



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS
DA COMUNICAÇÃO HUMANA**

**ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE
POSTUROGRAFIA DINÂMICA
FOAM-LASER E PLATAFORMA DE FORÇA
NO TESTE DE INTEGRAÇÃO SENSORIAL
EM ADULTOS JOVENS NORMAIS**

Eduardo Alexandre Loth

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE POSTUROGRAFIA
DINÂMICA FOAM-LASER E PLATAFORMA DE FORÇA
NO TESTE DE INTEGRAÇÃO SENSORIAL EM
ADULTOS JOVENS NORMAIS**

por

Eduardo Alexandre Loth

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Área de Concentração em Audição, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ângela Garcia Rossi (UFSM)

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências da Saúde
Curso de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE POSTUROGRAFIA
DINÂMICA FOAM-LASER E PLATAFORMA DE FORÇA
NO TESTE DE INTEGRAÇÃO SENSORIAL EM
ADULTOS JOVENS NORMAIS**

elaborada por
Eduardo Alexandre Loth

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana

Comissão Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Ângela Garcia Rossi (UFSM)
(Presidenta/Orientadora)

Dr^a. Fa^a. Maria Elisabete Bovino Pedalini (HC/FMUSP)

Prof^a. Dr^a. Ceres Helena Buss (UFSM)

Santa Maria, 31 agosto de 2007.

ORIENTADORA

Prof^ª Dr^ª Ângela Garcia Rossi

Professora Doutora Adjunto do Departamento
de Otorrino-Fonoaudiologia da UFSM

*Desejo primeiro que você ame,
E que amando, também seja amado...*

*Desejo também que tenha amigos,
Que mesmo maus e inseqüentes,
Sejam corajosos e fiéis...*

*Desejo ainda que você tenha inimigos.
Nem muitos, nem poucos,
Mas na medida exata para que,
algumas vezes, Você
se interpele a respeito
De suas próprias certezas...*

*Desejo que você descubra ,
Com o máximo de urgência,
Acima e a respeito de tudo, que existem oprimidos...*

*Desejo por fim que você sendo homem,
Tenha uma boa mulher,
E que sendo mulher,
Tenha um bom homem
E que se amem hoje, amanhã
e nos dias seguintes,
E quando estiverem exaustos e sorridentes,
Ainda haja amor para recomeçar.*

(Victo Hugo)

DEDICATÓRIA

Dedico ao meu pai Amauri Loth. Árvore forte que jamais verga, que além de frutos, produz ensinamentos, e que além de conhecimento tem sabedoria. Dedico ao meu pai, espelho, admirável. Homem sutil, construtor magnífico, não de edificações civis, construtor de almas. Dedico ao meu pai, naquele que mirei e me tornei um reflexo torto, e, por isso tento me aperfeiçoar sempre.

Dedico minha mãe, Juvelina Lima Loth, pessoa da minha vida a qual, ainda não encontrei formas e palavras para descrevê-la. Se fosse montanha, nem a fé removeria. Eterna na vida das pessoas, coração grande, minha melhor amiga. Sempre abdicou ao meu favor.

Em suma, dedico aos meus pais, que se enganam redondamente ao pensar que sua maior contribuição para seus filhos, foi à oportunidade de estudar em universidades. Dedico aos meus pais que não sabem que sua maior contribuição para a família Loth, é o legado de honestidade, generosidade, bondade, dedicação e amor que vocês plantam por aí.

Dedico este trabalho, sobre tudo o esforço para sua realização, a minha esposa Fernanda Heiss. Comportei-me como Orfeu da tão conhecida história mitológica, não me contive. Te amo muito e para sempre.

Dedico por fim a minha filha Camilla. Ainda não te conheço pessoalmente, mas minha vida, já te conhece bem e te espera. Não consigo definir esse sentimento no peito. Papai te ama muito, você já é minha razão de viver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Dr^a Márcia Keske-Soares Coordenadora do PPGDCH, que oportunizou este trabalho.

Agradeço a Professora e orientadora Ângela Garcia Rossi, professora, amiga, orientadora, guia. Agradeço por tê-la conhecido, deste modo, tenho alguém para ser minha referência nesta profissão maravilhosa.

Agradeço ao Cleder, amigo como poucos, exemplar, pessoa que sabe na essência o significado de diversas palavras como amizade, companheirismo e simplicidade.

Agradeço ao meu irmão, Cláudio Cezar Loth, irmão mais velho. Eu gostaria de ser você. Sereno, tranqüilo, detém as virtudes que eu gostaria ter.

Agradeço a minha irmã, Crissiane Lima Loth, que inteligentíssima, sempre me apoio nos meus desafios.

Agradeço ao meu Amigo Mauro Magno, amigo de todas as horas, de copo e de cruz. Inteligente, "sóbrio", talvez, amigo de outras vidas passadas, mas com certeza, amigo de vidas futuras. Sem sua contribuição isso tudo não seria possível.

Agradeço especialmente minha tia Jordelina, minha professora eterna. Sem você, certamente teríamos nossas almas pobres e tristes.

Agradeço de modo especial a Dr^a Maria Elizabete Bovino Pedalini, que com sua sabedoria, contribuiu muito para aprimorar este trabalho.

Agradeço a Professora Dr^a Ceres Helana, pela sua participação na banca e contribuição para melhor aprimorar meus conhecimentos.

Agradeço a minha amiga de mestrado Clarissa Stefani Teixeira, pela sua ajuda e torcida. Sei que você vai muito longe.

Agradeço a todos os acadêmicos do Curso de Educação Física da UFSM, sem os quais, nada teria acontecido.

Agradeço a Professora Carmem Lúcia Rondon Soares, pela torcida e entusiasmo.

Agradeço por fim a Deus, pelo dom da vida, sabedoria. Agradeço por este instinto que me deu de lutar, tentar sempre aprimorar, e, quando cansado, descartar a hipótese de parar, quando vencido, descartar a hipótese de desistir, e quando vitorioso, descartar a hipótese de não avaliar a importância dos obstáculos transpostos, e, sobre tudo reconhecer minhas fraquezas.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana
Universidade Federal de Santa Maria

ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE POSTUROGRAFIA DINÂMICA FOAM-LASER E PLATAFORMA DE FORÇA NO TESTE DE INTEGRAÇÃO SENSORIAL EM ADULTOS JOVENS NORMAIS

AUTOR: EDUARDO ALEXANDRE LOTH

ORIENTADORA: ÂNGELA GARCIA ROSSI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de agosto de 2007.

Uma das tarefas mais importantes do sistema do controle postural humano, é o equilíbrio do corpo sob a pequena base de apoio fornecida pelos pés. A avaliação do controle postural representa uma tarefa desafiadora, porém apresenta implicações de grande valia para profissionais de diversas áreas como a Otoneurolgia, Fonoaudiologia, Fisioterapia e outros. No entanto, sua avaliação pode ser realizada através de diversos equipamentos, entre eles a Posturografia Dinâmica *Foam-laser* (FLP), que é um método capaz de medir as oscilações corporais, em 6 condições denominadas Teste de Organização Sensorial (TOS) e ainda identificar a contribuição de cada um dos sistemas sensoriais envolvidos no equilíbrio, tem sido muito utilizada. O presente estudo teve como objetivo avaliar a correlação dos resultados, da avaliação do controle postural em adultos jovens normais, obtidos por meio da FLP e plataforma de força. Para a realização do estudo foram convidados 30 indivíduos adultos jovens ($21,17 \pm 1,45$ anos) 19 homens e 11 mulheres, acadêmicos do Curso de Educação Física da Universidade Federal de Santa Maira/RS, que foram submetidos à avaliação do TOS por meio de FLP e plataforma de força simultaneamente. Os resultados revelaram que houve índice de correlação estatisticamente significativa entre as 6 condições da FLP, com a área de deslocamento do centro de pressão (CP) registrada pela plataforma de força. A partir da análise dos resultados, pode-se concluir que a Posturografia Dinâmica *Foam-laser* apresenta forte correlação com a plataforma de força na avaliação do controle postural.

Palavras-chaves: posturografia dinâmica, plataforma de força, controle postural.

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

Postgraduate Program in Human Communication Disorders
Federal University of Santa Maria

STUDY OF CORRELATION BETWEEN FOAM-LASER DYNAMIC POSTUROGRAFY AND POWER PLATFORM IN SENSORIAL INTEGRATION TEST IN NORMAL YOUNG ADULTS

AUTHOR: EDUARDO ALEXANDRE LOTH

ADVISOR: ÂNGELA GARCIA ROSSI

Date and Place of Presentation: August 31st, 2007, Santa Maria-RS.

One of the most important tasks of the human postural control system is the balance of the body on a small base of support supplied by the feet. The assessment of postural control represents a challenge task, however presents implications of a big value to professionals from different areas like the Otoneurology, Phonoaudiology, Physiotherapy and others. However, its assessment can be carried out through various equipments, among them the Foam-laser Posturografy Dynamic (FLP), that is a method capable of measuring the body variations, in 6 conditions named Organization Sensorial Test (TOS) and still identifying the contribution of each one of the sensorial systems involved on the balance, it has been widely used. The present study has as objective to evaluate the correlation of the results of the postural control assessment in normal young adults, obtained by means of the FLP and the platform of power. For the accomplishment of the study 30 individuals young adults ($21,17 \pm 1,45$ years old) 19 men and 11 women, academics of UFSM's physical education course were invited, which were submitted to the TOS evaluation by mean of the FLP and platform of power simultaneously. The results revealed that there was correlation rate statistically significant among the 6 conditions of the FLP, with area of displacement of the pressure center (CP) registered by the power platform. From of the analyses of the results it can be concludes that Foam-laser Posturografy Dynamic shows strong correlation with the power platform when evaluating postural control.

Key-words: posturografy dynamic, power platform, postural control.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Distribuição das médias e desvios-padrão em percentual (%), obtidos na melhor resposta do exame de Posturografia Dinâmica *Foam-Laser*, dos 30 indivíduos do grupo estudado..... 52

TABELA 2 – Distribuição das médias e desvios-padrão da área de deslocamento do CP em cm² registrados pela plataforma de força, dos 30 indivíduos do grupo estudado.....53

TABELA 3 - Distribuição dos índices de correlação dos resultados obtidos através da realização da FLP (%) e a média da área do deslocamento do CP (cm²) obtida, simultaneamente, com a Plataforma de Força dos 30 indivíduos do grupo estudado.....,53

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Representação das estratégias lançadas pelo controle postural para manutenção da postura ereta em adultos normais, que respectivamente são: estratégia do tornozelo, estratégia do quadril e estratégia da passada	26
FIGURA 2. Representação do diagrama conceitual do controle postural.....	27
FIGURA 3 - Teste de Organização Sensorial – efetuado em 6 condições.....	34
FIGURA 4- Estabilograma do centro de pressão de uma pessoa adulta mantendo a posição em pé durante 20 segundos.....	40
FIGURA 5. – Representação da plataforma de força e seus eixos de medidas.....	41
FIGURA 6 - Cabina da <i>Foam-laser</i> Dynamic Posturography.....	43
FIGURA 7 – Cinto confeccionado em tecido de <i>Nylon</i> e isopor, com encaixe nas extremidades ajustáveis ao nível da cintura do participante, com caneta de feixe feixe de laser acoplado.....	44
FIGURA 8 – Papel com escala em centímetros fixada acima da cabine, a fim de anotar o maior deslocamento em centímetros para realização cálculo da FLP.....	44
FIGURA 9 - Fórmula matemática para o cálculo do ângulo de oscilação corporal proposta pela técnica da Posturografia Dinâmica “ <i>Foam-laser</i> ”.....	46
FIGURA 10 –Ilustração dos testes de organização sensorial (SOT).....	48
FIGURA 11- Cabine e ambiente de realização dos testes (A – cabine; B – Realização do teste.....	49

ABREVIATURAS

TOS - Teste de Organização Sensorial

CP - Centro de Pressão

CM - Centro de Massa

FLP - Posturografia Dinâmica *Foam-laser*

PD - Posturografia Dinâmica

COG - Centro de Gravidade Corporal

SNC - Sistema Nervoso Central

LBS - Limite da Base de Suporte

PDC - Posturografia Dinâmica Computadorizada

% - Percentual

* - Valor estatisticamente Significante

m² - Metro Quadrado

cm² - Centímetro Quadrado

° - Grau

s - Segundo

p - Valor de p

r - Correlação

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

RESUMO.....	09
ABSTRACT.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	12
ABREVIATURAS.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2. 1 Controle postural.....	17
2. 2 Posturografia Posturografia Dinâmica Computadorizada (<i>EquiTest</i>), Posturografia Dinâmica <i>Foam-laser</i>	31
2. 3 Plataforma de Força.....	36
3 MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1 Delineamento do estudo.....	42
3.2 Grupo experimental.....	42
3.3 Procedimentos.....	43
4 RESULTADOS.....	51
5 DISCUSSÃO.....	53
6 CONCLUSÃO.....	58
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS	65

1 INTRODUÇÃO

O controle postural é exercido pela convergência extremamente acurada dos sistemas vestibular, visual e proprioceptivo, atuante em todo o momento, o controle postural é responsável por permitir ações simples do cotidiano dos homens. Uma das tarefas mais importantes do sistema do controle postural humano, é a do equilíbrio do corpo sob a pequena base de apoio fornecida pelos pés (MAKI & MCILROY, 1996). O mesmo autor afirma que manter o equilíbrio corporal, significa um pré-requisito para execução de muitas atividades de vida diária e permite a adoção ou manutenção de um estilo de vida móvel e independente.

Embora pareça simples, o controle postural do corpo humano representa um dos grandes desafios para a ciência, sobretudo por advir de uma função conjunta de vários sistemas complexos permitindo que sejam feitos ajustes necessário para o controle do equilíbrio. Não obstante, o controle postural desempenha com precisão diversas funções que compreende não somente a manutenção da postura bípedal. Ainda que não se perceba, o controle postural encontra-se em funcionamento o tempo todo, mesmo quando se está em repouso ou dormindo.

Diversas tarefas que os homens desempenham que pode variar desde caminhar sobre uma superfície mais estreita que a planta dos pés no alto de um edifício, alcançar um objeto à frente, até a simples atividade de lançar um olhar para o lado somente é possível pela atuação dos sistemas que compõe o controle postural.

Sendo assim, uma alteração ou doença que acometa um dos sistemas responsáveis pelo controle postural humano, certamente acarretará algum dano para a função do equilíbrio de um indivíduo além de outros sintomas desagradáveis, sobretudo quando à lesão ocorre no sistema vestibular.

No que tange o equilíbrio, pode-se observar declínio desta função frente a diversas doenças como as neuromusculares, neurodegenerativas, endócrinas, cerebrovasculares, disfunções visuais ou até mesmo com o processo do envelhecimento (LAUGHTON *et al.*, 2003).

A avaliação do controle postural representa uma tarefa desafiadora, porém apresenta implicações de grande valia para profissionais de diversas áreas como a otoneurologia, fonoaudiologia, fisioterapia, desportiva e outros.

A avaliação equilíbrio pode ser obtida por diferentes métodos. A estabilometria registra as oscilações corporais na postura estática usando uma plataforma de força composta por sensores capazes de detectar as excursões do centro de pressão (CP). Já a Posturografia Dinâmica *Foam-laser*, idealizada por Castagno (1994), para a avaliação do equilíbrio corporal diante de tarefas que envolvem a integração sensorial, apresenta uma outra proposta de registro das oscilações corporais sem o uso da plataforma de força.

Com base nos trabalhos realizados com esses métodos de avaliação do controle postural, o presente estudo teve o objetivo de correlacionar os resultados, da avaliação do controle postural em adultos jovens normais, obtidos por meio da FLP e plataforma de força, simultaneamente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se sínteses de trabalhos sobre o controle postural humano, Posturografia Dinâmica Computadorizada (*EquiTest*), *Foam-laser* e plataforma de força, obtidos por meio de pesquisa bibliográfica de estudos mais relevantes encontrados na literatura veiculante. Estas sínteses estão expostas em ordem cronológica com o objetivo de situar historicamente o assunto abordado e caracterizar a evolução dos estudos na área, e, sempre que possível, estas serão utilizadas no capítulo de discussão.

Para melhor entendimento, este capítulo será dividido em 3 partes. Primeiramente serão dispostos trabalhos relacionados ao controle postural humano. Em seguida serão apresentados os trabalhos relacionados à Posturografia Dinâmica Computadorizada (*EquiTest*) e Posturografia Dinâmica *Foam-laser*. Por fim, serão citados os trabalhos sobre a plataforma de força.

2. 1 Controle postural

Nashner (1970) comentara que o controle da postura ereta envolve a integração dos sistemas sensoriais múltiplos que especificam a informação sobre a posição dos segmentos do corpo entre si e ao ambiente circunvizinho. Sob circunstâncias normais, os sistemas visual, somatossensorial e vestibular fornecem as informações convergentes e redundantes que permitem o controle flexível do equilíbrio.

Gurfinkel (1973) relatara que o centro de pressão é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais atuando na superfície de suporte, e representa um resultado coletivo das tentativas do sistema de controle postural em manter o equilíbrio corporal contra a da força de gravidade. Há uma certa confusão com a utilização das grandezas CP e centro de gravidade corporal (COG) no estudo do controle postural. No entanto, a oscilação do COG é a grandeza que realmente indica o balanço do corpo. Sendo a grandeza CP a resposta neuromuscular ao balanço do COG. Estas duas grandezas expressam conceitos diferentes, mas em situações específicas, como na postura ereta estática, podem apresentar significados semelhantes. O mesmo autor relatara ainda que as diferenças entre o

COG e o CP são devidas a efeitos dinâmicos e, quanto menor as frequências de oscilação do corpo, menores serão as características dinâmicas na posição de equilíbrio. Ressaltando ainda que para frequências de até 0,2 Hz, cerca de 10 % da oscilação do CP não representa a oscilação do COG, mas sim acelerações de segmentos corporais.

Gurfinkel, Lipshits & Popov (1974) relataram que a medida da posição do centro de pressão durante a postura ereta, chamada estabilometria ou posturografia, tem sido por décadas o principal instrumento da biomecânica para o entendimento do equilíbrio corporal. O CP é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais agindo sobre a superfície de suporte. Representa também o resultado combinado do sistema de controle postural e da força de gravidade. Costumeiramente, a posturografia é dividida em análise estática e dinâmica, sendo a posturografia estática voltada à postura quieta não perturbada, quando o sujeito tenta ficar imóvel.

Goldstein (1980) citara que o COG é o centro das forças gravitacionais agindo sobre todos os segmentos do corpo humano, movendo-se como se a força gravitacional que atua sobre todo o corpo, agisse apenas neste ponto, sendo um conceito análogo do centro de massa (CM). Podendo ainda, ser calculado a partir da média ponderada do COG de cada segmento do corpo em uma dada posição (instante). A posição do COG é uma medida de deslocamento e é totalmente independente da velocidade ou aceleração total do corpo ou de seus segmentos.

Vander, Sherman & Sherman (1981) relataram que o sistema visual possui relações significativas com o controle postural, pelo fato de que pessoas que tiveram seus órgãos vestibulares destruídos, mas com o sistema visual, receptores articulares e cutâneos funcionantes, demonstraram inabilidade reduzida em suas atividades cotidianas, apresentando apenas dificuldades de marcha em ambientes com ausência de luminosidade ou em terrenos acidentados e escadas. Os mesmos autores afirmaram, em seus estudos, que o sistema visual atua transmitindo informações para o córtex visual localizado na região occipital, que influenciará no tônus da postural. Porém, determinação de valor de importância para um sistema aferente é extremamente difícil mensurar, pois o sistema global é tão adaptável que um indivíduo cego mantém bem seu equilíbrio com uma pequena perda de precisão.

Nashner (1981) descrevera que cada um dos sistemas envolvidos no controle do equilíbrio (visual, somatossensorial e vestibular) possui vários caminhos distintos

e é formado automaticamente e funcionalmente por subsistemas diferentes que realizam tarefas especializadas. Cada um destes sistemas, apesar de uma certa sobreposição, é especializado em trabalhar dentro de um certo domínio de frequências e de amplitudes, sendo assim, estes três sistemas não são inteiramente redundantes. Não é totalmente claro se a seleção de certa informação sensorial para o controle postural é realizada com certa hierarquia – a saber: se há prioridade das informações vestibular sobre as informações visuais ou se as três informações são usadas em paralelo.

Hayes (1982) descrevera que para um corpo manter-se mecanicamente em uma posição de equilíbrio, o mesmo dependerá das forças e momentos que serão aplicados sobre ele. Pode-se dizer que, um corpo está mecanicamente em equilíbrio quando o resultado de todas as forças e momentos de força atuando sobre este corpo é igual a zero ou nula. Este autor relatara que todas essas forças aceleram, continuamente, o corpo humano em torno do seu centro de massa durante a postura ereta. De tal modo que, mecanicamente um corpo nunca se encontra em uma condição de perfeito equilíbrio, pois as forças sobre ele somente se anulam momentaneamente. Porém, estas forças ou momentos de força, em condições normais na postura ereta quieta, são bastante reduzidas e resultam em pequenas oscilações corporais quase imperceptíveis.

Sage (1984) considera que a função mais importante do aparelho vestibular é fornecer informação acerca do posicionamento e movimentação da cabeça com relação ao ambiente. Em virtude dos receptores vestibulares estarem restritos à cabeça, as informações vestibulares necessitam serem combinadas com as informações da posição do tronco para a discriminação da posição de um segmento corporal em relação ao outro. Este autor também chamara atenção para a importância das informações fornecidas pelo sistema somatosensorial para a manutenção da postura ereta. Ressaltando ainda que quando estas informações são deficitárias ou inexistentes haverá aumento das oscilações corporais. O sistema somatosensorial fornece informação sobre a orientação das partes corporais e a posição do corpo no espaço. Os receptores sensoriais estão distribuídos por todo o corpo, anulando informações ambíguas e fornecendo informações decisivas para respostas posturais, principalmente quando a posição ereta for perturbada.

Horak & Nashner (1986) observaram para eficácia do controle postural, deve haver obtenção precisa das informações advindas dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial sobre o posicionamento exata do centro de massa do corpo, que serão integrados pelos Sistema Nervoso Central (SNC), com o propósito de desencadear uma resposta acurada para manter o controle postural.

Roberts & Mueller (1987) salientaram que a função específica desempenhada pelo sistema visual relacionada à base de apoio, utilizando-se postura unipodal e bipodal, com e sem informação visual, ou seja, com os olhos abertos e fechados criando quatro condições experimentais diferentes realizadas em duas traves de equilíbrio de larguras diferentes conseguiram obter resultados que apontam que na condição bipodal com os olhos abertos, a postura não foi afetada significativamente. Por outro lado, a falta de informação visual demonstrou ter um impacto maior na manutenção do equilíbrio na postura unipodal que na bipodal. Estes resultados sugerem que tanto a base de apoio como a quantidade da informação visual, já citada anteriormente, afeta o equilíbrio postural.

Diener, Horak & Nashner (1989) mencionaram que danos no controle postural podem levar a interrupção em determinados circuitos neurais servindo na manutenção do equilíbrio e da postura. Acredita-se que a estabilidade postural seja regulada por um sistema neural que integra a entrada sensoriomotora para coordenar o movimento. Especificamente, o cerebelo regula o sincronismo e as ações corretivas dos músculos a fim facilitar a atividade motora pretendida. A informação sobre o equilíbrio é determinada pelas mudanças no movimento da cabeça e transmitida dos núcleos vestibular ao lobo flocculonodular do cerebelo (o vestibulocerebelar). As informações proprioceptivas dos músculos e dos tendões nos membros são projetadas aos vermis e permitem a esta parte do cerebelo, ajustar corretamente o tônus muscular. A entrada visual da informação a respeito de movimentos exógenos, dentro do campo visual de tal modo que, por exemplo: um objeto se movendo pode ser comparado com o conhecimento sobre sua orientação no espaço. O vermis cerebelar, em particular, usa todas estas informações para organizar o sincronismo da coordenação do músculo de modo que o COG permanece dentro dos limites requeridos para a posição estável da verticalidade.

Runge *et al.*, (1999), em um estudo onde os participantes deveriam ficar com os olhos fechados e em pé sobre uma plataforma móvel, que era deslocada para

trás em velocidades diferentes e variadas. Os autores observaram que os indivíduos utilizavam também a estratégia mista desde as mais baixas velocidades, embora nestas velocidades houvesse a ativação de gastrocnêmio, posteriores da coxa e paraespinhais (caracterizando a estratégia de tornozelo) e pequenos ângulos no joelho e quadril.

Paulus *et al.*, (1989) destacaram que, quando um indivíduo encontra-se em pé e oscila para frente, ocorre diminuição da distância entre este indivíduo e o alvo para qual ele está olhando. Esta aproximação faz com que o alvo aumente de tamanho, devido a sua expansão na retina. Caso a oscilação ocorra na direção contrária, o alvo diminuirá na retina se tornando visualmente menor. O controle postural ameniza estas alterações do cenário visual na retina para tornar mínimas as oscilações corporais. Porém, a eliminação ou diminuição das informações visuais durante a postura ereta sem perturbação acarretaria aumento das oscilações corporais. Há outros fatores que interferem na maneira que a informação do sistema visual é utilizada no controle do equilíbrio como a distância entre o alvo e o indivíduo, nível de iluminação e a disposição do estímulo dentro do campo visual. Quanto maior à distância do alvo, maior será a oscilação ou vice-versa. Distâncias menores de 2,5 metros são mais eficientes para a estabilização da postura.

Brunnstrom (1989) comentara que outro fator que interfere na estabilidade de um corpo, além da altura do COG é o peso do corpo.

Nashner (1989) citara que a manutenção do equilíbrio postural representa um complexo sistema de reflexo, nutrido por um fluxo de impulsos neurológicos oriundos dos sistemas vestibular, visual e proprioceptivo, cujas informações são processadas pelo SNC e retornam pelas vias eferentes para manter o controle do equilíbrio corporal pela contração dos músculos antigravitacionais.

Horak, Shupert & Mirka (1989) relataram que para a manutenção do equilíbrio a estratégia do quadril é utilizada para responder a perturbações rápidas do equilíbrio, ou sob condições onde é difícil produzir torque rápido ao nível do tornozelo, como aquela impostas quando se está em pé sobre uma superfície estreita ou deformável. Esta estratégia consiste na inclinação do tronco anteriormente ou posteriormente, e, em sentido contrário das articulações do pescoço e tornozelo.

Schöner (1991) relatara que a eficácia do controle postural depende da integração dos sistemas sensoriais e do relacionamento sincronizado desta interação com a ação do sistema neuromuscular. Este sincronismo pode ser interpretado como uma dependência mútua entre o que é percebido pelo sensorial e as ações que são executados pelo sistema neuromuscular, de modo que as informações sensoriais influenciam nas respostas motoras, simultaneamente. O fluxo de informações motoras também sofre influência das ações motoras. Um exemplo clássico pode ser notado com um indivíduo na postura em pé quando sofre uma oscilação anterior detectada pelos sistemas sensoriais, o que desencadeará padrões de contração musculares dos músculos posteriores dos membros inferiores e do tronco, para que esta oscilação seja revertida. Concomitantemente a esta situação, ocorrem alterações nas informações sensoriais disponíveis, assim que a reversão das oscilações ocorre e novas informações estarão disponíveis advertindo que a oscilação corporal agora está ocorrendo na direção contrária. Numa circunstância oposta, quando a oscilação corporal ocorre no sentido posterior, os músculos da região anterior do corpo são ativados, repetindo o mesmo exemplo acima com a finalidade de reverter esta oscilação. De modo que, esta dependência mútua entre informação sensorial e motora se manifeste de forma regular, formando um padrão cíclico percepção-ação.

Kelly (1991) sugerira que os sistemas, visual, vestibular e proprioceptivo agem de modo integrado para manutenção do CP. No que tange as estruturas anatômicas, o sistema vestibular é constituído por duas porções, sendo uma central e a outra periférica. Respectivamente, a última está localizada dentro da orelha interna na parte petrosa do osso temporal, sendo formada pelos canais semicirculares, sáculo e o utrículo. Estas estruturas contêm em seu interior receptores nervosos denominadas células ciliada, que por sua vez, são inervadas por neurônios sensoriais, que são excitados pelos movimentos da cabeça que emitem impulsos nervosos através do oitavo par de nervos craniano para o núcleo vestibular. Os estímulos captados pelo sistema vestibular fornecem informações sobre a orientação espacial da cabeça em relação à ação da força da gravidade, movimentos de rotação ou linear da cabeça.

GHEZ (1991) referira que o sistema visual é o mais complexo dos sistemas sensoriais, pelo fato de detectar a luz que permite identificar imagens do ambiente

que informam sobre a forma, a cor e o movimento de objetos e do próprio corpo. O mecanismo de percepção visual inicia-se na retina. A luz entra no globo ocular e é projetada na parte posterior do olho, atingindo a retina onde é transformada num sinal elétrico e conduzida para o sistema nervoso. A detecção do movimento é baseada no movimento da imagem observada e pelo movimento conjunto da cabeça e dos olhos. Para este autor, o sistema somatossensorial é formado basicamente por receptores periféricos que possui relação direta com o controle postural, em especial os de toque e de posição, que estão localizados na pele, nos músculos, tendões, ligamentos, tecido conjuntivo das articulações e nos órgãos internos. A sensação de toque é estimulada mecanicamente na superfície do corpo e o senso de posição é fornecido por estímulos mecânicos dos músculos e articulações. A grande parte desses receptores é conhecida por mecanorreceptores e respondem a distorção como flexão e alongamento e estão localizados principalmente na pele, respondem ao tato e deformação da pele. Além destes, há também um outro tipo de receptores chamados proprioceptivos que informam sobre a posição do corpo no espaço, orientação e intensidade do movimento. Existem duas subdivisões de propriocepção nos membros: a percepção estacionária e a percepção do movimento dos membros e ambas são importantes para manutenção do equilíbrio, controlar os movimentos e avaliar a forma dos objetos. Existem três principais tipos de receptores que são responsáveis por informarem sobre a posição estacionária, a velocidade e a direção do movimento dos membros: os mecanorreceptores localizados nas cápsulas articulares; os fusos musculares, mecanorreceptores nos músculos que são responsáveis por informar sobre o alongamento dos músculos e os mecanorreceptores cutâneos. A grande parte das células especializadas do sistema somatossensorial possui sensibilidade seletiva para somente uma modalidade que pode ser toque, pressão, temperatura ou dor. Este autor relatara ainda que o controle postural deve ser capaz de se adaptar as peculiaridades das informações sensoriais, bem como adaptar suas ações ao grande número de perturbações mecânicas que são impostas ao corpo. No entanto, quando isso ocorre, o controle postural deve lançar mão de mecanismos de controles de equilíbrio para superar tais perturbações, que podem ser de origem interna ou externa. Os ajustes posturais que são realizados pelo controle postural para abrandar os efeitos das perturbações são atingidos, basicamente, por dois mecanismos denominados antecipatório ou *feedforward* e reativo ou *feedback*.

Crenna & Frigo (1991) citara que os ajustes antecipatórios atuam precedendo a realização de movimentos voluntários.

Massion (1992) relatara que, ao iniciar um evento de perturbação do equilíbrio, o próprio indivíduo pode simultaneamente provocar os ajustes do *feedforward*, que reduz seu desequilíbrio. O sistema visual é tido como o mais intrincado pelo fato de fornecer dois tipos de informações: exteroceptivas relativas ao ambiente; exproprioceptivas que dizem respeito à direção e a velocidade dos movimentos corporais em relação ao ambiente. A luz refletida pelo ambiente atravessa o globo ocular e é projetada na retina, sendo aí transformada em sinais elétricos pelos fotoreceptores. Estes sinais captados pelos olhos e são enviados aos centros superiores no cérebro através do nervo óptico, posteriormente são combinados, transformados e processados para formar a imagem visual. As informações visuais auxiliam na manutenção do equilíbrio corporal necessário para a execução de qualquer ação motora.

Bankoff *et al.*, (1992) destacaram que a questão do equilíbrio na postura corporal tem sido estudada, mas faltam mecanismos no que se refere à avaliação postural. É comum o sujeito sofrer algum tipo de interferência modificando a postura corporal provenientes dos sistemas de equilíbrio e audição relacionados com nervo vestibulo-coclear e ouvido interno, sendo os casos mais comuns relacionados com a labirintite e até mesmo zumbidos nos ouvidos. Estes autores relataram que quando se estuda a postura corporal, automaticamente, estuda-se o sistema de equilíbrio corporal postural, porque devido ao fato de existir uma relação de dependência entre ambos. Os reflexos de endireitamentos utilizados para a manutenção da postura são importantes para entender a complexidade da postura corporal, tendo em vista ser um trabalho integrado e simultâneo na postura corporal, e se em algumas situações esta integração for interrompida, conseqüentemente algo acontecerá, como por exemplo: quando se perde a seqüência lógica de passos numa caminhada, se erra os passos numa dança em relação ao ritmo, tropeça-se em algum obstáculo, ocorre uma interrupção momentânea no circuito integrado destes reflexos posturais. Estes reflexos de endireitamentos labirínticos atuam sobre a cabeça, pescoço, corpo e os ópticos, estão situados na parte ventral do mesencéfalo, em frente ao terceiro par de nervos cranianos. Porém, pouco se sabe a respeito do meio pelo qual esses reflexos contribuem para proporcionar uma postura corporal ereta e de equilíbrio, porém,

sabemos o quanto eles são importantes, sento que o equilíbrio corporal dinâmico difere do equilíbrio estável, no qual a situação se modifica constantemente, e existem relativamente poucas posições momentâneas ou nenhuma, em que se cumpram as condições do equilíbrio estável.

Schmidt (1993) referira que existem dois sistemas visuais para o controle da postura. O primeiro denominado sistema de visão focal e o segundo chamando de sistema de visão ambiental. O primeiro é especializado na identificação de objetos e colabora para a percepção dos objetos centralizados no campo visual, levando à identificação dos objetos pertinentes à ação. A captação das informações por este sistema pode ser facilmente prejudicada em ambientes com iluminação fraca. Já o sistema de visão ambiental é especializado na informação ambiental detectando a disposição e o deslocamento de objetos no cenário visual e fornecendo informações sobre os deslocamentos do próprio corpo em relação ao cenário. O sistema de visão ambiental, não é de modo importante, afetado em condições de iluminação fraca e pode ser considerado um grande aliado na manutenção da postura.

Hytonen *et al.*, (1993) evidenciaram que a visão não contribui significativamente para a estabilidade postural em crianças, enquanto que para adultos, a visão chega a representar 50% da estabilidade postural. O contrário parece ocorrer em relação às informações proprioceptivas e dos pressocetores cutâneos da sola dos pés, onde as crianças mostram-se mais dependentes destas informações quando comparados aos adultos.

Alexander (1994) propusera que frente às perturbações, o controle postural lança mão de determinadas estratégias para manter o equilíbrio postural. Dentre as principais encontram-se as estratégias do tornozelo, estratégia do quadril e estratégia da passada como explicado na figura 1. Embora estas estratégias sejam descritas separadamente, como extremos de um *continuum*. Estudos têm demonstrado que estas estratégias podem se apresentar combinadas. Dessa forma, a estratégia passaria de estratégia de tornozelo para estratégia de quadril à medida que houvesse a passagem de um extremo ao outro do *continuum*, havendo uma estratégia intermediária entre um e outro extremo. Esta passagem de um extremo a outro pode ser provocada através da alteração de parâmetros das perturbações e/ou condições da superfície de suporte. Assim, à medida que a velocidade de translação da superfície de suporte aumenta, a estratégia utilizada passa da estratégia de tornozelo à de quadril.

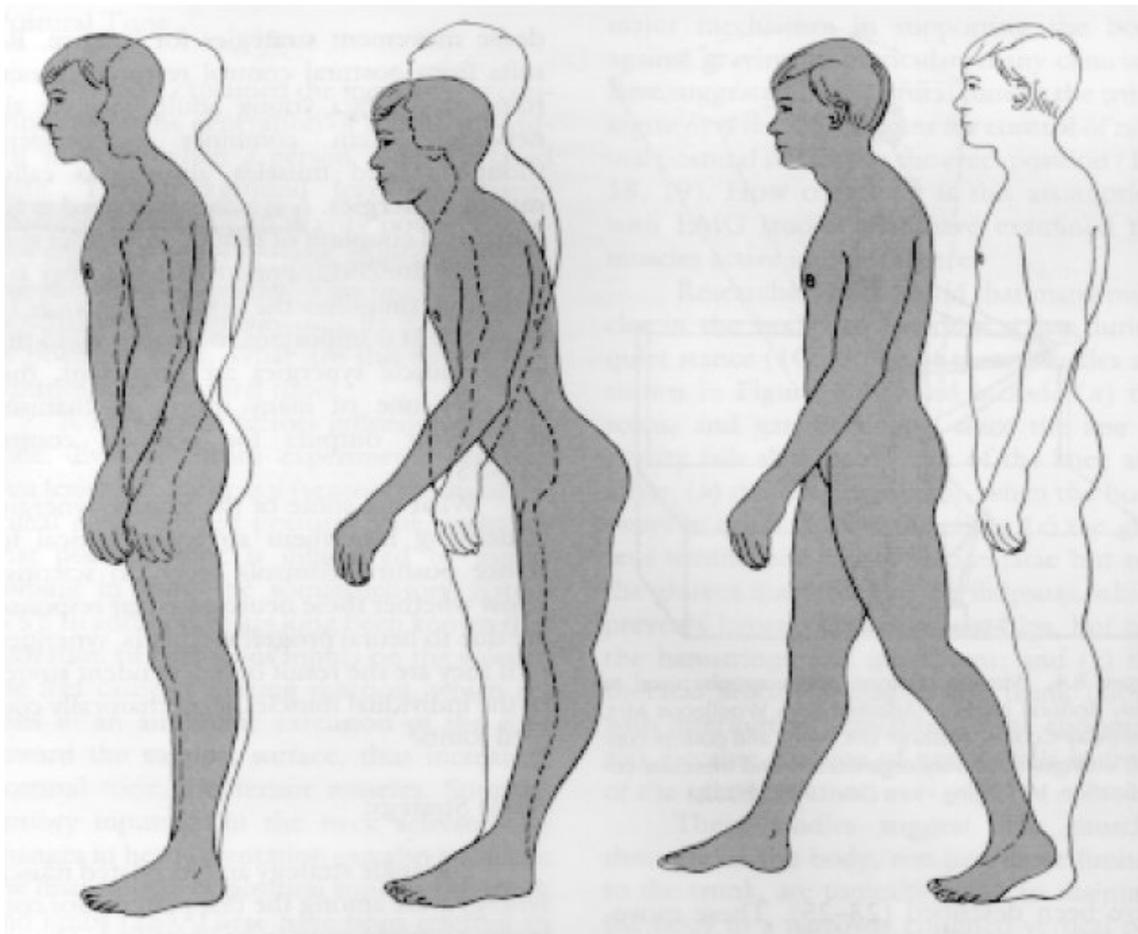


FIGURA 1. Representação das estratégias lançadas pelo controle postural para manutenção da postura ereta em adultos normais, que respectivamente são: estratégia do tornozelo, estratégia do quadril e estratégia da passada FONTE: (SHUMMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 1995).

Rothwell (1994) descrevera que para manter a regulação do equilíbrio, o sistema de controle postural necessita de informações sobre as posições relativas dos segmentos do corpo e da magnitude das forças atuando sobre o corpo. Estas informações necessárias são percebidas através de três sistemas sensoriais: sistema somatossensorial, visual e vestibular. Estes atuam de forma complexa, integrada, redundante e de maneira diferenciada para cada perturbação sobre o corpo humano. Os sistemas sensoriais são representados num circuito de *feedback*. A integração sensorial destas diferentes informações pode ser afetada por um desejo consciente de colocar um menor ou maior ganho em uma das fontes sensoriais. Mecanismos de *feedforward* realizam ajustes posturais antecipatórios e são representados por sinergias posturais. Sendo assim, outras sinergias posturais

possíveis são as estratégias de controle postural, sendo geralmente afetadas pelo circuito de *feedback*. Um diagrama conceitual deste sistema de controle postural pode ser visto na Figura 2. O sistema postural necessita gerar, quantificar e coordenar as forças musculares para controlar a posição do corpo no espaço. Sendo assim, um dos principais problemas no estudo do controle do equilíbrio na postura em pé é entender como o sistema sensorial e motor trabalham juntos para controlar a postura. Nessa postura, a posição do COG se desloca continuamente, aproximadamente 1 cm em direção antero-posterior e 0,5 cm na direção médio-lateral. Este autor relatara ainda que as atividades neurais denominadas reflexos posturais também atuam para corrigir qualquer distúrbio do equilíbrio. Os distúrbios produzidos por forças externas ao corpo são corrigidos por reflexos posturais, e os distúrbios provocados por movimentos voluntários podem ser corrigidos pela ação postural antecipatória. Qualquer movimento do COG do corpo é detectado pela via aferente e é corrigido pela ação dos músculos posturais. O fato de que todas as forças que agem sobre uma pessoa são transmitidas aos pés, os reflexos posturais freqüentemente envolvem contrações de um grande número de músculos.

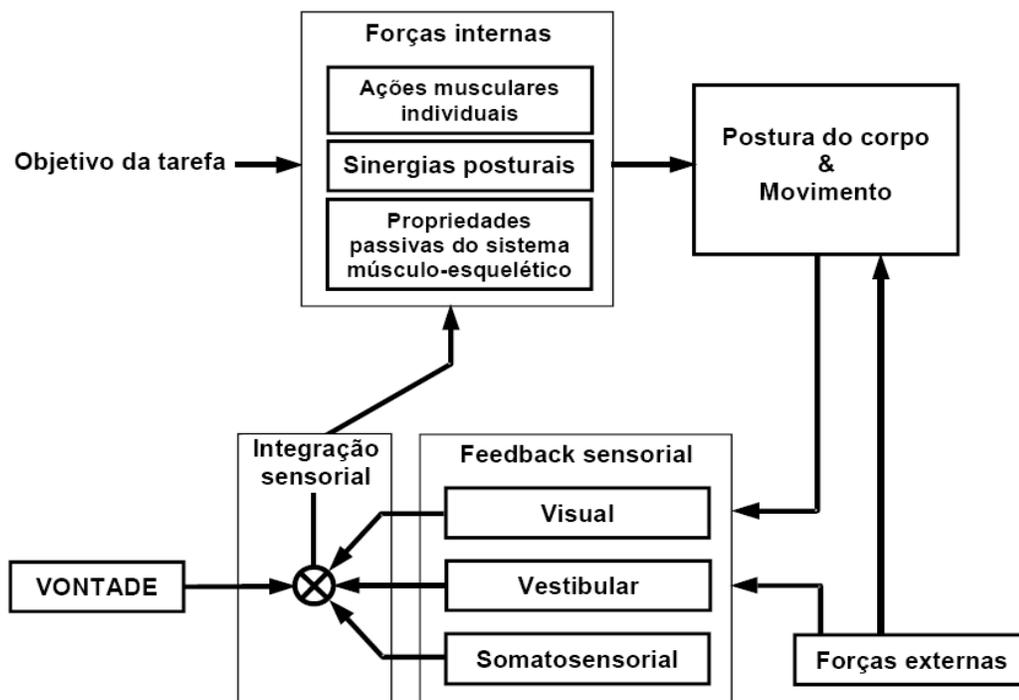


FIGURA 2. Representação do diagrama conceitual do controle postural. FONTE: (DUARTE, 2000)

Shumway-Cook & Woollacott (1995) afirmaram que o sistema músculo-esquelético ou neuromuscular, quando comparado ao sistema sensorial, também possui vias especializadas. O sistema neuromuscular contribui para a manutenção do equilíbrio da coordenação das forças efetivas no controle da posição do corpo no espaço. Esse sistema é responsável por produzir atividades neurais necessárias para manter o tônus muscular e ativar músculos antigravitacionais para manter o tônus postural.

Pai & Patton (1997) comentam que durante a postura ereta bípede quieta em pessoas normais, ainda que o limite de estabilidade definido pelos pés, defina uma base de estabilidade da ordem de algumas centenas de centímetros quadrados, as áreas cobertas pela linha de gravidade e pelo deslocamento do CP são cerca de cem vezes menores. Esta enorme diferença evidencia que o corpo humano procura o estado de menor oscilação possível procurando manter o corpo mais verticalmente possível. Nesta ocasião, menores torques para restaurar o equilíbrio serão necessários, o que implica em menor gasto energético. Além disso, mantendo-se a projeção do CM longe dos LBS, a recuperação do equilíbrio após uma perturbação será mais eficaz. Os limites de estabilidade definidos pelos pés reais são menores que os definidos pela superfície delimitada pelos pés, porque o corpo humano é incapacitado de gerar certos níveis de torque necessários para restaurar o equilíbrio numa região próxima dos LBS, para grandes velocidades de oscilação do corpo.

Guyton & Hall (1997) mencionam que através da visão, uma pessoa consegue manter razoavelmente o equilíbrio, mesmo após a destruição do aparelho vestibular ou depois da perda da maioria das informações proprioceptivas.

Latash (1997) comentara que o sistema sensorial que o corpo mais confia nas tarefas de manutenção da postura e de movimento, porém seu papel na manutenção da postura ereta quieta é bastante reduzido. Entre os *feedbacks*, dos três sistemas sensoriais, os reflexos produzidos pelo *feedback* visual são os mais lentos. Este autor comentara, ainda, que os ajustes posturais antecipatórios são ações pré-programadas para manter o equilíbrio postural. Dessa forma são ajustes superestimados ou subestimados, mas que visam prever a magnitude da perturbação, necessariamente iniciados voluntariamente e desencadeados centralmente.

Massion (1998) relatara que os ajustes posturais pré-programados têm como função essencial, minimizar as perturbações posturais, em termos de equilíbrio ou de orientação postural; a preparação postural para o movimento, como indicado pelo deslocamento do COG corporal antes de um movimento da perna para início da marcha; ajudar a realização do movimento em termos de velocidade ou força, e desenvolver momentos de inércia que se opõem aos momentos intersegmentares, que podem criar instabilidades ao movimento.

Duarte (2000) relatara que o equilíbrio dinâmico envolve respostas posturais automáticas ao deslocamento da posição do centro de massa. Respostas posturais reativas são ativadas para recapturar a estabilidade quando uma força inesperada desloca o centro de massa. A questão do equilíbrio, bem como toda a complexidade envolvida na obtenção e manutenção deste, é notada quando assume-se a posição ereta. O fato de manter o equilíbrio torna-se extremamente difícil quando a capacidade de manter a postura ereta se deteriora.

Godoi (2001) em seu estudo que objetivou examinar os mecanismos de ajustes posturais *feedback* e *feedforward* durante a manutenção da postura ereta em idosos e adultos jovens. A autora concluíra que os mecanismos de ajustes posturais, tanto no grupo de adultos jovens quanto idosos apresentaram os mecanismos descritos acima para a manutenção do equilíbrio, porém, o grupo de idosos apresentaram estratégias comportamentais diferentes em relação ao grupo de adultos jovens.

Filho (2001) explicara que o equilíbrio dinâmico envolve respostas posturais automáticas ao deslocamento da posição do centro de massa. Respostas posturais reativas são ativadas para recapturar a estabilidade quando uma força inesperada desloca o CM. A postura dinâmica participa na realização de todos os movimentos de deslocamento do corpo, sendo então descrita como o equilíbrio adequado na realização dos movimentos que devem ser executados sem dor. Na posição adequada de equilíbrio, as vértebras, os discos, as articulações e os músculos executam essa função com o mínimo de desgaste.

Fronteira, Dawson & Slovik (2001) relataram que o equilíbrio estático é garantido quando o somatório de todas as forças atuantes no corpo, verticais e horizontais, é igual a zero.

Sanvito (2002) comentara que o estado de equilíbrio é investigado com o paciente em posição ereta (equilíbrio estático) e durante a marcha (equilíbrio dinâmico) podendo ser classificado como estável e instável.

Barcellos & Imbiriba (2002) comentaram que o equilíbrio é um fenômeno dinâmico e está relacionado à capacidade de manter a linha que passa pelo COG, perpendicular ao solo e dentro de uma base de apoio. Fatores como peso corporal, base de sustentação, organização do esqueleto ósseo, resistência viscoelástica dos elementos musculares e ligamentares, e reflexos posturais também estão envolvidos na manutenção do equilíbrio postural. A postura ereta não é um evento estático, sendo caracterizada por oscilações, mantendo o corpo em contínuo movimento. Essas oscilações são de ordem involuntária e dependem de mecanismos neuromusculares, visando preservar o equilíbrio postural. Informações de origem somatossensorial, através de proprioceptores musculares, cutâneos e articulares, conjuntamente com informações do sistema visual e do sistema vestibular, oferecem conhecimento da estruturação do corpo no espaço ao sistema nervoso central, proporcionando ações motoras para a manutenção do equilíbrio postural, pela contração dos músculos antigravitacionais.

Ellenbecker, (2002), em seus relatos, destacara que o equilíbrio estático refere-se à capacidade do indivíduo em manter uma posição antigravitacional estável quando em repouso, por manter o centro de massa dentro da base de apoio disponível. O mesmo autor definira equilíbrio de três formas: a capacidade de manter uma posição; a capacidade de movimentar-se voluntariamente e a capacidade de reagir a uma perturbação. A propriocepção consiste em uma percepção estática da posição da articulação, em uma percepção cinestésica e em uma resposta reflexa eferente necessária para a regulação do tônus e das atividades musculares. Qualquer alteração na biomecânica de uma articulação pode influenciar no equilíbrio do indivíduo.

Ferreira (2003) relatara que um exemplo de equilíbrio naturalmente instável é a postura assumida na bipedestação. Neste tipo de equilíbrio, o corpo (ou partes dele) oscila sobre uma referência de equilíbrio. Esta pequena oscilação é chamada de tremor. Acrescenta ainda que a oscilação do corpo provoca uma migração do CP (forças verticais exercidas na superfície de suporte). A posição do CP num instante em que a componente horizontal da força de reação do solo é igual a zero é

chamado instante do ponto de equilíbrio. Nesse momento, o CP coincide com o ponto de equilíbrio do corpo, além da força de reação não ser gerada.

2. 2 Posturografia Posturografia Dinâmica Computadorizada e Posturografia Dinâmica *Foam-laser*

Nashner (1970) foi o pioneiro em descrever os princípios da Posturografia Dinâmica (PD) para avaliação do equilíbrio. Segundo o autor a PD permite analisar separadamente as informações visuais, vestibulares e proprioceptivas e sua interação central, para desencadear respostas motoras dos membros para manutenção do equilíbrio. Para tanto, a PD fornece uma média da análise do equilíbrio sensorial, pela avaliação do teste de organização sensorial denominado TOS.

Norré & Forrez (1986) relataram que a PD permite quantificar o componente vestibulo-espinhal do equilíbrio corporal. Estes autores relatam que o exame é realizado em plataformas de força estática e dinâmica, estabelecendo medidas da função vestibulo-espinhal, auxiliando na avaliação de pacientes com tontura e também como método para analisar as interações sensoriais.

Ojala (1989) relatara que a Posturografia Dinâmica é um método muito requerido para quantificar o componente vestibuloespinhal do equilíbrio, qual não pode ser avaliado com a oculometria convencional tal como eletronistagmografia.

Wang & Schacht (1990) comentaram que o *EquiTest* é modelo de posturografia que consta de uma superfície de referência onde o paciente permanece na posição ortostática, sendo que esta superfície possui sensores de pressão, que são ativados em função da variação do peso do paciente sobre vários pontos da planta do pé em resposta ao deslocamento do corpo. Esta superfície de referência é circundada por um campo visual móvel, semelhante a uma cabine telefônica que realiza deslocamentos ântero-posteriores, fazendo com que ocorra variações na informação visual do paciente. Sua utilização é, de particular importância como exame de seguimento, que permite acompanhar e avaliar o resultado de um determinado tratamento proposto.

Nashner & Peters (1990) relataram que o sistema de avaliação clínica criado por Nashner, em 1988, denominado *EquiTest*, emprega uma cabine na qual o

paciente está sujeito a diferentes modificações sensoriais, como movimentação do campo visual e da plataforma de apoio dos pés. Assim, seria possível a análise das disfunções que geram alterações no equilíbrio corporal. Os testes que constituem estas medidas são testes de coordenação de movimentos e teste de organização sensorial. Estes autores relataram ainda que os testes de organização sensorial informam sobre anormalidades no controle do equilíbrio e demonstrando 3 modelos distintos de resultados. Primeiro diz respeito a anormalidade vestibular que são observados por resultados anormais nas condições 5 e 6, que indicam inabilidade para o uso de informações vestibulares. Para estes autores, resultados baixos nas condições 3 e 6 ou somente na condição 6 que demonstra incompetência para suprir a influência das informações visuais imprecisas. O segundo modelo, da anormalidade multissensorial, sugere doenças vestibulares e extravestibulares, com resultados alterados nas condições 4, 5 e 6, que indicam dependência do sistema proprioceptivo. O terceiro e último modelo, nomeado pelos autores de anormalidade fisiológica, cujos resultados alterados nas condições 4, 5 e 6 demonstram um componente não fisiológico, afetando o equilíbrio.

Ledin & Odkvist (1993) relataram que a PDC permite identificar o tipo de disfunção do sistema de equilíbrio corporal. A disfunção visual é identificada na PDC pelo aumento da oscilação corporal na análise comparativa entre as condições I e IV. A disfunção proprioceptiva é diagnosticada pelo aumento da oscilação corporal com os olhos fechados em comparação com os olhos abertos nas condições I e II. A disfunção vestibular é caracterizada pela instabilidade comparando-se as condições I e V. No entanto, a PD representa um método quantitativo para avaliar o equilíbrio dinâmico, permite detectar distúrbios de equilíbrio precocemente e com maior sensibilidade que os outros métodos tradicionais de avaliação do equilíbrio. Por meio deste exame pode-se avaliar o desempenho funcional do paciente, podendo ser utilizada para acompanhar o curso da doença e os efeitos de um tratamento proposto.

Asai *et al.*, (1993) afirmaram que na rotina de avaliações de equilíbrio em vestibulopatas encontrava-se ocasionalmente dissociações entre os dados da nistagmografia e queixas dos pacientes. A saber, alguns pacientes ocasionalmente queixavam-se de tontura e/ou vertigem, mesmo com resultados da eletrônistagmografia compatíveis com a normalidade. A PDC, por sua vez, segundo estes autores, tem a capacidade para gerar novas informações sobre as condições

do aparelho vestibular destes pacientes e a compensação vestibular separado daquelas alcançadas por outras avaliações tradicionais do equilíbrio, demonstrando assim, que a posturografia poderia ser muito proveitosa para diagnosticar disfunções vestibulares em certos casos, além avaliar isoladamente cada sistema envolvido na manutenção do equilíbrio. Após estes estudos, estes autores concluíram que a PDC foi superior aos outros testes posturais na detecção de patologias correspondendo com as queixas dos pacientes, e que ela fornecia mais informações sobre as condições gerais do paciente vestibular.

Castagno (1994), em seus estudos, idealizara um método de avaliação do controle postural, análogo ao *Equitest of Neurocom Int Inc, Clackams, Oregon, USA*. Este método que realiza o TOS, denominado *Foam-laser Posturography Dinamic (FLP)*. O mesmo autor relatara que, devido o alto custo do *Equitest*, fato que inviabiliza seu uso na maioria das instituições, a FLP representa um método de baixo custo e confiável para realização do TOS. Este método consiste em testar o TOS com um equipamento muito simples formado por uma cabina de 1 m² e 2 metros de altura, revestida por um tecido listrado, gerando conflito visual, uma caneta que emite um feixe laser, papel centimetrado e uma superfície de espuma de densidade média. O mesmo autor comentara que o TOS é realizado através de seis condições que testa os sistemas visual, vestibular e proprioceptivo. Para tanto, o TOS I, II e III são realizados com o paciente na posição ortostática, pés juntos e braços ao longo do corpo. As condições IV, V e VI são realizados com o paciente na mesma posição anterior, colocando o mesmo sobre uma almofada de espuma de 10 cm de espessura de densidade média, com a finalidade de atenuar a propriocepção do examinado. As condições II e V são realizadas com os olhos fechados. Durante as condições III e VI a cabina é lentamente inclinada, aproximadamente 20° (figura 3) para frente, durante 10s e após retorna a posição inicial também em 10s. Durante a realização de cada TOS, que dura o tempo de 20s, um examinador observa e registra, o maior deslocamento em centímetros que o feixe de laser da caneta fixada nas costas do examinado ao nível do seu centro de massa, realiza no papel centimetrado. Após todos os testes, são feitas as análises e preparados gráficos para se chegar aos escores do equilíbrio e das análises sensoriais. Para cada teste o escore deve ser analisado em 100%, quando não houver oscilações, até 0% para casos de quedas ou desvios angulares de oscilações maiores que 12,5°, considerando o valor máximo de oscilação corporal, em queda.

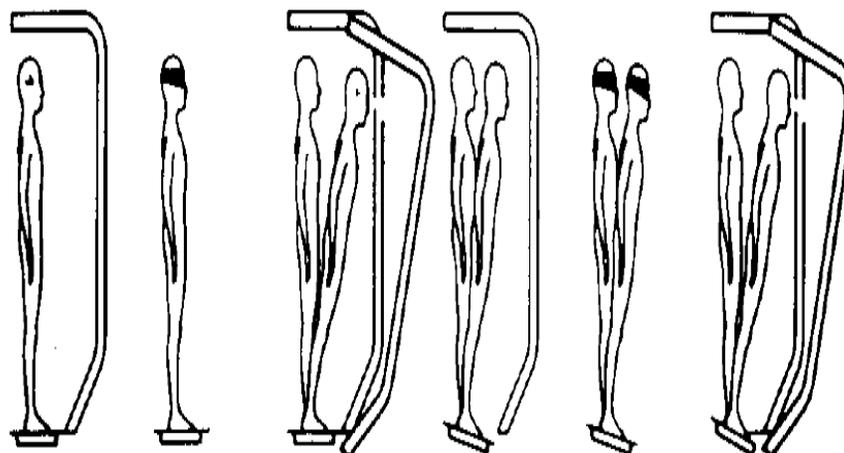


FIGURA 3 - Teste de Organização Sensorial – efetuado em 6 condições. FONTE: (RUBIN, 2002).

Segundo Keim (1993) para médicos envolvidos no manejo de pacientes com desordens do equilíbrio, a posturografia dinâmica computadorizada tem sido minuciosamente usada como primeiro teste “*Standard*” avaliando não somente o sistema vestibular, mas visual, proprioceptivo, integração central e componentes neuromusculares dos membros inferiores no equilíbrio.

Vicini *et al.*, (2000) destacou que há pacientes que conscientemente e voluntariamente apresentam distúrbios do equilíbrio não entendidos, com o propósito de ganho econômico e são definidos como “*malingers*”. Métodos convencionais e freqüentemente disponíveis como a eletrovectronistagmografia, prova calórica, prova rotacional e outras, definem várias formas de vestibulopatias, porém avaliam somente o componente vestibular do equilíbrio, enquanto que a posturografia dinâmica (*EquiTest*[®]) fornece informações sobre as condições visuais e somatossensoriais.

Girardi *et al.*, (2001), em seus estudos, citaram a PDC como o método mais sensível nas avaliações multissensoriais (vestibular, visual e proprioceptiva) em idosos com distúrbios do equilíbrio que demonstram falta de compensação, com alto risco para quedas.

Lobo (2002) utilizara a FLP para avaliar a eficácia de um programa terapêutico semanal progressivo, em um grupo de 28 mulheres idosas institucionalizadas em Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul, sendo possível

observar melhora estatisticamente significativa dos sintomas destas pacientes, o mesmo aconteceu com os escores da FLP ao final do tratamento.

Rubin (2002), como o objetivo de avaliar o efeito da baixa acuidade visual no equilíbrio dos pacientes portadores de catarata senil, utilizara a FLP como instrumento de avaliação do equilíbrio corporal, no período pré e pós-operatório. Foi possível observar melhora de 80% dos pacientes no período pós-operatório, através deste exame.

Medeiros *et al.*, (2003) em um estudo que objetivou estabelecer a correlação dos achados por meio de PDC na avaliação de crianças com vestibulopatia periférica, tratadas com reabilitação vestibular e a evolução clínica dos pacientes. Concluíram que a PDC não deve substituir a avaliação clínica convencional, no entanto, este método fornece dados quantitativos importantes para avaliação vestibular destes pacientes.

Pedalini (2003) objetivara avaliar o desempenho dos sistemas envolvidos da manutenção do equilíbrio em adultos 58 e idosos 60 por meio de PDC. Os resultados encontrados neste estudo, não apontaram diferença significativa entre os grupo de idosos estratificado de acordo com sexo e idade. Porém, o grupo de idosos com queixas vestibulares apresentou índices de equilíbrio menores que o grupo de idosos que não relatavam queixas. A autora relata que a PDC mostrou-se útil para identificar os idosos com pré-disposição a eventos de quedas.

Giordani (2004) objetivou verificar a presença de alterações de equilíbrio corporal, envolvendo 32 indivíduos freqüentadores dos Alcoólicos Anônimos, da cidade de Santa Maria-RS, comparando com indivíduos não alcoólicos. Para tanto, foi utilizado a FLP para avaliar o equilíbrio corporal destes sujeitos. A autora relatara que a Posturografia Dinâmica foi mais sensível do que os testes de equilíbrio estático e dinâmico convencionais.

Yassue *et al.*, (2006), em seus estudos que envolveram 22 indivíduos portadores de Diabetes *Mellitus* e outros 20 indivíduos representaram o grupo Controle da pesquisa, utilizaram a FLP para avaliação do controle postural e encontraram resultados que apontaram déficit de equilíbrio no grupo de idosos com diabetes, sobre tudo devido alterações no componente somatossensorial do controle postural.

Vieira (2006) com o objetivo de verificar, o comportamento com relação ao equilíbrio corporal dinâmico, em 127 indivíduos que trabalham na construção civil,

exposto à altitude. A autora utilizou a FLP para a realização dos TOS, e encontrou índices de oscilação maiores no grupo controle quando comparado ao grupo experimental, submetido à altitude.

Savoldi *et al.*, (2006) utilizara a FLP com o intuito de encontrar um método de avaliação de equilíbrio para indivíduos que sofreram lesão de ligamento cruzado anterior do joelho, buscando encontrar alterações proprioceptivas nos mesmos inferiores, e ainda avaliar a influência da dor na propriocepção e no equilíbrio desses sujeitos, nos períodos pré e pós-cirurgia. Os autores encontraram resultados que apontaram déficit proprioceptivo no grupo pré-operatório, e ressaltaram que a dor, interfere nos resultados dos indivíduos estudados.

Ruwer (2006) em seu estudo intitulado “Estudo da Posturografia Dinâmica – *Foam-Laser* – em Indivíduos Normais com Idades Entre 14 e 60 Anos”, com o objetivo de estudar a Posturografia Dinâmica “*Foam-Laser*” em indivíduos normais de ambos os gêneros na faixa etária descrita acima, a fim de viabilizar a efetividade de um diagnóstico mais preciso dos distúrbios do equilíbrio, avaliara 204 indivíduos, que não apresentaram queixas de alteração no equilíbrio corporal. A autora concluiu que os valores encontrados para os TOS da FLP foram diferentes entre os gêneros e faixas etárias, revelando a necessidade de valores diferenciados para o TOS entre homens e mulheres de acordo com as faixas etárias. A autora sugeriu a realização de novos estudos, utilizando um grande número de indivíduos, que objetivasse a padronização da FLP, em função do gênero e da faixa etária dos indivíduos.

2. 3 Plataforma de Força

Terekhov (1976) citara que o melhor registro para o controle postural (estabilometria) é feito por um instrumento de aferição denominado plataforma de força que registra a projeção do centro de pressão do corpo no plano horizontal que está presente durante a postura ereta.

Bizzo *et al.*, (1985) relataram que plataformas de força comerciais são instrumentos caros, com valor estimado próximo a 10 mil dólares. Alguns fabricantes de plataformas de força são *AMTI*, *BERTEC* e *KISTLER*.

TOUPET, GAGEY & HEUSCHEN (1992) em seus estudos, avaliaram a oscilação corporal de 500 indivíduos com idade variando de 40 a 80 anos,

empregando uma plataforma de força. Os autores demonstraram que o aumento da oscilação corporal tem relação com o aumento da faixa etária.

Schöner (1991), para descrever a relação entre informação visual e o controle postural, se reportara a experimentos em que a informação visual é manipulada pelo experimentador por meio de movimentos das paredes (*moving room*) utilizando uma plataforma de força para obter os registros da oscilação nos planos médio-lateral e ântero-posterior. Neste tipo de experimento a postura é perturbada com movimentos das parede ou do teto de uma sala que tem o piso independente. O deslocamento da sala altera a imagem na retina e causa desequilíbrio corporal, os resultados indicam que a oscilação corporal ocorre na direção em que a sala é movimentada.

Oliveira (1993) descrevera que a estabilometria avalia o equilíbrio postural através da quantificação das oscilações posturais na posição ortostática numa plataforma de força. Envolve a monitoração dos deslocamentos do centro de pressão nas direções lateral e antero-posterior. Geralmente os testes são aplicados sobre diferentes protocolos para a base de suporte (pés juntos, afastados, apoio em um só pé, etc.), superfície (dura ou de espuma) e visão (olhos abertos ou fechados). Tem uma aplicação extensa em áreas de reabilitação, otorrinolaringologia, ortopedia, farmacologia, gerontologia, esportes entre outros.

Winter (1995) afirmara que o principal parâmetro mensurado em estudo do equilíbrio postural em plataforma de força é o centro de pressão, que é o ponto de aplicação das forças verticais atuando sobre superfície de apoio e representa um resultado coletivo do sistema de controle postural e da força da gravidade. Quando uma pessoa fica em pé sobre uma plataforma de força, o centro de pressão pode ser avaliado, sendo que seu deslocamento torna se indicador de estabilidade. O centro de pressão representa uma medida de deslocamento e é influenciado pela posição do centro de massa. Esta grandeza é classicamente associada aos estudos do controle postural por causa da sua relação com o centro de massa, porém o centro de pressão e o centro de massa são distintos. O movimento do centro de massa é causado pelos movimentos do corpo e o deslocamento do centro de pressão é provocado pela variação da força em reação a solo, pela aceleração do centro de massa, pelo momento da inércia dos corpos e pelas forças musculares que são aplicadas no tornozelo. A oscilação do centro de massa é a grandeza que indica a oscilação corporal e o centro de pressão é o resultado da resposta

neuromuscular ao balanço do centro de massa é indicada a posição do vetor das forças de reação do solo.

Nichols (1997) relatara que em vários estudos, a plataforma de força é o instrumento utilizado para quantificar a oscilação do corpo em pessoas saudáveis ou em pacientes com distúrbios do equilíbrio. Nesses estudos, normalmente as pessoas apresentam um *feedback* do centro de pressão. O recurso do *feedback* visual da posição do CP tem sido aplicado em treinamento e reabilitação do equilíbrio postural com diferentes graus de sucesso.

Newell et al., (1997) investigaram o papel da informação visual na postura de crianças de 3 a 5 anos, adultos jovens de 20 a 25 anos e idosos de 62 a 92 anos de idade. O experimento consistiu em permanecer na posição em pé sobre uma plataforma de força por 15 segundos em duas condições, com e sem informação visual. O registro da plataforma de força utilizado na análise das oscilações corporais foi à área do centro de pressão. Os resultados confirmaram a hipótese de que a falta da informação visual leva a um aumento da área de deslocamento do centro de pressão de todos os grupos, independentemente da faixa etária.

Mochizuki *et al.*, (1998) avaliaram os parâmetros biomecânicos relacionados ao equilíbrio corporal postural em diferentes posturas, através da estabilometria, a qual serve para medir e avaliar o equilíbrio corporal postural. Estes autores mediram e avaliaram o equilíbrio corporal postural num grupo de sujeitos, em quatro horários distintos ao longo do dia com o objetivo de verificar suas relações de equilíbrio corporal postural *versus* atividades físicas. Os resultados mostraram que o equilíbrio corporal postural pode comportar-se diferentemente ao longo do dia com conseqüências bastante diferenciadas para a realização das práticas das atividades físicas, que dependem do equilíbrio corporal postural como fator fundamental para o rendimento.

Oliveira (2000) citara a estabilometria como um método de análise postural onde as oscilações do corpo são mensuradas com o auxílio de uma plataforma de força, cujos deslocamentos antero-posterior e médio-lateral são analisados quanto ao centro de pressão.

Duarte (2001) citara que a estabilidade é alcançada gerando momentos de força sobre as articulações do corpo para neutralizar o efeito da gravidade ou qualquer outra perturbação em um processo contínuo e dinâmico durante a

permanência em determinada postura. A oscilação do corpo durante a postura ereta é usualmente investigada utilizando-se uma plataforma de força que é um instrumento de medida sobre o qual os sujeitos permanecem em pé durante os experimentos. A variável mais comum para analisar esta oscilação é a posição do centro de pressão, o ponto de aplicação da resultante das forças agindo na superfície de suporte. O deslocamento do centro de pressão representa uma somatória das ações do sistema de controle postural e da força de gravidade. Devido à oscilação do corpo e às forças inerciais, a posição do centro de pressão é diferente da projeção do centro de massa sobre a superfície de suporte. O centro de massa indica a posição global do corpo.

Duarte & Mochizuki (2001) relataram que a plataforma de força é um instrumento muito utilizado para mensurar as oscilações corporais durante a postura ereta, sendo que o centro de pressão é a variável mais comumente utilizada nesta avaliação.

Ávila *et al.* (2002) relataram que a projeção do CP pode ser estimado por uma plataforma de força a partir de cálculos. Este instrumento fornece a força de reação do solo e quantifica a variação dinâmica desta força durante a fase de contato entre corpos com a superfície da plataforma, fase esta em que ocorre transferência dessas forças externas para o corpo, inferindo mudanças nas condições de movimento.

Ramos (2003) relataram que, em seu estudo, utilizou a establiografia estática que mede as oscilações do CP do indivíduo (Figura 4), por meio de uma plataforma de força durante tarefas estáticas. As forças aplicadas, durante a posição ereta estática, sobre a superfície são captadas por sensores do tipo *strain gauge* sensíveis à deformação.

Narita *et al.*, (2004) destacaram que a estabilometria é um método quantitativo que pode ser utilizada repetidas vezes para avaliar um mesmo paciente. Baseados neste pensamento realizaram o acompanhamento de 31 pacientes com disfunção vestibular por um período aproximado de 260 dias, por meio de medidas seriadas das oscilações posturais, usando os parâmetros deslocamento e área. Encontraram uma correlação da melhora clínica com a diminuição das oscilações posturais ao longo do tempo, confirmando a utilidade do exame no seguimento de pacientes com disfunções vestibulares.

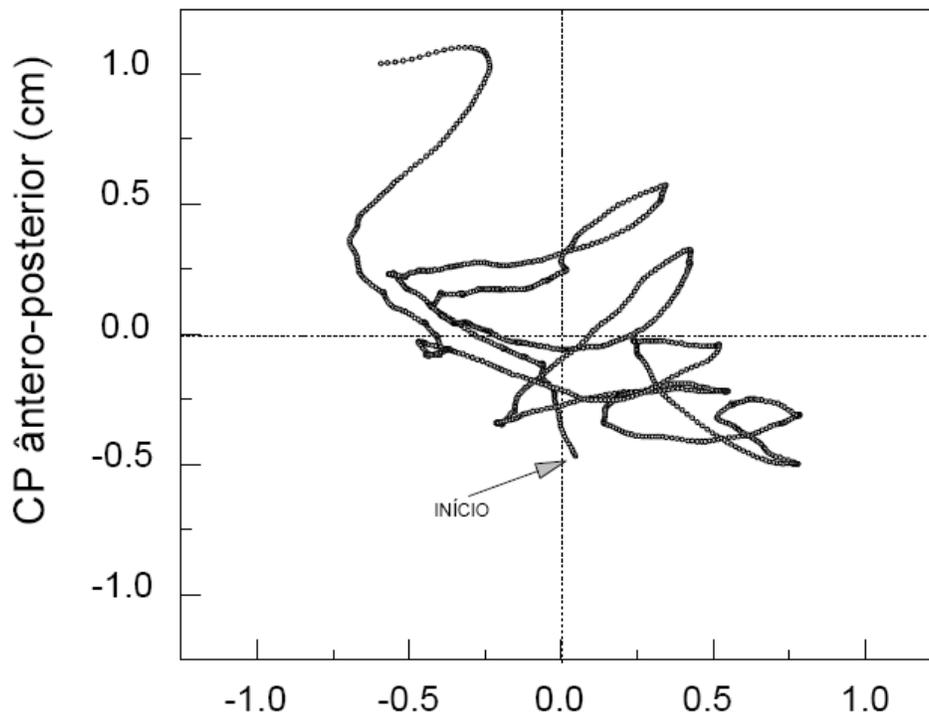


FIGURA 4- Estabilograma do centro de pressão de uma pessoa adulta mantendo a posição em pé durante 20 segundos. FONTE: (Barela, 2000).

“O dado do centro de pressão é mensurado por uma plataforma de força. A plataforma de força consiste em uma placa sob a qual alguns (tipicamente quatro) sensores de força tipo célula de carga ou piezoelétrico estão arranjados para medir os três componentes da força, F_x , F_y e F_z , e os três componentes do momento de força, M_x , M_y e M_z (x , y e z são as direções ântero-posterior, médio-lateral e vertical, respectivamente) agindo sobre a plataforma (figura 5). O dado do centro de pressão refere-se a uma medida de posição definida por duas coordenadas na superfície da plataforma. Estas duas coordenadas são identificadas em relação à orientação do sujeito: direção ântero-posterior (a-p) e direção médio-lateral (m-l). A partir dos sinais mensurados pela plataforma de força, a posição do centro de pressão é dada por $CP_{a-p} = (-h \cdot F_x - M_y) / F_z$ e $CP_{m-l} = (-h \cdot F_y + M_x) / F_z$, onde h é a altura da base de apoio acima da plataforma de força, por exemplo, um tapete sobre a plataforma de força” (DUARTE & FREITAS, 2006).

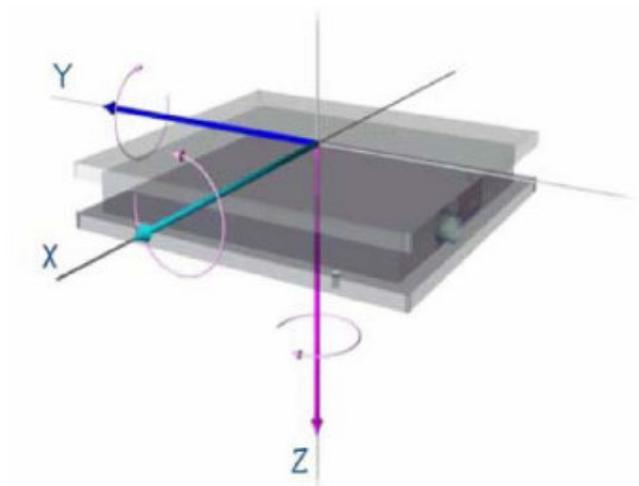


FIGURA 5. – Representação da plataforma de força e seus eixos de medidas. FONTE: (DUARTE & FREITAS, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo, são apresentados os critérios utilizados para a seleção do grupo, os procedimentos realizados, os recursos materiais utilizados e o método estatístico empregado.

3.1 Delineamento do estudo

Neste momento são apresentados os critérios utilizados para a seleção do grupo, os procedimentos realizados, os recursos materiais utilizados e o método estatístico empregado.

Para a realização do presente estudo de característica transversal, preocupou-se em obter aprovação prévia do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, conforme registro número 19366/2006 e aprovado pelo parecer 226/2006 (anexo A).

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Biomecânica do Curso de Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

3.2 Grupo experimental

O grupo experimental foi composto por 30 acadêmicos do Curso de Educação Física da UFSM, com a média de idade de $21,17 \pm 1,45$ anos, sendo 19 homens e 11 mulheres, que caracterizou a população amostral como estratificada probabilística simples.

Para tanto, o grupo experimental utilizado nesta pesquisa foi selecionado a partir dos seguintes critérios de inclusão: optou-se por incluir acadêmicos do Curso de Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria/RS, com idade entre 18 a 30 anos e que concordassem em assinar de livre arbítrio o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B). Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentassem amputação de algum membro, doença neurológica conhecida, traumas ortopédicos agudo e deficientes visuais graves, e também aqueles que referissem queixa de tontura.

3.3 Procedimentos

Os voluntários foram submetidos, inicialmente, a anamnese que visava angariar informações como idade, sexo, atividade esportiva, presença de lesão aguda ou crônica no aparelho locomotor, deformidades e doença neurológica conhecida (Anexo C). Neste momento, os participantes foram orientados quanto aos procedimentos pelos quais seriam submetidos, familiarizados ao exame e ambiente do teste.

3.3.1 Posturografia Dinâmica *Foam-laser*

Os indivíduos foram submetidos à avaliação do controle postural pelo método denominado Posturografia Dinâmica, por um equipamento análogo ao *EquiTest*[®] conhecido como Posturografia Dinâmica *Foam-Laser*, que consiste em uma técnica simples proposta por (CASTAGNO, 1994).

Esta avaliação foi realizada com o participante dentro de uma cabina de 1m², com 2m de altura recoberta com um tecido constituído de listas e uma almofada de espuma de densidade média com 10 centímetros de espessura (figura 6), (CASTAGNO, 1994).

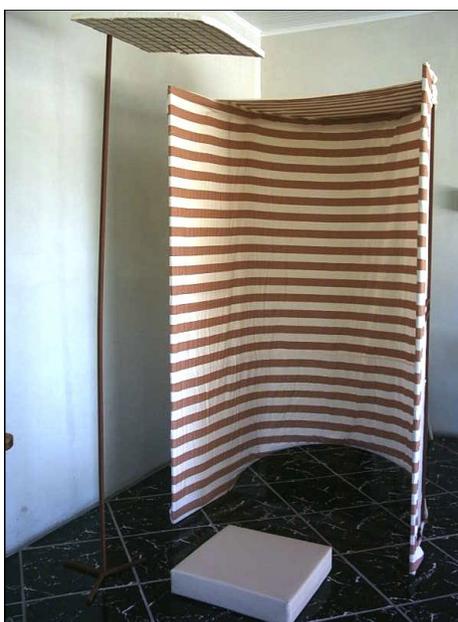


FIGURA 6 - Cabina da *Foam-laser* Dynamic Posturography.

Atrás do indivíduo, próximo da altura do seu centro de gravidade, foi acoplada em um cinto, uma caneta que emitia um feixe de laser, direcionado para uma escala em centímetros fixada acima da cabina, no plano horizontal (figuras 7 e 8). Este feixe de laser permitia avaliar o deslocamento antero-posterior dos indivíduos em 6 condições distintas, denominadas “TOS” (Teste de Organização Sensorial), cada um com 20s de duração.



FIGURA 7 – Cinto confeccionado em tecido de *Nylon* e isopor, com encaixe nas extremidades ajustáveis ao nível da cintura do participante, com caneta de feixe de laser acoplado.



FIGURA 8 – Papel com escala em centímetros fixada acima da cabine, a fim de anotar o maior deslocamento em centímetros para realização cálculo da FLP.

No início do exame, foi obtido por meio de uma fita métrica, a distância em centímetros entre a fonte luminosa (caneta laser) acoplada no indivíduo e o anteparo disposto acima da cabine de tecido (papel milimetrado). Esta distância representa a medida entre as letras C e L da fórmula contida na figura 9, usada para obter os resultados do exame.

Para a realização do exame, havia dois avaliadores, o avaliador 1 permaneceu postado imediatamente atrás do indivíduo, para anotar deslocamento antero-posterior máximo do avaliado, através do feixe de luz no papel centimetrado, durante a realização de todos os TOS. Esta distância representada pela medida entre as letras C e A da fórmula contida na figura 9 serviu para obtenção dos resultados. O avaliador 2, se posicionou próximo da cabine, ao lado do indivíduo avaliado, e tinha a responsabilidade de movimentar a cabine nas condições 3 e 6 do teste.

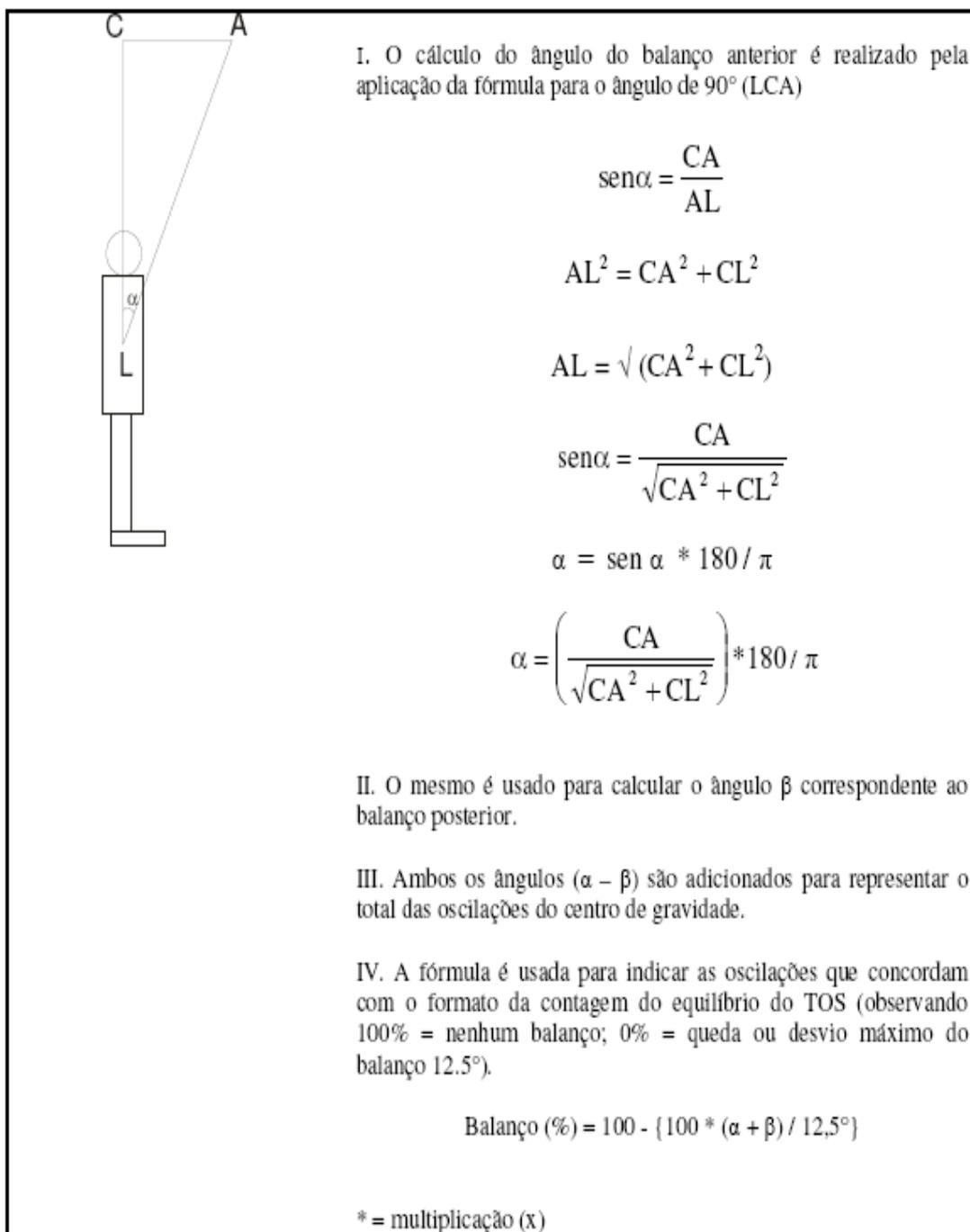


FIGURA 9 - Fórmula matemática para o cálculo do ângulo de oscilação corporal proposta pela técnica da Posturografia Dinâmica "Foam-laser". A oscilação anterior forma um triângulo (LCA), onde está o ângulo do balanço, L é a caneta laser no centro de gravidade, C é o centro de uma escala de centímetros, e A é o ponto máximo de deslocamento anterior. A distância CA é medida observando o movimento do ponto vermelho do laser; a distância CL pode ser medida com uma régua métrica ordinária ou com alguma ferramenta de medição ultrassônica. Fonte: (Castagno, 1994).

Para a realização do teste, foi solicitada aos indivíduos a retirada dos calçados, sendo que a cabina foi devidamente posicionada sobre uma plataforma de força.

Todos as condições foram realizadas com os participantes em pé no interior da cabina, com os pés separados na largura do quadril, braços ao longo do corpo. Durante os TOS I, III, IV e VI os participantes eram orientados a fixar o olhar em ângulo reto, em uma das listras estampadas no tecido, a uma distância aproximada de 80 centímetros. No entanto, os TOS II, e IV foram realizados com os olhos fechados, sendo que cada TOS teve a duração de 20s.

Durante o TOS I, o participante foi solicitado a permanecer na posição descrita, com os olhos abertos e olhar fixo a frente, durante o tempo estipulado.

No TOS II, o participante foi solicitado a permanecer na mesma posição com os olhos fechados.

O TOS III, indivíduo manteve-se com olhos abertos, porém o avaliador um, promovia uma movimentação manual e lenta da cabina respeitando a inclinação de 20°.

Para o TOS IV, o indivíduo manteve-se com os olhos abertos, olhar fixo a frente sobre a almofada de espuma.

O TOS V, foi realizado solicitando que o participante mantivesse os olhos fechados, também sobre a almofada de espuma de 10 centímetros de espessura.

O último teste, o TOS VI, durante a sua realização, o indivíduo manteve-se na posição indicada, sobre a espuma, com inclinação da cabina para frente e para trás, a exemplo do TOS III. Um esquema representativo de cada TOS encontra se na figura 10 logo abaixo.

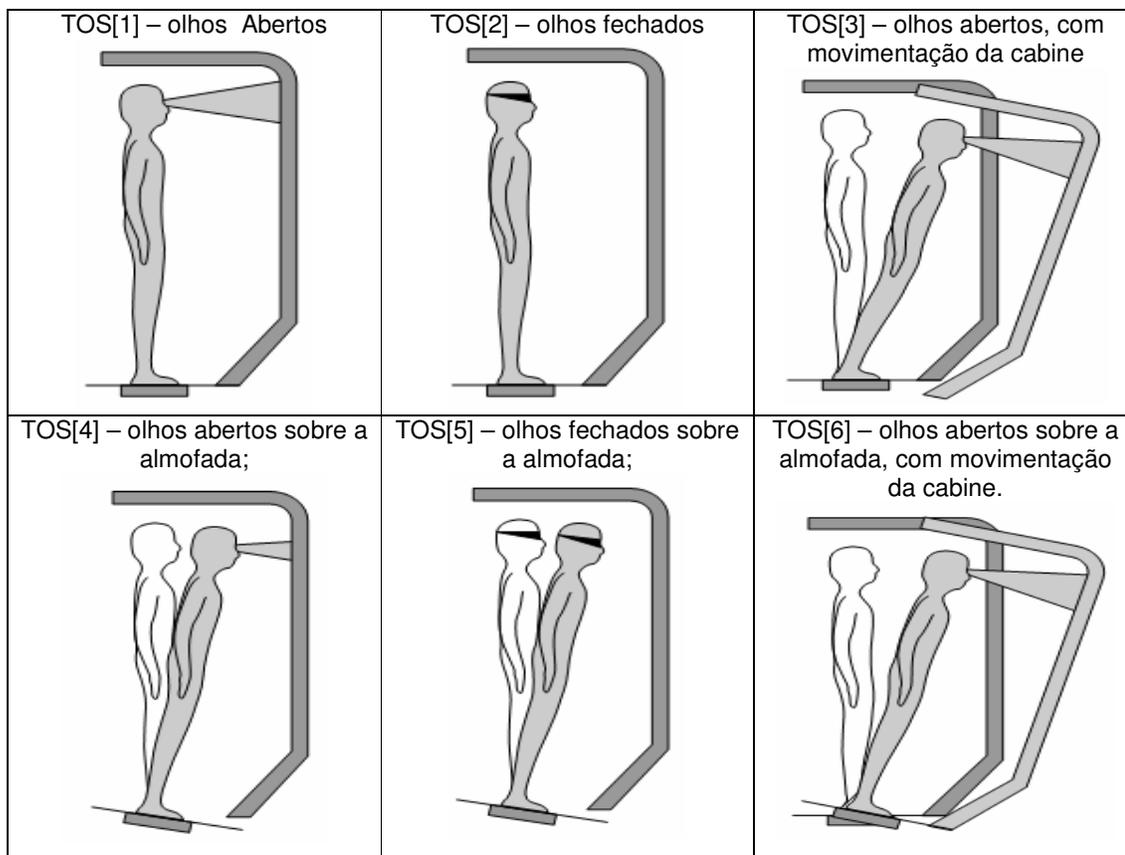


FIGURA 10 – Ilustração dos testes de organização sensorial (TOS).

Cada TOS foi realizado duas vezes, sendo adotada a melhor resposta obtida, ou seja, o menor deslocamento corporal em centímetros, para a análise dos resultados. Este deslocamento foi calculado conforme a fórmula matemática utilizada para cálculos de ângulos de oscilações apresentados na figura 9. Para os escores de cada teste foi considerado valor em percentual, sendo que na ausência total de oscilação corporal, o escore obtido foi de 100%, decrescendo de acordo com a quantidade de oscilações.

3.3.2 Plataforma de Força

Este exame foi realizado concomitantemente com o exame detalhado acima, para tanto, os indivíduos foram posicionados em pé, descalços, sobre a plataforma de força (OR6-6, *Advanced Mechanical Tecnology Incorporation, USA*) nivelada ao piso, medindo 464x508x82,5 mm, com 4 *strain gages* em cada extremidade, para

medir as forças ortogonais nos eixo X, y e Z com 2000 libras, equipada com placa analógica digital ADI 32, amplificador Mas-6 e *software* específico.

Este exame contou com a presença de um avaliador extra, responsável por operar os comandos da plataforma, enquanto os demais se posicionavam ao lado dos indivíduos avaliados para orientá-los, garantir sua segurança e movimentar a cabina durante da Posturografia Dinâmica *Foam-laser*. Os participantes foram orientados a manter seus pés alinhados ao quadril e braços ao longo do corpo durante o teste (figura 11 A e B). O sinal da plataforma de força foi captado a uma frequência de 100Hz.

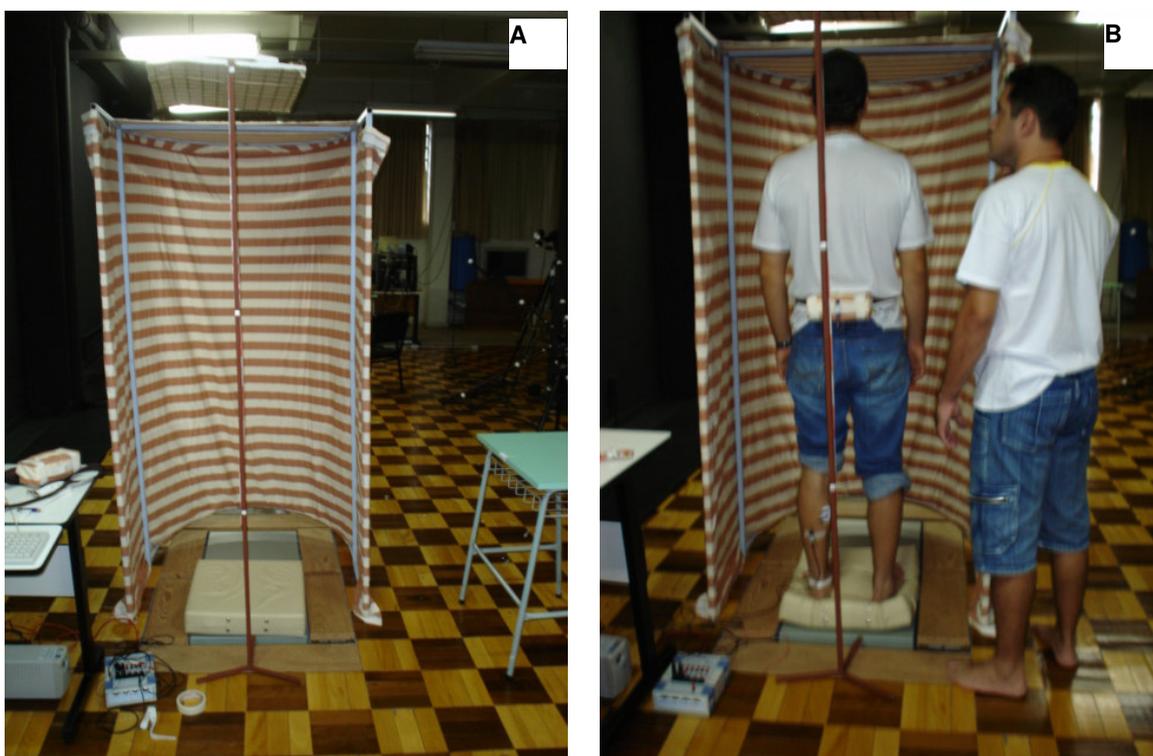


FIGURA 11- Cabine e ambiente de realização dos testes (A – cabine; B – Realização do teste).

3.3.3 Análise Estatística

Para a análise dos dados registrados na plataforma de força inicialmente foi obtida a área de deslocamento do CP em cm^2 , por meio da utilização do programa [MATLAB® 7.4.](#)

Para obtenção dos resultados da FLP, utilizou-se a fórmula matemática para cálculos de ângulos de oscilações apresentados na figura 9. Para os escores de cada TOS foi considerado valor em percentual, sendo que na ausência total de oscilação corporal, o escore obtido era 100%, decrescendo de acordo com a quantidade de oscilações, podendo chegar a 0%, no caso de eventual queda ou desvio angular acima de 12,5°, que foi considerado valor máximo de angulação corporal (CASTAGNO, 1994).

Foi utilizada estatística descritiva simples, com a apresentação das medidas de tendência central e medida de dispersão dos resultados obtidos na FLP e plataforma de Força. Para avaliar o grau de associação entre os escores obtidos nestes exames, foi realizada análise de correlação de *Spearman*, adotando-se o nível de significância de 5% com $p < 0,05$. O nível de correlação foi estabelecido conforme parâmetros de Lopes *et al.*, (2007), para tanto, utilizou-se os softwares *GraphPad Prism*® versão 3.0 e *Excell* da *Micorsoft Office*® para o sistema operacional *Windows XP*.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos, por meio da análise estatística, bem como a comparação dos resultados obtidos através da Plataforma Força com os TOS do exame de Posturografia Dinâmica *Foam-laser*, no grupo experimental estudado.

O presente estudo objetivou correlacionar os resultados, da avaliação do controle postural em adultos jovens normais, obtidos por meio da FLP e plataforma de força, simultaneamente.

Na Tabela 1, estão expostos os resultados das médias e desvios-padrão em percentual (%), obtidos na melhor resposta do exame de Posturografia Dinâmica Foam-Laser, dos 30 indivíduos do grupo estudado.

Apresentam-se, na tabela 2, a distribuição das médias e desvios-padrão em percentual (%), obtidos na melhor resposta do exame de Posturografia Dinâmica *Foam-Laser*, dos 30 indivíduos do grupo estudado.

Na Tabela 3, apresenta-se a distribuição dos índices de correlação dos resultados obtidos através da realização da FLP (%) e a média da área do deslocamento do CP (cm²) obtida, simultaneamente, com a Plataforma de Força dos 30 indivíduos do grupo estudado.

TABELA 1 – Distribuição das médias e desvios-padrão em percentual (%), obtidos na melhor resposta do exame de Posturografia Dinâmica *Foam-Laser*, dos 30 indivíduos do grupo estudado.

	<i>TOS 1</i>	<i>TOS 2</i>	<i>TOS 3</i>	<i>TOS 4</i>	<i>TOS 5</i>	<i>TOS 6</i>
Média	88,27	80,27	76,51	81,04	68,83	64,86
Desvio padrão	4,60	8,35	6,74	8,50	10,86	15,91
Máximo	95,51	90,65	86,52	90,45	86,91	91,35
Mínimo	73,85	55,71	63,45	47,91	41,96	33,93
Valor de referência	90,00	83,00	82,00	79,00	60,00	54,00

TABELA 2 – Distribuição das médias e desvios-padrão da área de deslocamento do CP em cm² registrados pela plataforma de força, dos 30 indivíduos do grupo estudado.

	<i>TOS 1</i>	<i>TOS 2</i>	<i>TOS 3</i>	<i>TOS 4</i>	<i>TOS 5</i>	<i>TOS 6</i>
Média	0,88	2,10	1,86	1,56	3,56	6,56
Desvio padrão	0,64	1,66	0,97	0,97	1,55	4,31
Máximo	1,98	5,72	3,95	4,29	8,10	14,78
Mínimo	0,17	0,32	0,47	0,19	0,89	0,73

TABELA 3 - Distribuição dos índices de correlação dos resultados obtidos através da realização da FLP (%) e a média da área do deslocamento do CP (cm²) obtida, simultaneamente, com a Plataforma de Força dos 30 indivíduos do grupo estudado,

Procedimento	<i>TOS 1</i>	<i>TOS 2</i>	<i>TOS 3</i>	<i>TOS 4</i>	<i>TOS 5</i>	<i>TOS 6</i>
Posturografia Dinâmica	88,27	80,27	76,51	81,04	68,83	64,86
Plataforma de força	0,88	2,1	1,86	1,56	3,56	6,56
Índice de correlação	-0,6	-0,64	-0,78	-0,63	-0,7	-0,8
Valor de p,	0,0004*	0,0001*	0,0001*	0,0002*	0,0001*	0,0001*

Existe diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$),

5 DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão discutidos os resultados obtidos e apresentados no capítulo anterior, sempre que possível, relacionando-os com trabalhos de outros autores consultados na literatura.

O presente trabalho de pesquisa, cujo objetivo foi correlacionar os resultados, da avaliação do controle postural em adultos jovens normais, obtidos por meio da FLP e plataforma de força, simultaneamente, é pioneiro por utilizar esta casuística e método. Por este motivo, tornaram-se escassas as revisões da literatura que poderiam viabilizar uma discussão com maior precisão entre os resultados obtidos e os dados referentes a outros trabalhos citados na linha de pesquisa.

Analisando a tabela 1 do capítulo de resultados, observa-se que as médias decrescem de 88,27 pontos no TOS 1 para 80,27 e 76,51 pontos respectivamente até o TOS 3. Na quarta condição deste exame, a média obtida foi de 81,04 pontos. No TOS 5 e 6 as médias apresentadas foram de 68,83 e 64,86 pontos, respectivamente. No entanto, ocorreu uma inversão destes resultados durante o TOS 4 na FLP (de 76,51% no TOS 3, para 81,04% no TOS 4). Dados semelhantes foram descritos por Vieira (2006) e Ruwer (2006), onde se verificou, também, inversão dos valores médios no TOS 4, nos indivíduos do grupo controle, em seus estudo com FLP.

Ainda referente à tabela 1, onde as médias desempenhadas pelos indivíduos do estudo, na FLP, nas 3 primeiras condições, ficaram abaixo dos valores de referência adotados pelo idealizador do método. Porém, nas demais condições, estas médias permaneceram acima dos valores de referência. Em estudos desenvolvidos por Vieira (2006) e Ruwer (2006), foram encontrados resultados bastante similares nas médias em todos os TOS avaliados.

Os resultados obtidos neste estudo são divergentes daqueles encontrados por Pedalini (2005), o qual relata que das seis condições impostas pelo exame, as condições 5 e 6 são as que parecem oferecer maior dificuldade. Mesmo o grupo de adultos sem queixas vestibulares desempenharam valores rebaixados de estabilidade.

Baseado nos princípios científicos do controle postural sugere-se duas hipóteses para explicar os resultados supracitados. A primeira é que os participantes deste estudo, por gozar de um sistema de controle postural íntegro, e por já estarem familiarizados com o teste após terem passado pelos primeiros TOS, seriam capazes de apresentar bom desempenho, mesmo frente a uma situação de desequilíbrio maior, como a imposta pelo TOS 4, onde os sujeitos permaneciam em pé, sobre uma espuma de 10 centímetros.

A segunda explicação consiste no fato que os participantes podem ter utilizado estratégias do controle postural diferentes para manter o equilíbrio corporal, nas diversas condições da FLP, aumentando seu equilíbrio corporal. Para afirmar os resultados obtidos, Horak, Shupert & Mirka (1989) relatam em seus estudos, que a estratégia do quadril é útil para responder à perturbações de grandes amplitudes, onde é difícil produzir torque ao nível do tornozelo, como, por exemplo, quando o indivíduo se mantém sobre uma superfície deformável.

De maneira semelhante, outros autores como Diener, Horak & Nashner (1988); Runge *et al.*, (1999); citam que a estratégia do quadril é utilizada para restaurar o equilíbrio em respostas frente a perturbações maiores e mais rápidas do controle postural, ou quando a superfície de apoio for menor que os pés ou deformável.

Para corroborar, com as hipóteses deste estudo, Godoi (2001), em sua pesquisa, avaliou o controle postural frente a perturbações esperadas e não esperadas, envolvendo adultos jovens e idosos por meio de plataforma de força e sistema de análise de movimento OPTOTRAK, o qual avalia a estratégia do controle postural utilizada, relata que o grupo de adultos jovens, embora tenha apresentado a estratégia do tornozelo na grande maioria dos testes (86%) a estratégia do quadril também foi utilizada (10%).

O deslocamento da área do centro de pressão registrado pela plataforma de força (tabela 2), durante a realização dos TOS da FLP, demonstrou a inversão nas médias dos escores nos TOS 3 e 4 que variaram de 2.10 cm² durante o TOS 2, para 1.86 cm² no TOS 3 e 1,56 cm² no TOS 4. Porém não foi encontrado na literatura, dados que permitissem a comparação destes achados.

Após a realização da análise de correlação dos resultados disposto na tabela 3, observou-se que houve forte índice de correlação negativa (inversamente

proporcional), entre a FLP e a área de deslocamento do CP obtida na plataforma de força durante a realização dos TOS – a saber: quanto maior a área de deslocamento do centro de pressão registrada pela plataforma de força, maior também a oscilação detectada na FLP. Como os escores da FLP são considerados valores em percentuais, sendo que na ausência total de oscilação corporal, o escore obtido é 100%, decrescendo de acordo com o aumento de oscilações. Assim, quanto maior for a área de deslocamento do centro de pressão na plataforma de força, menor será o escore obtido na FLP, o que determina índice de correlação negativa entre as análises.

No entanto, não foi encontrado na literatura compulsada, nenhum estudo que tenha utilizado a plataforma de força envolvendo a FLP, impossibilitando a comparação dos resultados obtidos neste estudo com os achados de outros autores. Porém, observou-se forte índice de correlação, com significância estatística, dos resultados da FLP com os registrados pela plataforma de força em todos os TOS.

Baseados nos resultados deste estudo observou-se que a FLP representa um método útil para análise do controle postural que avalia a influência dos sistemas envolvidos neste complexo mecanismo, e sua aplicação na clínica de reabilitação de pacientes com distúrbios de equilíbrio deve ser utilizada.

Para reforçar os resultados citados no parágrafo acima, Giordani (2004), em seus estudos verificou a presença de alterações no equilíbrio de um grupo de 32 sujeitos freqüentadores dos Alcoólicos Anônimos, da cidade de Santa Maria-RS. Após comparação dos resultados obtidos com sujeitos normais, a autora relatou que a FLP foi mais sensível que os testes de equilíbrio estático e dinâmico convencionalmente usados.

De modo semelhante, Yassue *et al.*, (2006), que encontraram alterações no equilíbrio de idosos portadores de diabetes *mellitus* por meio da FLP, sugeriram que esta técnica constitui-se em um instrumento muito sensível para avaliação do equilíbrio destes pacientes.

Outros estudos como os de Savoldi *et al.*, (2006) utilizaram a FLP com o objetivo de encontrar um método para avaliar a propriocepção de pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior do joelho. Os autores concluíram que a FLP é um método útil para avaliar a propriocepção nestes pacientes.

Para avaliar o efeito da baixa acuidade visual sobre o equilíbrio de pacientes com catarata senil, antes e após cirurgia, Rubin (2002) utilizou a FLP, como complemento da avaliação otoneurológica.

A exemplo do presente estudo, Lobo (2002) destacou a importância deste método de avaliação do equilíbrio corporal, em seus estudos para avaliar os benefícios de um programa de reabilitação vestibular em idosos institucionalizados em Porto Alegre – RS.

Sugere-se, com o objetivo de aumentar a sensibilidade dos resultados obtidos através da FLP, tanto para a utilização deste método em ambiente de pesquisa científica ou clínico, que a inclinação de 20° graus da cabina, durante a realização do TOS 3 e TOS 6, poderá ser realizada com a implantação de um sistema eletrônico que padronize a velocidade e o tempo de inclinação da cabina. Esta alteração poderá evitar que o conflito visual seja realizado de forma heterogênea entre os sujeitos examinados.

O uso da plataforma de força durante as condições da FLP, poderá não ser utilizados em ambientes clínicos, como forma de não encarecer e simplificar o exame, sem perder sua acurácia. A FLP representa um método quanti-qualitativo, de grande valia para avaliação do controle postural, e deve ser explorado por identificar a influência dos sistemas que são responsáveis pelo controle postural em um distúrbio do equilíbrio, servindo como ferramenta no auxílio ao diagnóstico destes distúrbios. Cabe ressaltar que em um país de população como o Brasil, onde os recursos são raros e a medicina em muitos locais ainda é arcaica, a FLP é de fácil aquisição, baixo custo e tem múltiplas aplicações, podendo ser facilmente transportado de um local para outro em avaliações domiciliares.

Castagno (1994) relata que a técnica da Posturografia Dinâmica *Foam-laser* não pode substituir completamente a Posturografia Dinâmica Computadorizada (*Equitest*®). Se o custo for considerado, poucos dólares podem ser necessários para adquirir uma cabina de tecido, uma caneta laser e um pedaço de espuma de média densidade. Por outro lado, a Posturografia Dinâmica computadorizada custa aproximadamente 80.000 dólares. Entretanto, a Posturografia Dinâmica *Foam-laser* é uma técnica simples, barata e útil que produz a análise do teste de organização sensorial, muito comparável aos obtidos com o *EquiTest*®.

Destacando a importância da PDC, Medeiros *et al.*, (2003) relatam sobre a dificuldade de encontrar dados na literatura gerados de análise quantitativa para a comprovação da melhora clínica de paciente submetidos à reabilitação vestibular. Estes autores relatam que a posturografia possibilita uma quantificação clínica precisa dos sinais observados clinicamente.

Duarte (2000) relata que os componentes mais importantes da grandeza centro de gravidade em estudos de posturografia são as componentes horizontais nas direções antero-posterior e médio-lateral. Porém, neste estudo, cabe ressaltar que não foi mensurado o deslocamento médio-lateral durante os TOS na FLP, fato que poderia gerar maiores informações e com isso propiciar maior sensibilidade para o exame, subsidiando ainda sua maior utilidade para avaliação do controle postural em diversas áreas.

Quanto a outros fatores limitantes deste trabalho que merecem destaque e que poderão contribuir para outros estudos futuros utilizando a FLP, diz respeito ao número de indivíduos que compuseram o grupo estudado. Sendo que um grupo amostral mais expressivo poderá ser utilizado em estudos futuros que se fazem necessários, e oferecer resultados ainda mais conclusivos.

No entanto, ao realizar um exame utilizando a FLP, o examinador não deverá ter a pretensão de obter dados sobre a cinética do controle postural, como os obtidos pela plataforma de força, baropodometria eletrônica. A FLP, representa um método de baixo custo, que contribui para avaliação do controle postural e diagnóstico em portadores de distúrbios do equilíbrio, tanto no meio de pesquisa quanto ambulatorial.

A realização deste estudo foi importante por detalhar as vantagens e as diversas aplicações deste método quali/quantitativo para avaliar o controle postural, capaz de discriminar o envolvimento de cada um dos sistemas envolvidos na manutenção do equilíbrio. Este estudo, por ser o pioneiro envolvendo a FLP e plataforma de força, sobre tudo servirá de fonte de literatura para estudos futuros envolvendo a FLP, certamente se fazem necessários.

6 CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados deste estudo, pode-se concluir que a *Posturografia Dinâmica Foam-laser* apresenta forte correlação à Plataforma de Força na avaliação do controle postural.

7 REFERÊNCIAS

ALEXANDER, N. B. Postural control in older adults. **Journal of The American Geriatrics Society**. Malden, v.42, p.93-108, 1994.

ASAI, M. WATANABE, Y. OHASHI, N. MIZUKOSHI, K. Evaluation of vestibular function by dynamic posturography and other equilibrium examinations. **Acta Otolaryngol** (Stockh), Suppl. 504: p.120-124, 1993.

ÁVILA, O.V.; AMADIO, A.C.; GUIMARÃES, A.C.S.; DAVID, A.C.; MOTA, C.B.; BORGES, D.M.; GUIMARÃES, F.J.S.; MENZEL, H.; CARMO, J.; LOSS, J.F.; SERRÃO, J.C.; SÁ, M.R.; BARROS, R.M.L. Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva In: **Revista Brasileira de Biomecânica**, ano 3, n° 4, 2002.

BANKOFF, A. D. P. et al., Analisis poddometrico de los atletas de levantamiento de peso mediante la técnica vídeo-podometrica. In: CONGRESSO CIENTÍFICO OLÍMPICO, 1., Anais Málaga, 1992.v. 1, p. 18

BARCELLOS, C. IMBIRIBA, L. A. Alterações posturais e do equilíbrio corporal na primeira posição em ponta do balé clássico. **Revista Paulista de Educação Física**. V.16, n.1, p. 43-52, 2002.

BARELA, J. A . estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. **Rev. paul. Educ. Fís.**, São Paulo, supl.3, p.79-88, 2000

BIZZO, G. GUILLET, N. PATAT, A. GAGEY, P. M. Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry. **Med Biol Eng Comput**, 23(5), p474-476, 1985.

BRUNNSTROM, S. **Cinesiologia clínica**. São Paulo: Manole, 1989. C. Brown Publishers, 1989.

CASTAGNO, L. A. A New Method For Sensory Organization tests: The Foam-Laser Dynamic Posturography. **Rev. Bras. De Otorrinolaringologia**. vol.60 n°4, 1994.

CRENNA, P. FRIGO, C. A. Motor programme for the initiation of forward-oriented movements in humans. **Journal of Physiology**, London, v. 437, p. 635-653, 1991.

DIENER, H. C. HORAK, F. B. NASHNER, L. M. Influence of stimulus parameters on human postural response. **Jornal of Neurophysiology**. Bethesda, v.59, n.6, p.1888-1905, 1989.

DUARTE, M. F. **Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática**. Tese de Livre Docência apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano. 2000.

_____. **Modelagem do controle postural humano**. Anais no IX Congresso Brasileiro de Biomecânica. Gramado-RS, 2001.

Métodos de Análise do Controle Postural. Disponível em <http://lob.incubadora.fapesp.br/portal/p/nec05.pdf>. acesso em 12/07/2006.

DUARTE, M. F. MOCHIZUKI, L. Análise estabilográfica da postura ereta humana. In: TEIXEIRA, L. A. **Avanços em comportamento motor**. São Paulo: Movimento, 2001.

ELLENBECKER, T. S. **Reabilitação dos Ligamentos do Joelho**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2002.

FERREIRA, F. P. M. **Produção do Journal of Biomechanics entre os anos de 2000 e 2001 relacionada ao tema equilíbrio corporal**. Memória de Licenciatura – UERJ. Instituto de educação Física e Desportos, Rio de Janeiro, 2003.

FILHO, B. J. R. **Propriocepção**. 2001. Disponível em: <http://www.gate.com.br/fisio web>. Acesso em: 23 de março de 2005.

FRONTERA, W. R. DAWSON, D. M. SLOVIK, D. M. **Exercício Físico e Reabilitação**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

GIORDANI, A. M. **A influencia do alcoolismo no equilíbrio postural** (Dissertação de Mestrado). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2004.

GIRARDI M, K. H. R. AMIN, M. HUGHES, L. F. Predicting fall risks in na elderly population: computer dynamic posturography versus eletronystagmography test results. **Laryngoscope**, v. 111, n. 9, p. 1528-1532, 2001.

GHEZ, C. Posture In: KANDEL, E. R. SCHWARTZ, J. H. JESSEL, T. M. **Principles of Neural Science**, Norwalk, Apleton & Longe, 3 ed. p.596-608, 1991.

GODOI, G. **Controle postural em idosos frente a perturbação esperada e inesperada**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Bociências. da Universidade Estadual Paulista, 2001.

GOLDSTEIN, H. **Classical mechanics**. 2a ed., Addison-Wesley, USA, 1980.

GURFINKEL, E. V. Physical foundations of stabilography. **Agressologie**, 14, p.9-14. 1973.

GURFINKEL, V. S. LIPSHITS, M. I. POPOV, K. Y. E. Is the stretch reflex the main mechanism in the system of regulation of the vertical posture of man? **Biophysics**, 19, p.761-766, 1974.

GUYTON, A. C. **Anatomia e fisiologia do sistema nervoso**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1977.

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

HORAK, F. B. NASHNER, L. M. Central programming of moviment: adaptation of altered support-surfece configuration. **Jornal of Neurophysiology**, Bethesda, v.55, n.6, p.369-381, 1986.

HORAK, F. B. SHUPERT, C. L. MIRKA, A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. **Neurobiol Aging**, 10, p.727-738, 1989.

HYTONEN, M. PYYKKÖ, I. AALTO, H. STARCK, J. Postural Control and Age. **Acta Otolaringol.** 113 (2), p.119-122, 1993.

KEIM, R. J. Clinical comparisons of posturography and electronystagmography. **Laryngoscope**, 103(7):713-6, Jul.1993.

KELLY, J. P. The senso of balance. In: KANDEL, E. R. SCHWARTZ, J. H. JESSEL, T. M. **Principles of neural science**, Norwalk: appleton & longe, 3ª ed. p.500-511, 1991.

LATASH, M. L. **Neurophysiological basis of human movement. Human Kinetics**, Champaign, IL, USA, 1997.

LAUGHTON, C. A. SLAVIN, M. KATDARE, K. *et al.* Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with impairment. **Gait and Posture**, p.1-8, 2003.

LEDIN, T. ODKVIST, L. M. Dynamic Posturography. **Acta Awho** – vol 12, n3, 1993.

LOPES, L. F. D. *et al.* **Caderno didático**: estatística geral. Santa Maria: UFSM, 2. ed., CCNE, 2007.

LOBO, M.B. **Uma proposta de reabilitação vestibular em grupo para idosas institucionalizadas**. (Dissertação de Mestrado). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2002.

MAKI, B. E. MCILROY, W. E. Postural control in the older adult. **Clinics in Geriatric Medicine**, Philadelphia, v. 12, n. 4, p. 635-658, 1996.

MASSION, J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. **Prog. in Neurotoxi**, v. 38, p.35-56, 1992.

_____ Postural control systems in developmental perspective. **Neuroscience Behav Rev**, 22, p.465-472, 1998.

MEDEIROS, Í. R. T. BITTAR, R. S. M. PEDALINI, M. E. B. LORENZI, M. C. KII M. A. FORMIGONI, L. G. Avaliação do tratamento dos distúrbios vestibulares na criança através da posturografia dinâmica computadorizada: Resultados preliminares. **Jornal de Pediatria** - vol. 79, nº4, 2003, p. 337-342.

MOCHIZUKI, L. FERNANDES, E. DUARTE, M. ÁVILA, A. O. V. AMADIO, A. C. Estudo biomecânico sobre o controle do equilíbrio postural em função de ritmos circadianos. **Revista Brasileira de Postura e Movimento**. São Paulo, v.2, n.1, p.51-55, 1998.

NARITA, S. ITOH, J. KUROSE, M. KOBAYASHI, K. HIMI, T. Factors influencing long-term progress in patients with vestibular neuritis. **Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho**. 107(9): p.793-9, 2004.

NASHNER, L. M. Sensory feedback in human posture control. Thesis, Massachusetts. **Institute of Technology**, Cambridge, Mass., 1970.

_____. Analysys of stance posture in humans. In: TOWE, A. L.; LUSCHEI, E.S., eds. **Motor coordination**. New York, Plenum Press, 1981, p.527-65. (Handbook of behavioral neurology, v.5).

_____. **Sensory, neuromuscular and biomechanical contributions to human balance**. **Balance** – procediment of the APTA Forum, Nashville, Tennessee, june, p.5-12, 1989.

NASHNER, L. M. PETERS, J.F. Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. **Neurologic. Clin.**, v. 8, n. 2, p. 331-349, 1990.

NEWELL, K. M. SLOBOUNOV, S. M. SLOBOUNOV, E S. MOLENAAR, P. C. M. Stochastic processes in postural center-of-pressure profiles, **Exp. Bram Res.**, v.113, p. 158-164, 1997.

NICHOLS, D. S. Balance retraining after stroke using force plataform biofeedback. **Physical Therapy**, Alexandria, v.77, n.5, p.553-558, 1997.

NORRÉ, M. E. FORREZ, G. Posture testing (posturography) in the diagnosis of peripheral vestibular pathology. **Arch Otorhinolaryngol**. 243: 186-9, 1986.

OJALA, M. MATIKAINEN, E. JUNTUNEN, J. Posturography and the dizzy patient: a neurologieai study of 133 patients. **Acta Neurol Scand**, 80: p.118-122, 1989.

OLIVEIRA, L. F. Estudo de revisão sobre a utilização da estabilometria como método de diagnóstico clínico. **RBE**; 9(1): p.37-53, 1993.

OLIVEIRA, L. F. IMBIRIBA, L. A. GARCIA, M. A C. Índice de estabilidade para avaliação do equilíbrio postural. **Rev Bras Biomec**, 1 (1), pp.33-38, 2000.

PAI, Y. C. PATTON, J. Center of mass velocity-position predictions for balance control. **J. Biomechanics**, 4, p.347-354, 1997.

PAULUS, W. M.; STRAUBE, A. ; BRANDIT, T. Differential effects of retinal target displacement, changing size, and disparity in control of anterir posterior and lateral body sway. **Experimental Brain Research**, New york, v. 78, p.243-252, 1989.

PEDALINI, M. E. B. Avaliação de idosos com e sem queixas de sintomas vestibulares pela posturografia dinâmica computadorizada. (tese) São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2005.

RAMOS, B. M. B **Influência de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos**. (Monografia) São Paulo Claro: Universidade de São Paulo – USP, 2003.

ROBERTS, B. L. MUELLER, M. G. The balance scale: factor analysis and reliability. **Percep. Mo. Skills**, v. 65, p.367-74, 1987.

- ROTHWELL, J. **Control of Human voluntary movement**. 2 ed. London: Chapman & Hall, 1994.
- RUBIN, A. S. B. **Estudo do equilíbrio corporal de pacientes com catarata senil antes e após o tratamento cirúrgico**. (Dissertação de Mestrado). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2002.
- RUNGE, C. F. SHUPERT, C. L. HORAK, F. B. ZAJAC, F. E. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. **Gait Posture**. Oct;10(2): p.161-70. 1999.
- RUWER, S. L. **Estudo da posturografia dinâmica “foam-laser” em indivíduos normais com idades entre 14 e 60 anos**. (Dissertação de Mestrado). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2006.
- SAVOLDI, A. P. MONTIJO, J. P. R. LOTH, E. A. BERTOLINI, G. R. F. Avaliação da propriocepção no equilíbrio de indivíduos submetidos à reconstrução do LCA através do método de posturografia dinâmica – Estudo Piloto. Anais do 2º Congresso SLARD. Foz do Iguaçu - PR, 2006.
- SAGE, G. H. **Motor learning and control: a neuropsychological approach**. Dubuque: WCB/McGraw-Hill, 1984.
- SANVITO, W. L. **Propedêutica Neurológica Básica**. São Paulo: Atheneu, 2002.
- SCHMIDT, R. A. **Aprendizagem e performance motora: dos princípios à prática**. São Paulo: Movimento, 1993.
- SHÖNER, G. Dynamic theory of action-perception patterns: the “moving room” paradigm. **Biological Cybernetics**, New York, v. 64, p.455-462, 1991.
- SHUMWAY-COOK, A. WOOLLACOTT, M. **Motor Control: Theory and practical applications**. Baltimore, Williams & Wilkin, 1995.
- TEREKHOV, Y. Stabilometry and some aspects of its applications - a review. **Biomed Eng**. 11: p.12-5, 1976.
- TOUPET, M. GAGEY, P. M. HEUSCHEN, S. Vestibular patients and aging subjects lose use of visual input and expence more energy in static postural control: In VELLAS, B. TOUPET, M. RUBENSTEIN, L. ALBAREDE, J. L. CHRISTEN, Y. **Falls, balance and gait disorders in elderly**. Paris: Elsevier, 1992, p. 183-198.
- VANDER, A. J. SHERMAN, J. H. SHERMAN, L. D. **Fisiologia humana**. 3 ed., São Paulo:Mcgraw-Hill, 1981.
- VICINI, C. CAMPANINI, A. MARALDI, C. RAVAGLI, A. Revisione dei criteri valutativi del danno vestibolare. In: **XX Giornata Italiana di Nistagmografia Clinica**. Spoleto Ed. Formenti; 2000.

VIEIRA, G. R. **Posturografia dinâmica em indivíduos que trabalham na construção civil exposto à altitude.** (Dissertação de Mestrado). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2006.

YASSUE, M. M. LOTH, E. A. ROSSI, A. G. BERTOLINI, G. R. F. Avaliação do equilíbrio em idosos portadores de diabetes mellitus através de posturografia dinâmica foam-laser. *Rev Bras Med Esporte* vol.12 no.6 Niterói Nov./Dec. 2006.

WANG, S. SCHACHT, J. Insulin stimulates protein synthesis and phospholipid signaling systems but does not regulate glucose uptake in the inner ear. **Hear Res.** 47(1-2):53-61, 1990.

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

ANEXOS

ANEXO A:

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP



Aprovado na
CONEP em 04/08/2000

PARECER 226/2006-CEP

Súmula: Avaliação de proposta de projeto de extensão, tendo como pesquisador responsável Ângela Garcia Rossi.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, analisou na sessão ordinária do dia 16/11/2006, Ata 014/2006 – CEP, o processo CR nº 19366/2006, referente ao projeto de extensão intitulado "Avaliação do equilíbrio postural: comparação entre adultos, jovens e idosos saudáveis e portadores de seqüelas neuro-musculares" tendo como pesquisador responsável Ângela Garcia Rossi, cujo objetivo geral é "Avaliar o equilíbrio postural em suas variáveis neuro-musculares na saúde e em estados de alterações patológicas conhecidas. Comparando e quantificando as características apresentadas em cada grupo avaliado".

Considerando que o solicitado anteriormente por este CEP foi atendido, mediante a importância social e científica que o projeto apresenta, a sua aplicabilidade e conformidade com os requisitos éticos, somos de parecer favorável à realização do projeto classificando-o como **APROVADO**, pois o mesmo atende aos requisitos fundamentais da Resolução 196/96 e suas complementares do Conselho Nacional de Saúde.

Deverá ser encaminhado ao CEP o relatório final da pesquisa e/ou a publicação de seus resultados, para acompanhamento, bem como comunicada qualquer intercorrência ou a sua interrupção.

Cascavel, 30 de março de 2007.

Adriane de Castro Martinez Martins

Coordenadora do CEP/Unioeste

ANEXO B:**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****Nome da pesquisa:**

Avaliação do equilíbrio postural: comparação entre adultos jovens e idosos, saudáveis e portadores de seqüelas neuro-musculares.

Pesquisador responsável: Ângela Garcia Rossi

Este trabalho estuda o equilíbrio postural. O voluntário selecionado para este estudo será devidamente encaminhado pelos devidos projetos. O indivíduo passará pela avaliação fisioterapêutica inicial composta por perguntas e exame clínico. Serão realizados testes de equilíbrio onde o sujeito deve permanecer em pé dentro de uma cabine. Nestes procedimentos serão apresentadas dificuldades relacionadas a manutenção do equilíbrio. Toda segurança necessária para realização do exame será oferecida aos participantes. Ao término da avaliação postural, será feita a avaliação da função muscular com um aparelho chamado eletromiografo. As avaliações serão realizadas em um dia. Este estudo não causará nenhum gasto financeiro ao indivíduo, nem danos a sua saúde física. Este trabalho justifica-se pela pretensão de auxiliar à reabilitação.

Sua participação será muito importante para o sucesso desta pesquisa.

Assinatura do pesquisador: _____

Tendo recebido as informações anteriores e, esclarecido dos meus direitos relacionados a seguir, declaro estar ciente do exposto e desejar participar da pesquisa:

A garantia de receber a resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a dúvidas sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados com a pesquisa.

A liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo;

A segurança de que não serei identificado e que será mantido o caráter confidencial das informações relacionadas com minha privacidade.

Compromisso de me proporcionar informação atualizada durante o estudo, ainda que possa afetar minha vontade de continuar participando.

Em seguida, assino meu consentimento.

Cascavel, _____ de _____ de _____.

Nome: _____

Rg: _____

Assinatura: _____

ANEXO C**ANEXO II – AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA****1. IDENTIFICAÇÃO**

Data da Avaliação ___/___/___

Nome do paciente _____ Idade _____

Data de Nascimento ___/___/___ Fone: _____ cel. _____

Estado Civil _____ Sexo () masculino () feminino

CPF: _____ Nacionalidade _____

Profissão: _____ Nome da Mãe: _____

Endereço: _____ Cidade: _____

Diagnóstico Clínico _____

Diagnóstico Fisioterapêutico _____

2. ANAMNESE

-Como o paciente chegou a clínica _____

-HDA _____

-HDP _____

-HF _____

-Peso aproximado _____ Kg -Altura _____

-Queixa principal _____

-Expectativa do paciente _____

-Medicamentos utilizados _____

-Realizou cirurgia anterior _____

-Realizou reabilitação anterior _____

-Quais os problemas associados _____

-Fuma () Sim () Não -Quantos cigarros por dia _____ -Há quanto tempo _____

-Etilismo () Sim () Não -Há quanto tempo _____

-Condições Sócio-econômicas () Ruim () Regular () Bom

-Estado emocional durante a avaliação () Calmo () Agitado () Misto

-Nível de dificuldade para transpor obstáculos arquitetônicos

no trabalho () Pequeno () Médio () Grande

em casa () Pequeno () Médio () Grande

3. EXAME FÍSICO

3.1 – Inspeção (presença de cicatrizes; local da cicatriz; distúrbios posturais em pé, sentado, supino, prono; algia em alguma posição; manchas na pele; úlceras edemas; deformidades; etc...) _____

3.2 – Dados Vitais

-P.A. _____ / _____ mmHg -F.C. _____ bpm -F.R. _____ cpm

-T _____ C -Respiração () Abdominal () Torácica () Mista

-Ritmo Respiratório _____ -Expansibilidade _____

-Ausculta Pulmonar _____

3.3 – Palpação

-Dor a palpação (local da dor) _____

-Pele (nutrição, vitalização, seca, úmida) _____

-Presença de contraduras (local e grupo muscular)_____

-Presença de aderências_____

-Presença de quelóides_____

-Presença de lesões abertas_____

-Presença de enxertos (local, tipo de enxerto, grau de cicatrização...)_____

-Lesões dermatológicas (psoriáse, eczema, dermatite, cistos epidernóides...)__

-Alterações tróficas (brilho, secura, perda de pelos...)_____

3.4 - Perimetria