

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

EQUILÍBRIO POSTURAL E OBESIDADE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gabriel Ivan Pranke

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

EQUILÍBRIO POSTURAL E OBESIDADE

por

Gabriel Ivan Pranke

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

Orientadora: Profª Drª Angela Garcia Rossi

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

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

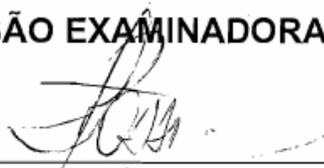
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado

EQUILÍBRIO POSTURAL E OBESIDADE

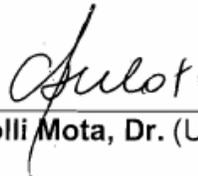
elaborada por
Gabriel Ivan Pranke

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

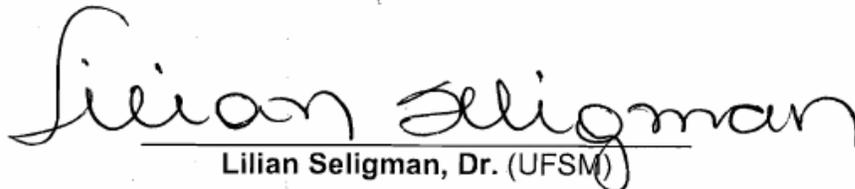
COMISSÃO EXAMINADORA:



Angela Garcia Rossi, Dr.
(Presidente/Orientador)



Carlos Bolli Mota, Dr. (UFSM)



Lilian Seligman, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 03 de março de 2010.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à
minha mãe, **Dona Leni**, quem
me deu a vida, me apoiou em
todos os momentos e que completa
mais um ano de vida na data
de minha defesa.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a *Deus* por ter guiado o meu caminho depois de eu ter o confiado a Ele. De fato Tu fazes o 'mais' que me falta por si só fazer.

Agradeço à **minha querida orientadora**, *Angela Garcia Rossi*, uma pessoa muito especial, por ter me dado a oportunidade de cursar o mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana e aprender um pouco sobre esse 'mundo novo'. Pelos conhecimentos, pelas orientações, pelas ajudas, pelas reuniões e, acima de tudo, pelo carinho e atenção com que me tratou durante esses anos.

Agradeço à **Coordenação do PPGDCH**, à professora *Márcia Keske-Soares*, pelo empenho com que tem levado o programa adiante e tê-lo feito crescer juntamente conosco, discentes do programa. À dedicação da *Adriana* à frente da secretaria do programa sempre disposta e eficiente nas informações.

Agradeço à *CAPES*, por ter financiado meus estudos durante os dois anos de curso de mestrado.

Agradeço aos demais **componentes da Banca Examinadora** desta dissertação, professor *Carlos Bolli Mota*, eterno mestre de todos os momentos de estudo no Laboratório de Biomecânica, pelas oportunidades abertas, pelos conhecimentos criados em momentos de discussão e pela ajuda com considerações sempre aproveitáveis. À professora *Lilian Seligman*, pelas considerações em relação ao trabalho, pela ajuda e disponibilidade nessa última fase. À professora *Tânia Maria Tochetto*, também por sua disponibilidade.

Agradeço a **meus pais**, *Daniel e Leni*, pela criação e educação, em primeiro lugar. Se hoje estou podendo usufruir dessa conquista muito se deve ao amor de vocês por mim e à dedicação que colocaram para formar a nossa família. Essa conquista é mérito de vocês. E depois pelo incentivo, pelo carinho, pelas conversas guiadoras desde o princípio, ajudando-me a escolher sempre os caminhos certos e pelo apoio aos meus estudos que sempre deram.

Agradeço **aos meus irmãos**, *Saul e Ismael*, pelo companheirismo, pelos momentos de descontração, pelas horas de lazer que pude compartilhar com vocês e, é claro, por serem essas grandes pessoas, com futuros brilhantes, com certeza, que me deixam com orgulho de poder chamá-los de meus *brothers*.

Agradeço aos **amigos e companheiros de LABIOMEC**, parceiros de grupo de estudos, os quais com certeza ajudaram no meu crescimento acadêmico. À professora *Clarissa*, pessoa especialíssima em minha vida, que me mostrou o 'caminho das pedras' para a vida de pesquisador, me iniciou na vida acadêmica, pela belíssima parceria criada, pela atenção e carinho em todos os momentos, pela ajuda sempre pronta em momentos de desespero e por todos os momentos de risadas indispensáveis em nossas vidas. Ao *Luiz Fernando*, um cara com um coração do tamanho dele, com o qual logo percebi uma grande parceria sendo criada, pelos momentos de discussões, pela grande ajuda com o andamento das coisas do grupo, pela ajuda no filtro e na estatística e, também, é claro pela amizade. Ao *Rudi*, um grande cara, pelo esforço e dedicação que me servem de exemplo, pela alegria contagiante, pela parceria dentro e fora das questões acadêmicas e pela ajuda nas coletas. Às meninas do LABIOMEC *Patrícia*, *Juliana Soares* e *Estele* por, antes de tudo, terem colocado um ar mais agradável ao nosso ambiente de trabalho; depois, pelo grande apoio em nossas reuniões, pela parceria criada e, a cada dia que passa mais fortalecida, pela ajuda nas coletas, pela dedicação às coisas do grupo e pelos momentos de descontração,

meninas com futuro garantido. Ao *Matheus* e à *Susana*, à *Juliana Bidart*, à *Simone Macuglia* e à *Carla*, à *Jaqueline* e à *Simone Milbradt*, à *Bruna Roggia* e *Danielle*, integrantes do grupo que ajudaram ou nas coletas ou nas discussões que nos fazem crescer, foram até aqui poucos momentos de convívio, mas importantes, a cujos quais eu não poderia deixar de agradecer-los.

Aos demais mestres que auxiliaram nesta pesquisa, professores *Daniela Lopes dos Santos*, *Silvana Corrêa Matheus* e *Luiz Felipe Dias Lopes* e seus orientandos que me auxiliaram, por suas disponibilidades em me atender, por me darem ideias, por aceitarem parcerias, por procurarem fazer com que a ciência se torne mais interdisciplinar.

Aos *indivíduos da pesquisa*, por serem pessoas queridas e dispostas a ajudar ao se colocarem à disposição para participar do estudo.

Aos meus amigos sempre especiais, seja pelo sentimento de saudade por nossos momentos vividos, seja pelos momentos que ainda estamos vivendo ou por aqueles que ainda estão por vir. *Dalila*, *Stela*, *Taiana*, *Bordinhão*, *Lewis*, *Saulo*, *Renan*, *José Alfredo*, *Rodrigo*, *Fabiano*. Vocês são muito especiais para mim. À galera da *Xurupita* e da *AFSJ*, por terem compartilhado momentos especiais com a prática de esportes, essencial para mim, nos últimos dias e meses.

A todos vocês meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

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

EQUILÍBRIO POSTURAL E OBESIDADE

AUTOR: GABRIEL IVAN PRANKE

ORIENTADORA: ANGELA GARCIA ROSSI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 03 de março de 2010.

A obesidade é um problema de saúde em escala mundial e projeções da Organização Mundial da Saúde preveem aumentos significativos dos índices para os próximos anos. Juntamente com problemas de saúde relacionados à obesidade existem indícios significativos que o equilíbrio postural também é afetado, o que pode trazer limitações para atividades de vida diárias. **Objetivo:** A dissertação foi dividida em dois artigos de pesquisa, cada um com objetivos diferentes: 1) Verificar a influência da obesidade sobre o equilíbrio postural; e 2) Verificar a influência de um tratamento para redução de peso no equilíbrio postural de indivíduos obesos. **Materiais e método:** O grupo de estudo do primeiro artigo foi composto por 48 indivíduos com sobrepeso e obesos com idade média de $49,04 \pm 8,59$ anos, estatura corporal média de $163,28 \pm 5,58$ cm e massa corporal média de $92,97 \pm 16,49$ kg. Quinze mulheres deste grupo realizaram um tratamento para redução de peso, composto por exercícios aeróbicos e anaeróbicos três vezes na semana e orientações nutricionais por uma vez semanal, durante 12 semanas. Estas compuseram o grupo de estudo do segundo artigo e tinham idade média de $48,93 \pm 7,04$ anos, estatura corporal média de $161,63 \pm 4,57$ cm e massa corporal média de $85,51 \pm 10,58$ kg. Foram coletados dados antropométricos relacionados ao nível de obesidade, como massa corporal, estatura, índice de massa corporal e circunferência da cintura, e dados referentes ao equilíbrio postural com uma plataforma de força *AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.)* e posturografia dinâmica *foam-laser*, antes e depois do tratamento proposto. **Resultados:** Os resultados do estudo revelaram que as variáveis antropométricas não sofreram alterações e apenas uma variável de equilíbrio postural apresentou melhora significativa após o tratamento, em uma situação com olhos fechados. Após a divisão em grupos de acordo com o índice de massa corporal (grupo com sobrepeso = GSP; grupo obesidade I = GO I; grupo obesidade II = GO II; grupo obesidade III = GO III) foi encontrado melhor equilíbrio postural para GO III e pior equilíbrio postural para GO II. Foram encontradas associações moderadas e significativas entre valores de equilíbrio postural e indicadores de obesidade, quando retirada da análise o GO III, denotando melhor equilíbrio postural para indivíduos com menores níveis de obesidade. **Conclusões:** O tratamento realizado melhorou apenas uma das variáveis de equilíbrio avaliadas e indivíduos com maior índice de massa corporal têm melhor equilíbrio postural que os demais indivíduos. Existe uma associação linear negativa entre equilíbrio e obesidade entre indivíduos que compuseram os grupos GSP, GO I e GO II.

Descritores: obesidade, equilíbrio postural, terapia por exercício, Índice de Massa Corporal.

ABSTRACT

Master's Degree Thesis
Post-graduation program in Human Communication Disturbs
Universidade Federal de Santa Maria

POSTURAL BALANCE AND OBESITY

AUTHOR: GABRIEL IVAN PRANKE

ADVISER: ANGELA GARCIA ROSSI

Date and Local of the Defense: Santa Maria, March 3rd, 2010.

Obesity is a health problem worldwide and projections of the World Health Organizations provide significant improves in rates for the coming years. Together with health problems related to obesity there are significant evidence that postural balance is also affected, which can lead limitations on activities of daily living. **Purpose:** Dissertation was divided in two research papers, each with different purposes: 1) To verify the influence of obesity on postural balance; and 2) To verify the influence of a treatment for weight reducing on obese individual's postural balance. **Material and Method:** The first paper's sample were composed by 48 overweight and obese individuals with mean age of $49,04 \pm 8,59$ years, mean height of $163,28 \pm 5,58$ cm and mean weight of $92,97 \pm 16,49$ kg. Fifteen women of that sample performed treatment for weight loss, composed by aerobic and anaerobic exercises three times a week and dietary guidelines once a week, during 12 weeks. They composed the second paper's sample and had mean age of $48,93 \pm 7,04$ years, mean height of $161,63 \pm 4,57$ cm and mean weight of $85,51 \pm 10,58$ kg. Were collected anthropometric data related to obesity level, like body mass, height, body mass index and waist circumference, and data related to postural balance with a force platform AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.) and foam-laser dynamic posturography, before and after proposed training. **Results:** Study results showed that the anthropometric variables did not change and only one postural balance variable significantly improved after treatment in a situation with closed eyes. After division in groups according body mass index (overweight group = GSP; obesity I group = GO I; obesity II group = GO II; obesity III group = GO III) was found better postural balance for GO III and worse postural balance for GO II. Was found significant moderate associations between postural balance values and obesity indicators, when removed GO III of analysis, denoting better postural balance for individuals with smaller obesity levels. **Conclusions:** Training performed improved only one of analyzed balance variables and individuals with higher body mass index have better postural balance than other individuals. There are a negative linear association between postural balance and obesity in individuals that composed groups GSP, GO I and GO II.

Keywords: obesity, postural balance, exercise therapy, Body Mass Index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Influências sensoriais sobre o controle do equilíbrio postural. (Fonte: LUNDY-EKMAN, 2000).	22
Figura 2 - Diagrama de blocos do processamento dos sinais obtidos pela plataforma de força. (Fonte: MORAES, 2000).	26
Figura 3 - Posturografia Dinâmica <i>Foam-laser</i> . Fonte: Teixeira (2008).....	29
Figura 4 - Cinto com caneta laser. Fonte: Teixeira (2008)	29
Figura 5 - Esquema de avaliação da Posturografia Dinâmica <i>Foam-laser</i> . Fonte: adaptado de Castagno (1994).....	29
Figura 6 - Teste de organização sensorial efetuado em seis condições. Adaptado de Rubin (2002).....	29
Figura 7 - Cálculo da oscilação do centro de gravidade a partir da posturografia dinâmica <i>foam-laser</i>	30
Figura 8 - Plataforma de força AMTI.	36
Figura 9 - Posturografia Dinâmica <i>Foam-laser</i> (TEIXEIRA, 2008)	37
Figura 10 - Correlações entre variáveis de equilíbrio e variáveis antropométricas. ..	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação do nível de obesidade a partir do Índice de Massa Corporal.	36
Tabela 2 - Descrição da amostra	44
Tabela 3 - Correlações entre variáveis de equilíbrio postural da plataforma de força e variáveis antropométricas.....	46
Tabela 4 - Correlações entre variáveis de equilíbrio postural da posturografia dinâmica foam-laser e variáveis antropométricas.	46
Tabela 5 - Descrição das variáveis da plataforma de força e comparações entre os grupos de acordo com a divisão pela classificação do IMC.	47
Tabela 6 - Descrição das variáveis da posturografia dinâmica foam-laser e comparações entre os grupos de acordo com a divisão pela classificação do IMC..	48
Tabela 7 - Análise descritiva e comparações entre pré e pós-teste para variáveis antropométricas.....	63
Tabela 8 - Análise descritiva e comparações entre pré e pós-teste para variáveis de equilíbrio postural medidas através da plataforma de força.	64
Tabela 9 - Análise descritiva e comparações entre pré e pós-teste para variáveis de equilíbrio postural medidas através da posturografia dinâmica <i>foam-laser</i>	64
Tabela 10 - Correlações entre a melhora/piora das variáveis de equilíbrio postural da plataforma de força e a melhora/piora das variáveis antropométricas.	65
Tabela 11 - Correlações entre a melhora/piora das variáveis de equilíbrio postural da posturografia dinâmica foam laser e a melhora/piora das variáveis antropométricas.	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores dos TOS (FONTE: ROSSI et al., 2003).....	30
Quadro 2 - Avaliação das relações da análise sensorial (FONTE: ROSSI et al., 2003).	30
Quadro 3 - Programa de treinamento. rep = repetições. s = séries. Int. = intensidade. nº ex = número de exercícios.....	39
Quadro 4 - Programa de treinamento. rep = repetições. s = séries. Int. = intensidade. nº ex = número de exercícios.....	61

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	80
ANEXO II – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA	83
ANEXO III – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE.....	85

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE QUADROS.....	11
LISTA DE ANEXOS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 O problema e sua importância.....	15
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo Geral.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
1.3 Justificativa.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Obesidade.....	18
2.2 Equilíbrio postural.....	21
2.1.1 Sistema vestibular.....	23
2.1.2 Sistema somatossensorial.....	24
2.2.3 Sistema visual.....	24
2.3 Plataforma de força.....	25
2.4 Posturografia Dinâmica.....	27
2.5 Relações entre equilíbrio postural e obesidade.....	31
3 MATERIAIS E MÉTODO.....	35
3.1 Caracterização da amostra.....	35
3.2 Instrumentos para a coleta de dados.....	35
3.2.1 Avaliação do nível de obesidade.....	35
3.2.2 Avaliação do equilíbrio postural.....	36
3.3 Variáveis do estudo.....	37
3.4 Procedimentos para a coleta de dados.....	37
3.5 O tratamento.....	38
3.6 Aspectos éticos.....	39
3.6 Análise estatística.....	39

4 ARTIGO DE PESQUISA 1	41
5 ARTIGO DE PESQUISA 2	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	79

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema e sua importância

A preocupação com o bem-estar e com a saúde é uma questão intimamente ligada ao trabalho dos profissionais da área da saúde e a busca por uma melhor qualidade de vida tem se tornado rotina para parte da população consciente da importância desse fator. Um dos principais motivos para a existência dessa procura se dá no agravamento da questão da obesidade. A obesidade é definida como um anormal ou excessivo acúmulo de gordura que representa risco para a saúde (WHO, 2006) e considerada uma doença crônica, do mesmo modo que hipertensão e aterosclerose (BRAY, 2004), associada ao desenvolvimento de problemas como: diabetes mellitus do tipo II, doença coronária, aumento da incidência de certas formas de câncer, complicações respiratórias e osteoartrite de grandes e pequenas articulações (KOPELMAN, 2000).

A obesidade ainda é quantificada, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), através do Índice de Massa Corporal (IMC), medido pela divisão da massa corporal pelo quadrado da estatura (WHO, 2006), por ser uma medida simples. Indivíduos cujo IMC é maior que 25 kg/m^2 são considerados com sobrepeso e com IMC maior que 30 kg/m^2 são considerados obesos. Porém, existem evidências que o risco de problemas coronários aumenta a partir de um IMC de 21 kg/m^2 (WHO, 2006). As causas da obesidade são, entre outras, a dieta baseada em alimentos altamente energéticos rica em gordura e açúcares e a pouca atividade física decorrente do sedentarismo natural de várias formas de trabalho.

Outra grande preocupação acerca da qualidade de vida diz respeito ao controle do equilíbrio postural. Sabe-se que o equilíbrio postural é fundamental para diversas atividades do dia-a-dia e para manutenção da independência das pessoas, sendo as situações de desequilíbrio fatores possivelmente responsáveis por quedas e, conseqüentemente, associadas ao risco de lesões (CORBEIL et al., 2001). Em idosos, por exemplo, alguns fatores de risco para a saúde, como quedas e perda da independência, podem ser devidos a distúrbios da marcha e do equilíbrio postural (FREITAS et al., 2002). Em virtude disso, alguns profissionais têm estudado inúmeras questões relacionadas ao complexo sistema de controle postural. O

sistema de controle postural está baseado basicamente em três sistemas sensoriais: o visual, o vestibular e o somatossensorial (MOCHIZUKI e AMADIO, 2006). Aliado a esses sistemas existe também a relação do equilíbrio postural com as funções motoras, responsáveis pela coordenação dos movimentos que auxiliam na manutenção da posição ereta estável, no caso de equilíbrio estático, e na manutenção do equilíbrio em atividades da vida diária, no caso do equilíbrio dinâmico.

Em virtude da complexidade do sistema de controle postural, muitas são as causas da ocorrência de desequilíbrios, tornando difícil o diagnóstico exato dos motivos que estão levando ao aparecimento dessa característica. Existe, portanto, a necessidade de serem estudados os fatores que podem causar situações de desequilíbrio. A Biomecânica, como uma área de estudo que avalia o movimento de um organismo vivo e o efeito da força sobre o organismo (HAMILL e KNUTZEN, 2008), utiliza instrumentos capazes de mensurar variáveis relacionadas ao equilíbrio postural. O centro de força (COP) e o centro de massa (COM) são exemplos dessas variáveis e têm sido utilizadas para estudo do controle postural. Enquanto a oscilação do COM é a grandeza que realmente indica o balanço de um corpo, o COP é usado como uma medida de deslocamento influenciado pela posição do COM e classicamente associada aos estudos do controle postural por essa relação (MOCHIZUKI e AMADIO, 2006). A posturografia dinâmica também é um instrumento utilizado para a avaliação do equilíbrio postural. Porém, ela avalia ainda as relações entre os subsistemas.

Procurando entender os fatores que influenciam o equilíbrio postural, Mochizuki e Amadio (2003) citam a altura do COM, a distância entre a linha da gravidade (LG) – linha vertical que passa pelo centro de massa – e o limite da base de apoio (BOS), massa do corpo, a área da BOS e a velocidade de deslocamento do COM como alguns desses fatores. Supõe-se, portanto, que dois deles (a distância entre a LG e o limite da BOS e a massa do corpo humano) estão diretamente relacionados com as características antropométricas e biomecânicas da obesidade, através do aumento da massa dos diferentes segmentos que resultam na modificação da geometria corporal (FABRIS DE SOUZA, 2005).

Tendo em vista todos os argumentos apresentados, o objetivo do estudo é analisar a influência da obesidade no equilíbrio postural e analisar a influência de um tratamento para redução de peso no equilíbrio postural de indivíduos obesos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a influência do sobrepeso e da obesidade no equilíbrio postural e analisar a influência de um tratamento para redução de peso no equilíbrio postural de indivíduos obesos e com sobrepeso.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Relacionar equilíbrio postural com massa corporal;
- Relacionar o equilíbrio postural com valores de IMC;
- Relacionar equilíbrio postural com circunferência da cintura;
- Comparar o equilíbrio postural de indivíduos com diferentes níveis de obesidade;
- Comparar o equilíbrio postural antes e depois de um tratamento aplicado em indivíduos obesos ou com sobrepeso.

1.3 Justificativa

Esse estudo se justifica pela evidente importância do equilíbrio postural para a manutenção de independência em atividades de vida diária, seja qual for a faixa etária da pessoa. Há indícios de que a obesidade tende a influenciar o equilíbrio postural de uma pessoa, justificando a importância em quantificar o equilíbrio postural de pessoas obesas. Existe, também, forte relevância social neste estudo, pois os benefícios diretos do treinamento podem resultar na melhora da saúde, uma vez que a redução de peso está diretamente ligada à saúde.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção do trabalho foi dividida em três partes: 1) obesidade, 2) equilíbrio postural e 3) relação entre obesidade e equilíbrio postural. Optou-se pela apresentação dos estudos de forma não-cronológica como modo de priorizar a organização das ideias.

2.1 Obesidade

O excessivo acúmulo de tecido adiposo, conhecido como obesidade, tornou-se um sério problema de saúde pública em escala mundial (SHARPE et al., 2008). Segundo dados da OMS, 40,6% da população brasileira possuem sobrepeso ou obesidade. Esse índice pode ser maior em outros países, como os Estados Unidos, por exemplo, chegando a 63,9% da população com sobrepeso ou obesidade (WHO, 2000). Para se ter idéia da dimensão do problema na escala mundial, a última projeção da OMS indicou que globalmente em 2005 existiam aproximadamente 1,6 bilhão de adultos (acima de 15 anos de idade) com sobrepeso e pelo menos 400 milhões eram obesos. Isso se torna mais preocupante ainda se levarmos em conta as projeções da OMS cujas quais acreditam que em 2015 aproximadamente 2,3 bilhões de pessoas terão sobrepeso e mais de 700 milhões serão obesas (WHO, 2006).

Trata-se, portanto, de uma doença muito difundida nos dias atuais e associada a complicações médicas que prejudicam a qualidade de vida (KOPELMAN, 2000; BRAY, 2004). A obesidade é definida como um anormal ou excessivo acúmulo de gordura que representa risco para a saúde (WHO, 2006) e considerada uma doença crônica do mesmo modo que hipertensão e aterosclerose (BRAY, 2004), associada com o desenvolvimento de problemas como: diabetes mellitus do tipo II, doença coronária, aumento da incidência de certas formas de câncer, complicações respiratórias e osteoartrite de grandes e pequenas articulações (KOPELMAN, 2000).

Segundo Bray (2004), existem duas categorias fisiopatológicas em que as doenças influenciadas pelo sobrepeso podem ser classificadas. A primeira delas é relacionada às deficiências surgidas através do aumento da própria massa de gordura, que incluem o estigma da obesidade, relacionado aos efeitos psicológicos e

sociais, e suas respostas, que geram osteoartrite e insônia. A segunda é relacionada às mudanças metabólicas associadas ao excesso de gordura que incluem diabetes mellitus, hipertensão, doença cardiovascular e várias formas de câncer associado com sobrepeso.

Fjeldstad et al. (2008) compararam aspectos relacionados à qualidade de vida de adultos obesos e um grupo controle e encontraram associações significativas entre a obesidade e a prevalência de quedas durante a caminhada e, também, menores valores em uma escala de qualidade de vida. Os indivíduos obesos tiveram maior prevalência de problemas como hipertensão, artrite, diabetes e presença excessiva de lipídeos no sangue (hiperlipidemia). Gilleard e Smith (2006) identificaram efeitos da obesidade sobre o tronco. Na medida em que o torque aumenta em torno da articulação do quadril, aumenta também a sobrecarga sobre o tronco, devendo este ser um motivo para a existência de dor lombar em indivíduos obesos. Os autores identificaram também dificuldades na execução de movimentos a partir de postura de pé ereta e postura sentada.

Para verificação da existência de obesidade pode ser utilizada a composição corporal. Dentre os métodos de análise da composição corporal, o método antropométrico se tornou o de maior aplicabilidade devido a fatores como simplicidade de utilização, a inocuidade e a relativa facilidade de interpretação e as menores restrições culturais – por se tratar de medidas externas das dimensões corporais (GUEDES e GUEDES, 2006). Então, a OMS tem proposto os métodos para a definição de sobrepeso e obesidade tanto para homens como para mulheres e para todos os grupos de idade adulta (KOPELMAN, 2000). Assim, são sugeridos quatro métodos para este fim, assim como segue:

a) **Índice de Massa Corporal (IMC):** definido pela divisão da massa corporal (em quilogramas) pelo quadrado da estatura (em metros). Possui forte correlação com medidas densitométricas de massa gorda, mas a principal limitação é não distinguir massa gorda de massa magra.

A classificação do nível de obesidade a partir do IMC e o risco de doenças a partir de sua classificação, de acordo com a OMS, são: valores até $18,5 \text{ kg/m}^2$ indicam baixo peso e baixo risco de doenças, mas com risco aumentado para outros problemas clínicos devido à possível desnutrição; valores entre $18,5$ e $24,9 \text{ kg/m}^2$ indicam faixa normal de peso e risco médio para doenças; valores acima de 25 kg/m^2 indicam peso acima do normal; valores de 25 a $29,9 \text{ kg/m}^2$ indicam sobrepeso

ou pré-obeso e risco aumentado para doenças; valores entre 30 e 34,9 kg/m² indicam obesidade I e risco moderado para doenças; valores entre 35 e 39,9 kg/m² indicam obesidade II e risco severo para doenças; e, por fim, valores acima de 40 kg/m² indicam obesidade III e risco muito severo para doenças.

b) **Circunferência da cintura:** medida do ponto médio entre a borda inferior das costelas e borda superior da pélvis. Fornece a medida de deposição de gordura corporal superior, mas não fornece estimativas precisas da gordura visceral.

Em um estudo com homens e mulheres holandeses, as medidas de circunferência da cintura associadas a um substancial aumento de risco de complicações metabólicas foram: maior que 102 cm para homens e maior que 88 cm para mulheres (HAN et al., 1995). Já uma publicação da OMS sugere 94 cm para homens e 80 cm para mulheres como pontos-de-corte para risco de doenças (WHO, 1998). Para asiáticos, os pontos-de-corte sugeridos são 90 cm para homens e 80 cm para mulheres (WHO, 2000)

c) **Dobras cutâneas:** as espessuras das dobras cutâneas fornecem maior precisão na avaliação se coletadas em múltiplas regiões. São medidas sujeitas a consideráveis variações entre avaliadores, requer adipômetros acurados e não fornece qualquer informação sobre gordura abdominal e intramuscular.

Existe uma série de autores que estudaram e propuseram modelos de avaliação corporal a partir de fórmulas que compunham dobras cutâneas. Optou-se aqui por não relatá-los, até porque sua utilização para identificação de percentual de gordura em obesos não é recomendada.

d) **Bioimpedância** (ou impedância bioelétrica): baseada no princípio de que massa magra tem menor resistência para conduzir uma corrente elétrica que a massa que contém mais gordura (ELLIS, 2000). Medida de resistência da impedância aplicada em toda a extremidade que fornece uma estimativa da gordura corporal usando uma equação derivada empírica. Os dispositivos são simples e práticos, mas não mede gordura nem prediz mais resultados biológicos que simples medidas antropométricas.

Para populações específicas já se tem comprovado que a bioimpedância é um melhor indicador de obesidade que o IMC, por exemplo, como no estudo de Sharpe et. al. (2008) que comprovou este fato para uma população de homens com esquizofrenia. A utilização de um (ou mais de um) desses métodos, pode identificar,

então, a obesidade e prever possíveis problemas relacionados, como os citados anteriormente.

2.2 Equilíbrio postural

Atualmente, o conceito de equilíbrio está associado à ideia de corpo em postura estável (TEIXEIRA, 2008). Do ponto de vista mecânico, diz-se que um corpo está em equilíbrio quando o somatório das forças e o somatório dos momentos que estão agindo sobre o corpo são nulos (HAMILL e KNUTZEN, 2008). Embora mecanicamente isto seja possível, para humanos em situações reais é muito difícil que todas as forças e momentos se anulem em algum momento, levando autores a se aventurarem na busca por conceitos que abranjam de forma ideal o real conceito de equilíbrio.

Faria et al. (2003) afirmaram que equilíbrio postural consiste em manter o centro de gravidade (CG) dentro de uma base de suporte que proporcione maior estabilidade nos segmentos corporais, durante situações estáticas e dinâmicas. Hue et al. (2007) coloca que o controle do equilíbrio postural é um crítico fator em termos de prevenção de quedas, pois disfunções no equilíbrio postural têm sido identificadas como importante fator de risco para quedas.

Para que a orientação postural ocorra, o controle da posição e velocidade do tronco no espaço é de fundamental importância e pode ser considerado o principal objetivo do sistema de controle postural uma vez que a maioria da massa do corpo se encontra no tronco (HORAK E MACPHERSON, 1996). O equilíbrio postural passa a ser alcançado quando a projeção do centro de massa se encontra nos limites da base de suporte, (HAY et al., 1996), que corresponde à área delimitada pelos pontos de contato entre os segmentos corporais e a superfície de suporte o que, na posição estática, constitui-se de um quadrângulo delimitado pelos calcânhares e dedos do pé (HORAK E MACPHERSON, 1996). Porém, apesar de atividades de manutenção do equilíbrio postural parecerem simples, as quedas são inevitáveis ao longo de nossa vidas (CORBEIL et al., 2001).

Segundo Fetter (2002) o equilíbrio postural tem fundamental importância no relacionamento espacial do organismo com o ambiente e se dá a partir da integração sensório-motora. Ojala, Matikainen e Juntunen (1989) foram um dos primeiros a citar que os sistemas aferentes que colaboram para a manutenção do

equilíbrio postural são a visão (sistema visual), a sensibilidade proprioceptiva (sistema sômato-sensorial) e o aparelho vestibular (sistema vestibular), assim como ilustra a Figura 1, e foram seguidos posteriormente por outros autores como Sanz et al. (2004) e Mochizuki e Amadio (2006), por exemplo. Com a perfeita integração desses sistemas, em nível cerebral, juntamente com memórias de experiências prévias, a correta postura do indivíduo é determinada e, portanto, qualquer disfunção nestes sistemas pode desencadear sintomas de falta de equilíbrio.

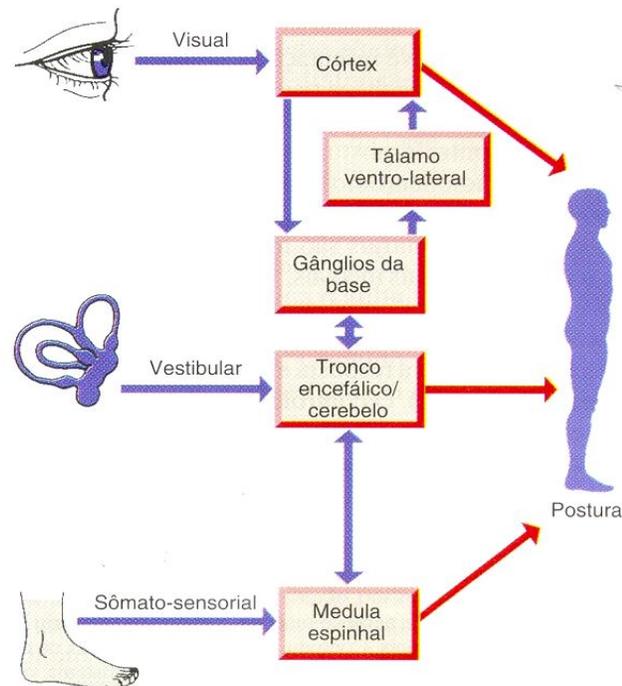


Figura 1 - Influências sensoriais sobre o controle do equilíbrio postural. (Fonte: LUNDY-EKMAN, 2000).

Para que a postura corporal seja mantida, além da interação dos três sistemas sensoriais, como ilustrado na figura 1, as habilidades motoras também são importantes. Negrine (1987), diz que o equilíbrio postural e as demais habilidades motoras são determinados pela maturação nervosa primeiramente, e numa segunda etapa, sua evolução dependerá da influência do meio. Sabe-se que o ambiente e o próprio organismo são reconhecidos pelos seres vivos através dos órgãos dos sentidos, que captam as informações e transmitem-nas ao sistema nervoso central (HORAK E MACPHERSON, 1996). Em geral, para que a manutenção do equilíbrio postural ocorra, os sistemas sensoriais agem de forma a conduzir informações específicas, relacionadas ao posicionamento do corpo no espaço, cabendo ao sistema nervoso central organizar estas informações e controlar a postura corporal

tanto estática quanto dinâmica. Resumidamente, pode-se dizer que o controle postural depende das informações sensoriais disponíveis para que ações motoras sejam desencadeadas.

Pode-se fazer um aparato dos sistemas que integram no controle do equilíbrio postural visando englobar a interação destes para posteriormente entender como ocorrem as alterações do equilíbrio postural. Segundo Wieczorek (2003) cada um dos três sistemas envolvidos no controle do equilíbrio postural possui vários caminhos distintos e são formados anatomicamente e funcionalmente por subsistemas diferentes que realizam tarefas especializadas. Para Ramos (2003) o ponto de referência para cada um dos sistemas pode ser: baseado nas forças gravitacionais (para o sistema vestibular), baseado nas informações colhidas a partir do contato com o meio (sistema somatossensorial) e, baseados nas características externas do ambiente (sistema visual). A seguir serão apresentados cada um destes sistemas de forma que cada um deles seja melhor entendido e para que suas relações sejam definidas com o equilíbrio postural.

2.2.1 Sistema vestibular

O sistema vestibular fornece informações sobre a posição e movimento da cabeça em respeito à força da gravidade e forças inerciais (DUARTE, 2000). Ele possui dois tipos de receptores que sentem diferentes aspectos da orientação e movimento da cabeça. Os receptores que detectam acelerações angulares são os canais semicirculares preenchidos com fluido. Certas regiões desses canais têm células sensoriais ciliares. Quando a cabeça roda, a inércia do fluido move essas células ciliares e causa a liberação de um neurotransmissor. Os canais semicirculares são particularmente efetivos na detecção de rápidas acelerações. Os receptores que detectam alterações lineares são o utrículo e o sáculo. Dentro destas estruturas há uma região chamada mácula com células ciliares, que se protegem em uma membrana gelatinosa, o otólito. O movimento linear desta membrana gelatinosa provoca uma inclinação das células ciliares causando a liberação de um neurotransmissor (DUARTE, 2000).

Segundo Spirduso (2005) o sistema vestibular dá informações de referências necessárias para controlar a oscilação corporal. O sistema vestibular fornece, ao sistema nervoso central, informações sobre a posição e movimentação da cabeça

no espaço, em relação à força gravitacional e às forças inerciais (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995; SPIRDUSO, 2005). Como os olhos podem-se mexer enquanto a cabeça está estacionária e a cabeça pode-se mexer enquanto os olhos permanecem fixos em um alvo, o papel do sistema vestibular é crucial, pois fornece informações que são independentes das dicas visuais (SPIRDUSO, 2005).

2.2.2 Sistema somatossensorial

O sistema somatossensorial fornece ao sistema nervoso central informação sobre a posição e movimentação do corpo no espaço em relação à superfície de suporte e também com relação aos segmentos corporais (ALMEIDA, CAMARGOS e CORRÊA, 2009; SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995; SPIRDUSO, 1995).

Almeida, Camargos e Corrêa (2009) relataram que o sistema somatossensorial possui grande capacidade de se reorganizar, chamada de plasticidade cortical ou neuroplasticidade e, seu desenvolvimento depende de estímulos, pois a área de representação cortical motora é mais desenvolvida em pessoas que têm maior uso em virtude de alguma deficiência ou prática específica.

As informações deste sistema são colhidas em todo o corpo podendo ser através do toque, temperatura, dor e propriocepção, tendo essa última especial importância no controle postural pela identificação a todo instante das posições corporais e correção da geometria corporal (MOCHIZUKI e AMADIO, 2006).

Em superfícies estáveis o sistema somatossensorial é predominante sobre os demais, visto que existem evidências literárias da superioridade dessa informação na manutenção do equilíbrio postural, sendo o risco de queda muito maior em pacientes com o sistema nervoso central afetado (NARDONE, GRASSO, SCHIEPPATI, 2006; MERGNER, HUBER e BECKER, 1997).

2.2.3 Sistema visual

Já é sabido que o controle postural depende das informações sensoriais disponíveis para que ações motoras sejam desencadeadas. Resumidamente, pode-se dizer que o sistema visual fornece informações sobre o ambiente, a localização, a direção e a velocidade de movimento do indivíduo (MOCHIZUKI e AMADIO, 2006; SPIRDUSO, 2005).

Porém, o efeito da visão irá depender da tarefa e do contexto, no qual a cena visual móvel poderá induzir uma percepção ilusória de movimento do próprio corpo e afetar a manutenção do equilíbrio postural, gerando oscilação corporal. Além disso, a influência da cena móvel na estabilidade postural depende das características, não só do ambiente visual, mas também da superfície de suporte, incluindo tamanho da base de suporte e sua rigidez e conformidade (HORAK e MACPHERSON, 1996). O deslocamento de um alvo estruturado na retina, segundo Paulus, Straube e Brandt (1984), é o principal estímulo visual para o sistema de controle postural controlar a magnitude de oscilações corporais. Na verdade, o sistema de controle postural busca manter as dimensões de um cenário visual estruturado na retina para diminuir a oscilação corporal. Quando o indivíduo oscila para frente, a referência visual que estava projetada na retina aumenta de tamanho, isto faz com que o sistema de controle postural altere o sentido da oscilação para manter o quadro de referência estabelecido (GUERRAZ et al., 2000; ISABLEAU et al., 1997).

2.3 Plataforma de força

A plataforma de força é utilizada para mensurar a força de reação do solo (FRS) e suas componentes. Elas fornecem um sinal elétrico proporcional à força que está sendo aplicada sobre ela. Existem vários tipos de sensores como os *strain gauges* (extensômetros), piezoelétricos, piezoresistivos e capacitivos (MORAES, 2000).

Normalmente, as deformações mecânicas são muito pequenas (na região elástica), as variações de resistência elétrica correspondentes são muito pequenas também. Desta forma, um dispositivo chamado condicionador de sinais converte variação de resistência elétrica em variação de voltagem (além de amplificar, filtrar, etc.). A Figura 2 mostra um esquema ilustrativo de todo o processamento que ocorre a partir da coleta de dados desde os transdutores na plataforma de força até a visualização pelo monitor, incorporado ao computador. As cargas que são aplicadas sobre as plataformas são convertidas em tensões elétricas através da matriz de sensibilidade de cada plataforma. Estas tensões são então amplificadas e convertidas através de um conversor analógico/digital (A/D). Estes sinais digitais são visualizados pelo operador através do equipamento de informática, sendo

geralmente normalizados em relação à massa corpórea de cada indivíduo avaliado (MORAES, 2000).

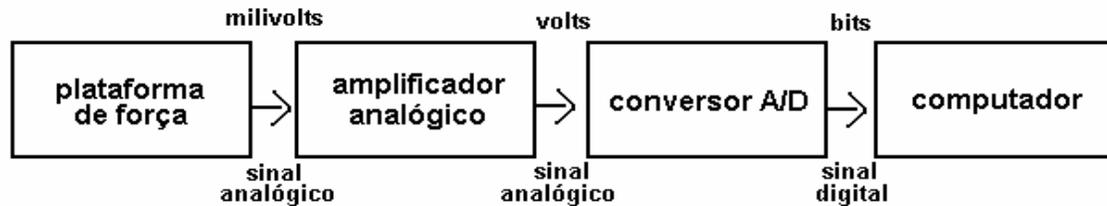


Figura 2 - Diagrama de blocos do processamento dos sinais obtidos pela plataforma de força. (Fonte: MORAES, 2000).

Deve-se observar que a FRS muda em magnitude, direção e ponto de aplicação durante o período em que o indivíduo está em contato com a superfície. A FRS é um vetor e para a análise é geralmente decomposta em seus componentes (ilustradas na figura 2): Fz (componente vertical); Fy (componente ântero-posterior) e Fx (componente médio-lateral). Uma possibilidade de medida que as algumas plataformas fornecem são os deslocamentos do centro de força ou de pressão, na literatura denominado como COP. O COP é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais agindo sobre a superfície de suporte (plataforma de força) e refere-se à medida de posição definida por duas coordenadas na superfície da plataforma. Estas são identificadas em relação à orientação do indivíduo que se encontra sobre a plataforma: direção ântero-posterior e direção médio-lateral a partir dos sinais mensurados pela plataforma de força. A posição do COP é calculada em cada instante do movimento e esta, no presente estudo, foi dada por:

$$COP_x = (My - h \cdot Fx) / Fz \quad (1)$$

$$COP_y = (Mx - h \cdot Fy) / Fz \quad (2)$$

Onde:

COP_x = coordenada do centro de força na direção antero-posterior;

COP_y = coordenada do centro de força na direção médio-lateral;

Mx = momento em torno do eixo antero-posterior;

My = momento em torno do eixo médio-lateral;

Fx = componente antero-posterior da força de reação do solo;

Fy = componente médio-lateral da força de reação do solo;

F_z = componente vertical da força de reação do solo;

h = distância da superfície até o centro geométrico da plataforma de força.

As direções avaliadas são a ântero-posterior e a médio-lateral, de acordo com o sistema de coordenadas que a própria plataforma fornece. A partir desses dados pode-se obter informações sobre o equilíbrio postural do indivíduo (BARELA e DUARTE, 2006).

2.4 Posturografia Dinâmica

Os princípios da posturografia foram descritos inicialmente por Nashner em 1970 (CASTAGNO, 1994). As principais aplicações da posturografia dinâmica são o diagnóstico e o tratamento. Desde o ponto de vista diagnóstico etiológico a posturografia dinâmica tem um valor limitado, já que não existe um padrão de cada patologia, mas permite informar sobre o funcionamento do órgão vestibular periférico (RONDA et al., 2002). A comparação das diferentes provas realizadas informa a evolução do indivíduo e permite identificar a efetividade do tratamento como também a compensação central alcançada.

Essa plataforma baseia-se no conhecimento de que o equilíbrio postural resulta da interação das aferências visuais, vestibulares e proprioceptivas. Ela testa o equilíbrio postural do indivíduo que está sobre ela, através de sensores pressóricos localizados em cada quadrante da plataforma.

Dentre as possibilidades de avaliação, a plataforma de posturografia dinâmica testa a organização sensorial que, segundo Ronda et al. (2002), analisa a contribuição relativa dos receptores somatosensoriais, visuais e vestibulares na estabilidade global do indivíduo, indicando qual dos sistemas utilizados para a manutenção do equilíbrio postural é responsável pela instabilidade (padrões de distribuição sensorial), assim como sua capacidade de manter o equilíbrio postural com informações sensoriais erradas (visão preferencial) (SANZ, 2000; JACOBSON, NEWMAN e KARTUSH, 1997).

Devido ao altíssimo custo das plataformas computadorizadas, Castagno (1994) desenvolveu um novo método para a realização do teste de organização sensorial, denominado Posturografia Dinâmica *Foam-laser*. Rossi et al (2003) afirmam que com esse sistema a tríade do equilíbrio postural (visual, vestibular e

proprioceptivo) pode ser testada. A posturografia dinâmica expõe o indivíduo a seis testes distintos, em que se vai anulando aferências sensoriais para analisar e comparar um teste com outro, denominados Testes de Organização Sensorial (TOS). Os testes são realizados em posição ortostática, sendo eles: TOS I) visão normal, plataforma fixa (avalia o sistema visual, proprioceptivo e vestibular TOS II) visão ausente, plataforma fixa (avalia os sistemas proprioceptivo e vestibular); TOS III) visão com referência oscilante, plataforma fixa (avalia o sistema proprioceptivo, vestibular e, sobretudo o visual); TOS IV) visão normal, suporte oscilante (avalia principalmente o sistema proprioceptivo); TOS V) visão ausente, suporte oscilante (avalia os sistemas proprioceptivo e vestibular, em condições de sobrecarga, devido à eliminação da aferência visual e à movimentação da plataforma); e TOS VI) visão com referência e suporte oscilante (avalia o sistema proprioceptivo, visual e vestibular) (ROSSI et al., 2003).

A Figura 3 ilustra a Posturografia Dinâmica *Foam-laser*. Para a avaliação o indivíduo é posicionado dentro de uma cabina de 1 m², com altura de 2 m. A imagem visual que cerca o indivíduo consiste em listras horizontais. Segundo Castagno (1994) o TOS I, II e III são executados sem utilização de esponja entre os pés e solo e os testes IV, V e VI com a utilização dessa esponja (densidade de 10 cm). A cabine é um sistema mecânico simples. Ela move-se 20° manualmente para frente e para trás durante o SOT II e VI. Uma caneta laser (Figura 4) é fixada verticalmente na altura do centro de gravidade apontando para um papel milimetrado fixada no teto, conforme o esquema da Figura 5. São necessários três avaliadores para o acompanhamento e realização do teste. Dois deles deverão memorizar o deslocamento ântero-posterior do laser no papel milimetrado durante a avaliação, e o outro deverá cronometrar o tempo do teste e anotar os resultados dos deslocamentos para cada teste de organização sensorial (TOS). Os seis testes são realizados assim como ilustra a Figura 6, sendo que todos os indivíduos são avaliados em três tentativas de cada teste. Assim como sugere Castagno (1994), uma média dos valores encontrados deverá ser realizada para posterior incorporação às formulas propostas pelo mesmo autor conforme Figura 7.

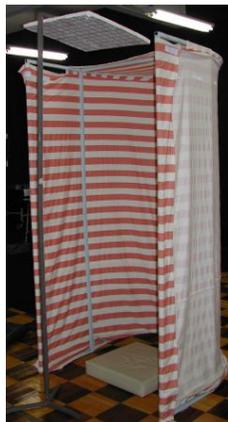


Figura 3 - Posturografia Dinâmica *Foam-laser*.
Fonte: Teixeira (2008)



Figura 4 - Cinto com caneta laser. Fonte:
Teixeira (2008)

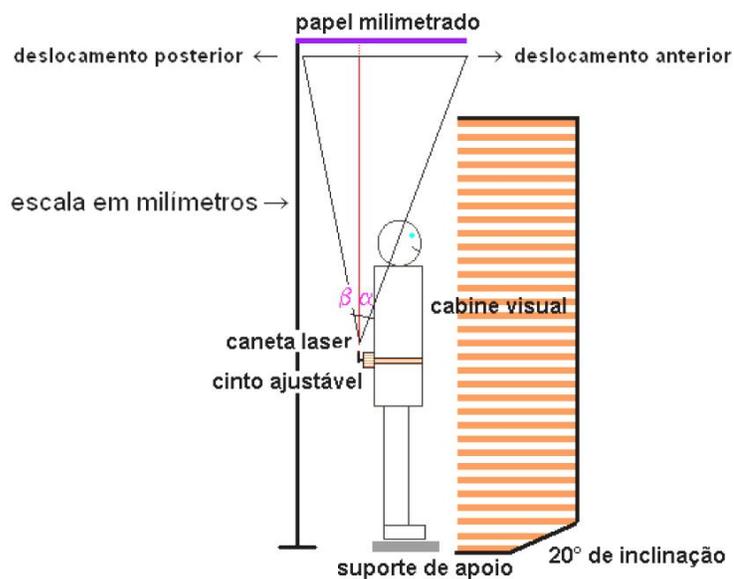


Figura 5 - Esquema de avaliação da Posturografia Dinâmica *Foam-laser*. Fonte: adaptado de Castagno (1994)

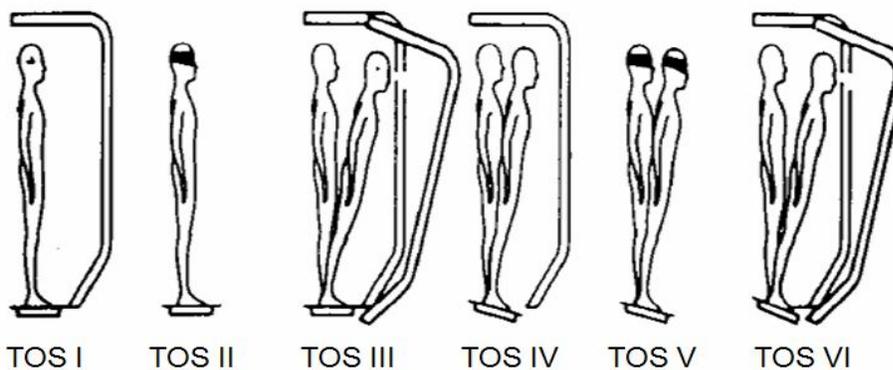
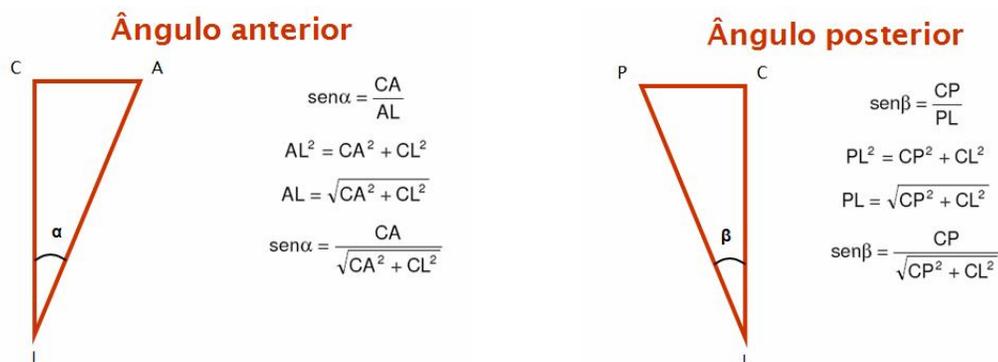


Figura 6 - Teste de organização sensorial efetuado em seis condições. Adaptado de Rubín (2002).



$$TOS(\%) = 100 - \left(100 \cdot \frac{(\alpha + \beta)}{12,5^\circ} \right)$$

Figura 7 - Cálculo da oscilação do centro de gravidade a partir da posturografia dinâmica *foam-laser*.

O Quadro 1 ilustra os valores de referência para cada Teste de Organização Sensorial a partir das avaliações da Posturografia Dinâmica *Foam-laser*.

Teste	FLP
TOS I	90%
TOS II	83%
TOS III	82%
TOS IV	79%
TOS V	60%
TOS IV	54%
Média final	75%

Quadro 1 - Valores dos TOS (FONTE: ROSSI et al., 2003).

Outra maneira de realizar a análise sensorial através da posturografia dinâmica mostra a capacidade de utilizar os sistemas somatossensorial (SOM), visual (VIS), vestibular (VEST) e grau de preferência visual (PREF), para a manutenção do equilíbrio ortostático, considerando normais os valores maiores que 92% para o SOM, 88% para o VIS, 67% para o VEST e 95% para o PREF. O quadro 2 ilustra a avaliação da análise sensorial utilizada para se obter essas relações.

Nome	Razão
SOM	TOS II/TOS I
VIS	TOS IV/TOS I
VEST	TOS V/TOS I
PREF	TOS III + TOS VI/TOS II + TOS V

Quadro 2 - Avaliação das relações da análise sensorial (FONTE: ROSSI et al., 2003).

2.5 Relações entre equilíbrio postural e obesidade

Existem estudos na literatura que comprovam a influência da obesidade sobre o sistema de controle postural (HUE et al., 2007, FABRIS DE SOUZA, 2005; CORBEIL et al., 2001; KEJONEN, KAURANEN e VANHARANTA, 2003). Porém, os motivos ainda não estão plenamente compreendidos. Há indícios de que fatores biomecânicos possam estar influenciando a relação obesidade/equilíbrio postural, podendo haver limitações funcionais em atividades de vida diária, aumentando a possibilidade de lesão (WEARING et al., 2006). O mesmo autor coloca que identificar a real influência da obesidade no equilíbrio postural é uma necessidade urgente para o meio clínico.

A obesidade, além de ser associada com sérias complicações médicas que pioram a qualidade de vida, modifica também a geometria corporal e impõe limitações funcionais no que diz respeito à biomecânica das atividades de vida diária (AVDs) que pode, por sua vez, predispor o obeso a lesões (HUE et al., 2007). Uma dessas limitações está relacionada ao sistema de controle postural. A postura corporal de obesos mórbidos foi estudada por Fabris de Souza et al. (2005) e foi encontrado que o excesso de massa na região abdominal desvia a linha da gravidade para frente para compensar peso, podendo ser um dos motivos que levam ao desequilíbrio postural. Em relação ao tema, Corbeil et al. (2001) sugere que quando uma pessoa obesa, em comparação com outra com peso normal, inicia um deslocamento anterior ela necessita produzir um torque maior na articulação do tornozelo, ou seja, mais força, para recuperar o equilíbrio postural.

Em diversas populações foram encontradas associações entre massa corporal e equilíbrio postural, como nos estudos a seguir. Goudling et al. (2003), avaliaram meninos obesos e verificaram associação significativa negativa entre equilíbrio postural, medido por teste clínico de Bruininks-Oseretsky, e massa corporal, IMC, percentual de gordura e massa gorda total. Petti, Cairella e Tarsitani (1997), verificaram que crianças obesas sofreram mais acidentes traumáticos dos dentes da frente que crianças não-obesas, sugerindo que eles tiveram ao longo da vida mais episódios de quedas.

Já McGraw et al. (2000), compararam o equilíbrio postural, coletado através de uma plataforma de força, de 10 meninos entre 8 e 10 anos de idade não-obesos (média de massa corporal de $30,93 \pm 3,29$ kg) com 10 meninos obesos (média de massa corporal de $59,58 \pm 17,23$ kg). Foram verificadas diferenças entre os grupos tanto para situação com olhos abertos quanto para a situação com olhos fechados e situação com conflito visual, tendo os meninos obesos mais oscilação do centro de força. Foram achadas também mais diferenças para a direção médio-lateral. Os autores sugerem que o equilíbrio postural prejudicado para os meninos obesos se deve essencialmente pelo excesso de massa desnecessária nesses indivíduos.

No estudo de Hue et al. (2007) foi avaliado o equilíbrio postural de 59 indivíduos masculinos com idades entre 24 e 61 anos em diferentes faixas de obesidade, e foi encontrado, através de testes de correlação e de modelos de regressão linear múltipla, que a massa corporal sozinha é um fator influenciador do controle postural. A massa corporal explica mais de 50% da variação dos resultados de equilíbrio postural, tanto com os olhos abertos quanto com os olhos fechados. Esse valor aumenta quando a massa estiver associada a outras variáveis como idade, estatura e comprimento do pé.

Kejonen, Kauranen e Vanharanta (2003) avaliaram a relação entre fatores não-vestibulares e o desempenho em testes de equilíbrio de 100 adultos (50 homens e 50 mulheres, entre 31 e 80 anos de idade), através de um sistema de análise de movimento. Eles encontraram correlação significativa do movimento do tornozelo na direção ântero-posterior durante aposição estática bipodal com o IMC ($r=0,27$; $p<0,01$). Um estudo clássico de Fregly et al. (1968), os autores identificaram circunferência abdominal e massa corporal como os fatores não-vestibulares mais influenciadores no equilíbrio de recrutas de aviação. Afirmaram que, em indivíduos com sobrepeso, tamanho e tipo corporal influenciam o equilíbrio postural pela alteração da localização do centro de gravidade.

Corbeil et al. (2001) através de um modelo matemático de cálculos a partir de um modelo de corpo humano com 15 segmentos investigou os efeitos da obesidade na estabilidade ântero-posterior durante posição bipodal. Encontraram que um deslocamento anterior do centro de massa de apenas 2 cm exige um significativo maior torque do tornozelo para estabilizar e recuperar o equilíbrio postural. Os autores também lançaram a hipótese de que um deslocamento anterior do centro de massa colocaria os indivíduos obesos muito mais próximos de seus limites de

estabilidade que indivíduos não-obesos, aumentando o risco de quedas quando expostos a perturbações das atividades diárias.

Em contrapartida, Gravante et al. (2003) não encontraram diferenças entre a localização do centro de força durante a posição bipodal na comparação entre 38 obesos e 34 não-obesos através de uma plataforma de força. Eles afirmam que a distribuição da massa de gordura em indivíduos obesos parece não resultar em um deslocamento do centro de gravidade na direção ântero-posterior durante a posição bípodal estática.

Um estudo mais recente de Blaszczyk et al. (2009) que avaliou 101 mulheres entre obesas 18 e 53 anos (divididas em três grupos de acordo com o IMC), e 33 não-obesas, através de uma plataforma de força encontrou resultados interessantes. Eles observaram menor limite de estabilidade (tarefa dinâmica de equilíbrio) para indivíduos mais obesos, porém, menor oscilação em situação estática de 30 segundos, ou seja, indivíduos mais pesados tiveram mais estabilidade nessa última tarefa.

A adição artificial de sobrecarga externa ao corpo também tem sido mostrada como influenciadora da estabilidade. Qu e Nussbaum (2009) avaliaram o equilíbrio postural durante apoio bipodal de 12 indivíduos em três situações distintas, sem carga externa, com 10% da massa corporal de carga externa e com 20% da massa corporal de carga externa. A carga externa foi colocada na altura do centro de gravidade dos indivíduos. Eles encontraram como resultados gerais que o controle postural piorou com a sobrecarga externa e com isso concluíram que estas sobrecargas podem, talvez, também aumentar o risco de quedas em se tratando de atividades diárias.

Heller, Challis e Sharkey (2009) avaliaram a influência do uso de uma mochila militar pesada na oscilação postural de 43 mulheres entre 18 e 25 anos de idade. Os autores encontraram aumento significativo de oscilação em todas as variáveis analisadas quando as mulheres usavam a mochila, cuja qual pesava 18,1 kg no momento da avaliação. Os aumentos foram em média de 64% para comprimento da trajetória do centro de força e 229% para a área de oscilação. Os autores acreditam que os achados estão relacionados ao aumento na ocorrência de quedas e de lesões. Ainda, afirmaram que os resultados podem ser generalizados para indivíduos com sobrepeso ou obesos, pois carregam peso extra no tronco.

A redução de peso, por sua vez, influencia a estabilidade postural de forma positiva. Um estudo de Teasdale et al. (2007) avaliou o equilíbrio postural, através de uma plataforma de força, de 14 indivíduos obesos e 14 obesos mórbidos antes e depois da redução de peso, e foram comparados a um grupo de 16 indivíduos não-obesos que compuseram o grupo controle. Os indivíduos obesos realizaram uma dieta hipocalórica durante 15 a 47 semanas e os obesos mórbidos foram avaliados três meses antes, três meses depois e 12 meses depois de cirurgia bariátrica. Os indivíduos obesos perderam, em média, 12,3 kg de peso depois da dieta e os obesos mórbidos perderam 32 kg, após três meses, e 71,3 kg, após 12 meses da cirurgia. A circunferência da cintura diminuiu 12,9 cm para os indivíduos obesos e 10,6 e 23,5 cm para os indivíduos obesos mórbidos, após três e 12 meses da cirurgia, respectivamente. Os resultados de equilíbrio postural mostraram que ambos os grupos de obesos tiveram maior média de velocidade de oscilação do centro de força que o grupo controle e que os tratamentos melhoraram o equilíbrio postural para todas as nove variáveis avaliadas, com olhos abertos e fechados, no grupo de obesos mórbidos após os 12 meses e em três, com olhos abertos, e cinco, com olhos fechados, das nove variáveis avaliadas no grupo de obesos após a dieta. Após os tratamentos não houve mais diferenças entre os grupos de obesos e grupo controle. Foi verificada também uma relação linear entre a magnitude de perda de peso e a melhora do equilíbrio postural (diminuição da velocidade de oscilação), ou seja, os indivíduos que mais perderam peso tiveram magnitude de melhora do equilíbrio postural maior que os indivíduos que menos perderam peso.

Maffiuletti et al. (2005) avaliaram o equilíbrio por meio de teste unipodal em obesos mórbidos que participaram de um programa de redução de peso composto por dieta hipocalórica, exercício moderado e educação nutricional, sendo que, ainda, uma parte da amostra realizou treinamento de equilíbrio. Os autores encontraram diminuição da oscilação do tronco e aumento do tempo de manutenção do equilíbrio sobre um apoio para os indivíduos que realizaram o treinamento de equilíbrio combinado com o programa de redução de peso.

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Caracterização do grupo de estudo

O grupo de estudo foi composto por indivíduos que participaram do projeto denominado “Programa de exercícios físicos orientados e acompanhamento nutricional individual na síndrome metabólica”, realizado na frequência de três vezes por semana durante aproximadamente uma hora e 30 minutos cada dia. Foram coletados dados de dois semestres consecutivos (segundo de 2008 e primeiro de 2009), totalizando 81 indivíduos adultos, compreendidos entre as idades de 30 e 60 anos. Os critérios de exclusão para o primeiro artigo foram: não ser sedentário, possuir IMC menor que 25 kg/m², apresentar queixas de tontura (oito excluídos), apresentar problemas musculares e/ou articulares nos membros inferiores (quatro), relatar queixas de dor lombar (quatro), relatar problemas auditivos e/ou vestibulares (três). Enquadraram-se nesses critérios 48 indivíduos masculinos e femininos que foram analisados para a composição do primeiro artigo. Em relação ao segundo artigo, foram excluídos indivíduos que, além dos fatores citados acima, não puderam realizar os exercícios propostos por outro motivo de saúde (um excluído), por terem se ausentado do projeto por mais de uma semana e por terem realizado menos de 80% das sessões do treinamento físico (26). Apenas 21 indivíduos restaram e destes, seis eram homens, que foram excluídos para manter a homogeneidade do grupo de estudo do segundo artigo, composto finalmente por 15 mulheres.

3.2 Instrumentos para a coleta de dados

3.2.1 Avaliação do nível de obesidade

O nível de obesidade foi avaliado através de três métodos: IMC, massa corporal e circunferência da cintura. O IMC é dado através da divisão da massa corporal pelo quadrado da estatura. Para definição do nível de obesidade pelo IMC foi adotada a classificação descrita por WHO (1998) conforme Tabela 1. Para medição de massa corporal foi utilizada uma balança digital com resolução de 0,1 kg e para medição da estatura foi utilizado um estadiômetro com resolução de 0,01 m,

ambos da marca *Welmy*. Por fim, foi utilizada uma fita métrica com resolução de 0,01 m para dados referentes à circunferência da cintura.

Tabela 1 - Classificação do nível de obesidade a partir do Índice de Massa Corporal.

Classificação	IMC (kg/m²)
Sobrepeso	25 – 29.9
Obeso I	30 – 34.9
Obeso II	35 – 39.9
Obeso III	≥ 40

IMC = Índice de Massa Corporal. Adaptado de WHO (1998)

3.2.2 Avaliação do equilíbrio postural

Para a aquisição dos dados referentes ao equilíbrio postural foi utilizada uma plataforma de força *AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.)* ilustrada na Figura 8.



Figura 8 - Plataforma de força AMTI.

Os dados brutos provenientes da plataforma foram filtrados por um filtro passa-baixa *Butterworth*, de 4ª ordem na frequência de 10 Hz, eliminando possíveis interferências do ambiente.

Para avaliação do equilíbrio postural e suas relações com o sistema visual, sômato-sensorial e vestibular foi utilizada a posturografia dinâmica (Figura 9) desenvolvida por Castagno (1994) *Posturografia Dinâmica Foam-laser (FLP)*.



Figura 9 - Posturografia Dinâmica *Foam-laser* (TEIXEIRA, 2008)

3.3 Variáveis do estudo

As variáveis de composição corporal foram:

- Massa corporal;
- Índice de massa corporal;
- Circunferência da cintura;

As variáveis de equilíbrio postural foram:

- Amplitude de deslocamento do centro de força na direção ântero-posterior (COPap);
- Amplitude de deslocamento do centro de força na direção médio-lateral (COPml);
- Velocidade de deslocamento do centro de força (COPvel);
- TOS I, TOS II, TOS III, TOS IV, TOS V, TOS VI e Média dos TOS;

3.4 Procedimentos para a coleta de dados

Todos os indivíduos que se inscreveram no projeto foram convidados a participar das coletas e aqueles que aceitaram deveriam estar presentes no dia em que as coletas foram marcadas. No dia das coletas os procedimentos do estudo foram explicados e, não havendo mais dúvidas, os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I). Foi preenchida uma ficha de dados pessoais além de uma anamnese para avaliação dos critérios de exclusão.

As coletas foram realizadas em duas etapas por semestre: pré e pós tratamento, que teve duração de 12 semanas. Para cada etapa os procedimentos foram os mesmos. Inicialmente, os indivíduos foram encaminhados ao Laboratório

de Cineantropometria do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), para realização de medidas de circunferência da cintura. Depois disso, os indivíduos foram encaminhados ao Laboratório de Biomecânica do CEFD, onde foram avaliados dados referentes ao equilíbrio postural. Para avaliação na plataforma de força, os indivíduos foram instruídos a posicionar-se em cima da plataforma de força com os pés separados na largura do quadril, cabeça direcionada à frente, olhos direcionados a um alvo fixo na parede distante a 2 metros do indivíduo e braços ao longo do corpo. A taxa de amostragem da plataforma foi de 100 Hz e o tempo de aquisição de cada tentativa foi de 30 segundos. O teste foi repetido três vezes com olhos abertos e três vezes com os olhos fechados. A posturografia dinâmica foi realizada em seguida, assim como descrito anteriormente (CASTAGNO, 1994).

3.5 O tratamento

O tratamento teve como objetivo emagrecimento e diminuição do nível de obesidade. Constituiu-se de treinamento anaeróbico, com exercícios de musculação, e treinamento aeróbico com caminhadas orientadas durante um período de 12 semanas, na frequência de três vezes semanais. Cada sessão foi constituída de aproximadamente 30 minutos do treinamento aeróbico, controladas pela distância percorrida e tempo gasto nesse percurso, e 45 minutos do treinamento anaeróbico, com exercícios resistidos com volume e intensidade definidos para o ganho de massa muscular. A montagem do programa foi realizada por profissionais de Educação Física, formados na UFSM, com experiência em treinamento de resistência e prescrição de exercícios. As atividades foram realizadas nas segundas, quartas e sextas-feiras pela manhã das 7h30 às 9h30, na academia de musculação e na pista de caminhada do Centro de Educação Física e Desportos da UFSM. A composição do treinamento está disposta no Quadro 3.

Os indivíduos participaram ainda de reuniões semanais em grupo na frequência de uma vez, com três acadêmicos do curso de nutrição do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria/RS, filiados ao projeto. Essas reuniões ocorreram nas sextas-feiras, das 9h30 às 10h15, e foram compostas de orientações nutricionais.

Semana	Anaeróbica			Aeróbica
	Volume	Int.	nº ex.	Caminhadas
1	10rep – 1s	70%	4	3km - Controle tempo
2	15rep – 1s	70%	4	3km - Controle tempo
3	15rep - 2s	70%	4	3km - Controle tempo
4	15rep – 2s	70%	5	3km - Controle tempo
5	15rep – 3s	70%	5	4km - Controle tempo
6	15rep – 3s	70%	6	4km - Controle tempo
7	15rep – 3s	+ 5%	6	4km - Controle tempo
8	15rep – 3s	75%	6	4km - Controle tempo
9	15rep – 3s	75%	6	4km - Diminuir tempo em 2 minutos
10	15-20rep – 3s	75%	6	4km - Manutenção do tempo
11	15-20rep – 3s	+ 5%	6	4km - Manutenção do tempo
12	15-20rep – 3s	80%	6	4km - Manutenção do tempo

Quadro 3 - Programa de treinamento. rep = repetições. s = séries. Int. = intensidade. nº ex = número de exercícios.

3.6 Aspectos éticos

De acordo com as diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional da Saúde, o presente estudo foi aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, sob protocolo nº 0128.0.243.000-08. Carta de Aprovação do CEP em anexo (ANEXO II). O termo de confidencialidade (ANEXO III) foi assinado pelos responsáveis pelo trabalho.

3.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à estatística descritiva. Após isso foi realizado teste de normalidade e em seguida as comparações entre grupos ou entre testes e correlações desejadas. Para o 'Artigo de Pesquisa 1' foi utilizado teste de correlação de *Pearson* para verificar a associação entre variáveis indicadoras de obesidade e equilíbrio postural. Após, dividiu-se o grupo através da classificação de IMC, em quatro grupos. Foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificação da normalidade da distribuição dos dados. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal,

foi utilizada uma *ANOVA One-Way* para identificação de diferenças e, logo após, um *post-hoc* de *Tukey HSD* para identificação de onde estão essas diferenças. Para as variáveis com distribuição não-normal, utilizou-se teste de *Kruskal-Wallis* e, em seguida, teste de *Mann-Whitney U* para identificação das diferenças. Para o 'Artigo de Pesquisa 2' também foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*, que revelou distribuição não-normal para as variáveis COPml com os olhos abertos, COPap e COPvel com os olhos fechados. As demais variáveis apresentaram distribuição normal. Para comparação entre pré e pós-teste para as variáveis com distribuição normal foi utilizado o teste *t* de *Student* pareado para variáveis dependentes. Já para as variáveis com distribuição não-normal foi utilizado o teste não-paramétrico de *Wilcoxon* para variáveis dependentes. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% ($\sigma=0,05$).

4 ARTIGO DE PESQUISA 1

INFLUÊNCIA DE INDICADORES DE OBESIDADE NO EQUILÍBRIO POSTURAL DE ADULTOS

Influence of obesity indicators in adults postural balance

Resumo

Objetivo: Verificar a influência da obesidade no equilíbrio postural de adultos. **Materiais e Método:** A amostra foi composta por 48 indivíduos de ambos os gêneros com média de idade de $49,04 \pm 8,59$ anos, média de estatura de $163,28 \pm 5,58$ cm e média de massa corporal de $92,27 \pm 16,49$ kg. Foram coletados dados antropométricos indicadores do nível de obesidade, como massa corporal, estatura, Índice de Massa Corporal e circunferência da cintura e dados referentes ao equilíbrio postural com plataforma de força AMTI (*Advanced Mechanical Technologies, Inc.*) e posturografia dinâmica *foam-laser*. Foi realizada estatística descritiva, teste de correlação de *Pearson* entre as variáveis antropométricas e de equilíbrio postural. Foram realizadas comparações entre grupos divididos pela classificação do nível de obesidade através do Índice de Massa Corporal através de testes paramétricos e não-paramétricos. **Resultados:** Inicialmente, nenhuma associação foi encontrada entre as variáveis. Porém, após a divisão dos grupos de acordo com o Índice de Massa Corporal foi encontrado que o grupo com maior índice possui melhor equilíbrio postural e que o grupo com o segundo maior índice possui pior equilíbrio postural. Optou-se, então, por retirar da análise os indivíduos do grupo de maior índice de massa corporal e, nessa nova análise, foram encontradas associações moderadas e significativas entre valores de equilíbrio postural e indicadores de obesidade, denotando melhor equilíbrio postural para indivíduos com menores níveis de obesidade, especialmente para as variáveis COPvel e TOS V. **Conclusões:** O equilíbrio postural é afetado pelo aumento do nível de obesidade. Porém, os indivíduos desse estudo que compuseram o grupo com índice de massa corporal acima de 40 kg/m^2 apresentaram melhor equilíbrio que todos os outros grupos.

Descritores: obesidade, equilíbrio postural, Índice de Massa Corporal

Abstract

Purpose: To verify the influence of obesity on adults' postural balance. **Material and Method:** Sample were composed by 48 overweight or obese individuals with mean age of $49,04 \pm 8,59$ years, mean height of $163,28 \pm 5,58$ cm and mean weight of $92,97 \pm 16,49$ kg. Were collected anthropometric data indicators of obesity level, like body mass, height, body mass index and waist circumference and data related to postural balance with a force platform AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.) and foam-laser dynamic posturography, before and after proposed treatment. Descriptive statistic, Pearson's correlation test between anthropometric variables and postural balance variables were executed, as well as comparisons between groups divided by classification of obesity level through body mass index by parametric and non-parametric tests. Initially, no association was found between the variables. However, after division in groups according body mass index was found that the group with higher index has better postural balance and the group with second higher index has worse postural balance. We decided to withdraw from the analysis the individuals with higher index, and in this new analysis were found significant moderate associations between postural balance and obesity indicators values, denoting better postural balance to individuals with smaller obesity levels. Postural balance is affected by increase of obesity level. However, the individuals of this study that composed the group with body mass index above 40 kg/m^2 presented better balance than all other groups.

Keywords: obesity, postural balance, Body Mass Index

Introdução

A obesidade é um problema de saúde de proporções mundiais que merece destaque nas pesquisas das ciências ligadas à saúde. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2000), 40,6% da população brasileira possuem sobrepeso ou obesidade. Esse índice pode ser maior em outros países, como os Estados Unidos, por exemplo, chegando a 63,9% da população com sobrepeso ou obesidade. As projeções são mais alarmantes; em 2015, o número de indivíduos com sobrepeso no mundo pode aumentar em cerca de 44% e o número de obesos cerca de 75% (WHO, 2006). Trata-se, portanto, de uma doença muito

difundida nos dias atuais e associada a complicações médicas que prejudicam a qualidade de vida (KOPELMAN, 2000; BRAY, 2004).

Dentre as características de excesso de peso e obesidade prejudiciais à qualidade de vida, podem-se citar os déficits nos aspectos motores. Porém, os reais efeitos da obesidade sobre as atividades motoras e patologias do aparelho locomotor não são ainda completamente entendidos (COLNÉ et al., 2008). O que se sabe é que pessoas obesas possuem dificuldades e limitações funcionais na execução de algumas atividades de vida diárias (AVDs). Hue et al. (2007) e Fabris de Souza et al. (2005), por exemplo, encontraram influência da obesidade sobre o sistema de controle postural, o que ocorre possivelmente pelo aumento do estresse sobre as articulações (GOUDLING et al., 2003) e, consecutivamente, sobre a possibilidade de quedas, aumentando a possibilidade de lesão (WEARING et al., 2006). Segundo Colné et al. (2008), a obesidade aumenta a massa corporal que precisa ser movida ou estabilizada no controle postural, o que leva a necessidade de produção de mais força e torque para mover ou estabilizar o centro de gravidade (CORBEIL et al., 2001).

Há indícios, portanto, da existência da influência de alguns fatores biomecânicos (produção de força, torque) na relação obesidade/equilíbrio postural. Porém, para acender a discussão, um estudo recente de Blaszczyk et al. (2009) que avaliou apenas mulheres, não-obesas e obesas (divididas em três grupos) veio contrapor estes estudos revelando existir maior estabilidade para indivíduos mais pesados. Sendo assim, o objetivo desse estudo é verificar a influência direta da obesidade sobre o equilíbrio postural em adultos, por meio da posturografia dinâmica e da plataforma de força.

Materiais e Método

A amostra, caracterizada na Tabela 2, foi composto por 48 indivíduos adultos entre 30 e 60 anos de ambos os gêneros. Os critérios de exclusão do estudo foram: não ser sedentário, possuir IMC menor que 25 kg/m^2 , apresentar queixas de tontura, apresentar problemas musculares e/ou articulares nos membros inferiores, relatar queixas de dor lombar e relatar problemas auditivos.

Tabela 2 - Descrição da amostra

	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura corporal (cm)
Geral (n=48)	49,04 ± 8,59	92,27 ± 16,49	163,28 ± 5,58
Mulheres (n=37)	47,38 ± 8,57	90,04 ± 16,75	161,81 ± 5,04
Homens (n=11)	54,64 ± 6,12	99,79 ± 13,68	168,24 ± 4,49

Valores são médias ± desvio padrão.

Os dados foram coletados em ambiente de laboratório. Para a aquisição de equilíbrio postural foi utilizada uma plataforma de força *AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.)*, modelo OR6-5, que coleta dados referentes ao centro de força (COP), a uma frequência de 100 Hz, durante 30 segundos, em três tentativas para olhos abertos e em três tentativas para olhos fechados. O deslocamento do centro de força ao longo do tempo resulta numa trajetória que está relacionada ao deslocamento do centro de gravidade e, portanto, ao equilíbrio postural. As variáveis de equilíbrio postural adquiridas a partir do deslocamento do COP foram: amplitude do deslocamento do COP na direção ântero-posterior (COPap), amplitude do deslocamento do COP na direção médio-lateral (COPml) e velocidade média de deslocamento do COP (COPvel). Os dados brutos provenientes da plataforma foram filtrados por um filtro passa-baixa *Butterworth*, de 4ª ordem na frequência de 10 Hz, eliminando possíveis interferências do ambiente. Para avaliação do equilíbrio postural com a manipulação dos sistemas visual, sômato-sensorial e vestibular foi utilizada a posturografia dinâmica *foam-laser*, desenvolvida por Castagno (1994), que expõe o indivíduo a seis diferentes tarefas, denominadas Teste de Organização Sensorial (TOS), as quais manipulam as informações aferentes que auxiliam no equilíbrio postural, cada uma por três tentativas na duração de 20 segundos cada. Para ambas as avaliações os indivíduos foram recomendados a permanecerem na postura em pé, os mais estáveis possíveis, com o olhar fixo a um ponto à frente na altura dos olhos, nas tentativas com os olhos abertos, com a cabeça orientada à frente, nas tentativas com os olhos fechados, e pés distanciados na largura do quadril. O posicionamento dos pés foi demarcado na primeira tentativa para as posteriores serem realizadas com o mesmo posicionamento, assegurando a não influência do tamanho da base de suporte nos testes. A avaliação antropométrica foi composta por avaliações de estatura e massa corporal através, respectivamente, de um estadiômetro, com resolução de 0,5 cm, e uma balança digital, com resolução de

0,1 kg, ambos da marca *Welmy*; circunferência da cintura, por meio de uma fita métrica com resolução de 0,01 m, no ponto de menor circunferência entre as costelas e as cristas ilíacas; e, por fim, o IMC foi calculado por meio da equação: massa corporal/estatura². Para comparar grupos com diferentes níveis de obesidade optou-se pela classificação do IMC proposta pela OMS (WHO, 1998), que classifica como 'sobrepeso' valores até 30 kg/m², como 'obesidade I' valores até 35 kg/m², como 'obesidade II' valores até 40 kg/m² e como 'obesidade III' valores acima de 40 kg/m².

Os dados foram submetidos à estatística descritiva com descrição dos valores de média e desvio padrão. Foi realizado teste de correlação de *Pearson* para verificar a associação entre variáveis indicadoras de obesidade e equilíbrio postural e foi adotado o critério de Malina (1996), a qual define como correlação fraca para valores até 0,3, correlação moderada para valores entre 0,3 e 0,6 e correlação forte para valores acima de 0,6. Após, dividiu-se o grande grupo através da classificação de IMC, em quatro subgrupos: grupo com sobrepeso (GSP), grupo obesidade I (GO I), grupo obesidade II (GO II), grupo obesidade III (GO III). Para verificação da normalidade da distribuição dos dados foi utilizado teste de *Shapiro-Wilk*. Em relação às variáveis com distribuição normal, foi utilizada uma *ANOVA One-Way* para identificação de diferenças e, logo após, um *post-hoc* de *Tukey HSD* para identificação de onde estão estas diferenças e em relação às variáveis com distribuição não-normal, utilizou-se teste de *Kruskal-Wallis* e, em seguida, teste de *Mann-Whitney U*. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% ($\sigma=0,05$). Os dados serão explicados em tabelas, nas primeiras análises de correlação e quando houver comparação, e em figuras, nas últimas análises de correlação.

Resultados

As Tabelas 3 e 4 apresentam os coeficientes de correlação de *Pearson* encontrados na associação entre variáveis de equilíbrio postural e variáveis de obesidade. Verificaram-se correlações fracas e não significativas para todos os testes realizados, ou seja, para este grupo de 48 indivíduos não houve associação entre as variáveis de equilíbrio postural e fatores antropométricos.

Tabela 3 - Correlações entre variáveis de equilíbrio postural da plataforma de força e variáveis antropométricas.

		Massa corporal	IMC	Circunferência da cintura
<u>Olhos abertos</u>				
COPap	r	-0,110	-0,118	-0,132
	p-valor	0,457	0,425	0,370
COPml	r	0,157	0,108	0,069
	p-valor	0,288	0,466	0,642
COPvel	r	0,160	0,098	0,263
	p-valor	0,277	0,509	0,071
<u>Olhos fechados</u>				
COPap	r	0,017	0,032	0,073
	p-valor	0,911	0,827	0,624
COPml	r	0,084	-0,051	0,074
	p-valor	0,572	0,728	0,616
COPvel	r	0,147	0,084	0,260
	p-valor	0,319	0,572	0,074

r = coeficiente de correlação de *Pearson*. p-valor < 0,05 indica associação significativa.
p-valor = valor de probabilidade para o teste de correlação de *Pearson*.

Tabela 4 - Correlações entre variáveis de equilíbrio postural da posturografia dinâmica foam-laser e variáveis antropométricas.

		Massa corporal	IMC	Circunferência da cintura
	TOS I	r	-0,126	-0,091
		p-valor	0,394	0,536
	TOS II	r	0,074	0,110
		p-valor	0,618	0,457
	TOS III	r	0,026	-0,047
		p-valor	0,862	0,751
	TOS IV	r	-0,048	0,074
		p-valor	0,747	0,617
	TOS V	r	0,034	0,062
		p-valor	0,819	0,676
	TOS VI	r	0,168	0,145
		p-valor	0,254	0,325
Média TOS	r	0,072	0,077	0,001
	p-valor	0,629	0,604	0,998

r = coeficiente de correlação de *Pearson*. p-valor < 0,05 indica associação significativa.
p-valor = valor de probabilidade para o teste de correlação de *Pearson*.

Em virtude da não associação entre estas variáveis decidiu-se dividir os grupos de acordo com a classificação de IMC da OMS (WHO, 1998), como modo de

verificar se o comportamento das médias dentro dos subgrupos não esteja interferindo nos resultados.

Tabela 5 - Descrição das variáveis da plataforma de força e comparações entre os grupos de acordo com a divisão pela classificação do IMC.

Variáveis de equilíbrio postural	Classificação IMC	n	Média	Desvio padrão	ANOVA One-Way	Kruskal-Wallis
<u>Olhos abertos</u>						
COPap (cm)	GSP	12	2,15	0,70	0,078	-
	GO I	17	2,23	0,74		
	GO II	13	2,49	0,85		
	GO III	06	1,50	0,56		
COPml (cm)	GSP	12	1,01	0,36	-	0,110
	GO I	17	1,09	0,40		
	GO II	13	1,69	1,50		
	GO III	06	0,84	0,41		
COPvel (cm/s)	GSP	12	0,97 ^{ac}	0,23	-	0,017
	GO I	17	1,02 ^{bc}	0,29		
	GO II	13	1,31 ^b	0,37		
	GO III	06	0,82 ^a	0,31		
<u>Olhos fechados</u>						
COPap (cm)	GSP	12	2,45 ^{ab}	0,59	-	0,043
	GO I	17	2,43 ^{ab}	0,85		
	GO II	13	3,30 ^b	1,51		
	GO III	06	1,99 ^a	0,58		
COPml (cm)	GSP	12	1,21	0,57	-	0,144
	GO I	17	1,16	0,44		
	GO II	13	1,43	0,57		
	GO III	06	0,85	0,50		
COPvel (cm/s)	GSP	12	1,20	0,35	-	0,095
	GO I	17	1,22	0,49		
	GO II	13	1,74	0,82		
	GO III	06	0,99	0,32		

IMC = Índice de Massa Corporal. n = número de indivíduos por grupo. COPap = amplitude de deslocamento do COP na direção ântero-posterior. COPml = amplitude de deslocamento do COP na direção médio-lateral. COPvel = velocidade média de deslocamento do COP. GSP = grupo com sobrepeso. GO I = grupo obesidade I. GO II = grupo obesidade II. GO III = grupo obesidade III. ^{a, b, c} letras minúsculas diferentes indicam diferenças no teste *Mann-Whitney U*.

Em relação à avaliação na plataforma de força (Tabela 5), na situação de olhos abertos a variável COPvel foi significativamente menor para o GO III em relação ao GO I ($p=0,036$) e ao GO II ($p=0,018$), que foi o grupo que apresentou a maior velocidade de oscilação, diferenças encontradas pelo teste de *Mann-Whitney U*. Ainda para a mesma variável, o GSP foi estatisticamente menor que o GO II ($p=0,026$). Na situação de olhos fechados, a única variável que mostrou diferenças

significativa, por meio do teste de *Mann-Whitney U* ($p=0,009$), foi COPap entre GO III, de menor oscilação, e GO II, de maior oscilação.

Tabela 6 - Descrição das variáveis da posturografia dinâmica foam-laser e comparações entre os grupos de acordo com a divisão pela classificação do IMC.

Variáveis de equilíbrio postural	Classificação IMC	n	Média	Desvio padrão	ANOVA One-Way	Kruskal-Wallis
	GSP	12	77,9	7,8	0,884	-
	GO I	17	76,6	7,8		
	GO II	13	75,4	7,6		
	GO III	06	75,2	14,7		
	GSP	12	67,4 ^a	11,1	0,046	-
	GO I	17	75,9 ^a	6,4		
	GO II	13	69,7 ^a	9,0		
	GO III	06	75,7 ^a	7,6		
	GSP	12	60,9	19,5	-	0,598
	GO I	17	66,7	12,1		
	GO II	13	58,2	17,1		
	GO III	06	64,6	18,3		
	GSP	12	74,4	7,9	-	0,240
	GO I	17	76,6	8,8		
	GO II	13	71,6	9,2		
	GO III	06	78,4	6,9		
	GSP	12	68,1 ^{abc}	7,6	0,001	
	GO I	17	69,6 ^b	10,7		
	GO II	13	58,8 ^a	8,7		
	GO III	06	76,5 ^{bc}	8,0		
	GSP	12	45,6 ^{AB}	26,1	-	0,048
	GO I	17	50,7 ^A	18,2		
	GO II	13	38,1 ^A	24,2		
	GO III	06	66,9 ^B	6,8		
Média TOS	GSP	12	65,7 ^{ab}	9,2	0,030	-
	GO I	17	69,3 ^{ab}	6,9		
	GO II	13	62,0 ^a	8,5		
	GO III	06	72,9 ^b	8,4		

IMC = Índice de Massa Corporal. n = número de indivíduos por grupo. GSP = grupo com sobrepeso.

GO I = grupo obesidade I. GO II = grupo obesidade II. GO III = grupo obesidade III.

^{a,b,c} letras minúsculas diferentes indicam diferença no teste *post-hoc* de *Tukey HSD*.

^{A, B, C} letras maiúsculas diferentes indicam diferenças no teste *Mann-Whitney U*.

Em relação aos testes na posturografia dinâmica *foam-laser* (Tabela 6), o *post hoc* de *Tukey HSD* não identificou diferenças entre os grupos em TOS II, embora a *ANOVA One-Way* tenha apresentado valor de significância ($p<0,05$). Em TOS V e Média de TOS o *post hoc* de *Tukey HSD* identificou diferenças. Para TOS V, os maiores escores foram do GO III que apresentou diferença para com o GO II, que

apresentou os menores valores. Outra diferença significativa foi encontrada entre os grupos GO I e GO II. Em Média de TOS, novamente diferença significativa entre GO III, grupo com maiores escores, e GO II, grupo com os menores escores. O teste *Mann-Whitney U*, encontrou diferenças em TOS VI, entre GO II e GO III ($p=0,005$) e entre GO I e GO III ($p=0,036$), sendo que mais uma vez os melhores índices foram encontrados em GO III e os piores em GO II.

Evidencia-se com estes resultados que o equilíbrio postural do GO III é melhor que do GO II, o que indica o porquê de não haver uma tendência linear entre os quatro grupos, ou seja, uma tendência a quanto maior o IMC pior o equilíbrio postural, ou vice-versa. No geral, percebe-se uma linearidade de piora do equilíbrio postural na medida em que aumenta o nível de obesidade até GO II e, em seguida, uma melhora significativa para o grupo com o maior nível, GO III. Optou-se, então, por verificar a associação entre as variáveis de equilíbrio postural e variáveis antropométricas indicadoras de obesidade, desta vez sem as observações dos indivíduos que compunham GO III. A Figura 10 apresenta os resultados dessas associações que foram significativas.

Para as variáveis da plataforma de força todas as associações significativas encontradas foram moderadas, segundo o critério de Malina (1996). Com os olhos abertos, houve associações positivas da variável COPml com massa corporal ($r=0,328$; $p=0,034$) e IMC ($r=0,306$; $p=0,049$) e da variável COPvel com massa corporal ($r=0,483$; $p=0,001$), IMC ($r=0,405$; $p=0,008$) e circunferência da cintura ($r=0,431$; $p=0,004$). Na situação de olhos fechados, associações positivas ocorreram somente entre COPvel e massa corporal ($r=0,385$; $p=0,012$), IMC ($r=0,337$; $p=0,029$) e circunferência da cintura ($r=0,400$; $p=0,009$). Estes resultados indicam que quanto maior o indicador de obesidade maior a oscilação corporal. Já para as variáveis da posturografia dinâmica *foam-laser*, duas foram as correlações significativas. Ambas ocorreram em TOS V, com IMC ($r=-0,357$; $p=0,020$) e com circunferência da cintura ($r=-0,339$; $p=0,028$), e são classificadas como moderadas, segundo o critério de Malina (1996).

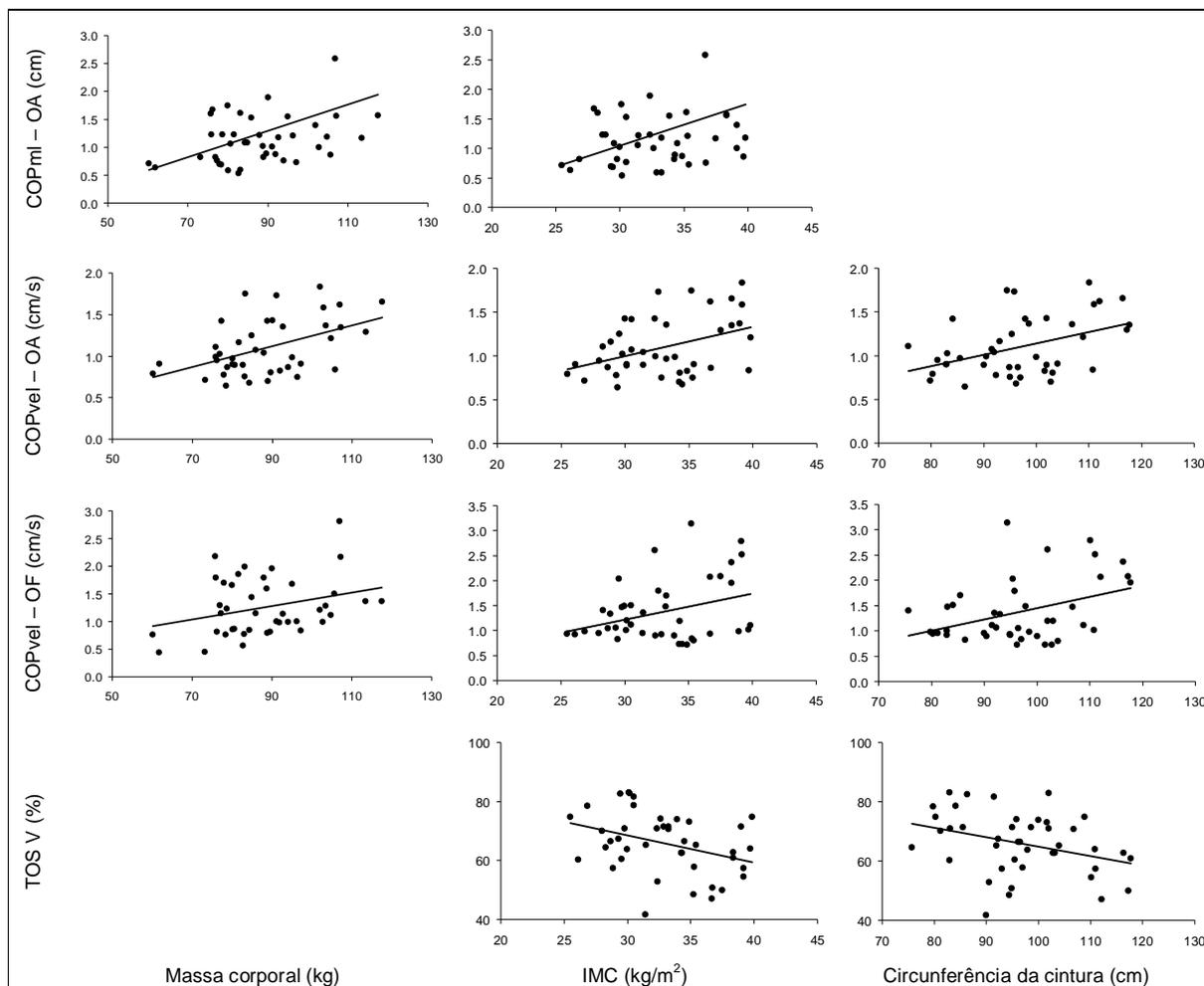


Figura 10 - Correlações entre variáveis de equilíbrio e variáveis antropométricas. COPvel = velocidade de oscilação do COP. OA = olhos abertos. OF = olhos fechados.

Discussão

O objetivo desse estudo foi verificar a influência direta da obesidade sobre o equilíbrio postural em adultos, por meio da posturografia dinâmica e da plataforma de força. Os primeiros resultados de correlação indicaram a não existência de qualquer relação para o grupo de estudo de 48 indivíduos avaliados. Porém, ao ser dividido o grupo de acordo com o nível de obesidade proposto pela classificação de IMC da OMS, foram encontradas diferenças entre grupos. Na maioria das variáveis estudadas, o índice de equilíbrio postural piorou com o aumento do IMC até o GO II e, então, o GO III obteve sempre o melhor índice entre os grupos. Ao ser eliminado o GO III de uma nova análise de correlação apareceram correlações significativas e

moderadas entre as variáveis antropométricas com COPml, para olhos abertos, COPvel, nas duas condições, e TOS V.

Os estudos encontrados na literatura relatam a existência da relação entre massa corporal e equilíbrio postural, como nos estudos a seguir, sendo que quanto mais pesado for o indivíduo, mais oscilação ele tem. Os primeiros a encontrarem essa relação, só observada aqui com a eliminação do GO III das análises, foi Fregly et al. (1968). Eles identificaram os fatores não-vestibulares circunferência abdominal e massa corporal como os mais influenciadores no equilíbrio de recrutas de aviação. Afirmaram que, em indivíduos com sobrepeso, o tamanho e o tipo corporal influenciam o equilíbrio postural pela alteração da localização do centro de gravidade. No estudo de Hue et al. (2007) que avaliou o equilíbrio postural de 59 indivíduos masculinos com idades entre 24 e 61 anos, foi encontrado através de testes de correlação e de modelos de regressão linear múltipla que a massa corporal por si só já é um influenciador do controle postural. Encontrou-se que a massa corporal explica sozinha mais de 50% da variação dos resultados de equilíbrio postural, tanto com os olhos abertos quanto com os olhos fechados. Esse valor aumenta quando a massa estiver associada a outras variáveis como idade, estatura e comprimento do pé.

Essa relação foi encontrada também em crianças e adolescentes. Petti, Cairella e Tarsitani (1997), verificaram que crianças obesas sofreram mais acidentes traumáticos dos dentes da frente que crianças não-obesas, sugerindo que eles tiveram ao longo da vida mais episódios de quedas. McGraw et al. (2000), encontraram maior oscilação do COP para crianças obesas em relação a crianças não-obesas. Ainda, Goudling et al. (2003), avaliaram meninos obesos e verificaram associação significativa negativa entre equilíbrio postural, medido por teste clínico de *Bruininks-Oseretsky*, e massa corporal, IMC, percentual de gordura e massa gorda total. Mais recentemente, Colné et al. (2008) avaliaram 16 adolescentes obesos ($IMC = 40 \pm 5 \text{ kg/m}^2$) e os compararam com 13 adolescentes não-obesos ($IMC = 20 \pm 2 \text{ kg/m}^2$) de um grupo controle em uma plataforma de força. Eles encontraram maior área de oscilação significativa do COP para os adolescentes obesos.

Para adultos os achados foram semelhantes para Kejonen, Kauranen e Vanharanta (2003), que avaliaram a relação entre fatores não-vestibulares e o desempenho em testes de equilíbrio de 100 adultos (50 homens e 50 mulheres, entre 31 e 80 anos de idade), através de um sistema de análise de movimento. Eles

encontraram que a única variável que se correlacionou significativamente com o movimento do tornozelo na direção ântero-posterior durante a posição estática bipodal foi o IMC ($r=0,27$; $p<0,01$). Corbeil et al. (2001), foram mais além nos estudos, e através de um modelo matemático calcularam os efeitos da obesidade na estabilidade ântero-posterior durante posição bipodal a partir de um modelo de corpo humano com 15 segmentos. Encontraram que um deslocamento anterior do centro de massa (COM) de apenas 2 cm exige um torque significativamente maior do tornozelo para estabilizar e recuperar o equilíbrio postural. Os autores também lançaram a hipótese de que um deslocamento anterior do centro de massa colocaria os indivíduos obesos muito mais próximos de seus limites de estabilidade que indivíduos não-obesos, aumentando o risco de quedas quando expostos a perturbações das atividades diárias.

Encontraram-se melhores índices de estabilidade para o GO III, ou seja, aquele com o maior IMC. Em relação a isso, Gravante et al. (2003) não encontraram diferenças entre a localização do centro de força durante a posição bipodal na comparação entre 38 obesos e 34 não-obesos através de uma plataforma de força. Eles afirmam que a distribuição da massa de gordura em indivíduos obesos parece não resultar em um deslocamento do centro de gravidade na direção ântero-posterior durante a posição bipodal estática.

Um estudo mais recente de Blaszczyk et al. (2009) que avaliou 101 mulheres entre obesas 18 e 53 anos (divididas em três grupos de acordo com o IMC), e 33 não-obesas, através de uma plataforma de força encontrou resultados interessantes para esta discussão. Foi observado que indivíduos mais obesos têm menor limite de estabilidade (tarefa dinâmica de equilíbrio), porém, menor oscilação em situação estática de 30 segundos, ou seja, indivíduos mais pesados tiveram mais estabilidade nessa última tarefa. Os autores colocam, primeiramente, que ainda não é totalmente confirmado que a oscilação do centro de força é relacionada à estabilidade, sendo o centro de gravidade a variável que realmente indica a oscilação de um corpo. Depois, sugerem que os achados se devem a terem avaliado somente mulheres e a concentração de gordura nas mulheres ocorre principalmente nas coxas e quadris, o que leva a um alargamento do quadril e conseqüente alargamento da base de suporte. Eles concluem que mulheres obesas têm o equilíbrio postural preservado em situações estáticas, mas prejudicado em situações dinâmicas para aquelas com IMC maior que 40 kg/m^2 . O nosso estudo avaliou os indivíduos também na posição

dos pés distanciados na largura do quadril e isto pode estar relacionado com esses achados. Porém, não foram avaliadas somente mulheres no nosso estudo e nossa discussão se encaminha para outro aspecto.

Os limites de estabilidade dos indivíduos deste estudo não foram avaliados. Não se quer desconsiderar os achados para as tarefas dinâmicas que são de consenso geral prejudicadas para os obesos, mesmo considerando que um deslocamento de apenas 2 cm do centro de gravidade já seja significativo como encontrado por Corbeil et al. (2001). Soma-se a isto a tendência para um corpo de quanto maior a sua massa, quando parado, maior a dificuldade de movê-lo e, quando em movimento, maior a dificuldade de mudar a direção e a magnitude desse movimento em função da quantidade de movimento, diretamente relacionada com a massa e com a velocidade. Uma vez que a velocidade média de oscilação do GO III foi menor que a dos demais grupos, a quantidade de movimento dos indivíduos deste grupo possivelmente foi menor também, embora a tenha este grupo maior massa, o que pode explicar os menores valores para estes indivíduos. Isso quer dizer que os indivíduos de GO III necessitaram de menor força para conter a oscilação durante os 20 segundos de coleta que os indivíduos dos demais grupos, pois possuíram menor quantidade de movimento. Nesse sentido, a velocidade de oscilação de GO III não permitiu quantidade de movimento suficiente para causar desestabilização significativa para este grupo.

A adição artificial de sobrecarga externa ao corpo também tem sido mostrada como influenciadora da estabilidade. Qu e Nussbaum (2009) avaliaram o equilíbrio postural durante apoio bipodal de 12 indivíduos em três situações distintas, sem carga externa, com 10% da massa corporal de carga externa e com 20% da massa corporal de carga externa e encontraram piora do controle postural com a adição da sobrecarga externa, o que pode, segundo os autores, aumentar o risco de quedas. Heller, Challis e Sharkey (2009) avaliaram a influência do uso de pesada mochila militar na oscilação postural de 43 mulheres entre 18 e 25 anos de idade e encontraram aumento significativo de oscilação em todas as variáveis analisadas quando as mulheres usavam a mochila, cuja qual pesava 18,1 kg no momento da avaliação. Os autores acreditam que esses achados estão relacionados ao aumento na ocorrência de quedas e de lesões.

O fato de ter sido encontrada associação significativa entre TOS V e IMC e TOS V e circunferência da cintura, indica que em situações com pouca

disponibilidade de informações aferentes essas variáveis antropométricas passam a ser relevantes. O TOS V é um teste em que a disponibilidade da informação somatossensorial é prejudicada, em função do uso da almofada, e a informação visual é ausente. Esse achado revela, então, que indivíduos com maior IMC e maior circunferência da cintura possuem pior controle postural durante tarefas que se assemelhariam a esta situação, tendo maior risco de quedas.

Tanto para a situação com olhos abertos quanto para a situação com os olhos fechados, as três variáveis antropométricas avaliadas foram significativamente associadas com COPvel. Na medida em que a obesidade aumenta, a velocidade de oscilação do COP também aumenta, exceto para GO III. Resultados semelhantes foram encontrados por Hue et al. (2007) e Teasdale et al. (2007). Uma limitação desse estudo foi o pequeno número de indivíduos (seis) que compuseram o GO III.

Conclusões

O equilíbrio postural é afetado pelo aumento do nível de obesidade. Porém, os indivíduos desse estudo que compuseram o grupo com IMC acima de 40 kg/m^2 apresentaram melhor equilíbrio que todos os outros grupos. Sugere-se que esses resultados foram encontrados por dois motivos distintos: 1) pelo tamanho da base de suporte ser maior para indivíduos mais pesados por a obesidade aumentar a largura do quadril; 2) pela maior massa, dos indivíduos mais pesados, ser mais difícil de mover e, portanto, não ter permitido movimentos com velocidade suficiente para causar desestabilização, o que aconteceu nos demais indivíduos. Em situações com ausência de informação visual e prejudicada informação somatossensorial, as variáveis antropométricas passam a ganhar mais importância. A velocidade de oscilação do COP foi a variável mais afetada pelo nível de obesidade, tanto para olhos abertos quanto para olhos fechados, ao não serem tomados na análise os indivíduos do grupo obesidade III.

Referências Bibliográficas

BLASZCZYK, J. W.; CIÉSLINSKA-ŚWIDER, J.; PLEWA, M.; ZAHORSKA-MARKIEWICZ, B.; MARKIEWICZ, Andrzej. Effects of excessive body weight on postural control. **Journal of Biomechanics**, v. 42, p. 1295-300, 2009.

BRAY, G. A. Medical consequences of obesity. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 86, n. 6, p. 2583-9, 2004.

CASTAGNO, L. A. A new method for sensory organization tests: the foam-laser dynamic posturography. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 60, n. 4, p. 287-96, 1994.

COLNÉ, P.; FRELUT, M. L.; PÉRÈS, G.; THOUMIE, P. Postural control in obese adolescents assessed by limits of stability. **Gait & Posture**, v. 28, p. 164-9, 2008.

CORBEIL, P.; SIMONEAU, M.; RANCOURT, D.; TREMBLAY, A.; TEASDALE, N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**. Baltimore, v. 9, n. 2, p.126-36, 2001.

FABRIS DE SOUZA, S. A.; FAINTUCH, J.; VALEZI, A. C.; SANT'ANNA, A. F.; GAMA RODRIGUES, J. J.; de BATISTA FONSECA, J. C.; de MELO, R. D. Postural changes in morbidly obese patients. **Obesity Surgery**. v. 15, n. 7, p. 1013-6, 2005.

FREGLY, A. R.; OBERMAN, A.; GRAYBIEL, A.; MITCHELL, R. E. Thousand aviator study: nonvestibular contributions to postural equilibrium functions. **Aerospac Medicine**, v. 39, p. 33-7, 1968.

GOULDING, A.; JONES, I. E.; TAYLOR, R. W.; PIGGOT, J. M.; TAYLOR, D. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. **Gait & Posture**, v. 17, p. 136-41, 2003.

GRAVANTE, G.; RUSSO, G.; POMARA, F.; RIDOLA, C. Comparison of ground reaction forces between obese and control young adults during quiet standing on a baropodometric platform. *Clinical Biomechanics*, v. 18, p. 780-2, 2003.

HELLER, M. F.; CHALLIS, J. H.; SHARKEY, N. A. Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack. **Gait & Posture**, v. 30, 115-7, 2009.

HUE, O.; SIMONEAU, M.; MARCOTTE, J.; BERRIGAN, F.; DORÉ, J.; MARCEAU, P.; MARCEUAU, S.; TREMBLAY, A.; TEASDALE, N. Body Weight is a strong predictor of postural stability. **Gait & Posture**, v. 26, p. 32-8, 2007.

HUE, O. ; BERRIGAN, F.; SIMONEAU, M.; MARCOTTE, J.; MARCEAU, P. ; MARCEAU, S. ; TREMBLAY, A.; TEASDALE, N. Muscle Force and Force Control After Weight Loss in Obese and Morbidly Obese Men. **Obesity Surgery**, v. 18, p. 1112-8, 2008.

KEJONEN, P.; KAURANEN, K.; VANHARANTA, H. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, p. 17-22, 2003.

KOPELMAN, P. G. Obesity as medical problem. **Nature**, v. 404, n. 6, p. 635-43, 2000.

MALINA, R. M. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 67, p. 48-57, 1996.

McGRAW, B.; McCLENAGHAN, B. A.; WILLIAMS, H. G.; DICKERSON, J.; WARD, D. S. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, p. 484–9, 2000.

PETTI, S.; CAIRELLA, G.; TARSITANI, G. Childhood obesity: a risk factor for traumatic injuries to anterior teeth. **Endodontics and Dental Traumatology**, v. 13, p. 285-8, 1997.

QU X.; NUSSBAUM, M. A. Effects of external loads on balance control during upright stance: Experimental results and model-based predictions. **Gait & Posture**, v. 29, p. 23-30, 2009.

TEASDALE, N.; HUE, O.; MARCOTTE, J.; BERRIGAN, F. ; SIMONEAU, M.; DORÉ, J. MARCEAU, P.; MARCEAU, S.; TREMBLAY, A. Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. **International Journal of Obesity**, v. 31, p. 153-60, 2007.

WEARING, S. C.; HENNIG, E. M.; BYRNE, N. M.; STEELE, J. R.; HILLS, A. P. The biomechanics of restricted movement in adult obesity. **Obesity Review**, v. 7, p. 13-24, 2006.

WORLD Health Organization. **Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic**. Technical Report Series n°894. Geneva, 1998.

WORLD Health Organization. **The Asia-Pacific perspective:** Redefining obesity and its treatment. Geneva, 2000.

WORLD Health Organization. **What are overweight and obesity?** Fact sheet n°311. Geneva, 2006.

5 ARTIGO DE PESQUISA 2

TREINAMENTO FÍSICO COM ORIENTAÇÕES NUTRICIONAIS INFLUENCIA NO EQUILÍBRIO POSTURAL DE MULHERES OBESAS?

Does a physical training combined with nutritional guidance influence on the postural balance of obese women?

Resumo

Objetivo: Verificar a eficácia de um tratamento composto por treinamento físico orientado e orientações nutricionais, objetivando redução de peso, e a influencia desse tratamento no equilíbrio postural de mulheres obesas. **Materiais e método:** O grupo de estudo foi composto por 15 mulheres com sobrepeso ou obesas com média de idade de $48,93 \pm 7,04$ anos, média de estatura de $161,63 \pm 4,57$ cm e média de massa corporal de $85,51 \pm 10,58$ kg. O tratamento composto por exercícios aeróbicos e anaeróbicos três vezes na semana e orientações nutricionais por uma vez semanal foi realizado durante 12 semanas. Foram coletados dados antropométricos relacionados ao nível de obesidade, como massa corporal, estatura, Índice de Massa Corporal e circunferência da cintura e dados referentes ao equilíbrio postural com plataforma de força AMTI (*Advanced Mechanical Technologies, Inc.*) e posturografia dinâmica *foam-laser*, antes e depois do treinamento proposto. Realizaram-se estatística descritiva e comparações entre as duas coletas com teste paramétrico (*t* de *Student* pareado) e teste não-paramétrico (*Wilcoxon*). **Resultados:** Os resultados do estudo revelaram que as variáveis antropométricas não sofreram alterações e apenas uma variável de equilíbrio postural apresentou melhora significativa após o treinamento, em uma situação com olhos fechados. **Conclusões:** O tratamento proposto não foi significativo para melhorar as variáveis antropométricas e melhorou o equilíbrio postural em apenas uma variável, resultados que podem ser explicados pelo não controle da alimentação dos indivíduos. **Descritores:** obesidade, equilíbrio postural, terapia por exercício, Índice de Massa Corporal

Abstract

Purpose: To verify the efficacy of a treatment composed by oriented physical training and nutritional guidance, aiming weight reduction, and the influence of this treatment on postural balance of obese women. **Materials and Method:** Sample were composed by 15 overweight or obese individuals with mean age of $48,93 \pm 7,04$ years, mean height of $161,63 \pm 4,57$ cm and mean weight of $85,51 \pm 10,58$ kg. The treatment composed by aerobic and anaerobic exercises three times a week and dietary guidelines once a week, lasted 12 weeks. Anthropometric data related to obesity level, like body mass, height, body mass index and waist circumference and data related to postural balance with a force platform AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.) and foam-laser dynamic posturography were collected before and after proposed treatment. Descriptive statistic and comparisons between the two data collected with parametric test (paired Student's t test) and non-parametric test (Wicoxon) were executed. **Results:** Study results showed that the anthropometric variables did not change and only one postural balance variable significantly improved after training in a situation with closed eyes. **Conclusions:** Treatment performed was not successful to improve anthropometric variables and improve postural balance in only one variable, results that can be explained by not controlling the eating of the individuals.

Keywords: obesity, postural balance, exercise therapy, Body Mass Index.

Introdução

Frequentemente tem sido reportado na literatura a influência de treinamentos ou treinamentos físicos em diversos aspectos motores do organismo humano (RAMOS, 2003). O equilíbrio postural, como um desses aspectos, também sofre a influência desses tipos de treinamento. Genericamente, profissionais de educação física, fisioterapia, fonoaudiologia e medicina tem se esforçado na compreensão de fatores que promovem alteração no mecanismo de controle postural e, concomitantemente, oferecem a população tipos de treinamento fundamentados nesses estudos, cada um em sua área de atuação.

Na educação física, por exemplo, muitos pacientes encontram um meio de prevenir ou atenuar problemas de saúde através da prática regular de uma atividade física, diminuindo a dependência aos fármacos e necessidade de intervenção cirúrgica. Um dos grandes problemas nos dias de hoje que afeta nossa sociedade é a obesidade. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2000), 40,6% da população brasileira possuem sobrepeso ou obesidade. Esse índice pode ser maior em outros países, como os Estados Unidos, por exemplo, chegando a 63,9% da população com sobrepeso ou obesidade. Trata-se, portanto, de uma doença muito difundida nos dias atuais e associada a complicações médicas que prejudicam a qualidade de vida (KOPELMAN, 2000; BRAY, 2004).

Treinamentos para redução do peso são, neste aspecto, fundamentais para a melhora da qualidade de vida de indivíduos que estão acima do peso, pois a obesidade é relacionada ao desenvolvimento de problemas como: diabetes mellitus do tipo II, doença coronária, aumento da incidência de certas formas de câncer, complicações respiratórias e osteoartrite de grandes e pequenas articulações (KOPELMAN, 2000).

Em função desses aspectos, o objetivo do trabalho é verificar a eficácia de tratamento para redução de peso com treinamento físico e orientações nutricionais e a influência desse tratamento no equilíbrio postural de mulheres obesas.

Materiais e Método

A amostra foi composta por 15 mulheres adultas, com idade entre 30 e 60 anos e IMC maior que 25 kg/m², com média de idade de 48,93 ± 7,04 anos, média de estatura de 161,63 ± 4,57 cm e média de massa corporal de 85,51 ± 10,58 kg. Os critérios de exclusão para a amostra foram: apresentar queixas de tontura, apresentar problemas musculares e/ou articulares nos membros inferiores, relatar queixas de dor lombar, relatar problemas auditivos, ter tido alguma limitação física aos exercícios propostos e não ter cumprido a frequência mínima de 80% do tratamento ou ter desistido do mesmo.

Os indivíduos realizaram um treinamento físico composto por três sessões semanais compostas por exercícios aeróbicos e anaeróbicos durante um período de 12 semanas. A parte aeróbica do treinamento constitui-se de caminhadas de aproximadamente 30 minutos a cada sessão sempre no início da sessão,

controladas pela distância a ser percorrida. No Quadro 4 verifica-se a composição do treinamento aeróbico ao longo das semanas. A parte anaeróbica do treinamento constitui-se de exercícios localizados com sobrecarga externa durante aproximadamente 45 minutos por sessão no qual se trabalhou o corpo de forma global. Esse treinamento foi controlado pela intensidade e volume de treinamento ao longo das semanas conforme disposto no Quadro 4.

Semana	Anaeróbica			Aeróbica
	Volume	Int.	nº ex.	Caminhadas
1	10rep – 1s	70%	4	3km - Controle tempo
2	15rep – 1s	70%	4	3km - Controle tempo
3	15rep - 2s	70%	4	3km - Controle tempo
4	15rep – 2s	70%	5	3km - Controle tempo
5	15rep – 3s	70%	5	4km - Controle tempo
6	15rep – 3s	70%	6	4km - Controle tempo
7	15rep – 3s	+ 5%	6	4km - Controle tempo
8	15rep – 3s	75%	6	4km - Controle tempo
9	15rep – 3s	75%	6	4km - Diminuir tempo em 2 minutos
10	15-20rep – 3s	75%	6	4km - Manutenção do tempo
11	15-20rep – 3s	+ 5%	6	4km - Manutenção do tempo
12	15-20rep – 3s	80%	6	4km - Manutenção do tempo

Quadro 4 - Programa de treinamento. rep = repetições. s = séries. Int. = intensidade. nº ex = número de exercícios.

Os indivíduos também tiveram orientações nutricionais uma vez por semana com três acadêmicos do curso de nutrição em sessão de aproximadamente 45 minutos. Não foi prescrita dieta para nenhum indivíduo que compôs a amostra. Sendo assim, a alimentação não foi controlada neste estudo.

Os dados foram coletados antes do início do treinamento e após o seu término, em ambiente de laboratório. Para a aquisição de equilíbrio postural foi utilizada uma plataforma de força *AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.)*, modelo OR6-5, que coleta dados referentes ao centro de força (COP), a uma frequência de 100Hz, durante 30 segundos, em três tentativas para olhos abertos e em três tentativas para olhos fechados. O deslocamento do centro de força ao longo do tempo resulta numa trajetória cuja qual está relacionada ao deslocamento do centro de gravidade e, portanto, ao equilíbrio postural. As variáveis de equilíbrio

postural adquiridas a partir do deslocamento do COP são: amplitude do deslocamento do COP na direção ântero-posterior (COPap), amplitude do deslocamento do COP na direção médio-lateral (COPml) e velocidade média de deslocamento do COP (COPvel). Os dados brutos provenientes da plataforma foram filtrados por um filtro passa-baixa *Butterworth*, de 4ª ordem na frequência de 10Hz, eliminando possíveis interferências do ambiente. Para avaliação do equilíbrio postural com a manipulação dos sistemas visual, sômato-sensorial e vestibular foi utilizada a posturografia dinâmica *foam-laser*, desenvolvida por Castagno (1994), que expõe o indivíduo a seis diferentes condições as quais manipulam as informações aferentes que auxiliam no equilíbrio postural, cada uma por três tentativas na duração de 20 segundos cada. Para ambas as avaliações os indivíduos foram recomendados a permanecerem na postura em pé, os mais estáveis possíveis, com o olhar fixo a um ponto à frente na altura dos olhos, nas tentativas com os olhos abertos, com a cabeça orientada à frente, nas tentativas com os olhos fechados, e pés distanciados na largura do quadril. O posicionamento dos pés foi demarcado na primeira tentativa para as posteriores serem realizadas com o mesmo posicionamento, assegurando a não influência do tamanho da base de suporte nos testes. A avaliação antropométrica foi composta por avaliações de estatura e massa corporal através, respectivamente, de um estadiômetro, com resolução de 0,5 cm, e uma balança digital, com resolução de 0,1 kg, ambos da marca *Welmy*; circunferência da cintura, por meio de uma fita métrica com resolução de 0,01 m, no ponto de menor circunferência entre as costelas e as cristas ilíacas; e, por fim, o IMC foi calculado por meio da equação: $\text{massa corporal}/\text{estatura}^2$. Aqueles indivíduos com o IMC maior que 25 kg/m² são considerados com sobrepeso e foram incluídos no estudo.

Os dados foram submetidos à estatística descritiva com descrição dos valores de média e desvio padrão. Após isso foi verificada a normalidade dos dados através do teste de *Shapiro-Wilk* que revelou distribuição não-normal para as variáveis COPml com os olhos abertos, COPap e COPvel com os olhos fechados. As demais variáveis apresentaram distribuição normal. Para comparação entre pré e pós-teste para as variáveis com distribuição normal foi utilizado o teste *t* de *Student* pareado para variáveis dependentes. Já para as variáveis com distribuição não-normal foi utilizado o teste não-paramétrico de *Wilcoxon* para variáveis dependentes. Correlação de *Pearson* foi utilizada para verificar a associação entre a melhora/piora

das variáveis de equilíbrio postural e a melhora/piora das variáveis antropométricas e foi adotado o critério de Malina (1996), a qual define como correlação fraca para valores até 0,3, correlação moderada para valores entre 0,3 e 0,6 e correlação forte para valores acima de 0,6. O nível de significância para todos os testes foi de 5% ($\sigma=0,05$). Os resultados são apresentados em tabelas.

Resultados

A Tabela 7 apresenta a estatística descritiva e as comparações entre pré e pós-teste para as variáveis antropométricas massa corporal, IMC e circunferência da cintura. O teste *t* de *Student* pareado não mostrou diferenças significativas em nenhuma das três variáveis antropométricas relacionadas ao nível de obesidade.

Tabela 7 - Análise descritiva e comparações entre pré e pós-teste para variáveis antropométricas.

	Massa corporal (kg)	IMC (kg/m ²)	Circunferência da cintura (cm)
pré	85,51 ± 10,58	32,68 ± 3,45	93,32 ± 10,42
pós	84,81 ± 10,43	32,40 ± 3,51	94,94 ± 11,56
p-valor*	0,164	0,188	0,149

Valores são médias ± desvio padrão. p-valor < 0,05 indica diferença estatisticamente significativa

* Valores de probabilidade do teste *t* de *Student* pareado.

Embora as médias de massa corporal, IMC e circunferência da cintura não tenham apresentado melhoras significativas, 10 indivíduos diminuíram a massa corporal e o IMC depois do treinamento e nove diminuíram a circunferência da cintura. A Tabela 8 apresenta a estatística descritiva e as comparações entre pré e pós-teste para as variáveis de equilíbrio postural coletadas a partir da plataforma de força. A única diferença encontrada foi na variável COPap com a coleta sendo realizada com os olhos fechados, na qual os indivíduos do estudo melhoraram cerca de 20,2% o índice de equilíbrio postural após o treinamento. A Tabela 9 apresenta a estatística descritiva e as comparações entre pré e pós-teste para as variáveis de equilíbrio postural coletadas a partir da posturografia dinâmica *foam-laser*. Nenhuma dessas variáveis apresentou melhora significativa.

Acredita-se que sobre estes resultados existiu a influência da não melhora das variáveis antropométricas de alguns indivíduos do estudo. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a correlação entre a melhora/piora nas variáveis antropométricas e a melhora/piora das variáveis de equilíbrio, para verificar se os índices de equilíbrio melhoraram para aqueles indivíduos que diminuíram a massa corporal, o IMC e a circunferência da cintura. As Tabelas 10 e 11 apresentam essas correlações.

Tabela 8 - Análise descritiva e comparações entre pré e pós-teste para variáveis de equilíbrio postural medidas através da plataforma de força.

	Olhos abertos			Olhos fechados		
	COPap (cm)	COPml (cm)	COPvel (cm/s)	COPap (cm)	COPml (cm)	COPvel (cm/s)
pré	2,62 ± 0,82	1,15 ± 0,42	1,09 ± 0,34	3,07 ± 1,32	1,17 ± 0,52	1,36 ± 0,70
pós	2,39 ± 0,86	1,14 ± 0,63	1,00 ± 0,22	2,45 ± 0,77	1,01 ± 0,34	1,06 ± 0,28
p-valor*	0,472	-	0,299	-	0,119	-
p-valor**	-	0,910	-	0,041	-	0,173

Valores são médias ± desvio padrão. p-valor < 0,05 indica diferença estatisticamente significativa

* Valores de probabilidade do teste *t* de *Student* pareado.

** Valores de probabilidade do teste de *Wilcoxon*.

Tabela 9 - Análise descritiva e comparações entre pré e pós-teste para variáveis de equilíbrio postural medidas através da posturografia dinâmica *foam-laser*.

	TOS I	TOS II	TOS III	TOS IV	TOS V	TOS VI	Média TOS
							
pré	79,0±4,6	75,8±7,0	56,5±20,0	75,0±10,2	65,6±10,4	42,9±23,0	65,8±9,2
pós	77,0±9,9	70,7±10,2	51,0±27,1	73,7±13,7	64,6±12,5	47,8±22,5	64,1±9,6
p-valor*	0,467	0,160	0,342	0,788	0,778	0,416	0,549

Valores são médias ± desvio padrão. p-valor < 0,05 indica diferença estatisticamente significativa

* Valores de probabilidade do teste *t* de *Student* pareado.

Através dos resultados das Tabelas 10 e 11, nota-se que a hipótese lançada anteriormente não foi confirmada, ou seja, a melhora/piora de equilíbrio postural também não apresentou correlação significativa com a melhora/piora das variáveis antropométricas indicadoras de obesidade.

Tabela 10 - Correlações entre a melhora/piora das variáveis de equilíbrio postural da plataforma de força e a melhora/piora das variáveis antropométricas.

			Massa corporal	IMC	Circunferência da cintura
<u>Olhos abertos</u>					
COPap	r		0,218	0,412	-0,074
	p-valor		0,436	0,127	0,820
COPml	r		-0,030	0,029	-0,470
	p-valor		0,917	0,917	0,123
COPvel	r		0,167	0,145	0,203
	p-valor		0,552	0,605	0,526
<u>Olhos fechados</u>					
COPap	r		-0,265	-0,174	0,122
	p-valor		0,340	0,534	0,706
COPml	r		0,068	0,043	-0,078
	p-valor		0,810	0,880	0,809
COPvel	r		-0,027	-0,058	0,295
	p-valor		0,924	0,837	0,352

r = coeficiente de correlação de *Pearson*. p-valor < 0,05 indica associação significativa.
p-valor = valor de probabilidade para o teste de correlação de *Pearson*.

Tabela 11 - Correlações entre a melhora/piora das variáveis de equilíbrio postural da posturografia dinâmica foam laser e a melhora/piora das variáveis antropométricas.

			Massa corporal	IMC	Circunferência da cintura
	TOS I	r	-0,243	-0,268	0,150
		p-valor	0,383	0,335	0,641
	TOS II	r	-0,338	-0,433	0,177
		p-valor	0,218	0,107	0,582
	TOS III	r	-0,179	-0,006	-0,081
		p-valor	0,523	0,982	0,802
	TOS IV	r	-0,143	-0,181	0,359
		p-valor	0,612	0,518	0,251
	TOS V	r	-0,150	-0,118	-0,035
		p-valor	0,593	0,675	0,915
	TOS VI	r	-0,260	-0,227	-0,191
		p-valor	0,349	0,415	0,553
	Média TOS	r	-0,336	-0,293	-0,293
		p-valor	0,221	0,289	0,289

r = coeficiente de correlação de *Pearson*. p-valor < 0,05 indica associação significativa.
p-valor = valor de probabilidade para o teste de correlação de *Pearson*.

Discussão

Este estudo objetivou verificar a eficácia de um tratamento para redução de peso e a influência desse tratamento no equilíbrio postural de mulheres idosas. Os resultados indicam que as variáveis utilizadas para definição da obesidade não sofreram influência do tratamento realizado. Para que ocorra emagrecimento, há a necessidade do balanço energético ser negativo ao final de um determinado período, ou seja, nesse período a quantidade de energia gasta deve ser maior que a ingerida. Os fatores que influenciam no balanço energético, então, são a atividade física, agindo no sentido negativo da balança, e a alimentação, agindo, principalmente, no sentido positivo da mesma. Nesse sentido, o treinamento proposto teve como objetivo o gasto energético e como modo de auxiliar na ingestão adequada (não excessiva) de energia, foram propostas as orientações nutricionais. Porém, dietas não foram prescritas para os participantes por ser inviável ter o controle da alimentação de cada participante do estudo. Sendo assim, o fato de não ter ocorrido emagrecimento significativo da amostra do estudo está relacionada à alimentação, uma vez que depois do início do tratamento o gasto energético dos indivíduos passou a ser maior em virtude de terem iniciado um programa de atividades físicas.

Nesse sentido, o controle da alimentação já foi reportado na literatura como influenciador positivo para a perda de peso e emagrecimento. O estudo de Teasdale et al. (2007), que propôs um tratamento apenas com dieta hipocalórica (tempo variado entre 15 a 47 semanas) para um grupo de 14 indivíduos obesos, encontrou perda de 12,3 kg de peso e diminuição de 12,9 cm de circunferência da cintura depois da dieta. Para obesos mórbidos, a influência de uma intervenção cirúrgica denominada cirurgia bariátrica, cujo objetivo é diminuir a ingestão de energia por meio da diminuição da dimensão do estômago, também tem sido avaliada. Teasdale et al. (2007), ao estudarem 14 obesos mórbidos, encontraram diminuição de 32 kg e 71,3 kg de peso após, três e doze meses depois da cirurgia, respectivamente, e diminuição de 10,6 cm e 23,5 cm da circunferência da cintura, respectivamente, nos mesmos períodos pós-cirúrgicos.

Em relação às variáveis de equilíbrio avaliadas pela plataforma de força, Hue et al. (2007) avaliaram 59 indivíduos obesos e verificaram oscilações de $1,76 \pm 0,7$ cm para o COPap e de $0,95 \pm 0,4$ cm para o COPml, com os olhos abertos, e $2,19 \pm$

0,8 cm para o COPap e de $1,07 \pm 0,6$ cm para o COPml, com os olhos fechados, valores menores que os encontrados no nosso estudo.

A influência de alguns tratamentos no equilíbrio postural tem sido avaliada. Maffiuletti et al. (2005) avaliaram a influência de um programa de redução de peso composto por dieta hipocalórica, exercício moderado, educação nutricional e treinamento de equilíbrio sobre o equilíbrio, avaliado por teste unipodal, de obesos mórbidos. Os autores encontraram diminuição da oscilação do tronco e aumento do tempo de manutenção do equilíbrio sobre um apoio para os indivíduos que realizaram o treinamento de equilíbrio combinado com o programa de redução de peso.

O estudo já citado de Teasdale et al. (2007) que avaliou obesos e obesos mórbidos depois de um período de dieta hipocalórica e depois de cirurgia bariátrica, respectivamente, foi encontrado que ambos grupos tiveram maior média de velocidade de oscilação do centro de força que um grupo controle de indivíduos não-obesos e que os tratamentos melhoraram o equilíbrio postural para todas as nove variáveis avaliadas, com olhos abertos e fechados, no grupo de obesos mórbidos após os 12 meses e em três, com olhos abertos, e cinco, com olhos fechados, das nove variáveis avaliadas no grupo de obesos após a dieta. Após os tratamentos não existiu mais as diferenças entre os grupos de obesos e grupo controle. Foi verificada também uma relação linear entre a magnitude de perda de peso e a melhora do equilíbrio postural (diminuição da velocidade de oscilação), ou seja, os indivíduos que mais perderam peso tiveram magnitude de melhora do equilíbrio postural maior que os indivíduos que menos perderam peso. Neste mesmo estudo, ainda, as melhoras foram mais significativas para a situação de olhos fechados, sugerindo que nesta situação o peso é mais influenciador que na situação com os olhos abertos.

Percebe-se pelos estudos relatados que a perda de peso é um influenciador nos resultados de equilíbrio. Assim, os achados do nosso estudo teriam sido mais evidentes, no que diz respeito à melhora do equilíbrio postural após o tratamento, se a influência do mesmo tivesse sido significativa em relação à diminuição dos indicadores de obesidade. As dimensões corporais influenciam o equilíbrio, em função de fatores biomecânicos, como produção de torque muscular e quantidade de movimento, por exemplo. Corbeil et al. (2001) relataram que um aumento da

massa corporal provoca um aumento no torque muscular da articulação do tornozelo necessário para a manutenção do equilíbrio postural.

Apesar de os fatores antropométricos não terem sofrido alteração, houve uma melhora de equilíbrio postural após o tratamento em uma das variáveis. Corbeil et al. (2001) e Robinovitch (2005), têm mostrado que após uma perturbação o equilíbrio é recuperado mais facilmente com o aumento de força, sendo conhecido que treinamentos de força tem sido comumente usados para prevenção de quedas (SEGUIN e NELSON, 2003). A força dos membros inferiores, principalmente dos músculos das articulações do tornozelo e do joelho, tem contribuições significativas para a recuperação do equilíbrio (WHIPPLE, WOLFSON e AMERMAN, 1987). Clark (2004) encoraja o treinamento de força como modo de prevenção de quedas. Essa afirmação torna-se ainda mais evidente depois que Hue et al. (2008) verificaram que a habilidade no controle de força em obesos mórbidos submetidos à cirurgia bariátrica é mantida, embora, se tenha perda de produção de força máxima, principalmente para membros inferiores.

Uma limitação deste estudo foi o fato de a alimentação não ter sido controlada, o que pode ter influência sobre os resultados, uma vez que a redução de peso está relacionada ao balanço energético.

Conclusões

O tratamento realizado nesse estudo não produziu resultados efetivos para a diminuição do nível de obesidade das mulheres avaliadas. Em contrapartida, apenas uma das variáveis do equilíbrio apresentou melhora significativa, a amplitude de deslocamento ântero-posterior do centro de força, na situação com olhos fechados, em função do próprio treinamento de resistência que foi realizado durante o tratamento. Sugerem-se novos estudos com tratamentos diferentes, com controle de alimentação e com outras variáveis para melhor entender o fenômeno do estudo.

Referências Bibliográficas

BRAY, G. A. Medical consequences of obesity. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 86, n. 6, p. 2583-9, 2004.

CASTAGNO, L. A. A new method for sensory organization tests: the foam-laser dynamic posturography. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 60, n. 4, p. 287-96, 1994.

CLARK, K. Balance and strength training for obese individuals. **ACSM's Health and Fitness Journal**, v. 8, n. 1, p. 14-20, 2004.

CORBEIL, P.; SIMONEAU, M.; RANCOURT, D.; TREMBLAY, A.; TEASDALE, N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**. Baltimore, v. 9, n. 2, p.126-36, 2001.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium: exercise: regulation and integration of systems multiple. In: **Handybook of Physiology**. New York, 1996. p. 255-258.

HUE, O.; SIMONEAU, M.; MARCOTTE, J.; BERRIGAN, F.; DORÉ, J.; MARCEAU, P.; MARCEUAU, S.; TREMBLAY, A.; TEASDALE, N. Body Weight is a strong predictor os postural stability. **Gait & Posture**, v. 26, p. 32-8, 2007.

HUE, O. ; BERRIGAN, F.; SIMONEAU, M.; MARCOTTE, J.; MARCEAU, P. ; MARCEAU, S. ; TREMBLAY, A.; TEASDALE, N. Muscle Force and Force Control After Weight Loss in Obese and Morbidly Obese Men. **Obesity Surgery**, v. 18, p. 1112-8, 2008.

KOPELMAN, P. G. Obesity as medical problem. **Nature**, v. 404, n. 6, p. 635-43, 2000.

PAULUS, W. M.; STRAUBE, A.; BRANDT, T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. **Journal of neurology**. v.107, p.1143-63, 1984.

RAMOS, B. M. B. **Influências de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos**. 2003. 57f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ROBINOVITCH, S.N., HELLER, B.; LUI, A.; CORTEZ, J. Effect of strength and speed of torque development on balance recovery with the ankle strategy. **Journal of Neurophysiology**, v. 88, n. 2, p. 613-20, 2002.

SEGUIN, R.; Nelson, M. E. The benefits of strength training for older adults. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 25, n. 3, s. 2, p. 141-9, 2003.

TEASDALE, N.; HUE, O.; MARCOTTE, J.; BERRIGAN, F. ; SIMONEAU, M.; DORÉ, J. MARCEAU, P.; MARCEAU, S.; TREMBLAY, A. Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. **International Journal of Obesity**, v. 31, p. 153-60, 2007.

WORLD Health Organization. **The Asia-Pacific perspective: Redefining obesity and its treatment**. Geneva, 2000.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivou-se com esta dissertação aprofundar conhecimentos para entender um pouco mais sobre o complexo sistema de controle postural, a partir da análise de um dos fatores que exercem influência sobre o equilíbrio postural: a obesidade. Como a obesidade acarreta mudanças estruturais no sistema musculoesquelético, alterações biomecânicas ocorrem que tendem a prejudicar a tarefa de manutenção do equilíbrio desde que haja um movimento significativo a ponto de gerar uma quantidade de movimento significativa para o sistema conter. O primeiro artigo comprova esta tendência, uma vez que foi encontrada uma relação linear negativa entre equilíbrio e o peso corporal, entre indivíduos com sobrepeso, grau de obesidade I e grau de obesidade II, sendo que indivíduos com obesidade III apresentaram melhor equilíbrio até mesmo quando comparados com indivíduos com sobrepeso. Com a ideia de verificar a influência da perda de peso no equilíbrio, um tratamento para redução de peso foi realizado. Porém, como este tratamento teve pouca influência sobre os indicadores de obesidade, provavelmente em função da alimentação dos indivíduos que não pôde ser controlada, apenas uma variável de equilíbrio dentre as avaliadas apresentou melhora significativa. Acredita-se que o estudo realizado contribui para estudiosos da temática de equilíbrio e para profissionais e estudantes da área da saúde, uma vez que apresenta resultados concretos sobre a influência da obesidade sobre o equilíbrio postural.

Acredita-se também que cabem alguns questionamentos após o trabalho realizado. Foi intrigante encontrar uma piora linear do equilíbrio com o aumento da massa e após uma melhora tão grande para os indivíduos que compuseram o grupo com maior IMC. Então vamos aos questionamentos.

1) Será que indivíduos mais pesados se permitem oscilar menos que os demais em função de terem menos confiança no deslocamento do seu peso?

Até então, é de consenso ainda que quanto maior a oscilação pior é o equilíbrio postural. Porém, como resposta a este questionamento, a relação inversa pode ter ocorrido. Ou seja, os indivíduos com maior IMC oscilaram menos justamente por terem menos confiança nesta tarefa, demonstrando um falso melhor equilíbrio que os demais grupos. Atenta-se, assim, para os novos estudos em relação ao assunto. Estes devem levar em consideração essa questão.

2) A avaliação do equilíbrio dinâmico poderia trazer resultados mais interessantes para o estudo?

Sim. O objetivo do estudo foi pesquisar o equilíbrio estático (quase-estático). Porém, como tarefas dinâmicas têm maior influência sobre atividades de indivíduos mais pesados, as respostas para o comportamento encontrado na avaliação do equilíbrio estático poderiam ter sido justificadas pelo comportamento dos mesmos indivíduos em uma avaliação de equilíbrio dinâmico.

3) A avaliação dos limites de estabilidade dos indivíduos seria da mesma forma interessante?

Sim. Avaliação de limites de estabilidade se aproxima mais de uma tarefa dinâmica. Além do mais, os resultados na avaliação feita no presente estudo podiam ser expressos em percentual do limite de estabilidade, o que resultaria, talvez, em diferentes comportamentos permitindo diferentes inferências.

4) O número de indivíduos do GO III pode ter influenciado?

Sim, pode ter influenciado. Uma vez que tiveram apenas seis indivíduos neste grupo, os resultados podem ser resumir a comportamentos destes seis indivíduos. Porém, como fora intrigante este achado, optou-se por manter o grupo no estudo, de modo a levantar questionamentos e debates acerca desta temática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. F.; CAMARGOS, G. V.; CORRÊA, C. L. Mudanças reorganizacionais nos córtices somatossensorial e motor em amputados: revisão de literatura. **Revista Neurociência**, v.17, n. 2, p. 146-55, 2009.

BARELA, A. M. F.; DUARTE, M. Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. São Paulo: Laboratório de Biofísica da USP, 2006. Disponível em: <<http://www.demotu.org/pubs/FRS.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2009.

BLASZCZYK, J. W. et al. Effects of excessive body weight on postural control. **Journal of Biomechanics**, v. 42, p. 1295-300, 2009.

BRAY, G. A. Medical consequences of obesity. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 86, n. 6, p. 2583-9, 2004.

CASTAGNO, L. A. A new method for sensory organization tests: the foam-laser dynamic posturography. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 60, n. 4, p. 287-96, 1994.

CLARK, K. Balance and strength training for obese individuals. **ACSM's Health and Fitness Journal**, v. 8, n. 1, p. 14-20, 2004.

COLNÉ, P. et al. Postural control in obese adolescents assessed by limits of stability. **Gait & Posture**, v. 28, p. 164-9, 2008.

CORBEIL, P. et al. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, Baltimore, v. 9, n. 2, p.126-36, 2001.

DUARTE, M. **Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática**. 2000. 87 f. Tese (Livre Docência em Biomecânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ELLIS, K. J. Human body composition: in vivo methods. **Psychological Review**, v. 80, n. 2, 649-80, 2000.

FABRIS DE SOUZA, S. A. et al. Postural changes in morbidly obese patients. **Obesity Surgery**, v. 15, n. 7, p. 1013-6, 2005.

FARIA, J. C. et al. Importância do treinamento de força na reabilitação da função muscular, equilíbrio e mobilidade de idosos. **Acta Fisiátrica**, v. 10, n. 3, p.133-137, 2003.

FETTER, M. Disfunções no sistema vestibular. In: HERDMAN, S. J. **Reabilitação vestibular**. Barueri: Manole, 2002. p. 91-102.

FJELDSTAD, C. et al. The influence of obesity on falls and quality of life. **Dynamic Medicine**, v. 7, n. 4, 2008. Disponível em: <<http://www.dynamic-med.com/content/pdf/1476-5918-7-4.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2009.

FREGLY, A. R. et al. Thousand aviator study: nonvestibular contributions to postural equilibrium functions. **Aeroapace Medicine**, v. 39, p. 33-7, 1968.

FREITAS, E. V. et al. **Tratado de geriatria e gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1187 p.

GILLEARD, W.; SMITH, T. Effect of obesity on posture and hip joint moments during a standing task, and trunk forward flexion motion. **International Journal of Obesity**, v. 31, p. 267–271, 2006.

GOULDING, A. et al. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. **Gait & Posture**, v. 17, p. 136-41, 2003.

GRAVANTE, G. et al. Comparison of ground reaction forces between obese and control young adults during quiet standing on a baropodometric platform. **Clinical Biomechanics**, v. 18, p. 780-2, 2003.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. Barueri: Manole, 2006. 481 p.

GUERRAZ, M. et al. Influence of action and expectation on visual control of posture. **Cognitive Brain Research**, v. 11, p. 259-66, 2000.

HAMILL, H.; KNUTZEN, K.M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2008. 494 p.

HAN, T. S. et al. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. **British Medical Journal**, v. 311, p. 1401-5, 1995.

HAY, L. et al. Availability of visual and proprioceptive afferent messages and postural control in elderly adults. **Experimental Brain Research**, v. 108, p. 129-39, 1996.

HELLER, M. F.; CHALLIS, J. H.; SHARKEY, N. A. Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack. **Gait & Posture**, v. 30, 115-7, 2009.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium: exercise: regulation and integration of systems multiple. In: **Handybook of Physiology**. New York, 1996. p. 255-258.

HUE, O. et al. Body Weight is a strong predictor os postural stability. **Gait & Posture**, v. 26, p. 32-8, 2007.

HUE, O. et al. Muscle Force and Force Control After Weight Loss in Obese and Morbidly Obese Men. **Obesity Surgery**, v. 18, p. 1112-1118, 2008.

ISABLEAU, B. et al. Selection spatial frame of reference and postural control variability. **Experimental Brain Research**, v. 114. p. 584-589, 1997.

JACOBSON, G.; NEWMAN, C. W.; KARTUSH, J. M. **Handbook of balance function testing**. London: Singular Publishing Group, 1997. 425 p.

KEJONEN, P.; KAURANEN, K.; VANHARANTA, H. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, p. 17-22, 2003.

KOPELMAN, P. G. Obesity as medical problem. **Nature**, v. 404, n. 6, p. 635-43, 2000.

LUNDY-EKMAN, L. **Neurociência: fundamentos para a reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 347 p.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Postural instability of extremely obese individuals improves after a body weight reduction program entailing specific balance training. **Journal of Endocrinological Investigation**, v. 28, p. 2-7, 2005.

MALINA, R. M. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 67, p. 48-57, 1996.

McGRAW, B. et al. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, p. 484-9, 2000.

MERGNER, T.; HUBER, W.; BECKER, W. Vestibular Neck interaction and transformation of sensory coordinates. **Journal of Vestibular Research**, v. 7, p. 347-67, 1997.

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

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As informações sensoriais para o controle postural. **Fisioterapia em Movimento**, v. 19, n. 2, p. 11-18, 2006.

MORAES, J. C. T. B. Instrumentação para análise da biodinâmica do movimento humano. In: **A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares**. São Paulo: Estação Liberdade, 2000. p. 15-44.

NARDONE, A.; GRASSO, M.; SCHIEPPATI, M. Balance control in peripheral neuropathy: are patients equally unstable under static and dynamic conditions? **Gait & Posture**, v. 23, n. 3, p. 364-16, 2006.

NEGRINE, A. S. **A coordenação psicomotora e suas implicações**. Porto Alegre: Edita, 1987. 179 p

OJALA, M.; MATIKAINEN, E.; JUNTUNEN, J. Posturography and the dizzy patient: a neurological study of 133 patients. **Acta Neurological Scandinavia**, v. 80, p.118-122, 1989.

PAULUS, W. M.; STRAUBE, A.; BRANDT, T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. **Journal of neurology**. v. 107, p.1143-1163, 1984.

PETTI, S.; CAIRELLA, G.; TARSITANI, G. Childhood obesity: a risk factor for traumatic injuries to anterior teeth. **Endodontics and Dental Traumatology**, v. 13, p. 285-8, 1997.

QU X.; NUSSBAUM, M. A. Effects of external loads on balance control during upright stance: Experimental results and model-based predictions. **Gait & Posture**, v. 29, p. 23-30, 2009.

RAMOS, B. M. B. **Influências de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos**. 2003. 57 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ROBINOVITCH, S.N.; HELLER, B.; LUI, A.; CORTEZ, J. Effect of strength and speed of torque development on balance recovery with the ankle strategy. **Journal of Neurophysiology**, v. 88, n. 2, p. 613-20, 2002.

RONDA, J. M. et al. Asociación entre síntomas clínicos y resultados de la posturografía computadorizada dinámica. **Acta Otorrinolaringológica Española**, v. 53, p. 252-5, 2002.

ROSSI, A. G. et al. (Orgs.). **Reabilitação vestibular e posturografia dinâmica**. Santa Maria: UFSM, Centro de Ciências da Saúde, 2003. (Caderno didático de Fonoaudiologia).

RUBIN, A. S. B. **Estudo do equilíbrio corporal de pacientes com catarata senil antes e após o tratamento cirúrgico**. 2002. 113 f. Dissertação. (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

SANZ, E. M. et al. Análisis de la interacción visuo-vestibular y la influencia visual en el control postural. **Acta Otorrinolaringológica Española**, v. 55, p. 9-16, 2004.

SANZ, R. Test vestibular de autorrotación y posturografía dinámica. **Verteré**, n. 25, p. 5-15, 2000.

SEGUIN, R.; Nelson, M. E. The benefits of strength training for older adults. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 25, n. 3, s. 2, p. 141-9, 2003.

SHARPE, J. K. et al. Bioelectric impedance is a better indicator of obesity in men with schizophrenia than body mass index. **Psychiatry Research**, v. 159, p. 121-6, 2008.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Motor Control**: theory and practical applications. Maryland: Williams & Wilkins, 1995. 475 p.

SPIRDUSO, W. W. **Dimensões físicas do envelhecimento**. São Paulo: Manole, 2005. 482 p.

TEASDALE, N. et al. Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. **International Journal of Obesity**, v. 31, p. 153-60, 2007.

TEIXEIRA, C. S. **Hidroginástica na reabilitação vestibular de idosos com queixas de tontura**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008

WEARING, S. C. et al. The biomechanics of restricted movement in adult obesity. **Obesity Review**, v. 7, p. 13-24, 2006.

WHIPPLE, R. H.; WOLFSON, L. I.; AMERMAN, P. M. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 35, n. 1, p. 13-20, 1987.

WORLD Health Organization. **Obesity**: Preventing and Managing the Global Epidemic. Technical Report Series nº894. Geneva, 1998.

WORLD Health Organization. **The Asia-Pacific perspective**: redefining obesity and its treatment. Geneva, 2000.

WORLD Health Organization. **What are overweight and obesity?**. Geneva, 2006. (Fact sheet, n. 311).

WIECZOREK, S A. **Equilíbrio em adultos e idosos**: relação entre tempo de movimento e acurácia durante movimentos voluntários na postura em pé. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ANEXOS

ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: Análise da influência de um tratamento para redução de peso no equilíbrio corporal de indivíduos obesos

Pesquisador(es) responsável(is): Gabriel Ivan Pranke e Angela Garcia Rossi

Instituição/Departamento: Departamento de Otorrino-Fonoaudiologia

Telefone para contato: 55 9149 2707 (Gabriel)

Local da coleta de dados: Laboratório de Biomecânica e Laboratório de Cineantropometria do Centro de Educação Física e Desportos e Ambulatório de Otoneurologia do Hospital Universitário de Santa Maria

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa a verificação da influência do excesso de peso sobre o equilíbrio corporal, visto que essa qualidade é muito importante para as atividades do dia-a-dia. Serão realizadas coletas de dados no Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM) e em laboratórios do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da UFSM antes e depois do período de tratamento que terá duração de aproximadamente quatro meses, com o propósito da identificação do nível de obesidade em que se encontra no dia da coleta, assim como o desempenho em testes de equilíbrio. No HUSM você será submetido a uma série de provas, que envolvem estímulos visuais (acompanhar luzes com os olhos) e labirínticos. Os estímulos labirínticos serão pesquisados através da colocação de água morna e fria em ambos os ouvidos. Toda a água que entrar no ouvido logo sairá também pelo ouvido. Em alguns casos, você poderá sentir algum desconforto com a realização dessa prova, como tontura, náusea e/ou vômito, entretanto, essas manifestações tendem a ser passageiras e não provocam nenhum risco à sua saúde e à sua audição. No CEFD, vai ser verificado o nível de obesidade através de medidas fáceis como estatura, peso e circunferência da cintura, além de um equipamento chamado bioimpedância onde serão fixados alguns eletrodos em determinadas parte do seu corpo (pé, tornozelo, mão e punho) para verificar, na posição deitado, a resistência dos tecidos do seu corpo a uma corrente elétrica de baixíssima intensidade, que não produz nenhuma sensação de desconforto. Serão realizados, também, dois testes de equilíbrio, um sobre uma plataforma de força metálica onde será pedido que se mantenha a posição do corpo estática durante trinta segundos e outro numa cabine chamada posturografia dinâmica, onde será pedido a mesma posição durante vinte segundos. Os dois testes serão realizados em diferentes condições como com os olhos abertos, com os olhos fechados e sobre uma almofada, para verificar o seu desempenho com essas variações além, de serem realizadas três vezes cada um. O tratamento aplicado no estudo será composto de três sessões semanais de caminhadas orientadas e musculação, além de reuniões com nutricionista uma vez na semana, entre os meses agosto e dezembro do ano de 2008. Durante as avaliações de obesidade e equilíbrio não haverá qualquer desconforto, mas atenta-se para o risco de quedas durante os testes de equilíbrio. Porém, os estudantes responsáveis pela coleta de dados estarão atentos para isso e auxiliarão sempre em que for preciso para que isso não ocorra. O tratamento realizado para redução de peso trará muitos benefícios para a sua saúde, visto que os problemas relacionados com a obesidade que diminuem a qualidade de vida podem ser minimizados com as práticas propostas por este projeto. Você pode se retirar do estudo a qualquer momento sem que haja prejuízo à continuidade do seu tratamento. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as demais informações dos outros participantes, não sendo divulgado a identificação de nenhum participante. É garantido o seu direito de conhecer sobre os resultados parciais do estudo e dos resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores do projeto. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo, o participante tem direito a

tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas. É compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa. Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “**Análise da influência de um tratamento para redução de peso no equilíbrio corporal de indivíduos obesos**”. Eu discuti com o mestrando Gabriel Ivan Pranke sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Santa Maria, ____ de _____ de 2008.

Assinatura do sujeito de pesquisa

Número da identidade

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Santa Maria, ____ de _____ de 2008

Assinatura do responsável pelo estudo

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato:

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP-UFSM

Av. Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria – 7º andar – Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria-RS - tel.: (55) 32209362 - email: comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br

**ANEXO II – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E
PESQUISA**



MINISTÉRIO DA SAÚDE
Conselho Nacional de Saúde
Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
(CONEP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP - UFSM
REGISTRO CONEP: 243



CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – (CONEP/MS) analisou o protocolo de pesquisa:

Título: Análise da influência de um tratamento para redução de peso no equilíbrio corporal de indivíduos obesos.

Número do processo: 23081.009824/2008 -53

CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética): 0128.0.243.000-08

Pesquisador Responsável: Ângela Garcia Rossi

Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos e metodológicos de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê. O pesquisador deve apresentar ao CEP:

Janeiro/2009

Relatório parcial

Janeiro/2010

Relatório final

Os membros do CEP-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO: 12/08/2008

Santa Maria, 14 de Agosto de 2008.

Lissandra Dal Lago

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM
Registro CONEP N. 243.

ANEXO III – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Análise da influência de um tratamento para redução de peso no equilíbrio corporal de indivíduos obesos

Pesquisador(es) responsável(is): Gabriel Ivan Pranke e Angela Garcia Rossi

Instituição/Departamento: Departamento de Otorrino-Fonoaudiologia

Telefone para contato: 55 9149 2707 (Gabriel)

Local da coleta de dados: Laboratório de Biomecânica e Laboratório de Cineantropometria do Centro de Educação Física e Desportos e Ambulatório de Otoneurologia do Hospital Universitário de Santa Maria

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos pacientes cujos dados serão coletados em ambulatórios e laboratórios da UFSM. Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no Ambulatório de Otoneurologia por um período de 2 anos sob a responsabilidade do Sr. Gabriel Ivan Pranke. Após este período, os dados serão destruídos. Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM em/...../....., com o número do CAAE

Santa Maria,dede 200.....

.....