

### **DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO DO VOLUNTÁRIO**

Estão garantidas todas as informações que você queira, antes, durante e depois do estudo.

Eu, \_\_\_\_\_, li o texto acima e comprehendi a natureza e objetivo do estudo ao qual fui convidado a participar. A explicação que recebi mostra os riscos e benefícios do estudo e como ele será realizado. Irei ajudar no entendimento do equilíbrio na posição em pé e estou ciente de que este estudo poderá trazer benefícios para diversas populações que enfrentam problemas de desequilíbrio, entretanto, não terei nenhum benefício direto, pois não serei tratado. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão. Eu entendi o que não posso fazer durante a pesquisa e sei que qualquer problema relacionado aos procedimentos da pesquisa será tratado sem custos para mim. Também entendi que caso ocorra algum acidente serei tratado pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Eu concordo em participar, voluntariamente, deste estudo.

Matinhos. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009.

---

Participante

RG:

---

**Danielle Brandalize** RG: 8415692-2 PR

**Pesquisadora**

**APÊNDICE II**

## ANAMNESE CLÍNICA

## 1. DADOS PESSOAIS

Nome: \_\_\_\_\_

Data De Nascimento: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_

## 2. CONDIÇÕES CLÍNICAS

PROBLEMAS DE SAÚDE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Diabetes			
Osteoporose			
Artrite			
Artrose			
Tendinite			
Problemas Musculares			
Deficiência Auditiva			
Deficiência Visual			
Doença Neurológica			
Deficiência Física			
Labirintite			
Outros			

SINTOMA	SIM	NÃO	FREQUÊNCIA	OBSERVAÇÕES
Dor De Cabeça				
Tontura				
Vertigem				
Dor				
Fraqueza Muscular				
Diminuição De Sensibilidade				

## 3. MEDICAMENTOS

Usa medicamentos com regularidade? ( ) SIM ( ) NÃO

Qual? \_\_\_\_\_

## 4. HISTÓRIA DE QUEDAS

CARACTERÍSTICA	SIM	NÃO	FREQUÊNCIA

Dificuldade De Equilibrar-Se			
Perde Equilíbrio Facilmente			
Tropeça Facilmente			
Sofre Quedas			

Quando foi sua queda mais recente? \_\_\_\_\_

Quanto tempo de profissão? \_\_\_\_\_ Quantas vezes por semana pesca? \_\_\_\_\_

Nº de horas que passa em alto mar? \_\_\_\_\_ Quantas horas de sono tem por dia? \_\_\_\_\_

Há quantas horas está acordado? \_\_\_\_\_

Faz uso de álcool? ( ) SIM ( ) NÃO

Quando foi a última vez que ingeriu álcool? \_\_\_\_\_

DATA DA AVALIAÇÃO: \_\_\_\_\_

ASSINATURA AVALIADOR

**APÊNDICE III**

## QUESTIONARIO DE SUSCEPTIBILIDADE A CINETOSE

Tradução de: Motion sickness susceptibility questionnaire revised and its relationship to other forms of sickness (Golding. 1998).

Este questionário é designado para descobrir o quanto susceptível à cinetose você é e qual situação é mais efetiva para causá-la. Cinetose aqui significa sentir-se tonto, com náusea e até mesmo vomitar devido ao movimento.

Depois de algumas questões de identificação, o questionário consiste em duas sessões.

Sessão “A” é referente às suas experiências com viagens e cinetose na infância, considerada antes dos 12 anos de idade.

Sessão “B” é referente às suas experiências em viagens e cinetose nos últimos 10 anos.

A forma correta de responder cada questão está explicada no decorrer do questionário. É importante que você responda todas as questões.

### Obrigado pela sua colaboração.

1. Qual é a sua idade? \_\_\_\_\_
2. Qual é o seu sexo? ( ) Feminino ( ) Masculino  
1 2
3. Qual é sua profissão atual? \_\_\_\_\_
4. Você se considera susceptível a cinetose?  
( ) Não ( ) Um pouco ( ) Moderadamente ( ) Muito  
0 1 2 3

**SESSÃO A:** Apenas sobre experiências da sua **INFÂNCIA** (antes do 12 anos de idade). Para cada um dos tipos de transporte e ambiente, por favor, marque um “X”.

5. Quando **criança (antes do 12 anos de idade)**, com que freqüência você **viajava** ou experimentava (marque um “X”)?

	Nunca	1 a 4 viagens	5 a 10 viagens	11 ou mais viagens
Carro				
Ônibus				
Trem				
Avião				
Barco pequeno				
Navio ou Ferry Boat				
Balanço				
Carrossel				
Roda gigante; Montanha Russa				

0 1 2 3

6. Quando **criança (antes do 12 anos de idade)**, com que freqüência você se **sentia mal** ou **com náusea** (marque um “X”)?

	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
Carro					
Ônibus					
Trem					
Avião					
Barco pequeno					
Navio ou Ferry Boat					
Balanço					
Carrossel					
Roda gigante; Montanha Russa					

0 1 2 3 4

7. Quando **criança (antes dos 12 anos de idade)**, com que freqüência você **vomitava** (marque um “X”)?

	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
Carro					
Ônibus					
Trem					
Avião					
Barco pequeno					
Navio ou Ferry Boat					
Balanço					
Carrossel					
Roda gigante; Montanha Russa					

0                    1                    2                    3                    4

**SESSÃO B: Suas experiências nos últimos 10 anos** (aproximadamente).

Para cada um dos tipos de transporte e ambiente, por favor, marque um “X”.

8. **Nos últimos 10 anos**, com que freqüência você **viajava** ou experimentava (marque um “X”)?

	Nunca	1 a 4 viagens	5 a 10 viagens	11 ou mais viagens
Carro				
Ônibus				
Trem				
Avião				
Barco pequeno				
Navio ou Ferry Boat				
Balanço				
Carrossel				
Roda gigante; Montanha Russa				

0                    1                    2                    3

9. **Nos últimos 10 anos**, com que freqüência você **se sentia mal ou com náusea** (marque um “X”)?

	Nunca	1 a 4 viagens	5 a 10 viagens	11 ou mais viagens
Carro				
Ônibus				
Trem				
Avião				
Barco pequeno				
Navio ou Ferry Boat				
Balanço				
Carrossel				
Roda Gigante; Montanha Russa				

0                    1                    2                    3

10. **Nos últimos 10 anos**, com que freqüência você **vomitava** (marque um “X”)?

	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
Carro					
Ônibus					
Trem					
Avião					
Barco pequeno					
Navio ou Ferry Boat					
Balanço					
Carrossel					
Roda Gigante; Montanha Russa					

0                    1                    2                    3                    4

## **APÊNDICE IV**

Tabela 2. Variáveis do CP (média  $\pm$  desvio padrão) nas avaliações antes (pré) e após (pós) exposição do grupo GE, para as 6 condições.

		Pré	Pós	p
Condição 1	Amplitude ML	2.1 $\pm$ 0.6	2.52 $\pm$ 0.69	.297
	Amplitude AP	2.21 $\pm$ 0.65	2.46 $\pm$ 0.45	.107
	Velocidade	1.36 $\pm$ 0.26	1.45 $\pm$ 0.28	.163
	Trajetória (cm)	39.88 $\pm$ 7.61	43.62 $\pm$ 8.46	.119
	Área (cm <sup>2</sup> )	2.67 $\pm$ 1	3.4 $\pm$ 1.64	.248
Condição 2	Amplitude ML	2.61 $\pm$ 0.59	3.2 $\pm$ 0.98	.069
	Amplitude AP	2.97 $\pm$ 0.62	3.59 $\pm$ 1.05	.122
	Velocidade	2.07 $\pm$ 0.59	2.1 $\pm$ 0.65	.813
	Trajetória (cm)	62.03 $\pm$ 17.3	63.13	.840
	Área (cm <sup>2</sup> )	4.7 $\pm$ 1.98	6.5 $\pm$ 2.71	.072
Condição 3	Amplitude ML	3.4 $\pm$ 1.01	2.89 $\pm$ 0.91	.163
	Amplitude AP	2.91 $\pm$ 0.66	2.65 $\pm$ 0.66	.398
	Velocidade	1.92 $\pm$ 0.51	1.74 $\pm$ 0.31	.946
	Trajetória (cm)	58.86 $\pm$ 13.59	54.6 $\pm$ 11.09	.666
	Área (cm <sup>2</sup> )	5.4 $\pm$ 2.21	5.44 $\pm$ 2.61	.929
Condição 4	Amplitude ML	2.83 $\pm$ 0.70	3.11 $\pm$ 0.70	.224
	Amplitude AP	2.99 $\pm$ 0.89	3.62 $\pm$ 0.95	.049*
	Velocidade	1.91 $\pm$ 0.35	2.03 $\pm$ 0.37	.422
	Trajetória (cm)	57.38 $\pm$ 9.61	60.96	.422
	Área (cm <sup>2</sup> )	5.27 $\pm$ 2.24	4.87 $\pm$ 1.45	.641
Condição 5	Amplitude ML	5.22 $\pm$ 1.11	5.60 $\pm$ 0.93	.344
	Amplitude AP	4.87 $\pm$ 0.86	6.22 $\pm$ 2.51	.061
	Velocidade	4.04 $\pm$ 0.94	4.08 $\pm$ 0.70	.775
	Trajetória (cm)	121.31	121.48	.771
	Área (cm <sup>2</sup> )	14.95 $\pm$ 4.71	17.63 $\pm$ 4.6	.252
Condição 6	Amplitude ML	5.29 $\pm$ 1.18	4.89 $\pm$ 0.78	.380
	Amplitude AP	4.72 $\pm$ 1.19	5.66 $\pm$ 1.09	.041*
	Velocidade	3.64 $\pm$ 0.66	3.58 $\pm$ 0.77	.497
	Trajetória (cm)	109.16	108.47	.589
	Área (cm <sup>2</sup> )	14.14 $\pm$ 3.75	16.31 $\pm$ 6.06	.499

\*p < 0.05. P calculado através da análise de medidas repetidas ANOVA

Amp ML – amplitude de deslocamento do centro de pressão na direção médio-lateral.

**APÊNDICE V**

Tabela 5. Variáveis do CP (média  $\pm$  desvio padrão) nas avaliações antes (pré) exposição do grupo GE e da avaliação única do grupo GNE, para as 6 condições.

		GE	GNE	p
Condição 1	Amplitude ML (cm)	2.1 $\pm$ 0.6	1.96 $\pm$ 0.38	.288
	Amplitude AP (cm)	2.21 $\pm$ 0.65	2.04 $\pm$ 0.54	.683
	Velocidade (cm/s)	1.36 $\pm$ 0.26	1.14 $\pm$ 0.20	.016*
	Trajetória (cm)	39.88 $\pm$ 7.61	34.23 $\pm$ 6.06	.031*
	Área (cm <sup>2</sup> )	2.67 $\pm$ 1	2.39 $\pm$ 0.74	.300
Condição 2	Amplitude ML (cm)	2.61 $\pm$ 0.59	3.07 $\pm$ 0.76	.069
	Amplitude AP (cm)	2.97 $\pm$ 0.62	2.77 $\pm$ 0.6	.859
	Velocidade (cm/s)	2.07 $\pm$ 0.59	2.02 $\pm$ 0.73	.666
	Trajetória (cm)	62.03 $\pm$ 17.3	55.44 $\pm$ 15.15	.683
	Área (cm <sup>2</sup> )	4.7 $\pm$ 1.98	4.61 $\pm$ 1.63	.739
Condição 3	Amplitude ML (cm)	3.4 $\pm$ 1.01	2.62 $\pm$ 0.51	.010*
	Amplitude AP (cm)	2.91 $\pm$ 0.66	2.55 $\pm$ 0,6	.016*
	Velocidade (cm/s)	1.92 $\pm$ 0.51	1.64 $\pm$ 0.43	.041*
	Trajetória (cm)	58.86	49.33 $\pm$ 13.16	.013*
	Área (cm <sup>2</sup> )	5.4 $\pm$ 2.21	3.98 $\pm$ 1.57	.017*
Condição 4	Amplitude ML (cm)	2.83 $\pm$ 0.70	2.29 $\pm$ 0.61	.044*
	Amplitude AP (cm)	2.99 $\pm$ 0.89	2.84 $\pm$ 0.90	.571
	Velocidade (cm/s)	1.91 $\pm$ 0.35	1.48 $\pm$ 0.32	.001*
	Trajetória (cm)	57.38 $\pm$ 9.61	43.34 $\pm$ 8.68	.0005*
	Área (cm <sup>2</sup> )	5.27 $\pm$ 2.24	3.5 $\pm$ 1.27	.002*
Condição 5	Amplitude ML (cm)	5.22 $\pm$ 1.11	4.47 $\pm$ 1.10	.079
	Amplitude AP (cm)	4.87 $\pm$ 0.86	4.41 $\pm$ 1.05	.151
	Velocidade (cm/s)	4.04 $\pm$ 0.94	3.2 $\pm$ 0.8	.012*
	Trajetória (cm)	121.31	96.16 $\pm$ 24.24	.012*
	Área (cm <sup>2</sup> )	14.95 $\pm$ 4.71	11.79 $\pm$ 4.97	.008*
Condição 6	Amplitude ML (cm)	5.29 $\pm$ 1.18	4.12 $\pm$ 0.84	.005*
	Amplitude AP (cm)	4.72 $\pm$ 1.19	3.9 $\pm$ 0.75	.010*
	Velocidade (cm/s)	3.64 $\pm$ 0.66	2.84 $\pm$ 0.54	.001*
	Trajetória (cm)	109.16	85.36 $\pm$ 16.38	.001*
	Área (cm <sup>2</sup> )	14.14 $\pm$ 3.75	10.83 $\pm$ 4.09	.003*

\*p < 0.05. P calculado através da análise de medidas repetidas ANOVA

Amp ML – amplitude de deslocamento do centro de pressão na direção médio-lateral.

**ANEXO I**

## CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Ministério da Educação  
 Universidade Federal do Paraná  
 Setor de Ciências da Saúde  
 Comitê de Ética em Pesquisa



Curitiba, 26 de agosto de 2009.

Ilmo (a) Sr. (a)  
**Danielle Brandalize**

**Nesta**

Prezado(a) Pesquisador(a),

Comunicamos que o Projeto de Pesquisa intitulado **“Controle postural de pescadores:oscilação postural e conflito sensorial”** está de acordo com as normas éticas estabelecidas pela Resolução CNS 196/96, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR, em reunião realizada no dia 05 de agosto de 2009 e apresentou pendência(s). Pendência(s) apresentada(s), documento(s) analisado(s) e projeto aprovado em 26 de agosto de 2009.

Registro **CEP/SD**: 752.087.09.07      **CAAE**: 2978.0.000.091-09

Conforme a Resolução CNS 196/96, solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos.

**Data para entrega do relatório final ou parcial: 26/02/2010.**

Atenciosamente

**Prof. Dr. Liliana Maria Labronici**  
 Coordenadora do Comitê de Ética em  
 Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde

*Prof. Dra. Liliana Maria Labronici*  
 Coordenador do Comitê de Ética  
 em Pesquisa - SD/UFPR