

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Dissertação de Mestrado

**ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DAS PRESSÕES PLANTARES EM CRIANÇAS
OBESAS: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE INTERVENÇÃO**

Nadiesca Taisa Filippin

São Carlos – SP

2007

Nadiesca Taisa Filippin

**ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DAS PRESSÕES PLANTARES EM CRIANÇAS
OBESAS: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE INTERVENÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Fisioterapia**, área de concentração Biomecânica do Movimento.

Orientadora: Prof^a Dr^a Paula Hentschel Lobo da Costa

São Carlos – SP

2007

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F483ed Filippin, Nadiesca Taisa.
Estudo da distribuição das pressões plantares em
crianças obesas: efeitos de um programa de intervenção /
Nadiesca Taisa Filippin. -- São Carlos : UFSCar, 2007.
132 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2007.

1. Biomecânica. 2. Obesidade nas crianças. 3.
Pressão plantar. I. Título.

CDD: 612.76 (20^a)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

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

**ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DAS PRESSÕES PLANTARES EM CRIANÇAS
OBESAS: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE INTERVENÇÃO**

elaborada por
Nadiesca Taisa Filippin

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Fisioterapia,
área de concentração Biomecânica do Movimento

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Paula Hentschel Lobo da Costa (UFSCar)

Prof. Dr. José Angelo Barela (UNESP)

Prof^ª. Dr^ª. Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte (UFSCar)

**São Carlos
2007**

À minha família e ao meu noivo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter iluminado meu caminho e ter me dado forças para seguir em frente. Aos meus pais, Alducir e Glacir, à minha irmã, Pitt e ao meu noivo, Rodrigo, pois a eles devo mais esta conquista.

Agradeço ainda àqueles que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho: Paula, minha orientadora, pelo apoio, dedicação e compreensão dos momentos de angústia, Prof^a Isabel, por abrir as portas do seu laboratório para a concretização desse estudo, Tati Bacarin, por ter me ensinado os primeiros passos da coleta de dados, Vera, Carol e toda a equipe do Instituto Movere, pelo apoio e confiança, Prof. Jorge Oishi, Prof. José Angelo Barela e Tati Sato, pela disposição em resolver meus problemas estatísticos.

E, especialmente aos amigos que me acompanharam nessa trajetória, às crianças e seus pais pela disponibilidade e por acreditarem na importância deste estudo e à CAPES pelo suporte financeiro.

Sem sonhos, as perdas se tornam insuportáveis,
as pedras do caminho se tornam montanhas,
os fracassos se transformam em golpes fatais.
Mas, se você tiver grandes sonhos...
seus erros produzirão crescimento,
seus desafios produzirão oportunidades,
seus medos produzirão coragem.
Por isso, nunca desista dos seus sonhos.

Augusto Cury

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE APÊNDICES	15
LISTA DE ANEXOS	16
I INTRODUÇÃO	17
II OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo Geral	24
2.2 Objetivos Específicos	24
III REVISÃO DE LITERATURA	25
3.1 Caracterização da obesidade	26
3.1.1 Avaliação da composição corporal	29
3.1.2 Intervenções sobre a condição de obesidade	31
3.2 O pé humano: estrutura e função	33
3.3 A distribuição das pressões plantares	37
3.3.1 Técnicas de medição	38
3.3.2 Padrão de suporte do pé e características das pressões plantares	40
3.4 A postura ereta e a marcha na obesidade	44

IV MATERIAIS E MÉTODOS	47
4.1 Sujeitos da pesquisa	48
4.2 Programa de intervenção	49
4.2.1 Programa de exercícios físicos	50
4.2.2 Acompanhamento nutricional	51
4.2.3 Acompanhamento psicológico	51
4.3 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados	52
4.3.1 Impressões plantares	52
4.3.2 Pressões plantares durante a postura ereta e a marcha	53
4.4 Análise dos dados	57
V RESULTADOS	59
5.1 Efeitos da intervenção	60
5.1.1 Distribuição das pressões plantares durante a postura ereta	60
5.1.2 Distribuição das pressões plantares durante a marcha	64
5.2 Efeitos da obesidade – comparação entre obesos e eutróficos	68
5.2.1 Distribuição das pressões plantares durante a postura ereta	68
5.2.2 Distribuição das pressões plantares durante a marcha	71
5.3 Correlações entre variáveis	75
5.3.1 Relação entre massa corporal e pressão plantar	75
5.3.2 Relação entre as medidas estáticas e dinâmicas da área do médio-pé	77
5.3.3 Relação entre área de contato e pressão média máxima	79
VI DISCUSSÃO	82
6.1 Efeitos da intervenção	83
6.2 Efeitos da obesidade	87
6.3 Das correlações	92

VII CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
VIII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
APÊNDICES	112
ANEXOS	126

Filippin, N.T. **Estudo da distribuição das pressões plantares em crianças obesas: efeitos de um programa de intervenção.** Dissertação (Mestrado em Fisioterapia). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos de um programa para redução da massa corporal em crianças obesas sobre o comportamento das pressões plantares e caracterizar os efeitos da obesidade. Foram avaliadas 30 crianças, divididas em três grupos (grupo de obesos experimental, grupo de obesos controle e grupo de eutróficos), de ambos os sexos, com idades entre nove e onze anos. As avaliações foram realizadas antes e depois do programa de intervenção, que teve duração de três meses e incluíram medidas de impressões plantares estáticas e de distribuição de pressão plantar, na postura ereta e na marcha por meio do sistema Pedar (Novel GmbH). A partir dos resultados obtidos constatou-se que o grupo de obesos experimental apresentou diminuição das pressões na região do médio-pé após a intervenção, mas não foram observadas variações das pressões em outras regiões do pé. Um aumento na variável integral pressão-tempo foi observado após a intervenção para o mesmo grupo. As crianças obesas mostraram maiores áreas de contato, pressões e integral pressão-tempo quando comparadas às eutróficas, o que pode indicar risco aumentado de lesões, devido à sobrecarga excessiva suportada pelas extremidades inferiores de crianças obesas. Porém, a massa corporal mostrou-se pobremente relacionada com as pressões plantares, indicando que outros fatores podem interferir nos padrões de distribuição de pressão. As correlações entre as variáveis na região do médio-pé indicaram que se deve ter cautela ao inferir a função dinâmica do pé a partir de medidas estáticas, principalmente em crianças obesas, já que o acúmulo de tecido adiposo nos pés e as modificações do arco medial podem dificultar a interpretação dessas medidas. Em virtude da pequena influência do programa de intervenção sobre as variáveis de pressão plantar, recomenda-se o planejamento de programas, com maior tempo de duração e aplicados o mais precocemente possível, a fim de que estes sejam capazes de promover modificações importantes no comportamento das pressões plantares e, dessa forma, prevenir mudanças estruturais e funcionais nos pés de crianças, além de evitar a progressão de outros problemas relacionados à obesidade e melhorar a qualidade de vida dessas crianças.

Palavras-chave: pressão plantar, controle da obesidade, crianças, biomecânica

ABSTRACT

A study on the plantar pressure distribution in obese children: effects of a weight reduction program

The purpose of this study was to assess the effects of a weight reduction program on the plantar pressure behavior during standing and walking of obese children. Thirty children, divided into three groups (obese experimental group, obese control group and non obese group), both genders, aged between nine and eleven years old volunteered to this study. The data were collected before and after a weight reduction program with duration of three months. The evaluations included static footprints and plantar pressure variables under six areas of the foot during standing and walking using the Pedar System (Novel GMBh). The results revealed that there was a decrease in the pressures under the midfoot area for the experimental group after the training program, but plantar pressure changes were not observed under other foot areas. An increase in the pressure-time integral was observed after training for the same obese group. In addition, the obese children presented greater contact areas and pressures when compared to non-obese, which can indicate increased risk of injuries due to the excessive load supported by the lower limbs of the obese children. However, the body weight was only poorly related to the plantar pressures, indicating that others factors may interfere on pressure distribution patterns. The correlations between the variables in the midfoot area indicated that it is not possible to assess the dynamic function of the feet from static measures, mainly in obese children, since the excess of adipose tissue in the feet and the medial arch changes may not allow the appropriate interpretation of these measures. Because the plantar pressures measured in this study were not sensitive enough to the training program of three months and, therefore were less influenced by it, the planning of weight reduction programs of longer durations and applied as early as possible is recommended, in order to promote important changes in the plantar pressure behavior and, consequently, to prevent structural and functional disorders in the children's feet.

Key-words: plantar pressure, obesity control, children, biomechanic

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Seqüência das áreas de suporte do pé durante o apoio	40
FIGURA 2 – Pressões plantares durante a) postura ereta e b) marcha	55
FIGURA 3 - Representação da divisão dos pés em seis áreas anatômicas	56
FIGURA 4 - Média (\pm desvio-padrão) da área de contato (cm^2) na postura ereta para GOE e GOC, antes e depois da intervenção	61
FIGURA 5 - Média (\pm desvio-padrão) dos picos de pressão (kPa) na postura ereta para GOE e GOC, antes e depois da intervenção.....	62
FIGURA 6 - Média (\pm desvio-padrão) da pressão média máxima (kPa) na postura ereta para GOE e GOC, antes e depois da intervenção.....	63
FIGURA 7 - Média (\pm desvio-padrão) da área de contato (cm^2) na marcha para GOE e GOC, antes e depois da intervenção	64
FIGURA 8 - Média (\pm desvio-padrão) dos picos de pressão (kPa) na marcha para GOE e GOC, antes e depois da intervenção.....	65
FIGURA 9 - Média (\pm desvio-padrão) da pressão média máxima (kPa) na postura ereta para GOE e GOC, antes e depois da intervenção.....	66
FIGURA 10 - Média (\pm desvio-padrão) da integral pressão-tempo (kPa.s) na marcha para GOE e GOC, antes (a) e depois (d) da intervenção	67
FIGURA 11 - Média (\pm desvio-padrão) da área de contato (cm^2) na postura ereta para os três grupos	68

FIGURA 12 - Média (\pm desvio-padrão) dos picos de pressão (kPa) na postura ereta para os três grupos	69
FIGURA 13 - Média (\pm desvio-padrão) da pressão média máxima (kPa) na postura ereta para os três grupos	70
FIGURA 14 - Média (\pm desvio-padrão) da área de contato (cm ²) na marcha para os três grupos	71
FIGURA 15 – Média (\pm desvio-padrão) dos picos de pressão (kPa) na marcha para os três grupos	72
FIGURA 16 – Média (\pm desvio-padrão) da pressão média máxima (kPa) na marcha para os três grupos	73
FIGURA 17 - Média (\pm desvio-padrão) da integral pressão-tempo (kPa.s) na marcha para os três grupos	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Características gerais da amostra	52
TABELA 2 - Coeficiente de correlação de Pearson entre massa corporal (kg) e pico de pressão (kPa) na postura ereta	76
TABELA 3 - Coeficiente de correlação de Pearson entre massa corporal (kg) e pico de pressão (kPa) na marcha	77
TABELA 4 - Média das variáveis utilizadas nas correlações da área do médio-pé	78
TABELA 5 - Correlações na região do médio-pé	78
TABELA 6 - Coeficiente de correlação de Pearson entre área de contato (cm ²) e pressão média máxima (kPa) durante a postura ereta	80
TABELA 7 - Coeficiente de correlação de Pearson entre área de contato (cm ²) e pressão média máxima (kPa) durante a marcha	81

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Fotografias dos procedimentos de coleta de dados e do programa de intervenção	113
APÊNDICE B – Ficha de avaliação	117
APÊNDICE C – Tabelas	118

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética da UFSCar	127
ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	129
ANEXO C - Termo de Responsabilidade - Instituto Movere de Ações Comunitárias	131

I INTRODUÇÃO

A obesidade é definida como um excesso de gordura corporal em relação à massa magra e hoje constitui um importante problema de saúde pública, pois é uma doença crônica multifatorial que atinge crianças, adolescentes e adultos em países desenvolvidos, assim como aqueles em desenvolvimento. Além disso, está associada a outras alterações como hipertensão, dislipidemias, diabetes, doenças cardiovasculares, distúrbios ósteo-articulares e posturais. O sedentarismo é outro problema a ser considerado, pois o excesso de peso corporal produz maiores massas nos segmentos corporais, o que limita a participação dos indivíduos obesos em atividades físicas, agravando mais suas condições gerais de saúde. Por outro lado, a obesidade pode ser resultado da redução progressiva da atividade física.

Transportar o corpo cuja massa está além dos padrões aceitáveis de saúde e bem-estar representa um custo energético maior para o organismo, além disso, a massa extra dos obesos não contribui para a produção dos movimentos, como seria o caso da massa muscular. Mecanicamente está se falando de uma menor eficiência e da necessidade de adaptações na estrutura do movimento, que precisa acomodar uma massa de grandes proporções (LOBO DA COSTA, 2003).

O conhecimento acerca das características da postura ereta e da marcha de obesos, em geral, inicia-se com avaliações clínicas subjetivas, baseadas nas observações de que existe uma séria dificuldade para que estes indivíduos executem atividades de vida diária, dentre as quais podemos destacar a locomoção. Diversos estudos sobre a locomoção vêm sendo realizados desde o século XVII e grandes avanços já ocorreram desde então. Estes estudos surgiram da necessidade de um melhor entendimento da locomoção em pessoas

saudáveis e posteriormente, o estudo de casos patológicos, para que se pudesse tratar doenças do aparelho locomotor (SMITH *et al.*, 1997).

A biomecânica é uma ciência que descreve e analisa os padrões fundamentais de postura e movimento através de grandezas mecânicas, como as variáveis espaço-temporais (duração do ciclo do passo e da fase de balanço, comprimento e largura do passo, velocidade de deslocamento), cinemáticas (deslocamentos lineares e angulares e suas respectivas velocidades e acelerações) e cinéticas (forças de reação do solo, momentos de força e distribuição da pressão na planta dos pés). A avaliação destas variáveis poderia contribuir, portanto, para a identificação e compreensão de adaptações e limitações dos padrões de postura e movimento que podem ser atribuídas à condição de obesidade.

A análise da distribuição das pressões plantares pode revelar a capacidade de sobrecarga estática e dinâmica de estruturas ou áreas anatômicas específicas do pé, além de considerações sobre a função do pé e os parâmetros de pressão plantar. Uma das vantagens de se usar os parâmetros de pressão plantar é que, diferentemente da plataforma de força, que nos dá medidas da força de reação do solo e centros de pressão, a distribuição da pressão plantar considera a força aplicada em diferentes áreas. Isso se torna importante, uma vez que diferentes estruturas anatômicas e os tecidos componentes têm uma limitada capacidade de sobrecarga antes de serem prejudicados (MACHADO *et al.*, 2001), dessa forma, pode-se avaliar as pressões plantares sob uma perspectiva preventiva.

Os estudos sobre distribuição de pressão são fundamentais para diferentes grupos profissionais, constituindo uma importante ferramenta clínica para diagnóstico e intervenção terapêutica (HENNIG, 2003). Porém, há uma pobre compreensão sobre as implicações estruturais e funcionais impostas pela obesidade durante atividades de suporte do peso, tais como andar e subir escadas, justamente pelo fato de os estudos enfocarem, principalmente, indivíduos saudáveis (HILLS *et al.*, 2002; WEARING *et al.*, 2006).

Hills *et al.* (2002) destacam a urgência em dirigir a atenção para as conseqüências físicas da sobrecarga repetida, principalmente nas extremidades inferiores e, assim, oferecer um suporte para prevenção, tratamento e controle das condições de obesidade. Por isso, é importante que os dados coletados através de medidas biomecânicas saiam dos laboratórios e integrem-se à rotina clínica.

Dores músculo-esqueléticas, articulares, ou ainda quaisquer desconfortos nos joelhos ou pés, independentemente de suas causas, afetam a facilidade na manutenção de posturas e a marcha de obesos e, conseqüentemente, a predisposição à participação em atividades físicas. Desvios exagerados no plano frontal da articulação subtalar durante a marcha e as características anatômicas dos pés de obesos, provavelmente, limitam o suporte adequado à função motora desta população (LOBO DA COSTA, 2003).

Importantes estudos sobre a distribuição de pressão plantar têm sido realizados com a população infantil, enfocando, principalmente, crianças eutróficas, de diferentes faixas etárias e, portanto, em diferentes níveis desenvolvimentais (BERTSCH *et al.*, 2004; HENNIG *et al.*, 1994; HENNIG & ROSENBAUM, 1991; MACHADO *et al.*, 2001 e UNGER *et al.*, 2004). Estudos com crianças obesas também vêm sendo realizados, evidenciando parâmetros espaço-temporais, cinemáticos, eletromiográficos (HILLS & PARKER, 1991, 1993) e de distribuição da pressão plantar (DOWLING *et al.*, 2001, 2004; KLAVDIANOS *et al.*, 1997).

Considerando a condição de obesidade, um estudo de Hills & Parker (1991) mostrou que, comparadas com crianças eutróficas, as crianças obesas apresentam assimetria entre membros nas características temporais, principalmente em velocidades mais lentas, aumento da base de apoio, além de pés planos e pronação da articulação subtalar. Dowling *et al.* (2001, 2004) e Klavdianos *et al.* (1997) avaliaram os picos de pressão plantar durante a postura ereta e a marcha de crianças com média de idade de 8 anos, divididas em obesas e eutróficas e encontraram que os valores são maiores nas crianças obesas em toda a região plantar. Esse

comportamento se repete para adultos obesos quando comparados à eutróficos, tanto em condições estáticas quanto dinâmicas (BIRTANE & TUNA, 2004; GRAVANTE *et al.*, 2003 e HILLS *et al.*, 2001).

No entanto, os dados sobre distribuição da pressão plantar apresentam grande variabilidade, pois a utilização de diferentes equipamentos para essa medida dificulta a comparação e padronização dos valores. Além disso, os estudos são divergentes no que diz respeito à influência de fatores como massa corporal e velocidade sobre os resultados de pressão plantar (BIRTANE & TUNA, 2004; CAVANAGH *et al.*, 1987; HENNIG *et al.*, 1994; HENNIG & ROSENBAUM, 1991 e HILLS *et al.*, 2001).

Alguns estudos anteriormente citados foram realizados com adultos e crianças obesos comparados à população eutrófica. Foram encontrados dois estudos avaliando o efeito de um programa para redução da massa corporal e as possíveis implicações sobre as pressões plantares durante a marcha, sendo um em adultos com sobrepeso (BOLTE *et al.*, 2000) e um em adolescentes obesos (KOSTELNÍKOVÁ & HLAVÁČEK, 2006). Estes estudos indicaram mudanças significativas nos picos de pressão, em algumas regiões do pé, após a intervenção, porém, nenhum deles avaliou, concomitantemente, um grupo controle. Outro estudo (HILLS & PARKER, 1991) avaliou a marcha de crianças obesas após período de intervenção com dieta alimentar e exercícios físicos, no entanto, enfocando características espaço-temporais e cinemáticas. Os autores apontaram melhoras na simetria e estabilidade da marcha após a intervenção. Não foi encontrado nenhum trabalho que comparasse as pressões plantares em crianças obesas submetidas a um programa para redução da massa corporal e que avaliasse tanto a postura ereta quanto a marcha.

Nesse sentido, faz-se necessário compreender os principais efeitos da obesidade sobre características biomecânicas da postura ereta e da marcha, bem como sobre a função dos pés, o que pode contribuir para o entendimento de como a obesidade se manifesta nas atividades

de suporte de peso, principalmente a locomoção, habilidade motora essencial para a interação com o meio social.

A eficiência do movimento de obesos pode ser melhorada com a prescrição adequada (intensidade e equivalência energética) de exercícios físicos, tanto aeróbios como resistidos, além de intervenções na postura e equilíbrio (HILLS *et al.*, 2002), bem como a implementação de alimentação balanceada, sempre considerando o nível de desenvolvimento para esta prescrição. Além disso, é importante que as crianças e seus pais sejam educados para a prática de atividades físicas e a restrição calórica diária.

Destarte, a realização deste estudo justifica-se em função da necessidade de gerar subsídios para melhor compreensão dos processos biomecânicos envolvidos nas condições estática e dinâmica e as possíveis conseqüências da obesidade sobre estas condições. Buscando, através deste, sugerir a aplicação de medidas preventivas e terapêuticas eficazes e específicas para estes indivíduos, como seres participantes e capazes de realizar atividades diárias com o mínimo esforço e com a máxima segurança, levando, evidentemente, à melhora da auto-estima e da qualidade de vida.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este estudo teve por objetivo analisar o efeito de um programa para redução da massa corporal, que envolveu exercícios físicos, controle nutricional e acompanhamento psicológico sobre o comportamento das pressões plantares em um grupo de crianças obesas. A questão investigada foi: ao tratar-se a obesidade, por meio de um programa de intervenção, haveria alteração da distribuição das pressões sob a superfície plantar?

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o comportamento das pressões plantares durante a postura ereta e a marcha de crianças obesas, antes e depois de um programa para redução da massa corporal;
- Comparar a distribuição das pressões plantares de crianças obesas com a de crianças eutróficas;
- Correlacionar variáveis de pressão entre si e também com medidas de composição corporal e de impressões plantares.

III REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo está estruturado de forma a apresentar uma revisão de literatura sobre a condição da obesidade e sobre as características da distribuição da pressão plantar durante a postura ereta e a marcha. Para tanto, são apresentadas, em um primeiro momento, seções contendo a caracterização da obesidade, sob o ponto de vista fisiopatológico e epidemiológico, destacando alterações secundárias a esta patologia, além de métodos de avaliação e intervenção. Posteriormente, são discutidos aspectos relacionados à biomecânica, incluindo caracterização da postura ereta e da marcha, estrutura e função dos pés, métodos avaliativos da pressão plantar e padrões de sobrecarga dos pés.

3.1 Caracterização da obesidade

A obesidade é uma doença crônica caracterizada por um acúmulo excessivo de gordura no tecido adiposo armazenada na forma de triglicerídeos que resulta da ingesta energética excessiva em relação ao dispêndio de energia. Assim, a causa das condições de morbidade é o excesso de tecido adiposo e não o excesso de peso (GRILO & BROWNELL, 2003; PRENTICE & JEBB, 2001). Porém, esta doença não está relacionada somente com o excesso de ingestão alimentar e inatividade física, podendo ser causada por múltiplos fatores.

A obesidade pode ser caracterizada como uma doença multifatorial e, como tal, pode ser causada por uma interação de fatores, como culturais, sociais, genéticos, psicológicos, comportamentais, estilo de vida e aspectos fisiológicos, os quais contribuem para o seu desenvolvimento e manutenção. Dessa forma, a obesidade pode ser classificada em dois

grandes contextos: exógena, influenciada por fatores externos de origens comportamental, dietética e ambiental, os quais representam em torno de 95% ou mais dos casos, e endógena, relacionada a componentes genéticos, neuropsicológicos, endócrinos e metabólicos, os quais representam cerca de 5% dos casos (DÂMASO *et al.*, 2003; GRILO & BROWNELL, 2003).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) passou a considerar a obesidade como um problema de saúde pública tão preocupante quanto a desnutrição que atinge tanto países desenvolvidos quanto aqueles em desenvolvimento. No Brasil, estima-se que 20% das crianças sejam obesas e que cerca de 30% da população adulta apresente algum grau de excesso de massa corporal, sendo 25% casos mais graves (RECINE & RADAELLI, 2004?). O início da obesidade na infância tende a ser mais severo e está mais associado com extrema morbidade física e psico-social (STEINBECK, 2001).

Uma criança obesa, com dois anos de idade, tem o dobro de chance de se tornar um adulto obeso, já um adolescente obeso tem de 70 a 80% de chances de apresentar obesidade na vida adulta. Essas probabilidades aumentam ainda mais se os pais forem obesos. Durante o crescimento infanto-juvenil existem três períodos associados com o risco de ganhar gordura: primeiro ano de vida, pré-adolescência e estirão puberal e, gravidez na adolescência. No final do primeiro ano de vida começa a ocorrer uma perda de gordura fisiológica. No período pré-puberal recomeça o ganho de gordura, sendo que os meninos, no período puberal, ganham massa magra e as meninas permanecem com gordura que tende a ser distribuída mais no quadril que na cintura. A obesidade desenvolvida nos períodos de deposição de gordura, rápida e fisiológica é menos preocupante do que a que acontece quando deveria estar ocorrendo a redução fisiológica de gordura (VIUNISKI, 2003).

Em São Paulo, avaliando-se crianças obesas, foi observado que a maioria delas encontrava-se na faixa etária de 8 a 12 anos (FISBERG, 1992). Ferreira & Böhme (1998) encontraram que a adiposidade corporal apresenta diferenças significantes entre os sexos,

sendo que as meninas entre sete e nove anos apresentaram maior quantidade de adiposidade corporal. Esta diferença ocorre entre quatro e 18 anos. A OMS sugere que a maior prevalência no sexo feminino se deve ao fato de que o excesso de energia é preferencialmente estocado sob a forma de gordura e não de proteína, como acontece no sexo masculino (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

A obesidade é considerada um importante problema de saúde pública porque causa uma série de alterações e patologias. Ela está associada ao desenvolvimento de diabetes, doenças cardiovasculares, baixa capacidade cardiorrespiratória, doenças digestivas, desordens osteoarticulares, retardo no desenvolvimento motor, menor eficiência mecânica, dores e desconfortos. Dentre as desordens músculo-esqueléticas e articulares podemos citar osteoartrite, deslizamento da epífise da cabeça do fêmur, evidências de aceleração da idade óssea, menor amplitude de movimento e alterações posturais. Além disso, a obesidade está associada a um quadro psicológico conturbado, com diminuição da auto-estima, depressão e distúrbio da auto-imagem (DÂMASO & PRADO, 2003; VILLARES *et al.*, 2003; VOTRUBA *et al.*, 2000)

Segundo Bruschini & Neri (1995) e Campos *et al.* (2002) as alterações posturais freqüentemente encontradas em indivíduos obesos são abdômen protuso, que determina o deslocamento anterior do centro de gravidade, com hiperlordose lombar e inclinação anterior de pelve (anteroversão), cifose torácica acentuada, ocasionando aumento da lordose cervical e o deslocamento anterior da cabeça, instalação de encurtamentos e alongamentos excessivos que em combinação com a inclinação anterior da pelve ocasionarão rotação interna dos quadris e aparecimento dos joelhos valgus e pés planos, além de joelho recurvatum, principalmente em meninas.

Portanto, atualmente, não se concebem tratamentos isolados, mas preconizam-se ações multidisciplinares, com profissionais qualificados e conscientes de todas as dificuldades que

inclui o tratamento sistematizado dessa doença, seja ela de origem endógena ou exógena. A melhor forma de tratamento não-medicamentoso ou cirúrgico da obesidade é por meio de reeducação alimentar, exercício físico e suporte psicológico, visando a adoção de um estilo de vida mais saudável (DÂMASO *et al.*, 2003; DÂMASO & PRADO, 2003). A obesidade em crianças representa um dos maiores desafios da saúde pública, considerando o aumento no acometimento dessa patologia em todas as regiões do Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Esses resultados reforçam a importância de atitudes preventivas e de controle relacionadas à atividade física e aos hábitos alimentares mais saudáveis (BARBOSA, 2004).

3.1.1 Avaliação da composição corporal

A composição corporal é indicativa do estado de saúde do indivíduo e apresenta-se como uma variável de interferência direta sobre o desempenho motor e a qualidade de vida (DÂMASO & BERNARDES, 2003). A massa corporal por si só é uma medida superficial de como a ingestão alimentar e o gasto energético estão influenciando os compartimentos corporais, por isso é necessário avaliar os diversos constituintes do organismo separadamente. A relação massa corporal/altura é um método simples para avaliar obesidade, porém, reflete mais a massa corporal total do que a massa de gordura (VIUNISKI, 2003). Entretanto, para a maioria da população, o aumento da massa significa excesso de tecido adiposo e, conseqüentemente, obesidade (BARBOSA, 2004).

Homens e mulheres apresentam diferenças em sua composição corporal. A massa músculo-esquelética como porcentagem da massa corporal total é de 40% para homens e 23% para mulheres. A maior diferença na estrutura esquelética entre os sexos é o dimorfismo sexual na pelve (HENNIG, 2003).

A composição corporal pode ser analisada a partir de diferentes métodos, os quais são classificados como diretos, indiretos e duplamente indiretos. Dentre os indiretos está o DEXA (Absorciometria por Dupla Emissão de Raios X), um excelente método laboratorial para avaliação da composição corporal total, pois tem a capacidade de estimar a massa de gordura e a massa livre de gordura total e específica de cada parte do corpo. Os métodos antropométricos de avaliação são todos duplamente indiretos. O IMC (Índice de Massa Corporal) é calculado dividindo-se a massa em quilogramas pela altura em metros ao quadrado (DÂMASO & BERNARDES, 2003).

Para adultos há consenso na definição de sobrepeso como um $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ e obesidade, $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$. Já a caracterização da obesidade em crianças encontra divergências e está menos padronizada que para adultos. Um trabalho promovido pela OMS desenhou curvas de crescimento para cada sexo e faixa etária de dois a 18 anos. Esses valores são considerados referência para identificar sobrepeso e obesidade em crianças a partir de dois anos e adolescentes. Para sobrepeso é considerado um IMC igual ou acima do percentil 85 e menor que o percentil 95, e para obesidade igual ou superior ao percentil 95 (COLE *et al*, 2000). Apesar de o IMC ser o método mais utilizado, a análise da gordura corporal promove melhor interpretação do sucesso de uma intervenção do que a inferência derivada deste método (PRENTICE & JEBB, 2001).

Com a avaliação feita, programas de intervenção podem ser prescritos, incluindo, principalmente, um plano de exercícios físicos, reeducação nutricional e apoio psicológico e familiar, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do indivíduo.

3.1.2 Intervenções sobre a condição de obesidade

A presença de relação inversa de sobrepeso e obesidade com a prática de exercício físico, quer realizada de modo sistemático ou não, pode ser explicada pelas limitações físicas e psicológicas potencialmente impostas pelo excesso de massa corporal (OLIVEIRA *et al.*, 2003). A maioria das pessoas com massa corporal excessiva não é fisicamente ativa, porém, a inatividade pode ser tanto a causa quanto a consequência desse excesso (BAR-OR, 1993; GRILO & BROWNELL, 2003).

O exercício físico exerce um papel fundamental não somente no controle da massa corporal, mas também na regulação da composição corporal, tornando-se recomendação obrigatória nos programas de controle e prevenção do sobrepeso e da obesidade (WILMORE & COSTILL, 2000). No que diz respeito ao controle de peso, faz-se necessária uma melhor compreensão acerca dos diferentes tipos, intensidades e frequências de treinamento físico que devem ser administrados às pessoas obesas, já que diferentes treinamentos atuam diferentemente sobre as vias metabólicas (BERNARDES *et al.*, 2003).

Atualmente, sugere-se que, para resultar em maiores benefícios, a atividade física seja realizada o maior número de vezes possível durante a semana, 60 minutos por dia, mesmo que divididos em vários momentos e em intensidade moderada (DÂMASO & PRADO, 2003), pois a utilização de lipídios se dá em exercícios com esta intensidade (BERNARDES *et al.*, 2003). Apesar disso, não há concordância quanto ao tipo de atividade física mais apropriado para crianças obesas (STEINBECK, 2001).

O exercício contribui pouco para a perda de massa corporal quando não está associado a algum grau de restrição calórica. Porém, o exercício tem outros benefícios potenciais que não a perda de massa corporal, porque a utilização de substratos energéticos de fonte aeróbia, como observada nos exercícios de caminhada, favorece a perda de tecido adiposo (lipídios e carboidratos), em contrapartida, os exercícios contra-resistidos são eficientes em manter ou

umentar a massa muscular, pois estimulam a hipertrofia muscular, além disso, ajudam a preservar a massa corporal magra perdida durante a restrição energética, o que reduz a perda de massa corporal (BERNARDES *et al.*, 2003; VOTRUBA *et al.*, 2000).

O treino físico tem um efeito anabólico no metabolismo da proteína muscular, resultando em um aumento na massa magra. Isto é particularmente importante para crianças porque o crescimento requer um balanço de nitrogênio positivo. Já a dieta de baixa caloria pode induzir à perda da massa magra, por isso deve-se adotar um comportamento voltado à reeducação alimentar e não à restrição da ingestão de alimentos, já que nutrientes são fundamentais para a realização de exercícios físicos. Exercício e atividade física combinados com modificações nutricionais e comportamentais têm uma contribuição definitiva no controle da obesidade infantil (BARBOSA, 2004; BAR-OR, 1993).

É difícil separar as mudanças na atividade física das mudanças concomitantes na ingesta nutricional, igualmente, enquanto a criança realiza atividades prescritas, ela pode modificar sua atividade diária espontânea, o que afetará o gasto energético total. Diferentemente dos adultos, mudanças na massa corporal de crianças e adolescentes em crescimento podem não refletir mudanças na gordura corporal (BAR-OR, 1993). Os estudos que mostraram um efeito positivo do exercício mais dieta foram todos de aproximadamente 12 semanas, sendo que este é o período mínimo necessário para detectar uma diferença na composição corporal (VOTRUBA *et al.*, 2000). Em contrapartida, outro estudo mostra que pequenas mudanças ocorrem na porcentagem de gordura corporal após um curto período de programa de exercícios (dois a três meses) (BAR-OR, 1993). Os benefícios a curto prazo da prática de exercícios físicos são o aumento da utilização de lipídios, manutenção da massa corporal e melhora no perfil lipídico, já a perda dessa massa vem como consequência (BARBOSA, 2004).

Além da prática de exercícios, reeducação alimentar e suporte psicológico para tratamento e controle das condições de sobrepeso e obesidade, é de extrema importância que o indivíduo seja encaminhado a um fisioterapeuta, pois as principais consequências físicas desta patologia, citadas anteriormente, podem ser tratadas e até mesmo prevenidas por este profissional, desde o nível hospitalar até o ambulatorial, partindo de uma avaliação criteriosa. A fisioterapia cumpre este papel fazendo uso de agentes físicos (termo, eletro e hidroterapia) e de exercícios cinesioterápicos para a reeducação funcional, atuando sobre os diferentes sistemas, como por exemplo, sistema cardiovascular, respiratório, músculo-esquelético, digestivo, entre outros, além da manutenção da saúde da pele. Baseado nisso, a fisioterapia atua sobre a qualidade na realização das atividades de vida diária dos indivíduos, em especial, sobre as funções locomotoras, para tanto, há necessidade de compreensão da influência da obesidade sob condições estáticas e dinâmicas.

3.2 O pé humano: estrutura e função

A junção entre tibia e pé apresenta uma situação única. Nessa área anatômica ocorre a transmissão das forças verticais de sustentação de peso para um sistema de suporte horizontal, sendo o tornozelo o local de todas as interações perna-pé (PERRY, 2005). A biomecânica do pé e tornozelo é extremamente complexa e ambos estão fortemente associados. O pé é necessário para estabilizar e suavizar a marcha, já o tornozelo transfere carga da extremidade inferior para o pé e influencia a orientação deste com o solo (SAMMARCO & HOCKENBURY, 2001). O pé é composto por 28 ossos (calcâneo, tálus, navicular, cubóide, cuneiforme medial, central e lateral, metatarsos, falanges e sesamóides), além de músculos

intrínsecos e extrínsecos, ligamentos, fâscias e tendões e é dividido em três partes: retropé, médio-pé e antepé.

Existem três grupos de articulações principais no pé: subtalar, mediotársica e metatarsofalangeanas, estas, por sua vez, estão relacionadas com os mecanismos da marcha. A articulação subtalar é a junção entre o tálus e o calcâneo e está localizada dentro da coluna vertical de sustentação de peso, entre o calcanhar e a tíbia. A ação subtalar adiciona mobilidade no plano coronal e transversal para a função do plano sagital disponível no tornozelo. O movimento da subtalar também modifica a mobilidade de outras articulações dentro do pé. A articulação mediotársica é a junção do antepé e do retropé e é formada por duas articulações, a talonavicular e a calcaneocubóide. O movimento desta articulação contribui para a absorção do choque no contato do antepé. A articulação metatarsofalangeana é a quebra dos dedos, que permite que o pé role sobre as cabeças dos metatarsos e não sobre a ponta dos dedos. As cabeças dos metatarsos provêm ampla área de suporte transversal ao antepé e as falanges proximais permitem um comprimento ajustável do antepé para a estabilidade de progressão (PERRY, 2005).

O pé humano é uma complexa estrutura que desempenha um papel extremamente importante na função biomecânica dos membros inferiores. Apresenta peculiaridades anatômicas e biomecânicas que permitem a combinação de estabilidade e flexibilidade para desempenhar funções de sustentação, absorção de choques e propulsão (IMAMURA, 1997), além de prover informações sensoriais sobre o contato com o solo. O pé age como uma estrutura de suporte apta a resistir a sobrecargas repetidas, sendo capaz, junto com o tornozelo, de se ajustar às mais diferentes superfícies do solo e às variações na velocidade da locomoção (SAMMARCO & HOCKENBURY, 2001). Durante a fase inicial de apoio na marcha, o pé é uma estrutura móvel que se adapta a superfícies irregulares e absorve choques. Já na fase de retirada dos dedos, durante as diversas atividades locomotoras, o pé se

transforma em uma alavanca rígida e eficiente que impulsiona o corpo para frente (HENNIG, 2003).

A planta dos pés tem estruturas especializadas (coxim adiposo) na região do calcanhar e cabeça dos metatarsos, as quais promovem amortecimento de cargas e, talvez, absorção do choque para o corpo em geral (CAVANAGH, 1999). A estrutura do pé é tão importante quanto a função e influencia a performance humana de diferentes maneiras. Uma das características estruturais mais importantes e mais variáveis do pé é a altura do arco longitudinal medial acima do plano do solo durante as atividades de suporte de peso (CAVANAGH, 1987).

A estrutura do pé sofre modificações ao longo do crescimento e desenvolvimento até chegar à forma de um pé adulto. Ao nascimento, a estrutura mecânica do pé é basicamente composta por tecido mole. No primeiro ano a cartilagem se transforma em osso, principalmente quando a criança começa a sustentar o peso (HENNIG *et al.*, 1994), mas há ausência do arco longitudinal. A espessura e as propriedades mecânicas do tecido plantar, tanto quanto o comportamento de ossos, ligamentos e músculos, podem contribuir para características específicas dos pés de crianças (HENNIG *et al.*, 1994).

Em relação às outras estruturas do membro inferior, o pé cresce mais rapidamente, e isto é uma vantagem, pois ele é capaz de promover uma ampla base de apoio, que pode compensar a falta de força muscular e coordenação das crianças. Desde o nascimento, os pés de meninas e meninos crescem constantemente, mas há duas fases de rápido crescimento, uma aos dois anos de idade e outra na puberdade. Em média, com um ano ou 18 meses, para meninas e meninos, respectivamente, o comprimento do pé representa metade do comprimento do respectivo pé adulto (SAMMARCO, 1980; SAMMARCO & HOCKENBURY, 2001).

Entre cinco e oito anos as maiores mudanças estruturais nos pés (arco longitudinal medial) parecem ter sido completadas e a aparência é semelhante ao pé adulto (HEFTI & BRUNNER, 1999). Até os 10 anos de idade não há assimetrias significantes entre o pé direito e o esquerdo, assim como não há diferenciação anatômica do pé entre meninos e meninas (SÁ *et al.*, 2001). O comprimento do pé aumenta linearmente com a altura até os 10 e 12 anos, para meninas e meninos respectivamente. Depois disso, a altura aumenta mais que o comprimento do pé. A largura do pé não aumenta proporcionalmente ao seu comprimento (HENNIG *et al.*, 1994). O tamanho do pé é definido aos 14 anos para meninas e aos 16 para meninos, refletindo a maturação anterior das meninas (HENNIG, 2003).

Sexo e raça produzem diferenças na anatomia do pé e isso tem conseqüências na construção de calçados e também pode ser a causa de queixas e lesões específicas no pé. As mulheres têm aumento da incidência de problemas ortopédicos devido aos calçados. Elas têm o pé mais magro e o calcanhar estreito em relação ao antepé. Nas diferentes partes do mundo, há diferentes morfologias dos pés (HENNIG, 2003). O crescimento é contínuo na infância e adolescência e esforços anômalos provocados, por exemplo, por doenças ou uso de calçados inadequados, podem gerar alterações estruturais dos pés (SÁ *et al.*, 2001). Qualquer mudança patológica na estrutura ou movimento do pé ou tornozelo, mesmo que sutil, pode causar profundo impacto nas funções de absorção do choque, propulsão e estabilização (SAMMARCO & HOCKENBURY, 2001). Dessa forma, a análise das pressões sob os pés pode auxiliar na compreensão das estratégias adaptativas e limitações nos padrões posturais e locomotores decorrentes da obesidade.

3.3 A distribuição das pressões plantares

Uma das subáreas da biomecânica, a dinamometria, preocupa-se em entender como a força de interação entre o corpo e o meio ambiente é distribuída. Por isso, a distribuição da força na superfície plantar tem sido estudada durante vários movimentos através de instrumentos dedicados e adaptados à anatomia do pé humano (AMADIO & DUARTE, 1996). Os dispositivos capazes de detectar as pressões plantares constituem uma maneira de se obter dados objetivos de parâmetros funcionais do pé, já que, até então, as avaliações eram realizadas somente através do exame clínico e radiológico (IMAMURA, 1997). Esses parâmetros quantitativos têm importantes vantagens clínicas, já que, segundo Machado *et al.* (2001), são capazes de identificar a capacidade de sobrecarga de regiões anatômicas específicas e, portanto, permitem diagnóstico, decisão terapêutica, controle da terapia e prevenção de áreas de risco. A sobrecarga sobre o corpo humano tem uma significância clínica direta, pois se certa estrutura é sobrecarregada além do limite (por trauma ou por sobrecarga crônica) esta será prejudicada.

As técnicas para medir distribuição da pressão são úteis para a análise e compreensão do comportamento mecânico do pé durante a postura estática e dinâmica em adultos, crianças e pacientes. A instrumentação para medir a distribuição da pressão plantar tem se transformado em ferramenta clínica padrão para o diagnóstico e intervenção terapêutica em pessoas que apresentam condição com potencial de causar dano ou dor na superfície plantar, a exemplo dos diabéticos (SACCO & AMADIO, 2003). Um dos fatores que complicam o uso da distribuição da pressão plantar descalça é a ampla variabilidade encontrada na população livre de sintomas. Isso reduz a especificidade de tais medidas (CAVANAGH *et al.*, 1996; HENNIG, 2003).

3.3.1 Técnicas de medição

Pesquisadores têm se interessado na distribuição das sobrecargas sob o pé humano durante várias atividades há mais de 100 anos (HENNIG, 2003). Atualmente, são vários os sistemas de medição da distribuição de pressão plantar. As pressões podem ser medidas durante a postura ereta ou em comportamentos dinâmicos como a marcha, a corrida e os saltos, fornecendo dados biomecânicos para a compreensão das causas, tratamento e prevenção de lesões plantares. Através desse sistema é possível obter informações sobre o resultado de um tratamento de correção de deformidades, identificar precocemente as áreas de contato excessivo e anormal e monitorar a eficácia da modificação de calçados, do uso de palmilhas e de procedimentos operatórios (IMAMURA, 1997).

Os primeiros estudos sobre o contato dos pés com o solo em condições dinâmicas foram realizados por Marey (1873) e Carlet (1872). Eles utilizaram calçados especialmente fabricados com câmaras de ar na região plantar para registrar o contato dos pés com o solo durante a marcha (IMAMURA, 1997). Mais tarde vieram as medidas através da impressão do pé em gesso de Paris e argila, métodos ópticos com registro cinematográfico. Mensurações instantâneas das pressões foram realizadas pela primeira vez por Elftman (1934) através de transdutores de força, fornecendo bases importantes para o desenvolvimento dos atuais sistemas de medição da pressão plantar (AMADIO & DUARTE, 1996; HENNIG, 2003).

Recentemente, a disponibilidade de transdutores de força baratos e modernos sistemas de aquisição têm feito possível a construção de vários sistemas de mensuração da distribuição de pressão, os quais registram graficamente as variáveis (HENNIG, 2003). Os equipamentos comercialmente disponíveis podem ser divididos em duas categorias, plataformas para medidas entre o pé descalço e o solo e o sistema de palmilhas flexíveis e ajustáveis à morfologia do pé humano para medir pressões entre o pé e o calçado. Os sistemas de palmilhas podem ainda ser separados em outras duas categorias: dispositivo discreto,

designado para medir pressões locais e unidades matriz, as quais medem uma ampla área (CAVANAGH *et al.*, 1994).

A avaliação dinâmica através de palmilhas permite a demonstração de maiores informações sobre o comportamento das pressões plantares em relação aos sistemas tradicionais estáticos e de plataformas de força, pois ao serem inseridas no calçado permitem a avaliação funcional durante as atividades diárias e esportivas (IMAMURA, 1997). As cinco principais tecnologias usadas para medir distribuição de força e pressão são: células de carga (AMTI), método óptico (processamento de imagem), método piezo-elétrico (Kistler), método resistivo (TeckScan) e método capacitivo (Novel-Emed). Os três últimos métodos estão baseados em um efeito de mudanças nas propriedades elétricas dos sensores, causadas por deformação mecânica do material. Portanto, a resposta elástica da deformação do material exerce a maior função para a qualidade do transdutor (HENNIG, 2003), a qual define a qualidade do sistema de mensuração.

Os atuais sistemas de mensuração das pressões são conceitualmente similares, mas é importante perceber que eles diferem em seus elementos individuais. A implicação clínica disto é que normas têm que ser desenvolvidas para cada sistema diferente, pois os resultados no mesmo paciente podem variar amplamente dependendo do equipamento (CAVANAGH *et al.*, 1994). Além disso, as variáveis mensuradas, as divisões do pé em áreas, o número de áreas avaliadas, a resolução espacial dos sensores e a frequência de amostragem diferem dependendo do instrumento utilizado. Portanto, deve-se ter cuidado ao comparar dados entre pesquisadores.

3.3.2 Padrão de suporte do pé e características das pressões plantares

A duração do contato do calcanhar e do antepé é diferente, criando três padrões de suporte do pé, que ocorrem, normalmente, na seguinte seqüência: calcanhar, pé plano (calcanhar e antepé) e antepé. A última área de contato do antepé com o solo é o primeiro metatarso. A duração do contato dos dedos é variável (PERRY, 2005) (Figura 1).

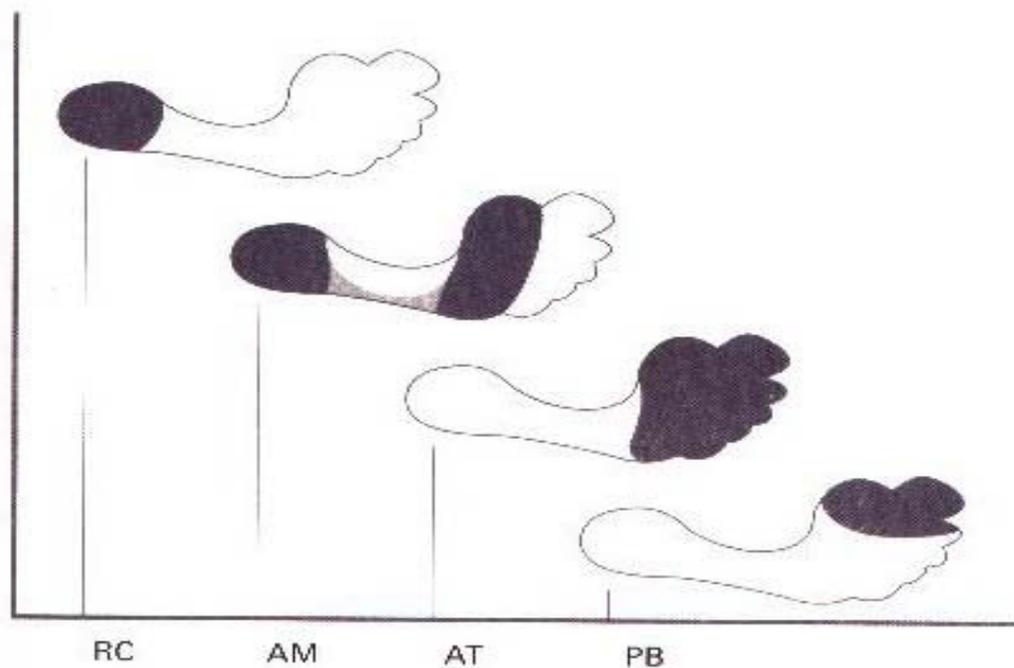


Figura 1 – Seqüência das áreas de suporte do pé durante o apoio. RC (resposta à carga), AM (apoio médio), AT (apoio terminal), PB (pré-balanço). (Perry J. Análise de marcha: marcha normal. São Paulo: Manole. p. 75, 2005).

Segundo a mesma autora, o período de apoio inicia com o contato do calcanhar no solo. Após esse contato, o calcanhar continua como único suporte nos 6 a 10% iniciais do ciclo da marcha. O apoio nessa área ocorre primeiro na margem posterior, seguido por um rápido rolamento sobre o centro do calcanhar. O contato do antepé encerra o período de suporte único no calcanhar, gerando uma postura plantígrada ou apoio plantar total, que dura cerca de 20% do ciclo da marcha e distribui o peso em uma área maior. O modo de contato do antepé

varia, mas, normalmente, é a cabeça do quinto metatarso a primeira a tocar o solo. Alguns indivíduos, porém, iniciam o suporte do antepé com o primeiro metatarso. Apesar dessa variação, todos os segmentos, do primeiro ao quinto, estão envolvidos, como mostrado por Morton, em 1935, que derrubou a idéia de muitos investigadores de que o pé era um tripé e suportava cargas no calcanhar, primeira e quinta cabeças metatarsais, estruturas estas que compunham o arco metatarsal transverso (SAMMARCO & HOCKENBURY, 2001). A elevação do calcanhar muda o suporte de apoio total para o antepé. Isso ocorre aos 30% do ciclo da marcha e persiste até o final do apoio, envolvendo todas as cabeças dos metatarsos.

A parte medial do pé, composta pelos ossos tálus, navicular, cuneiformes e primeiras três cabeças dos metatarsos, suporta a maioria da carga imposta sob o pé, sendo que menor carga é suportada pela parte lateral do pé (articulação calcaneocubóide e metatarsos laterais) (SAMMARCO & HOCKENBURY, 2001). A pressão no calcanhar mostra dois padrões, pois a carga inicial ocorre em uma pequena área posterior lateral, resultando na maior pressão experimentada pelo pé e, posteriormente, o peso do corpo avança sobre o centro do calcanhar, reduzindo as pressões em um terço. O contato do médio-pé lateral é comum, mas de baixa intensidade, em média 10% da máxima pressão no calcanhar. As pressões na cabeça dos metatarsos diferem entre os ossos, sendo as maiores pressões registradas na cabeça do segundo e terceiro metatarsos e representando de 60 a 100% da máxima pressão no calcanhar. As pressões nos dedos também diferem, sendo que o hálux apresenta a maior pressão e o dedo mínimo, a menor (PERRY, 2005).

Durante o apoio terminal ocorre um aumento na sobrecarga sob a segunda cabeça metatarsal porque esta tende a ser mais longa que os outros dedos, concentrando a força gravitacional do corpo quando o calcanhar se eleva e, porque a articulação tarsometatarsal é mais rígida que as outras articulações do médio-pé, tendendo a ceder menos em condições de sobrecarga (SAMMARCO, 1980).

Uma pequena mudança na estrutura ou uma leve modificação na sobrecarga do pé pode causar uma significativa mudança na distribuição da sobrecarga, da mesma forma, uma pequena mudança na contração muscular também pode causar uma variação significativa (SAMMARCO, 1980). À medida que o peso do corpo cai sobre o pé de apoio, a pressão é imposta nos tecidos plantares. A magnitude da compressão resulta do equilíbrio entre a intensidade da força de carga e a área do pé que está em contato com o solo (PERRY, 2005).

A pressão plantar pode ser vista como o efeito da sobrecarga que exerce influência no sistema músculo-esquelético durante a função da marcha (MACHADO *et al.*, 2001). Talvez os fatores predominantes para determinação da magnitude da pressão plantar sob o pé sejam a arquitetura esquelética, variações locais na anatomia óssea (presença de proeminências ósseas no antepé, comprimento metatarsal ou esporão de calcâneo), configuração do arco longitudinal medial, limitações na amplitude de movimento, deformidade nos dedos e a composição e localização do coxim adiposo na planta dos pés, o qual tende a distribuir a pressão (CAVANAGH *et al.*, 1987; CAVANAGH *et al.*, 1997; MORAG & CAVANAGH, 1999). O calçado é um fator exógeno que também influencia o movimento e respostas de carga do sistema músculo-esquelético (MACHADO *et al.*, 2001). Pessoas com lesões ou doenças mostram diferentes padrões de sobrecarga em comparação com sujeitos saudáveis.

Diversos estudos já foram realizados em indivíduos saudáveis, em diferentes faixas etárias, considerando a distribuição de pressão plantar durante a postura ereta e a marcha (BURNFIELD *et al.*, 2004; CAVANAGH *et al.*, 1987; HENNIG *et al.*, 1994; HENNIG & ROSENBAUM, 1991; MACHADO *et al.*, 2001). Porém, estes estudos ainda não apresentam um consenso, independente da população estudada, pois as condições metodológicas diferem grandemente entre si, desde a idade até os instrumentos utilizados, o que impede padronização de dados.

De maneira geral, é possível afirmar que as pressões plantares na postura ereta representam 30% das pressões presentes na marcha. Portanto, torna-se fundamental estudar pressões na postura ereta em relação às pressões em atividades dinâmicas, porque anormalidades detectadas durante a postura parada serão amplificadas em atividades de vida diária de maior estresse (CAVANAGH *et al.*, 1987).

Considerando a marcha, crianças aos quatro anos de idade apresentam padrão de distribuição da pressão plantar semelhante ao de adultos, porém, com menores picos de pressão em todas as áreas anatômicas do pé e amplas dimensões dos pés comparadas à massa corporal, dessa forma, as reduzidas pressões ocorrem pela distribuição da força em uma superfície de contato mais ampla. Por volta dos seis anos, o arco longitudinal está basicamente desenvolvido, o que reduz as pressões sob o médio-pé de crianças (HENNIG *et al.*, 1994; PISCIOTTA *et al.* (1994) *apud* MACHADO *et al.*, 2001. p.19). Idosos também apresentam respostas diferentes quando comparados a adultos jovens (KERNOZEK *et al.*, 1995). Segundo Hennig *et al.* (1994) não há diferenças significativas nos picos de pressão plantar, impulsos relativos e área de contato entre os gêneros.

Alguns fatores como o uso de calçados com solados mais duros e o andar descalço promovem aumento das pressões experimentadas pelos pés. Quanto à influência da massa corporal e da velocidade sobre os picos de pressão ainda existe forte discussão, com alguns autores afirmando que há uma relação direta entre esses fatores, ou seja, conforme aumenta a velocidade ou a massa corporal, maiores serão os picos de pressão registrados sob o pé (BIRTANE *et al.*, 2004; BURNFIELD *et al.*, 2004; HENNIG *et al.*, 1994; HILLS *et al.*, 2001; STANSFIELD *et al.*, 2001). Por outro lado, outros estudos mostram a ausência de correlação entre essas variáveis, tanto na postura ereta quanto na marcha (CAVANAGH *et al.*, 1987; HENNIG & MILANI, 1993; HENNIG & ROSENBAUM, 1991).

3.4 A postura ereta e a marcha na obesidade

O crescimento físico normal ou quaisquer fatores que alterem significativamente as proporções corporais produzem mudanças nas massas e tamanhos relativos dos segmentos corporais, alterando seus momentos de inércia, os quais, por sua vez, irão modificar a expressão do movimento. Estes efeitos impõem novos problemas para o sistema nervoso central que deverá se adaptar gradualmente, modificando sua resposta e ajustando seu plano motor para as novas propriedades inerciais a que está exposto (LOBO DA COSTA, 2003).

Patologias como a obesidade oferecem desvantagens mecânicas, pois geram dificuldades durante atividades de locomoção devidas ao excesso de tecido adiposo que leva à maior proporção de massa corporal e desvios estruturais na coluna vertebral e membros inferiores (MOTA & LINK, 2001; SACCO *et al.*, 1997), o que pode ser comprovado com observações qualitativas da marcha de indivíduos obesos, que evidenciam um movimento mais lento e instável.

Esta instabilidade pode ser conseqüência do movimento do centro de massa para frente causado pela adiposidade, fator este que aumenta o risco para quedas (GRAVANTE *et al.*, 2003). Além disso, o excesso de massa corporal não contribui para a performance, mas necessita ser carregado, o que gera gasto energético (HILLS & PARKER, 1991). Em tarefas como a marcha, os custos estruturais (mecânicos) e funcionais (fisiológicos) da atividade são importantes determinantes da capacidade de movimento e aptidão física de uma pessoa e, também das suas limitações (HILLS *et al.*, 2002).

Existem muitas referências subjetivas para as limitações físicas de sujeitos obesos, incluindo dificuldade de movimento, desconforto geral durante atividades diárias como andar e subir escadas, dor nas articulações de membros inferiores, problemas circulatórios, incluindo edemas, dor e parestesia nos pés após longos períodos em pé (HILLS *et al.*, 2001).

Vários autores têm sugerido que o excessivo e repetitivo aumento nas forças de suporte de peso causado pela obesidade pode causar grandes sobrecargas e estresse nas articulações das extremidades inferiores e pés, porém, há limitados estudos sobre os efeitos desta condição sobre a estrutura e função do pé (HILLS *et al.*, 2002; MESSIER *et al.*, 1996).

Hills & Parker (1991, 1992) estudaram características espaço-temporais e angulares da marcha de crianças obesas e comprovaram que estas apresentam maior duração do ciclo da marcha, menor cadência e velocidade, maior largura da base, assimetria no comprimento do passo e maiores instabilidades durante a acomodação e transferência do peso na fase de apoio, principalmente em velocidades mais lentas. Entretanto, segundo Lobo da Costa (2003), isso não caracteriza distúrbios na marcha ou presença de comportamentos patológicos, uma vez que os obesos apresentam uma marcha que segue padrões de normalidade, porém, ocorre adaptação de alguns componentes temporais, espaciais e angulares devido ao excesso de tecido adiposo nos segmentos, principalmente nas coxas e à dificuldade de equilíbrio dinâmico durante a marcha.

A literatura registra mais altas pressões plantares para obesos quando comparados com não obesos, tanto na postura ereta quanto na marcha e em várias faixas etárias, entretanto, a localização destas elevadas pressões não tem sido consistente entre os estudos. Contudo, um estudo de Hennig *et al.* (1998 *apud* BOLTE *et al.*, 2000. p.70) encontrou que o maior efeito da massa corporal em aumentar as pressões foi localizado no arco longitudinal medial e antepé. Isto sugere que a massa adicional causa uma perda na integridade estrutural dos pés, a qual é mantida, principalmente, por estruturas ligamentares. Além disso, obesos apresentam maior largura dos pés e maior relação entre IMC e picos de pressão, sendo que diferentes IMCs podem causar diferentes cargas fisiológicas nos pés (BIRTANE & TUNA, 2004; CAVANAGH *et al.*, 1991; HENNIG *et al.*, 1998 *apud* BOLTE *et al.*, 2000. p.70; HILLS *et al.*, 2001; VELA *et al.*, 1998).

Os obesos apresentam maiores picos de pressão, porém, não há diferenças na porcentagem de distribuição da pressão nas áreas anterior e posterior ou entre pé direito e esquerdo, durante a postura ereta. As mais amplas superfícies plantares e as mais altas pressões em obesos não estão relacionadas com o sexo, pois a obesidade modifica a superfície plantar em ambos os sexos (GRAVANTE *et al.*, 2003; HILLS *et al.*, 2001). Além disso, sujeitos com sobrepeso não apresentam desvantagens na proteção dos pés durante o andar, pois têm um índice de espessura e compressibilidade dos coxins gordurosos que são protetores (HILLS *et al.*, 2002).

Dowling *et al.* (2001, 2004) postularam que crianças obesas podem ter um risco aumentado de desenvolver patologias nos pés, tais como fraturas no antepé ou ulcerações na pele, resultantes de altas pressões suportadas por pequenas estruturas ósseas, em desenvolvimento, do antepé, além disso, o desconforto nos pés associado a estes aumentos de pressão pode impedir a participação em atividades físicas apropriadas para suas características estruturais, o que compromete ainda mais o quadro de obesidade.

A obesidade leva a alterações na postura e na marcha por sobrecarregar excessivamente as estruturas corporais e causar dores e desconfortos. Diante disso, é relevante implementar programas para redução da massa, tanto em populações adultas quanto infantis, avaliando os reais efeitos dessa intervenção sobre as características estruturais e funcionais dos pés, medidas, por exemplo, através da distribuição de pressão plantar, para que se possa propor estratégias preventivas e reabilitadoras para problemas específicos.

IV MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Sujeitos da pesquisa

Inicialmente, participaram do estudo 30 crianças obesas de ambos os sexos, com idades entre 9 e 11 anos, subdivididas em dois grupos: grupo de obesos experimental (GOE), composto por 15 crianças, submetidas a um programa de intervenção e, grupo de obesos controle (GOC), também composto por 15 crianças, que não passaram por nenhum tipo de intervenção no mesmo período. Nenhuma das crianças da amostra apresentava alterações de origem músculo-esquelética ou neurológica aparentes nos membros inferiores. Desta amostra inicial, foram excluídas cinco crianças de cada grupo, por um dos seguintes motivos: a) surgimento de lesões músculo-esqueléticas; b) não comparecimento à segunda avaliação e; c) realização inadequada do programa de intervenção. Portanto, restaram 10 crianças do GOE, com idade média de $9,7 \pm 0,9$ anos e 10 crianças do GOC, com idade média de $10,1 \pm 1,0$ anos. Além disso, um grupo de 10 crianças eutróficas (GEU), com idade média de $9,6 \pm 0,7$ anos, foi avaliado na segunda etapa. Todas foram recrutadas no Ambulatório de Endocrinologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.

A escolha da amostra nessa faixa etária baseia-se no fato de que esse período é caracterizado por um crescimento relativamente lento e constante, terminando com o início da puberdade (GABBARD, 1996), onde o padrão de locomoção já está bem estabelecido (MACHADO *et al.*, 2001). A caracterização da condição de obesidade foi dada pelo percentil ≥ 95 da escala do IMC, segundo classificação padrão proposta por Cole *et al.* (2000). Esta classificação utiliza curvas de crescimento para cada sexo e faixa etária de dois a 18 anos.

Após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (ANEXO A) foi realizada uma reunião com os pais ou responsáveis para informar sobre os objetivos e procedimentos do estudo, na qual eles assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando com a participação de seus filhos na pesquisa (ANEXO B).

4.2 Programa de intervenção

Após uma avaliação inicial, as crianças do GOE foram submetidas a um programa de intervenção, com duração de três meses, frequência de três vezes por semana, em dias alternados e sessões de duas horas (APÊNDICE A). A intervenção foi realizada no Instituto Movere de Ações Comunitárias, em São Paulo, uma Organização Não-Governamental (ONG) que se dedica ao atendimento e à pesquisa com crianças e adolescentes com sobrepeso e obesos. O acompanhamento das crianças durante o programa foi de responsabilidade dos profissionais desta instituição, que conta com professores de Educação Física, nutricionista, psicólogos e médicos, com especialidades nas áreas de Nutrição Materno-Infantil, Fisiologia do Exercício, Endocrinologia, além de experiência clínica com crianças e adolescentes (ANEXO C). Esta equipe também realizou uma série de avaliações e exames no GOE, tais como: exames laboratoriais, avaliação da composição corporal e exame de ultra-sonografia abdominal.

O GOC foi composto por crianças que faziam parte da lista de espera para ingresso no referido programa no próximo semestre, as quais mantiveram a rotina normal. Depois do período de três meses, ambos os grupos foram submetidos à reavaliação.

4.2.1 Programa de exercícios físicos

O programa de exercícios físicos foi realizado três vezes por semana, duas horas por dia, pois a American Academy of Pediatrics (AAP) recomenda, para crianças, a realização de no mínimo 60 minutos de exercícios moderados todos os dias. Além disso, as crianças foram orientadas a realizar o máximo possível de atividades ocupacionais (usar escadas em vez de elevador, caminhar em vez de andar de carro ou ônibus etc.). O objetivo deste programa foi mostrar a importância de se praticar exercícios físicos, que está além da perda de massa corporal. Dessa forma, as crianças obtiveram informações acerca de cada exercício realizado, como por exemplo, o porquê de realizar determinado exercício, para quê ele serve, qual a musculatura trabalhada, buscando educá-las e não obrigá-las a realizar as atividades.

O programa realizado na instituição acima referida foi dividido em duas etapas:

Primeiro mês – período de adaptação, que incluiu: 1) alongamento geral; 2) 15 minutos de esteira ou bicicleta ergométrica, com monitoramento da frequência cardíaca (FC) de acordo com a idade, considerando a intensidade de treinamento entre 60 e 70 % da FC máxima; 3) exercícios localizados com pesos leves (0,5 a 1 kg) ou o próprio peso do corpo, em função da idade, com poucas séries e repetições, pois o objetivo não foi o de ganhar força, mas sim, de mostrar a importância dos diferentes tipos de exercícios. Os principais grupos musculares trabalhados foram: tríceps sural, quadríceps, isquiotibiais, glúteos, adutores da coxa, músculos dorsais, cervicais e da cintura escapular, peitorais, tríceps braquial; 4) exercícios aeróbios, de intensidade leve a moderada, com o objetivo de perder gordura. O controle foi feito pela observação do estado da criança e pela escala de percepção do esforço de Borg. A cada 15 minutos, a atividade foi interrompida para hidratação. As estratégias incluíram circuitos, jogos e brincadeiras. Os circuitos, com duração de 30 a 60 minutos, variaram entre 11 e 14 estações de exercícios, sem pausa entre elas, utilizando materiais como bolas, bambolês, cordas, colchonetes e movimentos como cambalhotas, caminhadas,

deslocamentos laterais e de costas. Os jogos tiveram por finalidade ensinar fundamentos e técnicas de diferentes modalidades esportivas coletivas, já as brincadeiras foram realizadas com fins recreativos e para gasto calórico.

Dois meses seguintes – neste período as atividades concentraram-se, principalmente, nos exercícios aeróbios descritos anteriormente.

4.2.2 Acompanhamento nutricional

A partir da avaliação inicial, uma dieta individual foi preparada para cada criança. Além disso, o acompanhamento consistiu em orientações nutricionais que tiveram por objetivo a reeducação e não a restrição alimentar. Portanto, semanalmente as crianças tiveram aulas teóricas e práticas na cozinha, onde obtiveram informações a respeito da classificação dos alimentos dentro da pirâmide alimentar, dos valores calóricos dos alimentos e assim por diante, sempre com o intuito de mostrar a importância do controle alimentar. As reavaliações foram feitas a cada mês.

4.2.3 Acompanhamento psicológico

O acompanhamento psicológico consistiu em 12 sessões, sendo que as três primeiras tiveram por objetivo orientar e informar as crianças a respeito da importância do controle emocional no processo de perda e manutenção do peso, bem como, discutir questões referentes à fome, tanto em seu aspecto psicológico quanto orgânico. As demais sessões foram terapêuticas, ou seja, uma dinâmica em grupo, na qual as crianças puderam expor e dividir sentimentos em relação ao ambiente familiar e social. Quando necessário foram feitas sessões individuais e uma vez por mês houve orientação aos pais.

4.3 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados

Inicialmente, foi mensurada a massa corporal e a estatura das crianças (Tabela 1), a fim de se calcular o IMC. Para tanto, foi utilizada uma balança digital (Filizola *Personal*), tipo plataforma, com precisão de 0,1 kg e um estadiômetro de parede (Tonelli e Gomes), com precisão em milímetros. Em seguida foram realizadas medidas das impressões plantares (APÊNDICE B) e, em um outro dia, as crianças foram submetidas à avaliação das pressões plantares durante a postura ereta e a marcha, no Laboratório de Biomecânica do Movimento e Postura, do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP). Estas avaliações foram realizadas antes e depois do período de três meses, nos dois grupos de obesos, já o grupo de crianças eutróficas foi avaliado uma única vez, ao final do estudo.

Tabela 1 – Características gerais da amostra - média (\pm desvio-padrão)

Grupo	Idade (anos)	Gênero (F/M)	Massa (kg)		Estatura (cm)		IMC (kg/m ²)	
			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
GOE n=10	9,7 (0,9)	6/4	61,0 (8,8)	61,5 (9,4)	146,2 (7,3)	147,8 (7,6)	28,4 (2,7)	28,0 (2,7)
GOC n=10	10,1 (1,0)	5/5	57,6 (10,3)	59,0 (10,9)	146,0 (8,2)	148,2 (8,2)	26,8 (2,4)	26,7 (2,7)
GEU n=10	9,6 (0,7)	6/4	-	32,1 (6,6)	-	141,9 (7,8)	-	15,8 (1,9)

F/M – feminino/masculino

4.3.1 Impressões plantares

O registro das impressões plantares foi realizado durante a postura ereta para os pés direito e esquerdo, utilizando-se um pedígrafo. Cada criança foi instruída a distribuir o peso

igualmente sobre os dois pés e olhar para um ponto fixo à sua frente (APÊNDICE A). As áreas delimitadas a partir das impressões foram mensuradas por meio de um planímetro digital (Placom - CST). Posteriormente, foi calculado o índice do arco plantar (IA) através da razão entre a área do médio-pé e a área total do pé, excluindo-se os dedos, conforme proposto por Cavanagh & Rodgers (1987).

4.3.2 Pressões plantares durante a postura ereta e a marcha

O comportamento dos pés durante a postura ereta e a marcha foi verificado através do sistema Pedar (Novel GmbH) que mensura a distribuição das pressões plantares desenvolvidas em áreas específicas dos pés. Esse sistema é composto por palmilhas de 2 mm de espessura, contendo uma matriz de sensores de força com 99 sensores capacitivos, distribuídos homogeneamente, com resolução espacial dependente do tamanho da palmilha (aproximadamente 1 sensor por cm^2), sendo que cada sensor pode ser calibrado separadamente. As palmilhas são conectadas a um amplificador que pode ser acoplado à cintura do indivíduo ou, como no presente estudo, colocado em uma mochila (APÊNDICE A).

Os testes foram realizados com a criança descalça, sendo que as palmilhas foram presas aos pés através de fitas e meias antiderrapantes. Diferentes tamanhos de palmilhas foram utilizados. Antes de iniciar os testes, a criança caminhou até referir-se confortável com os equipamentos. A frequência de amostragem utilizada foi 50 Hz, já que, segundo Winter (1991), a marcha apresenta sinais de baixa frequência, sendo, portanto, suficiente para o registro adequado do sinal e a produção de um volume manipulável de dados.

Para o registro das pressões na postura ereta, cada criança foi instruída a permanecer em pé parada, durante 10 segundos, conforme Kellis (2001), mantendo os pés ligeiramente

afastados, distribuindo o peso igualmente entre eles, com os braços ao longo do corpo e olhando para um ponto fixo na parede na altura dos olhos, a uma distância de cerca de dois metros. Já para a medida dinâmica, cada criança caminhou em uma passarela de 10 m de comprimento, sendo orientada a manter a velocidade da marcha, olhar para frente e não prestar atenção nos pés.

A velocidade interfere nos parâmetros cinemáticos e cinéticos da marcha (CHEN *et al.*, 1995; MORAG & CAVANAGH, 1999; STANSFIELD *et al.*, 2001), por isso, neste estudo, ela foi controlada, variando de lenta a normal (1,08 a 1,28 m/s) para crianças obesas, de acordo com Hills & Parker (1991) e estabelecida a partir de estudo piloto. Para sua mensuração, o tempo para percorrer a passarela foi cronometrado. Antes do início das coletas as crianças foram orientadas a treinar algumas vezes, sendo dado *feedback* verbal para aumento ou diminuição da velocidade da marcha, já que só seriam registradas as tentativas em que a velocidade encontrava-se dentro do limite estabelecido. Destarte, a velocidade média para o GOE foi de 1,22 ($\pm 0,05$), para o GOC, de 1,21 ($\pm 0,06$) e para o GEU, de 1,18 ($\pm 0,06$) m/s. A velocidade relativa (velocidade/estatura) foi de 0,83 ($\pm 0,05$) estatura/s para os três grupos.

Em cada condição foram coletadas três tentativas válidas, para ambos os pés, pois, segundo Hughes *et al.* (1991), o uso de três ou mais tentativas provê um coeficiente de reprodutibilidade suficientemente alto para picos de pressão ($r \geq 0,90$), integral pressão-tempo ($r \geq 0,88$) e área de contato ($r \geq 0,97$). Hennig & Rosenbaum (1991) também recomendam no mínimo três tentativas. Durante a avaliação da marcha, cerca de cinco a seis passos foram coletados para cada pé, sendo que no registro das pressões foram excluídos o primeiro e o último passo, para evitar efeitos de aceleração e desaceleração. A Figura 2 ilustra o registro das pressões plantares na postura ereta e na marcha. A marcha está representada pela média de todas as pressões exercidas sob os pés ao longo de uma tentativa. As cores identificam as

diferentes magnitudes das pressões, sendo os tons mais avermelhados indicativos de maiores pressões.

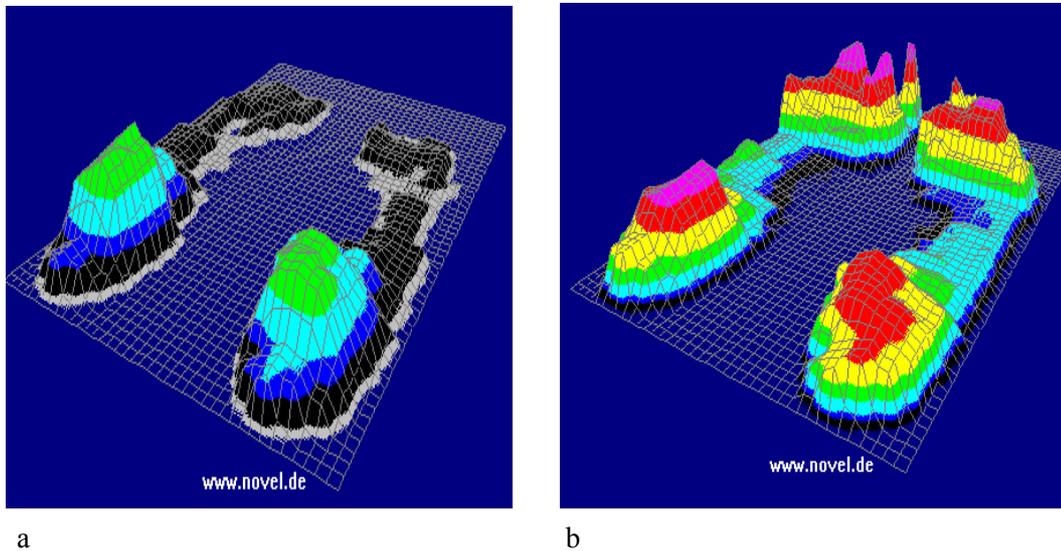


Figura 2 – Pressões plantares durante a) postura ereta e b) marcha

A fim de analisar os dados, o pé foi dividido em seis áreas ou regiões anatômicas (Figura 3), as quais incluem retropé, médio-pé medial e lateral, antepé medial (primeiro metatarso), antepé central (segundo metatarso) e antepé lateral (metatarsos laterais). Essa divisão considerou as áreas de maior interesse quando se estuda os pés de obesos. A máscara (insole_9.msp modificada) é capaz de ajustar-se ao tamanho do pé de acordo com a porcentagem referente à largura e comprimento de cada área específica do pé. O retropé, médio-pé e antepé representam, respectivamente, 30%, 28,34% e 22,67% do comprimento do pé. Com relação à largura, na região do médio-pé, a parte medial representa 55,05% e a lateral, 44,95%. Na região do antepé, a parte medial representa 25%, a central, 30% e a lateral, 25%.

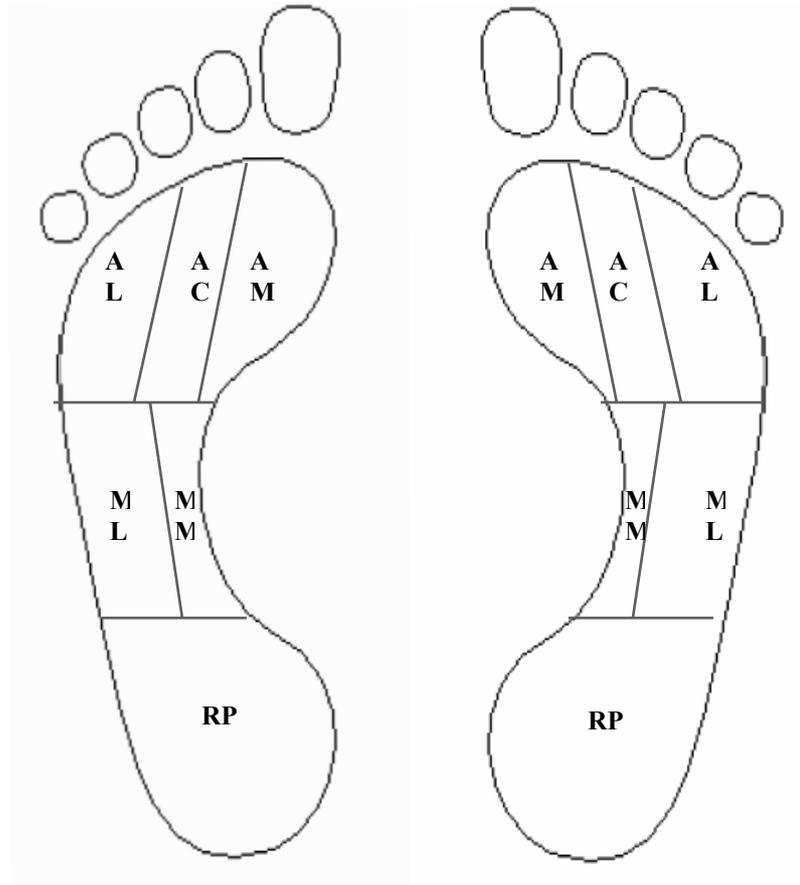


Figura 3 – Representação da divisão dos pés em seis áreas anatômicas. RP – retropé, MM – médio-pé medial, ML – médio-pé lateral, AM – antepé medial, AC – antepé central e AL – antepé lateral.

As variáveis analisadas por área selecionada durante a postura ereta foram área de contato (cm^2), pico de pressão (kPa) e pressão média máxima (kPa). Para a marcha, além dessas três variáveis foi analisada também a integral pressão-tempo (kPa.s). Essas variáveis são assim definidas: área de contato representa a soma da área de todos os sensores sobrecarregados dentro de uma região do pé; pico de pressão descreve a mais alta pressão registrada dentro de cada região do pé; a média dos picos de pressão corresponde ao valor máximo dentre os comportamentos médios das pressões registradas em todos os sensores de cada região do pé; a integral pressão-tempo é calculada como o produto da pressão média e tempo sobre o qual foi aplicada.

O programa utilizado para a coleta permite exportar os arquivos no formato ASCII para o Excel. Para isso é necessária a criação do Group Editor, no qual são incluídos os dados de cada tentativa e a massa corporal dos sujeitos, além da seleção das variáveis através do Groupmask Evaluation.

4.4 Análise dos dados

Para a análise estatística dos dados, primeiramente, foi feita a média de todas as tentativas, considerando pés direito e esquerdo, ou seja, vinte pés de cada grupo. Depois do cálculo da estatística descritiva (média, desvio-padrão e coeficiente de variação), os dados foram analisados usando-se o programa Statistica, versão 7.0. O coeficiente de variação, calculado para cada área do pé e dado em %, representa a variação do desvio-padrão em função da média ($CV=SD/\bar{X}$) e foi classificado segundo Gomes (1990). Antes da análise inferencial, os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene foram usados para testar a normalidade e homogeneidade dos dados, respectivamente.

Para comparar o GOE e GOC, antes e depois do período de intervenção, foi aplicado um teste de análise de variância (ANOVA *Two-Way*) com medidas repetidas (antes e depois), para cada variável e para cada área anatômica do pé. Quando necessário, os dados passaram por uma transformação logarítmica ou de raiz quadrada antes da aplicação do ANOVA. No caso de haver interação na ANOVA, um teste *t* independente, para cada um dos grupos, foi realizado para identificar qual grupo apresentava diferenças antes e depois da intervenção.

Para comparar os grupos de obesos (GOE e GOC) com o grupo de crianças eutróficas utilizou-se somente os dados da segunda avaliação. Primeiramente, foi aplicado um teste de análise de variância (ANOVA *One-Way*) para confirmar a diferença significativa nos valores

de IMC entre obesos e eutróficos. Em seguida, um teste de análise de variância (ANOVA *One-Way*), seguido do teste *post hoc* de *Scheffé*, no caso de haver diferenças estatisticamente significativas, foi realizado para a comparação das variáveis de pressão entre os três grupos. Quando necessário aplicou-se o teste Kruskal-Wallis, seguido do teste *post-hoc* de *Dunn*.

Por fim, o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para diferentes relações: a) massa corporal *versus* pressão plantar em áreas específicas do pé, b) área do médio-pé estática (pedígrafo) *versus* dinâmica (Pedar) e suas relações com massa corporal e índice do arco e, c) área de contato *versus* pressão média máxima, para todas as áreas do pé. Essas correlações foram realizadas para os três grupos, também considerando somente os dados da segunda avaliação. Para todos os testes considerou-se um nível de significância de 5% ($\alpha \leq 0,05$).

V RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos segundo os procedimentos descritos anteriormente. Os dados estão organizados de maneira a apresentar: a) os efeitos da intervenção, por meio da comparação entre grupo de obesos experimental (GOE) e grupo de obesos controle (GOC) antes e depois do período de intervenção e, b) o efeito obesidade, comparando os grupos de obesos com o grupo de eutróficos (GEU), considerando, nesse caso, somente os dados da segunda avaliação. Todos os resultados tabelados para estas duas comparações encontram-se no Apêndice C. Por fim, são apresentadas correlações entre as variáveis analisadas. Os dados apresentados representam a média de cada grupo para as seis áreas anatómicas do pé resultante da média de todas as tentativas de cada sujeito em cada condição (postura ereta e marcha).

5.1 Efeitos da intervenção

5.1.1 Distribuição das pressões plantares durante a postura ereta

As variáveis analisadas na postura ereta foram área de contato, pico de pressão e pressão média máxima para as seis áreas selecionadas e a área total do pé. A Figura 4 demonstra o comportamento da área de contato antes e depois do período de intervenção.

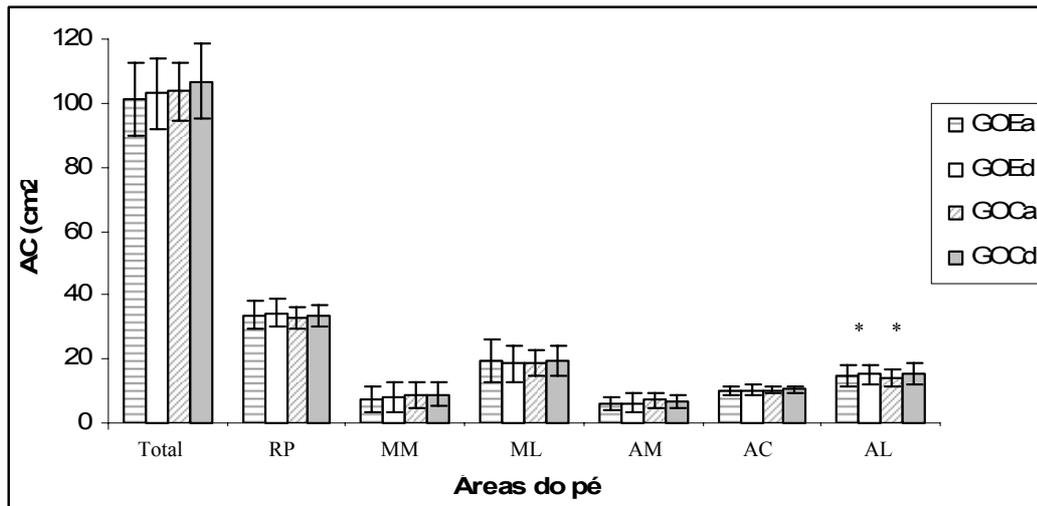


Figura 4 – Média (\pm desvio-padrão) da área de contato (cm^2) na postura ereta para GOE ($n=20$) e GOC ($n=20$), antes (a) e depois (d) da intervenção (* indica diferenças significativas entre antes e depois - $p \leq 0,05$). RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

Para a área de contato pode-se constatar que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para todas as áreas do pé. Porém, ambos os grupos apresentaram diferenças significativas na região do antepé lateral ($F_{1,38} = 5,53$, $p = 0,02$) antes e depois do período de intervenção, com aumento da área de contato (Figura 4).

A Figura 5 ilustra a média dos picos de pressão para os dois grupos em cada área do pé, antes e depois do período de intervenção.

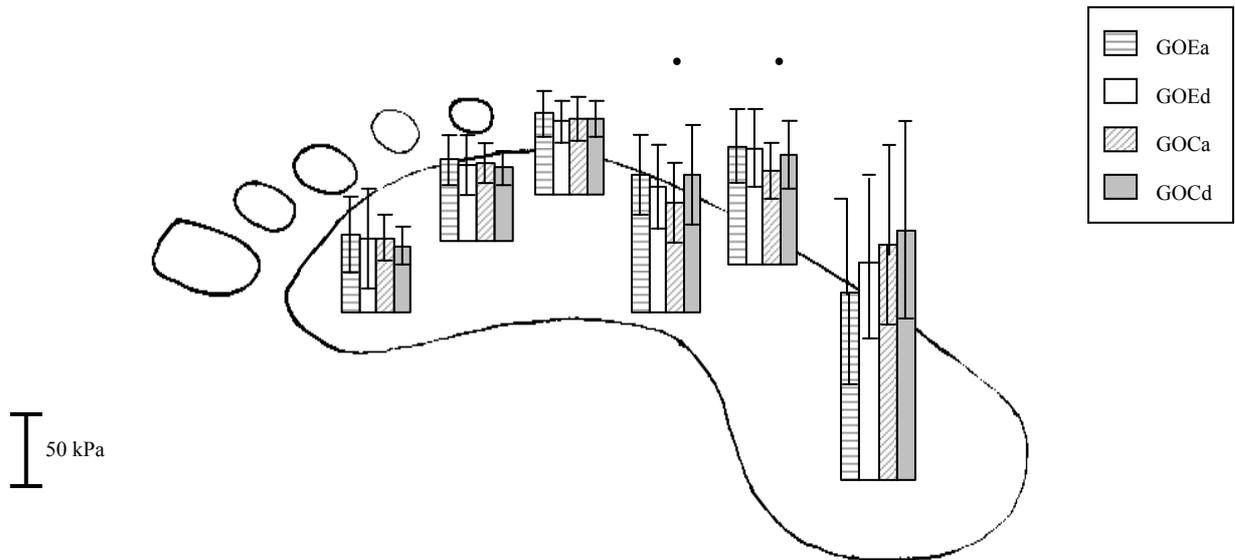


Figura 5 – Média (\pm desvio-padrão) dos picos de pressão (kPa) na postura ereta para GOE (n=20) e GOC (n=20), antes (a) e depois (d) da intervenção (* indica interação - $p \leq 0,05$).

Para a variável pico de pressão não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. A análise de variância mostrou ainda que nenhum dos grupos apresentou diferenças significativas entre antes e depois do período de intervenção. Porém, houve interação nas regiões do médio-pé medial e lateral, com diferenças significativas para o GOC ($F_{1,38} = 10,38$, $p=0,01$; $F_{1,38} = 4,25$, $p=0,02$, respectivamente), que mostrou um aumento nos picos de pressão (Figura 5).

A Figura 6 representa o comportamento das pressões médias máximas para os dois grupos, antes e depois do período de intervenção.

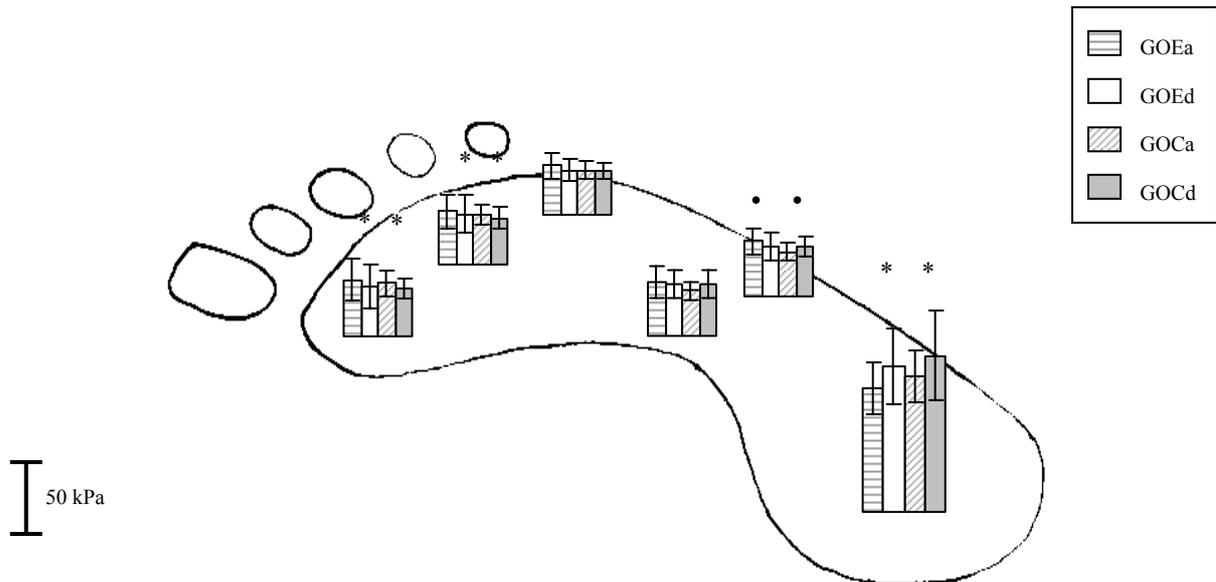


Figura 6 – Média (\pm desvio-padrão) da pressão média máxima (kPa) na postura ereta para GOE (n=20) e GOC (n=20), antes (a) e depois (d) da intervenção (*indica diferenças significativas entre antes e depois; • indica interação - $p \leq 0,05$).

Para a pressão média máxima, a análise de variância mostrou que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em nenhuma das áreas do pé. Porém, houve diferenças significativas entre antes e depois do período de intervenção, nas regiões do retro pé ($F_{1,38}=17,94$, $p=0,01$) antepé medial ($F_{1,38}=6,16$, $p=0,02$) e antepé central ($F_{1,38}=4,31$, $p=0,04$), para os dois grupos. A pressão média máxima aumentou na região do retro pé e diminuiu nas regiões do antepé após o período de intervenção. Além disso, houve interação na região do médio-pé lateral para os dois grupos, porém, o GOC apresentou um aumento ($F_{1,38}=16,25$, $p=0,03$) e o GOE, uma diminuição ($F_{1,38}=16,25$, $p=0,03$) nos valores dessa variável (Figura 6).

5.1.2 Distribuição das pressões plantares durante a marcha

Para a marcha foram analisadas as seguintes variáveis: área de contato, pico de pressão, pressão média máxima e integral-força tempo para as seis áreas selecionadas do pé. A Figura 7 mostra o comportamento da área de contato antes e depois do período de intervenção.

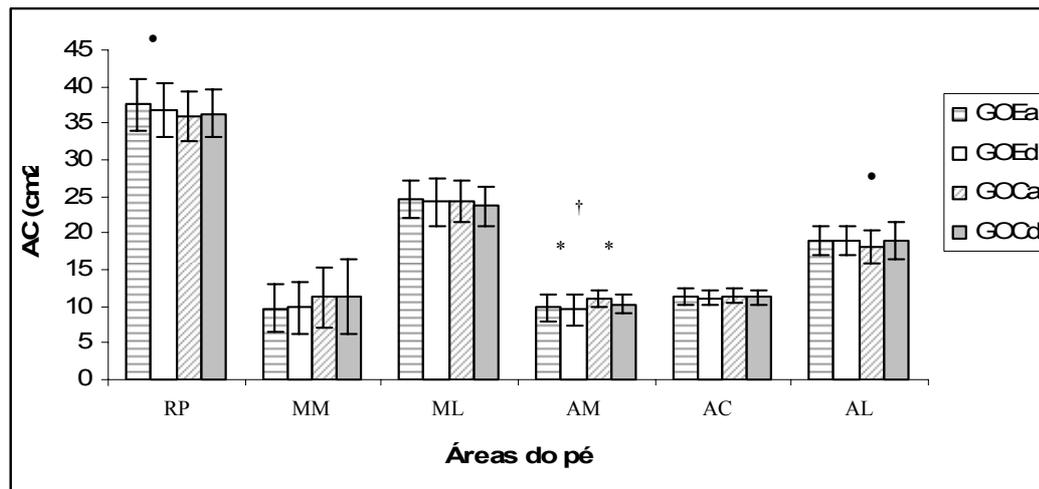


Figura 7 – Média (\pm desvio-padrão) da área de contato (cm^2) na marcha para GOE ($n=20$) e GOC ($n=20$), antes (a) e depois (d) da intervenção (* indica diferenças significativas entre antes e depois; † indica diferenças significativas entre grupos; • indica interação - $p \leq 0,05$). RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

Para a área de contato, de acordo com a análise de variância, os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si somente na região do antepé medial ($F_{1,38} = 5,37$, $p=0,02$), com os menores valores para o GOE. Quando a primeira avaliação foi comparada à segunda, ambos os grupos mostraram diferenças significativas nas regiões do antepé medial ($F_{1,38} = 5,98$, $p=0,02$), na qual houve diminuição na área de contato depois do período de intervenção, principalmente para o GOC. Houve também interações nas regiões do retopé e antepé lateral. Na primeira região, o GOE mostrou diferenças antes e depois do período de intervenção ($F_{1,38} = 4,60$, $p=0,04$), com diminuição da área de contato. Na segunda,

foi o GOC quem mostrou diferenças significativas ($F_{1,38}= 5,73$, $p=0,02$), porém com um aumento da área de contato (Figura 7).

A Figura 8 apresenta a média dos picos de pressão para os dois grupos, antes e depois do período de intervenção.

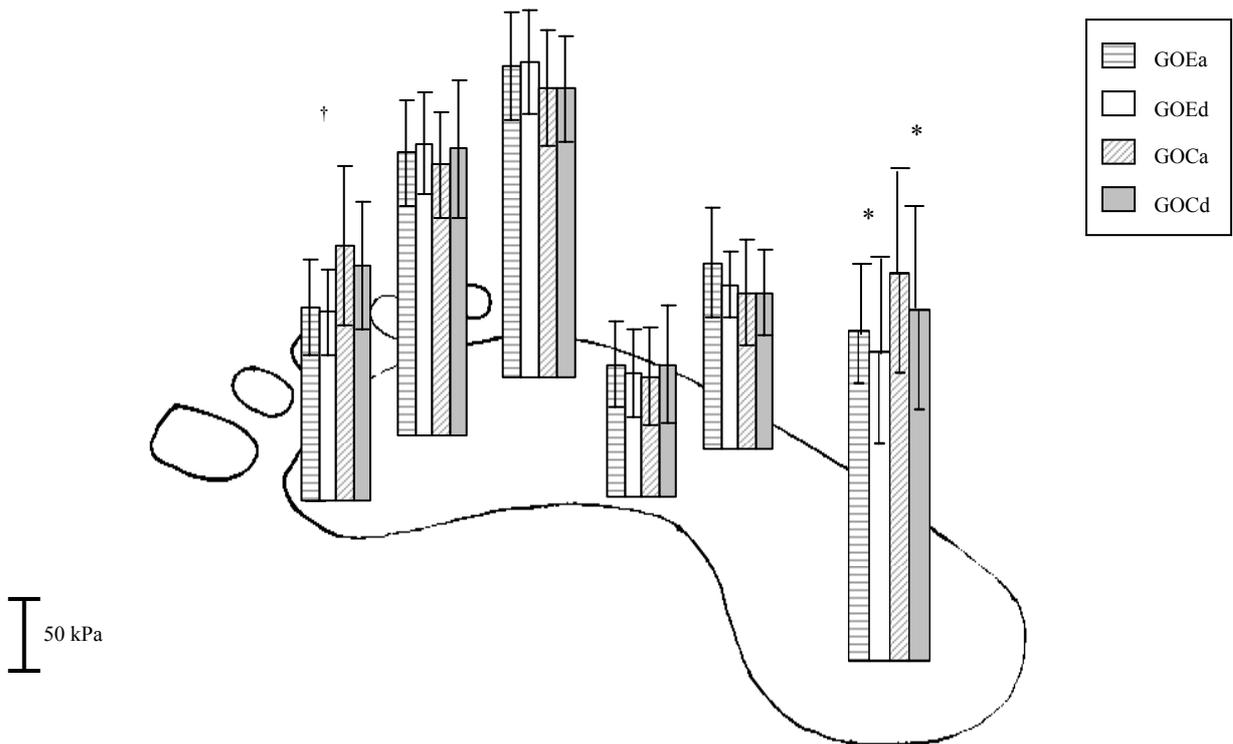


Figura 8 – Média (\pm desvio-padrão) dos picos de pressão (kPa) na marcha para GOE (n=20) e GOC (n=20), antes (a) e depois (d) da intervenção (*indica diferenças significativas entre antes e depois; † indica diferenças significativas entre grupos - $p \leq 0,05$).

Para a variável pico de pressão houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos na região do antepé medial ($F_{1,38}=9,99$, $p=0,01$), sendo que o GOC apresentou maiores picos de pressão que o GOE, tanto antes quanto depois do período de intervenção. Além disso, ambos os grupos apresentaram uma diminuição das pressões depois do período de intervenção, na região do retropé ($F_{1,38}=11,44$, $p=0,01$) (Figura 8).

A Figura 9 mostra as pressões médias máximas para os dois grupos em cada área do pé, antes e depois do período de intervenção.

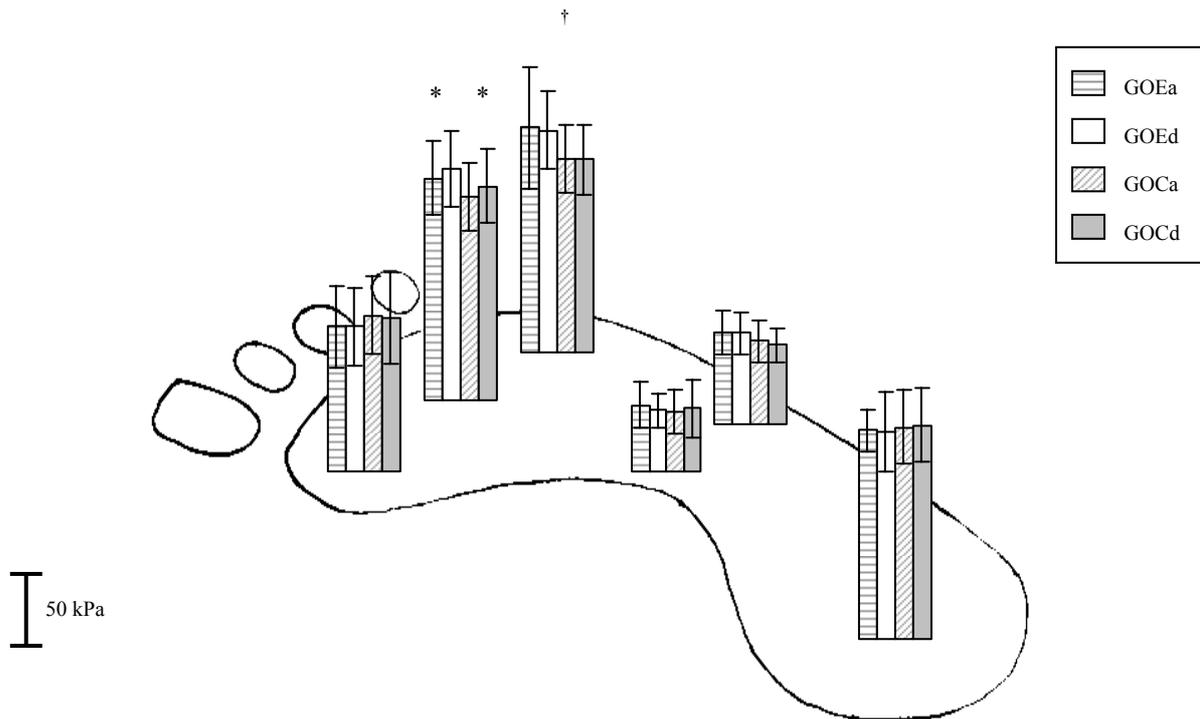


Figura 9 – Média (\pm desvio-padrão) da pressão média máxima (kPa) na marcha para GOE (n=20) e GOC (n=20), antes (a) e depois (d) da intervenção (*indica diferenças significativas entre antes e depois; † indica diferenças significativas entre grupos - $p \leq 0,05$).

A análise de variância mostrou que, para a pressão média máxima, os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si na região do antepé lateral ($F_{1,38}=5,97$, $p=0,01$), com maiores valores para o GOE, tanto antes quanto depois do período de intervenção. Na região do antepé central houve diferenças significativas antes e depois do período de intervenção para ambos os grupos ($F_{1,38}=4,11$, $p=0,04$), com aumento das pressões médias máximas (Figura 9).

O GOE mostrou ainda outras modificações nas variáveis pico de pressão e pressão média máxima após a intervenção. Houve diminuição das pressões nas regiões do médio-pé medial e lateral, tanto na postura ereta quanto na marcha, as quais não foram estatisticamente significativas, mas serão discutidas em função de sua relevância clínica. Do contrário, o GOC, de maneira geral, apresentou aumento das pressões nessas regiões.

A Figura 10 ilustra a integral pressão-tempo para os dois grupos, antes e depois do período de intervenção.

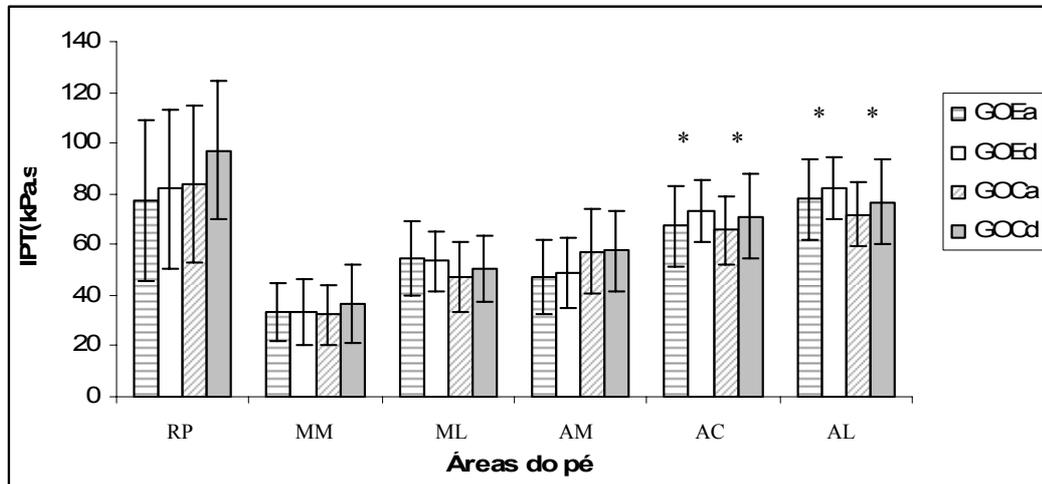


Figura 10 – Média (\pm desvio-padrão) da integral pressão-tempo (kPa.s) na marcha para GOE (n=20) e GOC (n=20), antes (a) e depois (d) da intervenção (* indica diferenças significativas entre antes e depois - $p \leq 0,05$). RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

Para a variável integral pressão-tempo a análise de variância mostrou que houve diferenças estatisticamente significativas entre antes e depois do período de intervenção para ambos os grupos nas regiões do antepé central ($F_{1,38}=6,76$, $p=0,01$) e lateral ($F_{1,38}=4,68$, $p=0,04$), com aumento nos valores desta variável. Como pode ser observado na figura acima, a região mais sobrecarregada durante a marcha foi o retopé, seguido do antepé.

5.2 Efeitos da obesidade – comparação entre obesos e eutróficos

5.2.1 Distribuição das pressões plantares durante a postura ereta

A comparação entre os grupos foi realizada utilizando-se os dados da segunda avaliação. A análise de variância mostrou diferenças estatisticamente significativas entre o IMC dos dois grupos de obesos quando comparados ao grupo de eutróficos ($F_{2,57}=155,07$, $p=0,01$).

A Figura 11 representa a comparação entre as áreas de contato dos três grupos em cada uma das seis áreas anatômicas e na área total do pé.

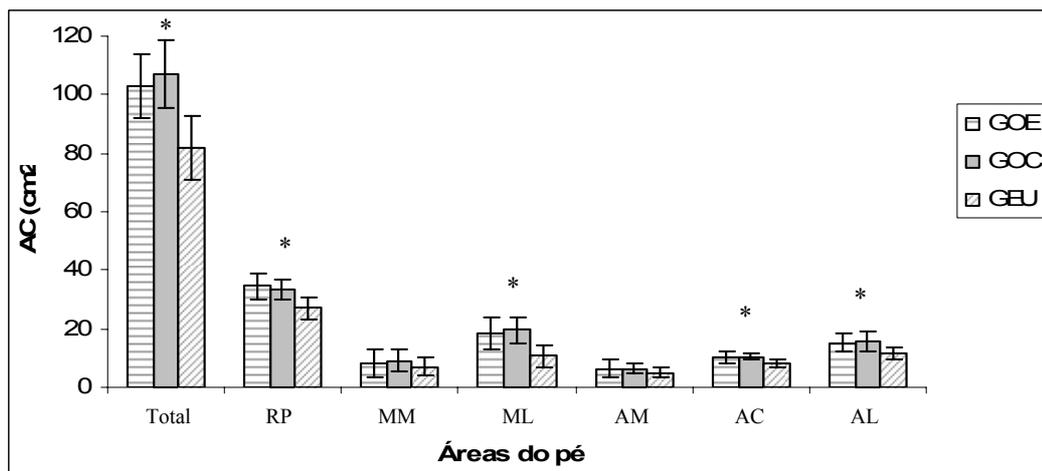


Figura 11 – Média (\pm desvio-padrão) da área de contato (cm^2) na postura ereta para os três grupos ($n=20$ em cada grupo) (* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU - $p \leq 0,05$). RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

Para a área de contato, a análise estatística revelou diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU, na região do retopé ($F_{2,57}=22,91$, $p=0,01$), médio-pé lateral ($F_{2,57}=20,98$, $p=0,01$), antepé central ($F_{2,57}=13,32$, $p=0,01$) e lateral ($F_{2,57}=12,03$, $p=0,01$), além da área de contato total ($F_{2,57}=29,48$, $p=0,01$). Os menores valores foram encontrados para as crianças eutróficas (Figura 11). Verificou-se a tendência de que as crianças, tanto obesas quanto

eutróficas, quando paradas em pé, apóiam-se principalmente na região do retropé, tocando pouco a cabeça dos metatarsos no solo.

A Figura 12 ilustra os picos de pressão plantar para os três grupos nas seis áreas selecionadas do pé.

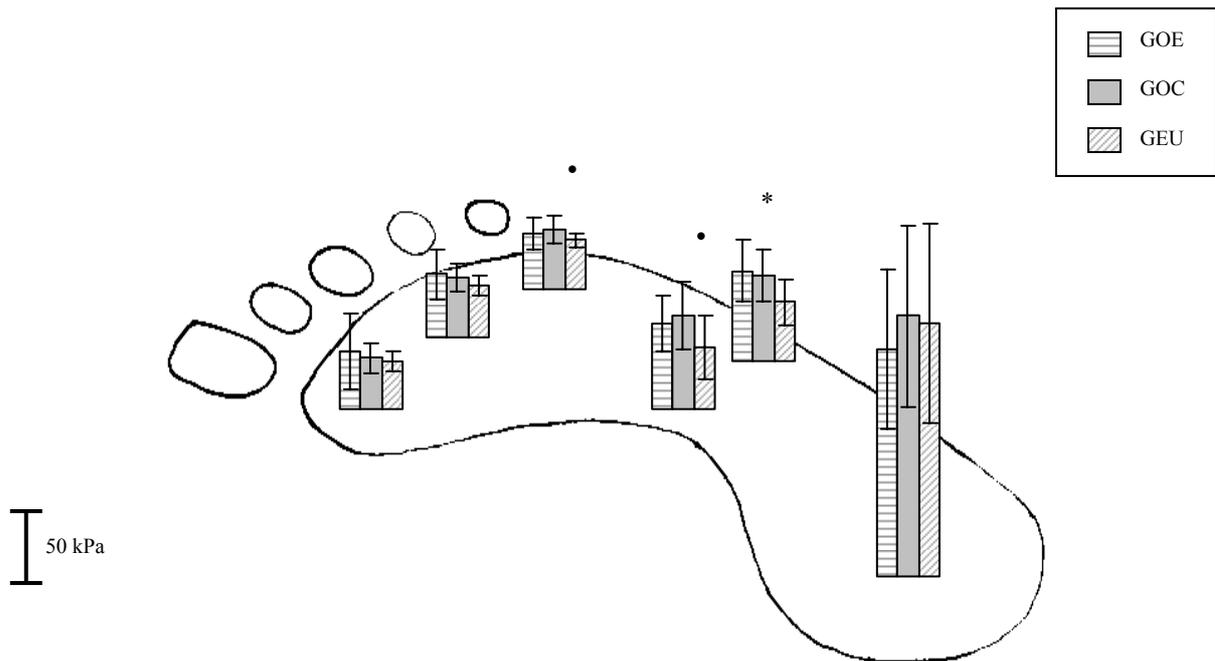


Figura 12 – Média (\pm desvio-padrão) dos picos de pressão (kPa) na postura ereta para os três grupos (n=20 em cada grupo) (*indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU; • indica diferenças significativas entre GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

O comportamento dos picos de pressão foi semelhante entre os grupos nessa condição, porém, na região do médio-pé lateral houve diferenças significativas entre GOC e GEU ($F_{2,57}=7,70$, $p=0,01$) e entre GOE e GEU ($F_{2,57}=7,70$, $p=0,01$), com os menores valores para o grupo de eutróficos. Nas regiões do médio-pé medial ($F_{2,57}=5,57$, $p=0,01$) e antepé lateral ($F_{2,57}=3,48$, $p=0,04$), as diferenças estatísticas observadas ocorreram somente entre o GOC e o GEU, também com os menores valores para o grupo de eutróficos. Considerando-se a área total do pé (não representada na figura) não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos ($F_{2,57} = 0,51$, $p=0,60$) (Figura 12).

A Figura 13 representa a comparação entre a pressão média máxima dos três grupos em cada uma das seis áreas anatômicas do pé.

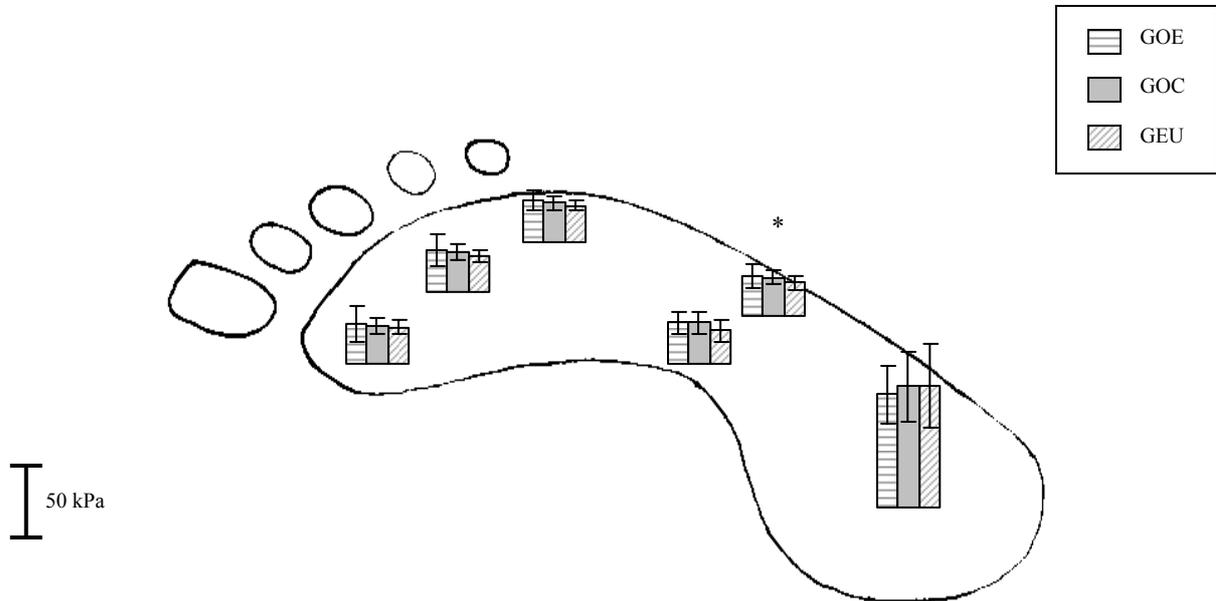


Figura 13 – Média (\pm desvio-padrão) da pressão média máxima (kPa) na postura ereta para os três grupos (n=20 em cada grupo) (*indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

Para a pressão média máxima, somente a região do médio-pé lateral apresentou diferenças estatisticamente significativas entre GOE/GOC e GEU ($F_{2,57} = 3,31$, $p = 0,04$). Considerando a área total do pé (não representada na figura), os grupos não apresentaram diferenças ($F_{2,57} = 0,04$, $p = 0,96$). De maneira geral, o GEU apresentou os menores valores para essa variável.

É possível observar nas Figuras 12 e 13 que os maiores picos de pressão e as pressões médias máximas sob o pé estão concentrados no retropé, confirmando, portanto, que a sustentação do peso se dá, principalmente, na região posterior do pé durante a postura ereta, para todos os sujeitos estudados.

5.2.2 Distribuição das pressões plantares durante a marcha

A Figura 14 ilustra a comparação entre as áreas de contato dos três grupos em cada uma das seis áreas anatômicas do pé.

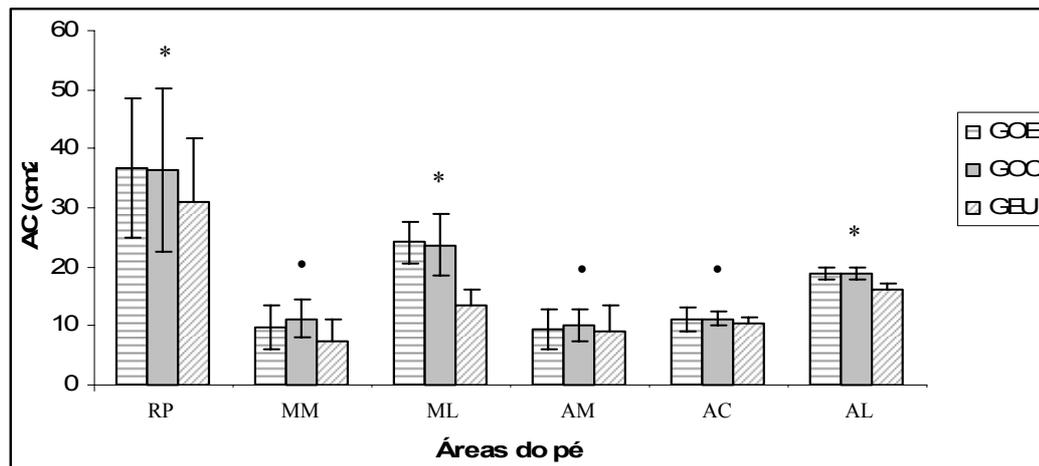


Figura 14 – Média (\pm desvio-padrão) da área de contato (cm^2) na marcha para os três grupos ($n=20$ em cada grupo) (* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU; • indica diferenças significativas entre GOC e GEU - $p \leq 0,05$). RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

Para a área de contato, a análise de variância mostrou que houve diferenças estatisticamente significativas entre obesos (GOE e GOC) e eutróficos em todas as áreas do pé. Nas regiões do retropé ($F_{2,57} = 16,40$, $p=0,01$), médio-pé lateral ($F_{2,57} = 35,67$, $p=0,01$) e antepé lateral ($F_{2,57} = 9,42$, $p=0,01$), as diferenças ocorreram entre os dois grupos de obesos e o grupo de eutróficos. Já nas regiões do médio-pé medial ($F_{2,57} = 3,35$, $p=0,04$), antepé medial ($F_{2,57} = 7,61$, $p=0,02$) e central ($F_{2,57} = 3,74$, $p=0,04$), as diferenças foram encontradas somente entre o GOC e o GEU. Como na postura ereta, os menores valores para área de contato foram observados no GEU.

Durante a marcha, as crianças obesas e eutróficas apresentaram maior área de contato na região do retropé, seguido do médio-pé e antepé laterais. Portanto, de acordo com esta variável, o apoio ocorre mais na parte posterior e lateral do pé (Figura 14).

A Figura 15 mostra os picos de pressão plantar para os três grupos nas seis áreas anatômicas do pé.

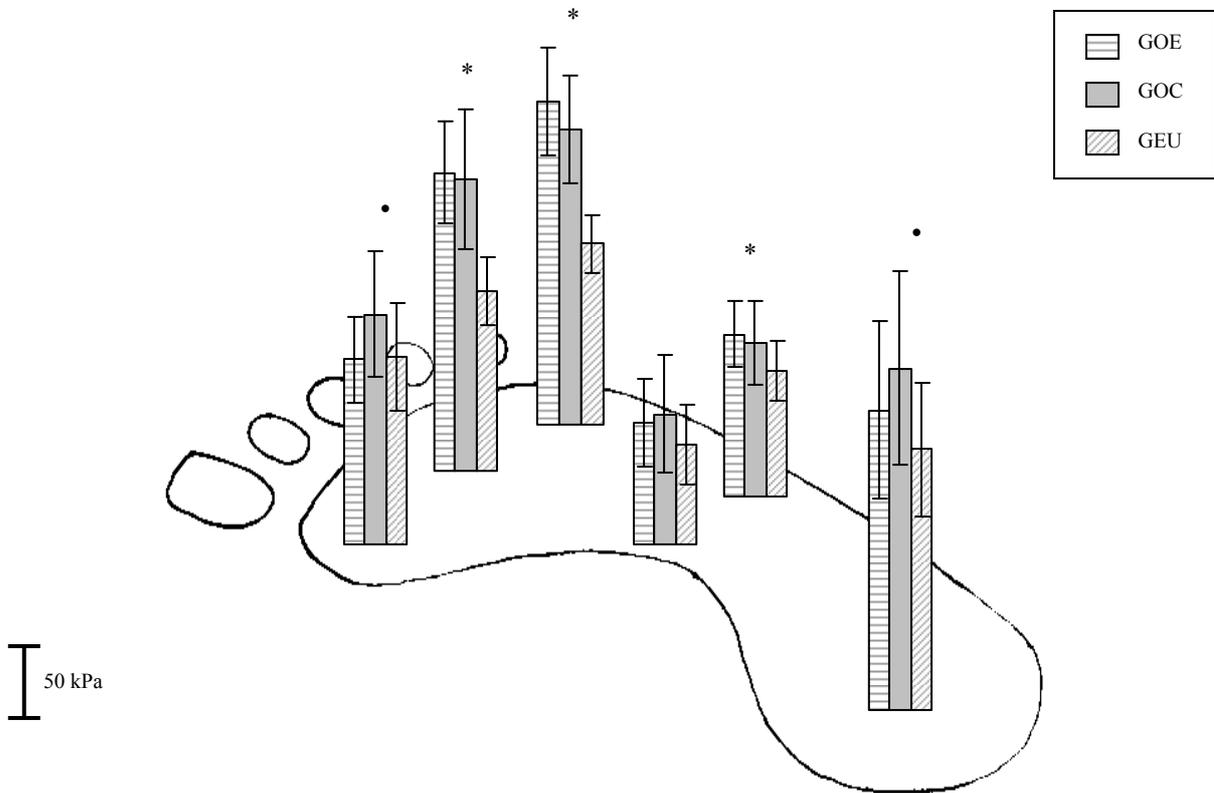


Figura 15 – Média (\pm desvio-padrão) dos picos de pressão (kPa) na marcha para os três grupos (n=20 em cada grupo) (*indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU; • indica diferenças significativas entre GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

Quanto aos picos de pressão, os dois grupos de obesos (GOE/GOC) mostraram diferenças estatisticamente significativas em relação ao grupo de eutróficos nas regiões do médio-pé lateral ($F_{2,57} = 6,22$, $p = 0,04$ (entre GOC e GEU) e $p = 0,01$ (entre GOE e GEU)), antepé central ($F_{2,57} = 39,70$, $p = 0,01$) e lateral ($F_{2,57} = 66,41$, $p = 0,01$). Nas regiões do retropé ($F_{2,57} = 4,67$, $p = 0,01$) e antepé medial ($F_{2,57} = 4,39$, $p = 0,04$), também houve diferenças significativas, porém, somente entre GOC e GEU. Para todas as áreas o GEU apresentou menores valores para os picos de pressão durante a marcha.

Como pode ser observado na Figura 15, a região do médio-pé, principalmente medial, mostrou os menores valores para picos de pressão nos três grupos. As crianças obesas apresentaram maiores picos de pressão na região do retropé e antepé durante a marcha, comportamento este que se repetiu para as crianças eutróficas, entretanto, em menor magnitude.

Os coeficientes de variação foram calculados para os picos de pressão durante a marcha pois, como já descrito, há grande preocupação com a variabilidade dessa medida. Os valores encontrados variaram de médios a muito altos para os três grupos. O GOE apresentou coeficientes entre 17 e 35%, o GOC, entre 19 e 45% e o GEU, entre 16 e 41%.

A Figura 16 demonstra o comportamento da variável pressão média máxima para os três grupos nas seis áreas anatômicas do pé.

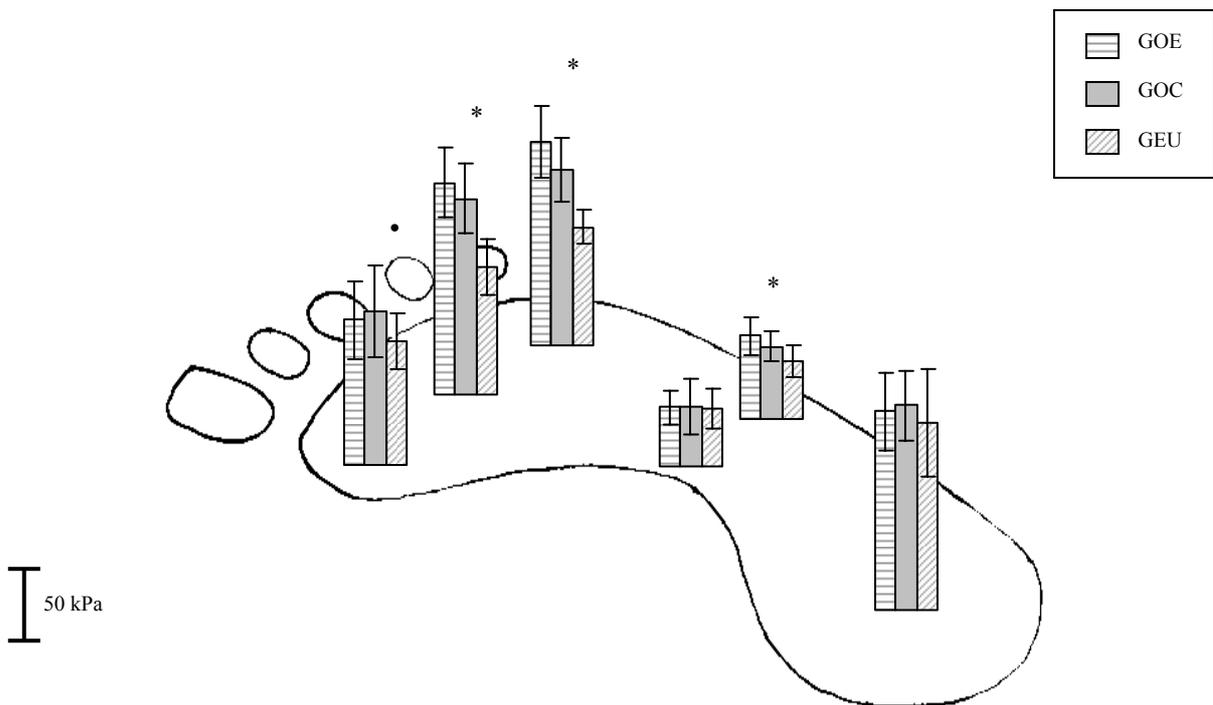


Figura 16 – Média (\pm desvio-padrão) da pressão média máxima (kPa) na marcha para os três grupos (n=20 em cada grupo) (*indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU; • indica diferenças significativas entre GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

Para a pressão média máxima, a análise estatística revelou diferenças significativas entre os dois grupos de obesos (GOE/GOC) e o grupo de eutróficos nas regiões do médio-pé lateral ($F_{2,57} = 11,96$, $p=0,02$ (entre GOC e GEU) e $p=0,01$ (entre GOE e GEU)), antepé central ($F_{2,57} = 39,04$, $p=0,01$) e lateral ($F_{2,57} = 54,02$, $p=0,01$). Além de uma diferença entre GOC e GEU na região do antepé medial ($F_{2,57} = 3,33$, $p=0,04$). Novamente, o GEU apresentou as menores magnitudes de pressão. O comportamento dessa variável foi semelhante ao da variável pico de pressão, pois a distribuição das pressões ocorreu mais no retropé e antepé para os três grupos (Figura 16).

Os coeficientes de variação também foram calculados para a pressão média máxima. Os valores encontrados variaram de médios a muito altos para os três grupos. O GOE apresentou coeficientes entre 16 e 27%, o GOC, entre 17 e 45% e o GEU, entre 15 e 35%.

A Figura 17 representa a integral pressão-tempo nas seis áreas anatômicas do pé para os três grupos.

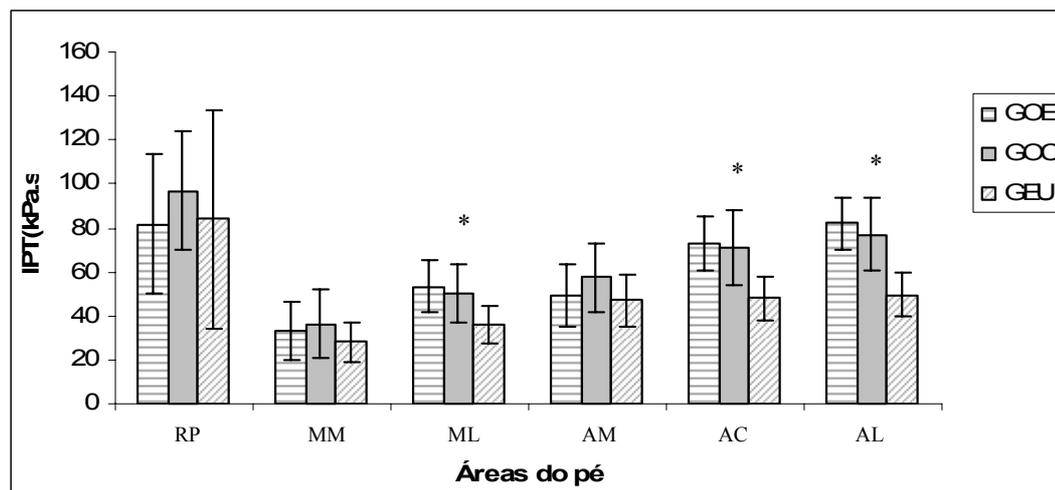


Figura 17 – Média (\pm desvio-padrão) da integral pressão-tempo (kPa.s) na marcha para os três grupos ($n=20$ em cada grupo) (* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU - $p \leq 0,05$). RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

Para a integral pressão-tempo, a análise estatística mostrou diferenças significativas entre os dois grupos de obesos (GOE/GOC) e o grupo de eutróficos nas regiões do médio-pé lateral ($F_{2,57} = 13,66$, $p=0,01$), antepé central ($F_{2,57} = 21,72$, $p=0,01$) e lateral ($F_{2,57} = 34,81$, $p=0,01$). Os três grupos apresentaram os menores valores para integral pressão-tempo na região do médio-pé medial, e os maiores, nas regiões do retropé e antepé (Figura 17). O GEU, de maneira geral, apresentou as menores pressões e, em consequência disso, os menores valores para a integral, quando comparado aos obesos.

5.3 Correlações entre variáveis

Para verificar a existência de relação entre as variáveis do estudo foi aplicado o coeficiente de correlação de Pearson para três diferentes situações: a) massa corporal *versus* pressão plantar em áreas específicas do pé, b) área do médio-pé estática (pedígrafo) *versus* dinâmica (Pedar) e suas relações com massa corporal e índice do arco e, c) área de contato *versus* pressão plantar, para todas as áreas do pé. As correlações foram calculadas a partir dos dados da segunda avaliação.

5.3.1 Relação entre massa corporal e pressão plantar

A massa corporal foi relacionada com os picos de pressão plantar, tanto na postura ereta quanto na marcha. Essa relação foi estabelecida para fins de comparação com a literatura. Outras correlações entre variáveis de pressão e de composição corporal foram realizadas, porém, não são apresentadas no corpo do texto, podendo ser consultadas no Apêndice C.

A Tabela 2 mostra as correlações entre a massa corporal e os picos de pressão na postura ereta, para as seis áreas anatômicas do pé.

Tabela 2 – Coeficiente de correlação de Pearson entre massa corporal (kg) e pico de pressão (kPa) na postura ereta

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,3	0,0	-0,2
MM	-0,1	0,3	0,7*
ML	0,1	0,1	0,7*
AM	-0,5*	0,7*	-0,1
AC	-0,5*	0,5*	-0,2
AL	-0,3	0,2	-0,3

RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Os coeficientes de correlação, de maneira geral, foram baixos para os três grupos. Correlações positivas e significativas entre as variáveis ocorreram nas regiões do antepé medial ($r=0,7$ $p=0,01$) e central ($r=0,5$, $p=0,03$) para o GOC e médio-pé medial ($r=0,7$ $p=0,01$) e lateral ($r=0,7$ $p=0,01$) para o GEU. Correlações negativas também estiveram presentes para o GOE e GEU, sendo que foram significativas somente nas regiões do antepé medial ($r=-0,5$ $p=0,03$) e central ($r=-0,5$ $p=0,02$) do GOE..

A Tabela 3 apresenta as correlações entre as variáveis para as seis áreas do pé durante a marcha.

Tabela 3 – Coeficiente de correlação de Pearson entre massa corporal (kg) e pico de pressão (kPa) na marcha

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,3	0,5*	0,3
MM	0,1	0,3	0,3
ML	-0,3	-0,2	0,2
AM	-0,2	0,6*	-0,2
AC	0,2	0,2	0,5*
AL	0,6*	0,1	0,5*

RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Na marcha, as correlações entre as variáveis também foram baixas para os três grupos. O comportamento dos grupos de obesos durante a marcha diferiu da postura ereta e variou mais considerando as áreas do pé que apresentaram maiores correlações. O GOE apresentou aqui uma relação positiva na região do antepé lateral ($r=0,6$, $p=0,01$). Para o GOC essa relação foi encontrada nas regiões do retopé ($r=0,5$ $p=0,02$) e antepé medial ($r=0,6$ $p=0,01$). Já o GEU apresentou relação positiva e significativa nas regiões do antepé central ($r=0,5$ $p=0,03$) e lateral ($r=0,5$ $p=0,04$).

5.3.2 Relação entre as medidas estáticas e dinâmicas da área do médio-pé

Foi verificada a relação entre a área de contato do médio-pé analisada a partir das impressões plantares (condição estática) e a área do médio-pé registrada durante a marcha por meio do equipamento Pedar. A área total do médio-pé na condição dinâmica foi calculada somando-se as áreas do médio-pé medial e lateral. As duas medidas da área do médio-pé foram correlacionadas com a massa corporal das crianças. Além disso, o índice do arco

plantar foi relacionado com a massa corporal e a área do médio-pé dinâmica. A Tabela 4 mostra a média das variáveis utilizadas nas correlações para os três grupos. Os resultados das correlações são apresentados na Tabela 5.

Tabela 4 – Média das variáveis utilizadas nas correlações da área do médio-pé

Grupo	AMP est	AMP din	Índice do arco
GOE	22,5	34,1	0,24
GOC	26,4	35,1	0,28
GEU	11,0	21,1	0,16

AMP (área do médio-pé – cm²), est (estática - pedígrafo), din (dinâmica - Pedar).

A área do médio-pé registrada dinamicamente é maior quando comparada com a área medida a partir das impressões plantares, realizadas na condição estática, tanto para os grupos de crianças obesas quanto para o grupo de eutróficas. O tipo de pé foi classificado pelo índice do arco plantar, calculado a partir de medidas de impressões plantares estáticas. Com essa classificação foi observado que, em média, o GOE apresentou arco normal, o GOC, arco rebaixado e o GEU, arco aumentado.

Tabela 5 – Correlações na região do médio-pé

Correlações	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
AMP est x AMP din	0,4	0,7*	0,7*
AMP est x MC	0,5*	0,7*	0,3
AMP din x MC	0,5*	0,7*	0,5*
IA x MC	0,3	0,5*	0,2
IA x AMP din	0,3	0,8*	0,8*

AMP (área do médio-pé – cm²), est (estática - pedígrafo), din (dinâmica - Pedar), MC (massa corporal - kg), IA (índice do arco).

* p≤0,05

O coeficiente de correlação de Pearson mostrou que o GOC e o GEU apresentaram correlação significativa entre a área do médio-pé estática e dinâmica ($r=0,7$, $p=0,01$; $r=0,7$, $p=0,01$; respectivamente), ao contrário do GOE que não apresentou correlação significativa ($r=0,4$, $p=0,05$).

A correlação entre área do médio-pé estática e massa corporal revelou que os grupos de obesos apresentaram uma correlação positiva e significativa (GOE: $r=0,5$, $p=0,02$; GOC: $r=0,7$, $p=0,01$), já o GEU não apresentou correlação entre essas variáveis ($r=0,3$, $p=0,15$). Na condição dinâmica, os três grupos apresentaram correlações significativas entre massa corporal e área do médio-pé (GOE: $r=0,5$, $p=0,02$; GOC: $r=0,7$, $p=0,01$); GEU: $r=0,5$, $p=0,03$).

Na relação entre índice do arco e massa corporal, o coeficiente de correlação de Pearson mostrou que somente o GOC apresentou relação significativa ($r=0,5$, $p=0,01$). Já no GOE e no GEU não houve correlação entre essas variáveis ($r=0,3$, $p=0,27$; $r=0,2$, $p=0,33$, respectivamente). Quando o índice do arco foi relacionado com a área do médio-pé dinâmica foi observado que o GOC e o GEU apresentaram correlações significativas entre as variáveis ($r=0,8$, $p=0,01$, para ambos os grupos), diferentes do GOE. Esse comportamento foi semelhante ao encontrado na relação entre a área do médio-pé na condição estática e na condição dinâmica.

5.3.3 Relação entre área de contato e pressão média máxima

As variáveis de área de contato e de pressão média máxima foram relacionadas nos três grupos para a postura ereta e a marcha. A pressão média máxima foi selecionada para essa correlação por melhor representar a distribuição de pressão sob as áreas do pé. A Tabela 6

ilustra a correlação entre as variáveis durante a postura ereta. Uma relação entre área de contato e picos de pressão também foi realizada e encontra-se no Apêndice C.

Tabela 6 – Coeficiente de correlação de Pearson entre área de contato (cm²) e pressão média máxima (kPa) durante a postura ereta

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,4	-0,3	0,0
MM	-0,3	0,5*	-0,5*
ML	0,5*	0,5*	-0,2
AM	0,7*	0,3	0,0
AC	0,2	0,4	-0,4
AL	0,0	0,4	0,3

RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Na postura ereta, o GOE apresentou correlação positiva e significativa entre área de contato e pressão média máxima nas regiões do médio-pé lateral ($r=0,5$, $p=0,02$) e antepé medial ($r=0,7$, $p=0,01$). O GOC também apresentou correlação positiva, porém, no médio-pé medial ($r=0,5$, $p=0,03$) e lateral ($r=0,5$, $p=0,02$). O GEU apresentou correlação negativa na região do médio-pé medial ($r=-0,5$, $p=0,04$). Isso significa que, principalmente na região do médio-pé, os obesos apresentaram uma relação diretamente proporcional, ou seja, conforme aumenta a área de contato aumenta a pressão. Já para os eutróficos essa relação foi inversa.

A Tabela 7 mostra a correlação entre as variáveis durante a marcha.

Tabela 7 – Coeficiente de correlação de Pearson entre área de contato (cm²) e pressão média máxima (kPa) durante a marcha

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,6*	-0,4	0,1
MM	-0,2	0,0	-0,2
ML	0,3	0,1	-0,3
AM	0,7*	0,2	0,3
AC	0,0	0,0	-0,3
AL	0,6*	0,2	0,5*

RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* p≤0,05

É possível observar na tabela anterior que, durante a marcha, as correlações ocorreram somente para o GOE e GEU. O GOE apresentou uma relação diretamente proporcional nas regiões do antepé medial (r=0,7, p=0,01) e lateral (r=0,6, p=0,01) e inversamente proporcional no retopé (r=-0,6, p=0,01). O GEU apresentou correlação positiva somente na região do antepé lateral (r=0,5, p=0,02). Entretanto, considerando os três grupos, as relações entre as variáveis, em sua maioria, foram diretamente proporcionais.

VI DISCUSSÃO

Este capítulo está dividido em três partes: a primeira visa discutir os efeitos do programa de intervenção aplicado às crianças obesas, a segunda compara obesos com eutróficos, com o objetivo de verificar os efeitos da obesidade sobre a distribuição de pressão plantar e, a última parte discute questões relacionadas à correlação entre as variáveis analisadas.

6.1 Efeitos da intervenção

Durante a postura ereta, os dois grupos mostraram maiores áreas de contato no retropé e médio-pé lateral, em comparação com as outras regiões do pé. Na marcha, o padrão de contato se repetiu, havendo também uma participação do antepé lateral. As menores áreas de contato foram encontradas no antepé medial, para as duas condições (postura ereta e marcha), tanto antes quanto depois do período de intervenção. Ainda, nas duas condições, o apoio foi maior na parte lateral do pé. Diante dos resultados, verificou-se um padrão de apoio posterior, contrariando a idéia de que obesos apresentam o deslocamento do centro de gravidade para a frente em função da composição corporal, ou seja, acúmulo de tecido adiposo na região abdominal, causando excessiva sobrecarga no antepé, apesar do presente estudo não ter avaliado o centro de pressão. Este resultado já está descrito na literatura para indivíduos adultos (BIRTANE & TUNA, 2004; GRAVANTE *et al.*, 2003; WEARING *et al.*, 2006),

Na postura ereta, os maiores picos de pressão ocorreram na região do retropé e médio-pé, sendo os menores picos encontrados na região do antepé, semelhante ao que ocorreu com

a área de contato. Considerando a pressão média máxima, somente no retropé, as pressões foram notavelmente maiores que nas outras regiões. Comportamento distinto foi observado durante a marcha, onde as maiores pressões (picos e média) foram distribuídas no retropé e antepé, sendo o médio-pé a região de menor pressão. Essas características se mantiveram depois da intervenção tanto para a postura ereta quanto para a marcha. Foi observado também, que as pressões exercidas por crianças obesas durante a marcha são maiores que aquelas na postura ereta sobre os dois pés, o que já é conhecido na literatura para crianças eutróficas (KELLIS, 2001).

Era de se esperar que em maiores áreas de contato, a força fosse mais bem distribuída, diminuindo, conseqüentemente, a pressão exercida sob os pés. Porém, de maneira geral, ocorreu o inverso, com as maiores áreas de contato apresentando as maiores pressões, ou seja, relações diretamente proporcionais entre as variáveis. Esse comportamento foi também verificado por outros autores (DOWLING *et al.*, 2004).

Os resultados para a integral pressão-tempo refletiram o comportamento dos picos de pressão durante a marcha. De maneira geral, a integral aumentou para ambos os grupos, isso pode estar relacionado ao aumento da pressão exercida ou à manutenção da sobrecarga durante um período de tempo maior. Esse aumento da integral é preocupante, pois configura um risco potencial para o surgimento de lesões, sendo mais significativo na região do antepé, que é um local vulnerável a lesões devido a sua morfologia. É importante lembrar que não apenas a magnitude das pressões afeta a função do pé, mas a duração de sua aplicação. Uma baixa pressão aplicada por um longo período de tempo ou, do contrário, uma alta pressão aplicada em um tempo muito curto podem igualmente causar prejuízos à estrutura e função do pé, aumentando o risco de lesões, principalmente em crianças obesas.

Quanto ao comportamento das variáveis estudadas na postura ereta e na marcha observou-se que houve diferenças significativas antes e depois do período de intervenção em

diferentes áreas dos pés, para os dois grupos. Algumas modificações nas pressões exercidas sob os pés ocorreram para o grupo de obesos experimental após a intervenção, o que não se repetiu para o controle. Na postura ereta e na marcha, o grupo de obesos experimental apresentou diminuição nos picos de pressão e na pressão média máxima, nas regiões do médio-pé medial e lateral, ao contrário do grupo controle, que mostrou aumento das pressões nessas áreas. Apesar de não significativo, do ponto de vista estatístico, esse achado é clinicamente relevante, uma vez que pode indicar que as mudanças no comportamento das pressões plantares decorrentes da intervenção iniciam-se na região do médio-pé e que essas modificações começam a ocorrer mesmo sem uma perda significativa de massa corporal. Birtane & Tuna (2004) estudaram adultos obesos e verificaram que o aumento das pressões inicia-se na região do médio-pé, sugerindo que conforme aumenta o grau de obesidade outras regiões do pé vão sendo sobrecarregadas. Isso pode sugerir que as primeiras modificações (aumento ou diminuição) nas pressões começam a acontecer na região do médio-pé.

A diferença entre os dois grupos na região do médio-pé pode ter ocorrido pelo fato do grupo experimental estar fisicamente ativo, o que pode ter modificado a forma de apoio nessa região, já que indiretamente a musculatura do pé está sendo trabalhada. Uma pequena redução da massa gorda pode ter ocorrido, contribuindo também para essas alterações na distribuição de pressão plantar. No entanto, isso não pode ser assegurado já que estes fatores não foram avaliados nesse estudo.

Reduções nas pressões foram observadas em outras áreas do pé, porém ocorreram para ambos os grupos. Portanto, ante aos resultados, pode-se afirmar que a contribuição da intervenção para alterações na distribuição de pressão foi pequena, visto que o grupo de obesos controle também apresentou mudanças, apontando que outros fatores, como por exemplo, o crescimento, podem ter interferido nesse comportamento, já que este não dependeu do grupo.

Ao contrário do presente estudo, Bolte *et al.* (2000) observaram diminuição significativa nos picos de pressão durante a marcha na terceira e quarta cabeças metatarsais após intervenção em 9 adultos com sobrepeso, além disso, a região do médio-pé também apresentou redução não significativa para essa variável. Um estudo com adolescentes obesos submetidos à intervenção encontrou diminuição nos picos de pressão durante a marcha em todas as áreas do pé, com mínima redução da massa corporal (KOSTELNÍKOVÁ & HLAVÁČEK, 2006). No entanto, nenhum destes trabalhos avaliou concomitantemente um grupo controle, para verificar se essas mudanças ocorreram mesmo em função da intervenção aplicada.

As crianças obesas do nosso estudo submetidas à intervenção não tiveram redução significativa da massa corporal, isso, portanto, poderia justificar as reduzidas modificações nas variáveis de pressão. Contudo, como será visto mais adiante, a massa corporal exerce pequena influência sobre pressões plantares, conforme observado nas correlações entre essas variáveis, sugerindo que outros fatores da composição corporal podem ter interferido para o comportamento observado nesse estudo, tais como, a porcentagem de gordura e a massa gorda. Além disso, as crianças tiveram aumento da estatura ao longo do período de intervenção. Talvez um período de três meses de intervenção seja suficiente para modificar significativamente variáveis fisiológicas (melhora do perfil lipídico, modificação dos fatores de risco para doenças cardiovasculares), mas não o comportamento das pressões plantares, mesmo porque a intervenção aplicada nesse estudo não abordou um trabalho específico com os pés.

O fato da nossa intervenção ter surtido pouco efeito sobre o comportamento das pressões plantares, principalmente durante a marcha, pode ser suportado por um estudo de Hills e Parker (1991), no qual eles afirmam que indivíduos respondem diferentemente ao transportar várias quantidades de massa tal que mudanças na marcha poderiam não ser

notadas, a menos que as medidas da composição corporal fossem mantidas por um longo período de tempo, portanto, alterações na composição corporal podem ocorrer antes do ajuste comportamental a longo prazo. Nesses termos, seria interessante reavaliar as variáveis do presente estudo após alguns meses de manutenção de certo nível de redução da condição de obesidade.

Diante dos resultados não se pode estabelecer definitivamente os reais efeitos da intervenção sobre as variáveis de distribuição de pressão durante a postura ereta e a marcha de crianças obesas, por isso, esse assunto merece ser mais bem investigado. Mesmo que não tenhamos encontrado resultados tão significativos nesta primeira tentativa, observamos indícios de que um programa de intervenção é capaz de modificar o comportamento das variáveis de pressão sob os pés de crianças obesas. Por isso, julgamos importante planejar uma nova forma de intervenção, com maior tempo de duração e aplicada o mais precocemente possível, pois pensamos ser esta a melhor forma de prevenir futuras complicações, já que na idade adulta estas podem ser maiores e mais graves e, portanto mais difíceis de serem revertidas ou controladas.

6.2 Efeitos da obesidade

Maiores áreas de contato foram encontradas para os dois grupos de obesos, na postura ereta e na marcha, quando comparados ao grupo de eutróficos. As maiores diferenças entre os grupos em relação a esta variável foram encontradas na região do médio-pé. A forma de contato do pé foi semelhante entre obesos e eutróficos, tanto na postura ereta quanto na marcha, sendo que as maiores áreas de contato foram encontradas na região do retropé, seguido do médio-pé lateral e do antepé lateral, com diferenças significativas entre obesos e

eutróficos para estas áreas, com maiores áreas para os grupos de obesos. O apoio foi maior na região posterior e lateral dos pés tanto para obesos quanto para eutróficos. Os resultados aqui encontrados são suportados por estudos que compararam crianças e adultos obesos com eutróficos (BIRTANE & TUNA, 2004; BOLTE *et al.*, 2000; DOWLING *et al.*, 2001, 2004; GRAVANTE *et al.*, 2003; HILLS *et al.*, 2001; KLAVDIANOS *et al.*, 1997; MICKLE *et al.*, 2004).

Considerando que as maiores áreas de contato foram encontradas para obesos quando comparados a eutróficos e que a maior diferença ocorreu na região do médio-pé, pode-se supor que os obesos apresentam um aplainamento das estruturas do pé, apesar de a forma de contato dos seus pés revelar que o médio-pé medial não é uma área muito apoiada quando comparada às demais regiões do pé. Porém, ainda não está claro porque essa modificação observada no médio-pé ocorre. Sabe-se que a obesidade modifica as superfícies plantares de ambos os sexos (HILLS *et al.* 2001) e que o arco longitudinal medial parece ser afetado por mecanismos de adaptação à sobrecargas exercidas a longo prazo (BIRTANE & TUNA, 2004). Segundo Dowling *et al.* (2001), na condição de carga temporária o pé parece manter a estrutura do arco através de mecanismos compensatórios, tanto em obesos quanto em eutróficos.

Quanto aos picos de pressão, de maneira geral, os obesos mostraram valores maiores que os eutróficos, embora nem todas as diferenças tenham sido significativas. As maiores diferenças entre os grupos ocorreram na região do médio-pé, na postura ereta e antepé, seguido do médio-pé, na marcha. A distribuição dos picos de pressão foi semelhante entre os grupos, conforme já descrito por Gravante *et al.* (2003). Na postura ereta, a sobrecarga foi maior na região do retropé e do médio-pé. Já na marcha, as regiões do retropé e antepé sofreram maiores pressões, sendo o médio-pé a região com os menores picos.

O fato dos obesos apresentarem maiores picos de pressão em todas as áreas do pé quando comparados com eutróficos concorda com estudos realizados tanto com crianças quanto com adultos obesos, durante a postura ereta e a marcha (DOWLING *et al.*, 2004; GRAVANTE *et al.*, 2003; HLAVÁČEK & KOSTELNÍKOVÁ, 2006; HILLS *et al.*, 2001; KLAVDIANOS *et al.*, 1997). Isso significa que o excesso de tecido adiposo que deve ser carregado pelas crianças obesas faz com que suas extremidades inferiores e, especificamente, seus pés, sofram maiores sobrecargas, aumentando o risco de lesões. Outro estudo, porém, aponta que as diferenças nos picos de pressão de obesos e eutróficos ocorrem somente na região do médio-pé durante a marcha (BIRTANE & TUNA, 2004), no entanto, este estudo foi realizado com a população adulta, classificada como grau I de obesidade. Há, ainda, outro estudo que relata que os picos de pressão parecem não sofrer influência do tipo corporal, ou seja, não foram encontradas diferenças nos picos de pressão entre crianças obesas e eutróficas (DOWLING *et al.*, 2001).

As maiores diferenças entre os grupos foram encontradas, principalmente, na região do médio-pé, além da região do antepé durante a marcha. Esses resultados estão de acordo com a literatura (BIRTANE & TUNA, 2004; DOWLING *et al.*, 2004; HLAVÁČEK & KOSTELNÍKOVÁ, 2006; KLAVDIANOS *et al.*, 1997; MICKLE *et al.*, 2005), sendo que esse comportamento assemelha-se ao encontrado para a área de contato e, provavelmente, se deva às conhecidas modificações dos pés de crianças obesas, principalmente na região do médio-pé.

A distribuição dos picos de pressão ao longo do pé durante a postura ereta, tanto em eutróficos quanto em obesos, é suportada pela literatura (CAVANAGH *et al.*, 1987; GRAVANTE *et al.*, 2003; KELLIS, 2001), a qual também descreve maior sobrecarga sob a região posterior do pé. No presente estudo, a região do médio-pé apresentou maiores picos de pressão que o antepé, o que discorda da literatura (CAVANAGH *et al.*, 1987; KELLIS,

2001), onde está descrito que o antepé suporta mais carga que o médio-pé. Na marcha, a pressão se distribui ao longo de todo o pé, com maiores picos no retropé, seguido do antepé, conforme já descrito por outros autores (DOWLING *et al.*, 2004; HENNIG & ROSENBAUM, 1991; KELLIS, 2001; MACHADO *et al.*, 2001).

Para a pressão média máxima há falta de relação com a literatura, uma vez que esta variável recentemente tem sido incluída nos estudos sobre distribuição de pressão plantar. Desse modo, foi discutida em torno dos resultados encontrados. A magnitude dessa variável é menor quando comparada aos picos de pressão por refletir mais a distribuição da pressão dentro de uma determinada região do pé. De maneira geral, os dois grupos de obesos mostraram maiores valores para esta variável quando comparados ao grupo de eutróficos, sendo que nem todas as diferenças foram significativas. As maiores diferenças entre obesos e eutróficos ocorreram na região do médio-pé, na postura ereta e na região do antepé, na marcha. Considerando os três grupos, a região do retropé foi mais sobrecarregada durante a postura ereta, já durante a marcha, as regiões do retropé e antepé suportaram as maiores pressões. Portanto, a variável pressão média máxima apresentou comportamento semelhante ao dos picos de pressão na comparação entre crianças obesas e eutróficas, refletindo os mesmos problemas associados à condição de obesidade.

As elevadas pressões observadas nos pés de crianças obesas são preocupantes, uma vez que podem aumentar o risco de desenvolvimento de dores, desconfortos e patologias nos pés, principalmente considerando o pé imaturo de crianças (DOWLING *et al.*, 2004; HILLS *et al.*, 2001). Dowling *et al.* (2001) destaca que no antepé, os riscos são maiores, pois esta região é composta por pequenos ossos e tem menor habilidade em dissipar forças associadas com tarefas dinâmicas de suporte de peso, dessa forma, a sobrecarga excessiva pode vir a causar fraturas por estresse, ulcerações e outras patologias. As pressões na região do médio-pé não chegam a ser preocupantes já que são as menores quando comparadas com outras áreas do pé

durante a marcha (DOWLING *et al.*, 2004). As mudanças estruturais e funcionais associadas à sintomatologia podem desencorajar as crianças a participar de atividades físicas o que, conseqüentemente, pode propagar o ciclo de obesidade.

A ausência de diferenças entre o grupo de obesos experimental e o grupo de eutróficos, para área de contato, picos de pressão e pressão média máxima, observada em algumas regiões do pé, não pode ser atribuída ao programa de intervenção pelo qual passou o grupo de obesos, já que estes não apresentaram diferenças nessas regiões após a intervenção.

Os picos de pressão e a pressão média máxima apresentaram coeficientes de variação classificados como médios a muito altos, para os três grupos, o que está de acordo com estudos de Cavanagh *et al.* (1987) e Zhu *et al.* (1995), que encontraram valores para os picos de pressão que variaram de 7 a 100% em sujeitos eutróficos. Isso reforça a preocupação com a grande variabilidade apresentada pelas variáveis de pressão e a dificuldade em se estabelecer critérios e padrões de comportamento de pressão plantar ou ainda limites de sobrecarga nos tecidos plantares.

De maneira geral, tanto na postura ereta quanto na marcha, os obesos apresentaram relações diretamente proporcionais entre área de contato e pressão média máxima, já os eutróficos apresentaram algumas correlações negativas quando se comparou essas duas variáveis, especialmente na região do médio-pé. A predominância de relações positivas significa que a pressão não está conseguindo ser distribuída aproveitando-se a área de contato disponível. Além disso, a força deve estar aumentada, fazendo com que, apesar de a área de contato ser grande, as pressões permaneçam aumentadas. No entanto, os dados foram muito variados dependendo da área do pé, dificultando uma conclusão definitiva. O comportamento foi semelhante entre os grupos de obesos e eutróficos, indicando que talvez não se deva somente ao tipo corporal.

Com relação à variável integral pressão-tempo, observou-se que as regiões mais sobrecarregadas ao longo do tempo foram o retropé, seguido do antepé, independente do grupo, confirmando mais uma vez, o apoio posterior e lateral do pé no solo durante a marcha. Valores mais elevados foram encontrados para os grupos de obesos, o que concorda com outros estudos que avaliaram esta variável (DOWLING, *et al.*, 2004; HLAVÁČEK & KOSTELNÍKOVÁ, 2006). Esse aumento da integral pressão-tempo em crianças obesas pode indicar prejuízo aos tecidos moles do pé, principalmente na região do antepé que, conforme já mencionado, possui as menores estruturas ósseas sendo, portanto, mais vulnerável a lesões.

6.3 Das correlações

A massa corporal mostrou, de maneira geral, baixa correlação com a pressão plantar, isso quer dizer que essa medida explica pouco das variações nos picos de pressão de obesos e eutróficos. Tanto na postura ereta quanto na marcha, os grupos de obesos apresentaram maior relação entre as variáveis na região do antepé, já os pés das crianças eutróficas parecem sofrer maior influência da massa corporal na região do médio-pé, durante a postura ereta e, antepé durante a marcha.

A literatura diverge no que diz respeito à influência de fatores como massa corporal ou IMC sobre os dados de pressão plantar. Alguns estudos apontam que há uma ausência ou uma baixa correlação entre massa corporal e picos de pressão, tanto na postura ereta quanto na marcha (CAVANAGH *et al.*, 1987; HENNIG & MILANI, 1993; HENNIG & ROSENBAUM, 1991). Esses autores atribuem a falta de relação entre essas variáveis, ao aumento da área de contato do pé, o que causaria uma redistribuição da sobrecarga plantar. Esses estudos foram realizados com crianças e adultos eutróficos, mas concordam com o

presente estudo, no qual também foram encontradas baixas correlações em algumas áreas dos pés, na postura ereta e na marcha, tanto de obesos quanto de eutróficos.

Por outro lado, alguns autores afirmam que há uma relação direta entre esses fatores (GRAVANTE *et al.*, 2003; HILLS *et al.*, 2001), considerando indivíduos obesos, sendo que a influência do IMC ou da massa corporal sobre as pressões plantares pode trazer conseqüências estruturais para os pés e membros inferiores como um todo. Além disso, obesos apresentam maior relação entre IMC/massa corporal e picos de pressão, sendo que diferentes IMCs podem causar diferentes cargas fisiológicas nos pés (CAVANAGH *et al.*, 1991; HILLS *et al.*, 2001; GRAVANTE *et al.*, 2003; VELA *et al.*, 1998). Isso contradiz os resultados do presente estudo, no qual os grupos de obesos não apresentaram grandes correlações entre a massa corporal e os picos de pressão.

Há ainda outros autores que apontaram correlação entre massa corporal e os picos de pressão apenas na região do médio-pé (BIRTANE & TUNA, 2004; HENNIG *et al.*, 1994; HENNIG *et al.*, 1998 *apud* BOLTE *et al.*, 2000. p.70; MORAG & CAVANAGH *et al.*, 1999) durante a marcha de indivíduos adultos obesos e eutróficos, o que contraria os resultados deste estudo, uma vez que correlações significativas foram encontradas em outras regiões que não só no médio-pé.

Apesar de a massa corporal apresentar baixa correlação com os picos de pressão, para a maioria das áreas anatômicas dos pés das crianças obesas, principalmente no médio-pé, que é a região que mais difere entre obesos e eutróficos, sabe-se que a obesidade está associada ao aumento nos valores dessas variáveis, dessa forma, é possível que outros fatores estejam exercendo influência sobre o comportamento da pressão. Cavanagh *et al.* (1987) apontam que talvez o que influencie na magnitude das pressões não seja diretamente a massa corporal, mas sim, a estrutura esquelética, a variação da anatomia óssea, a composição e localização do enchimento plantar, o qual tende a distribuir a pressão, além da forma de apoio do pé. Além

disso, outros componentes da composição corporal, tais como, porcentagem de gordura e massa gorda, podem contribuir para esse comportamento (WEARING *et al.*, 2004).

Podemos supor, portanto, que somente a diminuição da massa corporal com diminuição efetiva da massa gorda poderia causar diminuição das pressões sob os pés de crianças obesas a longo prazo. Talvez o grupo de crianças obesas que passou por intervenção neste estudo não tenha perdido massa gorda suficiente para apresentar modificações significativas nas variáveis de pressão. Além disso, as pressões plantares devem ser também influenciadas pelo padrão de movimento do apoio plantar (cinemática), o que não foi avaliado no presente estudo.

A massa corporal não teve correlação significativa com os picos de pressão, contudo apresentou correlação com a área de contato do médio-pé medida estática e dinamicamente nas crianças obesas. O grupo de eutróficos apresentou correlação somente na condição dinâmica. Esses resultados concordam com outros estudos que verificaram esta relação durante a marcha de obesos (BIRTANE & TUNA, 2004; KLAVDIANOS *et al.*, 1997; WEARING *et al.*, 2004) e também de eutróficos (HENNIG & ROSENBAUM, 1991). Portanto, a massa corporal pode influenciar no padrão de contato do pé, porém, não diretamente na distribuição de pressão.

As conhecidas modificações nos pés de obesos, principalmente na região do médio-pé, talvez se devam a outros fatores que não somente ao excesso de massa corporal, já que os eutróficos também apresentaram relação entre as variáveis, principalmente na marcha. Wearing *et al.* (2004) descrevem que obesos apresentam maior massa gorda e esta está relacionada com a maior área de contato do médio-pé.

A massa corporal apresentou correlação significativa com a área de contato do médio-pé, mas não com o índice do arco plantar, o que também foi encontrado por Wearing *et al.* (2004), porém, estes autores encontraram uma correlação entre o índice do arco e a porcentagem de massa gorda. No presente estudo, as crianças obesas apresentaram índices do

arco maiores e, conseqüentemente, pés com arco rebaixado, além de ampla área de contato do médio-pé quando comparadas às eutróficas. Contudo, não se pode afirmar que as mudanças na conformidade do arco plantar ocorram em função da massa corporal, já que houve correlação entre esta variável e o índice do arco apenas para um grupo de obesos. Além disso, outro fator muito discutido na literatura é que a medida da altura do arco a partir de impressões plantares estáticas não é confiável para se classificar o tipo de pé, principalmente, em indivíduos com diferentes composições corporais, uma vez que é uma medida indireta da altura do arco (GILMOUR & BURNS, 2001; TARECO *et al.*, 1999; VOLPON, 1993; WEARING *et al.*, 2004). Dessa forma, o índice do arco pode ser utilizado para verificar somente as características externas do arco longitudinal medial (DOWLING *et al.*, 2004; WEARING *et al.*, 2004) e não a condição de obesidade.

As crianças obesas apresentaram maiores áreas de contato no médio-pé, o que revela um aplainamento do pé. Porém, não está claro se as grandes dimensões do pé encontradas em obesos representam uma mudança na estrutura óssea do pé devida a grande massa corporal ou simplesmente um aumento no tecido mole devido a grande massa gorda, ou ainda, se há uma combinação de ambos. Deformidades estruturais podem indicar o colapso do arco longitudinal, o que poderia causar problemas mais tarde, já que o arco é uma estrutura crítica para a função do pé, ou simplesmente uma diferença entre comprimento e largura do pé. O acúmulo de gordura nos pés pode ser uma resposta adaptativa que ajuda no amortecimento de forças elevadas associadas ao aumento de massa corporal ou apenas mais um lugar de depósito de gordura sem significado funcional (DOWLING *et al.*, 2001, 2004; WEARING *et al.*, 2006). Mickle *et al.* (2005) avaliaram a densidade do tecido plantar através de sistemas de ultra-som e indicaram que o achatamento do médio-pé pode ser causado por mudanças estruturais. Já Riddiford-Harland *et al.* (2006), usando o mesmo procedimento, apontaram que

essa modificação ocorre em função do aumento da densidade do coxim plantar. Diante do exposto, este assunto merece mais investigações.

A medida estática da área do médio-pé e o índice do arco plantar foram relacionados com a medida dinâmica. Mesmo havendo significância entre essas correlações para o grupo de obesos controle e o grupo de eutróficos, é importante ter cautela ao inferir a medida dinâmica a partir da estática, principalmente em crianças obesas, já que os dois grupos mostraram comportamentos diferentes. Sendo assim, o tipo corporal parece não ser o principal fator de influência sobre essas medidas. Além disso, a medida dinâmica mostrou-se maior que a estática, característica já descrita por outros autores (MATHIESON *et al.*, 1999).

O uso de medidas estáticas para prever a função dinâmica do pé tem sido rejeitado na literatura (MATHIESON *et al.*, 1999; RAZEGHI & BATT, 2002). Portanto, sugere-se que o ideal seria medir características estruturais e de alinhamento do pé em condições dinâmicas, através de medidas dinâmicas diretas da biomecânica do pé durante a fase de apoio, o que pode proporcionar melhor classificação funcional dos diferentes tipos de pés (RAZEGHI & BATT, 2002).

Em resumo, as diferenças observadas entre obesos e eutróficos justificam a preocupação com as conseqüências da sobrecarga repetitiva sob os pés de crianças obesas, além de outras estruturas dos membros inferiores e a necessidade de implantação de programas de intervenção, como o realizado nesse estudo. Apesar de não termos encontrado grandes mudanças nas variáveis de pressão após a intervenção, recomendamos fortemente o planejamento de novos programas que possam atuar em diferentes variáveis da composição corporal e que possam manter seus efeitos a longo prazo, promovendo, dessa forma, modificações importantes no comportamento das pressões plantares. Programas de intervenção são fundamentais para prevenir ou retardar mudanças estruturais e funcionais nos pés e, conseqüentemente, o desenvolvimento de lesões e patologias, além de evitar que

crianças obesas tornem-se adultos obesos, com riscos potenciais de desenvolver maiores complicações.

Alguns fatores podem ter influenciado os resultados deste estudo dificultando a generalização das conclusões: 1) o ambiente controlado de laboratório e o desconforto com o equipamento podem ter interferido nas avaliações; 2) pequeno número amostral; 3) para o controle da velocidade foi aceita uma variação de 10% e; 4) o grupo de crianças eutróficas foi avaliado somente uma vez, impedindo a avaliação simultânea dos três grupos e a indicação de mudanças no processo maturacional normal durante o período de três meses.

VII CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das condições e limitações deste estudo, pode-se concluir que crianças obesas, quando comparadas à crianças eutróficas, possuem um risco aumentado para o desenvolvimento de lesões e patologias nos pés, ainda imaturos, em função da sobrecarga excessiva e repetitiva causada pelo aumento da massa corporal. Porém, não é somente a massa corporal que contribui para o aumento das variáveis de pressão, uma vez que esta se mostrou pobremente correlacionada com as pressões plantares, indicando que o padrão de movimento do apoio plantar e as variações anatômicas e estruturais dos pés, além de outros componentes da composição corporal podem também interferir no comportamento dessas pressões. A massa corporal, no entanto, pode influenciar no padrão de contato do pé.

A semelhança entre as medidas estáticas e dinâmicas da área do médio-pé não significa que a medida estática pode revelar características funcionais dos pés. Dessa forma, o método mais barato e fácil de aplicar (pedígrafo) pode não substituir satisfatoriamente a medida dinâmica quando se busca mostrar o comportamento funcional do pé, indicando que o método estático é mais confiável para identificar características estruturais externas dos pés. Além disso, o cuidado deve ser maior em indivíduos obesos já que o acúmulo de tecido adiposo nos pés ou as modificações do arco medial podem dificultar a interpretação dessas medidas.

As crianças obesas mostraram maiores áreas de contato, pressões e integral pressão-tempo quando comparadas às eutróficas, com as principais diferenças encontradas nas regiões do médio-pé e antepé. Isso pode indicar que a sobrecarga excessiva suportada pelas extremidades inferiores e a dificuldade de distribuir as forças sob grandes áreas de contato podem causar modificações importantes nos pés de crianças obesas, com risco aumentado de

lesões e prejuízo de suas funções. Por isso, programas de intervenção são necessários para interferir e impedir a progressão de problemas relacionados à obesidade.

A intervenção aplicada no presente estudo não surtiu efeitos sobre a distribuição de pressão plantar da magnitude com que eram esperados, porém, iniciou um ciclo de conscientização dos pais e das crianças da necessidade de se interromper a condição de obesidade o mais precocemente possível, evitando que essas crianças se tornem adultos obesos e venham sofrer as conseqüências impostas por esse problema. Por isso, enfatizamos que é fundamental que outros estudos como este sejam realizados com a função de identificar quais os parâmetros ideais para aplicação de exercícios e atividades físicas para cada faixa etária. Além disso, atenção deve ser continuamente dirigida para a reeducação alimentar e orientação psicológica. Isso é essencial, uma vez que julgamos que três meses podem ser suficientes para modificar significativamente variáveis fisiológicas, mas não o comportamento das pressões plantares, apesar de termos observado indícios de tais modificações na região do médio-pé das crianças obesas do grupo experimental, mesmo sem perda significativa de massa corporal. Dessa forma, poder-se-á prevenir o ganho excessivo de massa gorda, impedindo a instalação do ciclo obesidade-inatividade física e evitar as complicações advindas dessa condição, em especial sobre as estruturas dos membros inferiores. Além de melhorar o desempenho motor, a auto-estima e a qualidade de vida dessas pessoas.

A atividade física sozinha pode não reduzir a massa corporal, mas exerce influência sobre outros fatores importantes para a manutenção da integridade das estruturas ósteo-articulares e musculares, por isso deve ser estimulada. Mas, além das atividades físicas, orientação alimentar e psicológica que atuam como fatores preventivos na condição de obesidade, é necessário intervir sobre problemas músculo-esqueléticos específicos já instalados por meio da implementação de exercícios mais direcionados que permitam a

redistribuição das forças e pressões sob os pés. Fortalecimentos e alongamentos da musculatura dos membros inferiores, correção da postura, manutenção da integridade da pele, bem como o tratamento da dor por fisioterapeutas são úteis para reduzir as implicações da obesidade sobre as atividades de vida diária dessas crianças. Além do que, este profissional pode trabalhar questões relacionadas à problemas cardiovasculares e respiratórios, muito comuns nessa população. As características peculiares observadas nos pés de obesos devem ser levadas em consideração quando da escolha de um calçado, para que dores e desconfortos sejam minimizados. O uso de palmilhas também pode ser recomendado para este fim.

Sugerimos, portanto, que novos estudos com esse desenho experimental sejam realizados com maior número de sujeitos, avaliação simultânea de crianças eutróficas, maior tempo de intervenção, com atenção dirigida ao comportamento dos pés durante as atividades, reavaliação após um período de estabilidade para identificar os efeitos a longo prazo de um programa de intervenção e avaliação da cinemática do pé durante o apoio. Além disso, propomos que outras atividades de vida diária sejam analisadas com o objetivo de melhor compreender as implicações da obesidade sobre os pés de crianças.

VIII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADIO, A.C.; DUARTE, M. (Coord.) *Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento*. São Paulo: Laboratório de Biomecânica/EEFUSP, 1996. 162 p.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS (AAP). Disponível em: < <http://www.aap.org/healthtopics/physact.cfm> >. Acesso em 20 nov. 2006.

BARBOSA, V.L.P. *Prevenção da obesidade na infância e na adolescência: exercício, nutrição e psicologia*. São Paulo: Manole, 2004. 136 p.

BAR-OR, O. Physical activity and physical training in childhood obesity. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v. 33, n. 4, p. 323-329, 1993.

BERNARDES, D.; CONTIN, P.C.; TENÓRIO, N.M.; DAMASO, A. Efeitos dos diferentes tipos, intensidades e frequências de treinamento físico no controle de peso . In: DÂMASO, A. (Coord.). *Obesidade*. São Paulo: Medsi, 2003. cap. 17, p.287-304.

BERTSCH C., UNGER H., WINKELMANN W., ROSENBAUM D. Evaluation of early walking patterns from plantar pressure distribution measurements. First year results of 42 children. *Gait and Posture*, v.19, n.3, p.235-242, 2004.

BIRTANE, M.; TUNA, H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clinical Biomechanics*. v.19, p.1055-1059, 2004.

BOLTE, C.; HENNIG, E.M.; HILLS, A.P.; MCDONALD, M. Pressure changes under the feet of obese adults after a weight reduction program. *Archives of Physiology and Biochemistry*, v. 108, p. 70, 2000.

BRUSCHINI, S.; NERY, C.S. Aspectos ortopédicos da obesidade na infância e adolescência. In: FISBERG, M. (Ed.). *Obesidade na infância e adolescência*. São Paulo: Fundação BYK, 1995. p.105-125.

- BURNFIELD, J.M.; FEW, C.D.; MOHAMED, O.S.; PERRY, J. The influence of walking speed and footwear on plantar pressures in older adults. *Clinical Biomechanics*. v.19, p.78-84, 2004.
- CAMPOS, F.S; SILVA, A.S; FISBERG, M. Descrição fisioterapêutica das alterações posturais de adolescentes obesos. *Brazilian Pediatric News*. v.4(2), 2002. Disponível em: <<http://www.brazilpednews.org.br/junh2002.obesos.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2006.
- CAVANAGH, P.R. & RODGERS, M.M. The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of Biomechanics*, v. 20, n. 3, p. 547-551, 1987.
- CAVANAGH, P.R.; RODGERS, M.M.; IIBOSHI, A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot and Ankle International*, v. 7, n. 5, p. 262-276, 1987.
- CAVANAGH, P.R.; SIMS, D.S.; SANDERS JR., L.J. Body mass is a poor predictor of peak plantar pressure in diabetic men. *Diabetes Care*. v.14, p.750-755, 1991.
- CAVANAGH, P.R & ULBRECHT, J.S. Clinical plantar pressure measurement in diabetes: rationale and methodology. *The Foot*. v. 4, p. 123-135, 1994.
- CAVANAGH, P.R.; ULBRECHT, J.S.; CAPUTO, G.M. From laboratory to clinic: where can plantar pressure measurement make a contribution? In: Emed Scientific Meeting, V, 1996, Pennsylvania, *Abstracts. Pennsylvania*: Penn State University, 1996.
- CAVANAGH, P.R.; MORAG, E.; BOULTON, A.M.; YOUNG, M.J.; DEFFNER, K.T.; PAMMER, S.E. The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *Journal of Biomechanics*. v. 30, n.3, p. 243-250, 1997.
- CAVANAGH, P.R. Plantar soft tissue thickness during ground contact in walking. *Journal of Biomechanics*. v.32, p.623-628, 1999.
- CHEN, H.; NIGG, B.M.; HULLIGER, M.; KONING, J. Influence of sensory input on plantar pressure distribution. *Clinical Biomechanics*. v.10, n.5, p. 271-274, 1995.

COLE, T.J.; BELLIZZI, M.C.; FLEGAL, K.M.; DIETZ, W.H. Establishing a standard definition for children overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*. v.320, p. 1240-1243, 2000.

DÂMASO, A.; BERNARDES, D. Avaliação antropométrica e da composição corporal. In: DÂMASO, A. (Coord.). *Obesidade*. São Paulo: Medsi, 2003. cap.22, p.352-366.

DÂMASO, A.; GUERRA, R.F.; BOTERO, J.P.; PRADO, W.L. Etiologia da obesidade. In: DÂMASO, A. (Coord.). *Obesidade*. São Paulo: Medsi, 2003. cap. 1, p.3-15.

DÂMASO, A.; PRADO, W.L. Exercícios e riscos correlacionados. In: DÂMASO, A. (Coord.). *Obesidade*. São Paulo: Medsi, 2003. cap. 20, p.327-338.

DOWLING, A.M.; STEELE, J.R.; BAUR, L.A. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *International Journal of Obesity*, v.25, n.6, p. 845-852, 2001.

_____. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *International Journal of Obesity*, v.28, n.11, p.1514-1519, 2004.

_____. Can static plantar pressures of prepubertal children be predicted by inked footprints. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, v.94, n.5, p.429-433, 2004.

FERREIRA, M.; BÖHME, M.S. Diferenças sexuais no desempenho motor de crianças: influência da adiposidade corporal. *Revista Paulista de Educação Física*. v. 12, n. 2, p. 181-192, 1998.

FISBERG, M. Perfil das crianças obesas: enfoque multidisciplinar. *Revista Paulista de Pediatria*. v. 10, n. 2, p. 40, 1992.

GABBARD, C.P. Motor behavior during later childhood and adolescence. In: _____. *Lifelong motor development*. 2th ed. Madison, Brown & Benchmark, 1996. cap. 10, p. 307-329.

GILMOUR, J.C.; BURNS, Y. The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot and Ankle International*, v.22, n.6, p.493-498, 2001.

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.780-782, 2003.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 480 p.

GRILO, C.M.; BROWNELL, K.D. Intervenções para o controle do peso. In: Manual de pesquisa das diretrizes da ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. American College of Sports Medicine. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. cap. 70, p.584-591.

HLAVACEK, P.; KOSTELNIKOVÁ, L. Comparison of plantar pressures distribution between obese and non-obese children. In: Emed Scientific Meeting, 2006, Munique. *Anais*. Munique, 2006, p.T19.

HEFTI, F.; BRUNNER, R. Flexible arch of the foot. *Orthopade*. v.28, p.159-172, 1999.

HENNIG, E.; ROSENBAUM, D. Pressure distribution patterns under the feet of children in comparison with adults. *Foot and Ankle International*, v.11, n.5 p.306-311, 1991.

HENNIG, E.M.; MILANI, T. Die Dreipunktunterstützung des Fußes – eine Druckverteilungsanalyse bei statischer und dynamischer Belastung. *Zeitschrift für Orthopädie und Ihre Grenzgebiete*, v. 131, p. 279-284, 1993.

HENNIG, E.; STAATS, A.; ROSENBAUM, D. Plantar pressure distribution patterns of young school children in comparison to adults. *Foot and Ankle International*, v.15, n.1 p.35-40, 1994.

HENNIG, E.M. The evolution and biomechanics of the human foot – applied research for footwear. *Revista Brasileira de Biomecânica*, ano 4, supl.1, p. 7-14, 2003.

HILLS, A.P.; HENNIG, E.M.; McDONALD, M.; BAR-OR, O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International Journal of Obesity*, v. 25, n. 11, p. 1674-1679, 2001.

HILLS, A.P.; HENNIG, E.M.; BYRNE, N.M.; STEELE, J.R. The biomechanics of adiposity – structural and functional limitations of obesity and implications for movement. *Obesity Reviews*, v. 3, n. 1, p. 35-45, 2002.

HILLS, A.P.; PARKER, A.W. Gait characteristics of obese children. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. v.72, p.403-407, 1991.

_____. Gait characteristics of obese pre-pubertal children: effects of diet and exercise on parameters. *International Journal of Rehabilitation Research*. v.14, p.348-349, 1991.

_____. Locomotor characteristics of obese children. *Child Care Health Development*. v.18, n.1, p.24-34, 1992.

_____. Electromyography of walking in obese children. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, v. 33, n. 4, p. 225-233, 1993.

HUGHES, J.; PRATT, L.; LINGE, K.; CLARK, P.; KLENERMAN, L. Reliability of pressure measurements: The EMED F system. *Clinical Biomechanics*. v.6, p.14-18, 1991.

IMAMURA, M. Instrumentação em podobarometria. In: SAAD, M. & BATISTELLA, L. R. (Ed.). *Análise de marcha: manual do CAMO-SBMFR*. São Paulo: Lemos Editorial, 1997. cap. 6, p.69-81.

KELLIS, E. Plantar pressure distribution during barefoot standing, walking and landing in preschool boys. *Gait and Posture*. v. 14, p. 92-97, 2001.

KERNOZEK, T.W.; LaMOTT, E.E. Comparisons of plantar pressure between the elderly and young adults. *Gait and Posture*. v. 3, p. 143-148, 1995.

KLAVDIANOS, A.C.D; MANFIO, E.F.; ÁVILA, A.O.V. Comparação da distribuição de pressão plantar entre crianças normais e obesas. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, VII, 1997, Campinas. *Anais*. Campinas: SBB, 1997, p.301-304.

KOSTELNÍKOVÁ, L.; HLAVÁČEK, P. Changes of plantar pressure distribution of obese children after a weight reduction program. In: Emed Scientific Meeting, 2006, Munique. *Anais*. Munique, 2006, p.T30.

LOBO DA COSTA, P.H. Obesidade e seus efeitos sobre grandezas biomecânicas da marcha. In: DÂMASO, A. (Coord.). *Obesidade*. São Paulo: Medsi, 2003. cap. 10, p.126-134.

MACHADO, D.M.; HENNIG, E.M.; RIEHLE, H. Plantar pressure distribution in children: movement patterns and footwear influences. *Revista Brasileira de Biomecânica*, ano 2, n.2, p. 19-25, 2001.

MATHIESON, I.; UPTON, D.; BIRCHENOUGH, A. Comparison of footprint parameters calculated from static and dynamic footprints. *The Foot*, v.9, p.145-149, 1999.

MESSIER, S.P.; ETTINGER Jr. W.H.; DOYLE, T.E.; MORGAN, T; JAMES, M.K.; O'TOOLE, M.L.; BURNS, R. Obesity: effects on gait in an osteoarthritic population. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 12, p. 161-172, 1996.

MICKLE, J.; STEELE, J.; MUNRO, B. Do overweight and obesity affect dynamic plantar pressure distributions in preschool children? In: XX Congresso ISB – 29 Annual Meeting, 2004, Cleveland, Ohio. *Anais*. Cleveland, Ohio, 2004, p. 351.

MICKLE, K.; STEELE, J.; MUNRO, B. Overweight and obese preschool children: are their feet fat or flat? In: 7th Symposium of Footwear Biomechanics, 2005, Cleveland, Ohio. *Anais*. Cleveland, Ohio, 2005.

MORAG, E.; CAVANAGH, P.R. Structural and functional predictors of regional peak pressures under the foot during walking. *Journal of Biomechanics*. v. 32, p. 359-370, 1999.

MOTA, C.B.; LINK, D.M. Análise cinemática do andar de crianças obesas. *Revista Brasileira de Biomecânica*. ano 2, n.2, p.13-17, 2001.

OLIVEIRA, A.A.; CERQUEIRA, E.M.; SOUZA, J.S.; OLIVEIRA, A.C. Sobrepeso e obesidade infantil: influência de fatores biológicos e ambientais em Feira de Santana, BA. *Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo*. v. 47, n. 2, p.144-150, 2003.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). Disponível em: < <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/obesity/en/> >. Acesso em 20 nov. 2006.

PERRY, J. Complexo tornozelo-pé. In: _____. *Análise de marcha: marcha normal*. vol.1. São Paulo: Manole, 2005. cap. 4, p. 45-80.

PRENTICE, A.M.; JEBB, S.A. Beyond body mass index. *Obesity Review*. v.2, p. 141-147, 2001.

RAZEGHI, M.; BATT, M.E. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & Posture*, v.15, p.282-291, 2002.

RECINE, E. & RADAELLI, P. *Obesidade e Desnutrição*. [2004?]. Texto apoio ao vídeo “Cuidado com os alimentos.” Universidade de Brasília e Ministério da Saúde. Disponível em: <http://dtr2004.saude.gov.br/nutricao/documentos/obesidade_desnutricao.pdf>. Acesso em 20 nov. 2006.

RIDDIFORD-HARLAND, D.L.; STEELE, J.R.; BAUR, L.A. Obesity, midfoot plantar pressures and plantar fat pad thickness: are these parameters related in children? In: Emed Scientific Meeting, 2006, Munique. *Anais*. Munique, 2006, p.T25.

SÁ, M.R.; BRANDINA, K.; LOBO DA COSTA, P.H.; RODRIGUEZ, M.D.; ÁVILA, A.V.; SERRÃO, J.C.; AMADIO, A.C. Estudo descritivo de parâmetros antropométricos dos pés de crianças de 3 a 10 anos de idade. *Técnicouro*. p. 75-79, 2001.

SACCO, I.N.; LOBO DA COSTA, P.H.; DENADAI, R.C.; AMADIO, A.C. Avaliação biomecânica de parâmetros antropométricos e dinâmicos durante a marcha em crianças

obesas. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, VII, 1997, Campinas. *Anais*. Campinas: SBB, 1997, p.447-452.

SACCO, I.C.N.; AMADIO, A.C. Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait. *Clinical Biomechanics*. v. 18, p. 426-434, 2003.

SAMMARCO, G.J. Biomechanics of the foot. In: FRANKEL, V.H.; NORDIN, M. (Eds.). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 2th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1980. cap. 7, p. 193-219.

SAMMARCO, G.J.; HOCKENBURY, R.T. Biomechanics of the foot and ankle. In: NORDIN, M.; FRANKEL, V.H. (Eds). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams & Wilkins, 2001. cap. 9, p. 222-255.

SMITH, L.K.; WEISS, E.L.; LEHMKUHL, L.D. A postura em pé e a marcha. In: _____. *Cinesiologia clínica de Brunnstrom*. 5. ed. São Paulo: Manole, 1997. cap.12, p. 461-502.

STANSFIELD, B.W.; HILLMAN, S.J.; HAZLEWOOD, E.; LAWSON, A.A.; MANN, A.M.; LOUDON, I.R.; ROBB, J.E. Normalized speed, not age, characterizes ground reaction force patterns in 5- to 12- year-old children walking at self-selected speeds. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. v.21, p.395-402, 2001.

STEINBECK, K.S. The importance of physical activity in the prevention of overweight and obesity in childhood: a review and an opinion. *Obesity Review*. v. 2, p. 117-130, 2001.

TARECO, J.M.; MILLER, N.H.; MACWILLIAMS, B.A.; MICHELSON, J.D. Defining flatfoot. *Foot and Ankle International*, v.20, n.7, p.456-460, 1999.

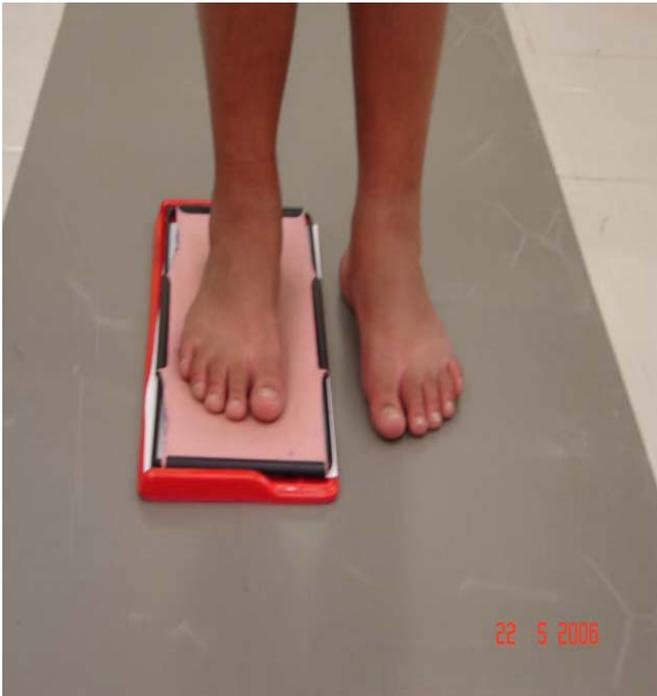
UNGER, H.; ROSENBAUM, D. Gender-specific differences of the foot during the first year of walking. *Foot and Ankle International*. v. 25, n.8, p. 582-587, 2004.

- VELA, S.A.; LAVERY, L.A.; ARMSTRONG, D.G.; ANAIM, A.A. The effect of increased weight on peak pressures: implications for obesity and diabetic foot pathology. *Journal of Foot and Ankle Surgery*. v.37, p. 416-420, 1998.
- VILLARES, S.F.; RIBEIRO, M.M.; SILVA, A.G. Obesidade infantil e exercício. *Revista ABESO*. n. 13, ano IV, 2003. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br/revistas>>. Acesso em: 20 nov.2006.
- VIUNISKI, N. Epidemiologia da obesidade e síndrome plurimetabólica na infância e adolescência. In: DÂMASO, A. (Coord.). *Obesidade, cap.2*. São Paulo: Medsi, 2003. p.16-31.
- VOLPON, J.B. O pé em crescimento, segundo as impressões plantares. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v.28, n.4, p.219-223, 1993.
- VOTRUBA, S.B.; HORVITZ, M.A.; SCHOELLER, D.A. The role of exercise in the treatment of obesity. *Nutrition*. v. 16, p. 179-188, 2000.
- ZHU, H.; WERTSCH, J.; HARRIS, G.; ALBA, H. Walking cadence effect on plantar pressures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. v.76, p. 1000-1005, 1995.
- WEARING, S.C.; HILLS, A.P.; BYRNE, N.M.; HENNIG, E.M.; McDONALD, M. The arch index: a measure of flat or fat feet? *Foot and Ankle International*. v.25, n.8, p. 575-581, 2004.
- WEARING, S.C.; HENNIG, E.M.; BYRNE, N.M.; STEELE, J.R.; HILLS, A.P. The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obesity Reviews*. v. 7, p.13-24, 2006.
- WILLMORE, J.H; COSTILL, D.L. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. 1. ed. São Paulo: Manole, 2000.
- WINTER, D.A. *The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological*. 2th ed. Waterloo: University of Waterloo Press, 1991.

APÊNDICES

APÊNDICE A

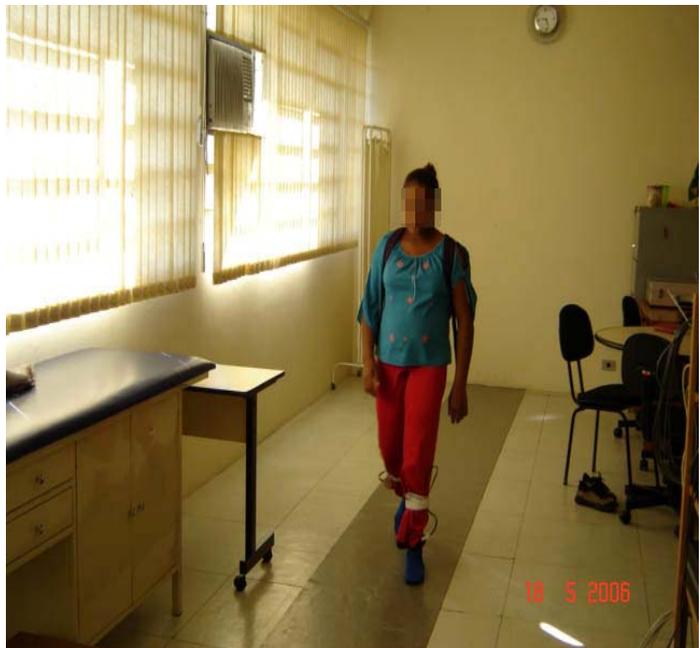
Fotografias dos procedimentos de coleta de dados



Avaliação da impressão plantar



Avaliação das pressões plantares –
postura ereta



Avaliação das pressões plantares - marcha

Fotografias do programa de intervenção



Atividade recreativa - Instituto Movere



Acompanhamento psicológico -
Instituto Movere



Cozinha experimental -
Instituto Movere

APÊNDICE B

FICHA DE AVALIAÇÃO

Dados Pessoais

Nome: _____ Idade: _____

Data de nascimento: ___/___/___ Sexo: ()F ()M

Escolaridade: _____

Nº do calçado: _____

Dados Antropométricos

Massa inicial: _____ Massa final: _____

Estatura inicial: _____ Estatura final: _____

Tipo de pé: ()cavo ()plano ()normal

Área do pé: D: ___/___ E: ___/___

Área do médio-pé: D: ___/___ E: ___/___

Índice do arco longitudinal: D: ___/___ E: ___/___

Composição Corporal

IMC inicial: _____ IMC final: _____

Data da avaliação inicial: ___/___/___

Data da avaliação final: ___/___/___

APÊNDICE C

1) Efeitos da intervenção

a) Postura ereta

Tabela 1 – Área de contato (cm²) durante a postura ereta para GOE e GOC

Áreas do pé	GOE (n=20)		GOC (n=20)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
	X (SD)	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	33,6 (4,3)	34,5 (4,3)	32,9 (3,2)	33,5 (3,5)
MM	7,6 (4,0)	8,3 (4,7)	8,8 (4,2)	9,1 (3,8)
ML	19,2 (6,7)	18,4 (5,6)	18,7 (3,8)	19,5 (4,5)
AM	6,1 (2,2)	6,2 (3,1)	7,1 (2,3)	6,5 (2,0)
AC	10,3 (1,3)	10,2 (1,8)	10,2 (1,1)	10,5 (1,0)
AL	14,7 (3,1)	15,2 (3,0)*	14,2 (2,7)	15,6 (3,2)*
TOTAL	101,1 (11,4)	102,9 (10,9)	103,7 (9,1)	106,9 (11,7)

X(SD) – Média ± desvio-padrão. RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre antes e depois - $p \leq 0,05$).

Tabela 2 - Picos de pressão (kPa) durante a postura ereta para GOE e GOC

Áreas do pé	GOE (n=20)		GOC (n=20)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
	X (SD)	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	148,7 (72,2)	172,9 (60,6)	186,7 (63,8)	198,3 (68,7)
MM	74,0 (21,8)	68,4 (22,7)	58,5 (21,6)	74,2 (27,1)*
ML	73,1 (23,0)	71,7 (24,3)	58,1 (16,8)	67,9 (21,1)*
AM	47,7 (23,5)	45,8 (30,7)	45,9 (14,0)	41,4 (11,7)
AC	49,1 (14,7)	46,0 (18,0)	47,2 (11,7)	43,7 (10,2)
AL	50,0 (14,3)	44,7 (13,0)	47,1 (13,6)	46,9 (11,1)
TOTAL	156,3 (68,7)	179,2 (55,4)	190,8 (62,0)	198,8 (67,6)

X(SD) – Média ± desvio-padrão. RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica interação - $p \leq 0,05$).

Tabela 3 – Pressões médias máximas (kPa) durante a postura ereta para GOE e GOC

Áreas do pé	GOE (n=20)		GOC (n=20)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
	X (SD)	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	69,7 (14,7)	82,3 (21,3)*	76,2 (14,6)	88,4 (25,0)*
MM	30,8 (9,4)	30,1 (8,0)	25,7 (4,8)	29,9 (8,4)
ML	31,2 (7,1)	28,5 (8,1)*	25,4 (4,9)	28,4 (5,4)*
AM	35,2 (12,6)	31,5 (14,0)*	32,9 (8,2)	29,7 (6,0)*
AC	33,4 (10,2)	30,8 (11,7)*	30,7 (6,4)	29,4 (6,5)*
AL	32,6 (8,6)	30,1 (7,4)	30,3 (5,7)	29,0 (5,3)
TOTAL	46,7 (7,3)	50,5 (9,7)*	48,4 (12,0)	50,3 (9,9)*

X(SD) – Média \pm desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre antes e depois; • indica interação - $p \leq 0,05$).

b) Marcha

Tabela 4 - Área de contato (cm²) durante a marcha para GOE e GOC

Áreas do pé	GOE (n=20)		GOC (n=20)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
	X (SD)	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	37,6 (3,5)	36,7 (3,7)*	36,1 (3,4)	36,3 (3,3)
MM	9,7 (3,2)	9,9 (3,5)	11,2 (4,1)	11,3 (5,1)
ML	24,6 (2,6)	24,2 (3,4)	24,3 (2,8)	23,8 (2,7)
AM	9,8 (1,9)	9,5 (2,0)* [†]	11,1 (1,1)	10,3 (1,2)* [†]
AC	11,3 (1,0)	11,1 (1,0)	11,4 (0,9)	11,3 (1,0)
AL	19,0 (2,0)	19,0 (2,0)	18,1 (2,3)	18,9 (2,5)*

X(SD) – Média \pm desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre antes e depois; [†] indica diferenças significativas entre grupos; • indica interação - $p \leq 0,05$).

Tabela 5 - Picos de pressão (kPa) durante a marcha para GOE e GOC

Áreas do pé	GOE (n=20)		GOC (n=20)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
	X (SD)	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	340,4 (54,2)	318,6 (94,1)*	401,9 (105,3)	364,0 (103,2)*
MM	141,0 (44,9)	132,1 (46,8)	127,8 (51,9)	141,2 (63,5)
ML	198,1 (59,0)	175,1 (35,4)	166,3 (55,8)	166,0 (45,3)
AM	203,9 (51,1)	199,1 (45,9) [†]	269,8 (83,7)	247,5 (67,8) [†]
AC	293,0 (54,3)	302,8 (51,9)	280,7 (54,9)	296,6 (70,8)
AL	322,1 (55,6)	327,0 (54,2)	300,8 (60,0)	299,3 (55,5)

X(SD) – Média \pm desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre antes e depois; [†] indica diferenças significativas entre grupos - $p \leq 0,05$).

Tabela 6 – Pressões médias máximas (kPa) durante a marcha para GOE e GOC

Áreas do pé	GOE (n=20)		GOC (n=20)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
	X (SD)	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	162,6 (16,6)	162,4 (13,1)	164,8 (28,8)	167,3 (28,9)
MM	51,5 (17,3)	47,6 (13,1)	47,4 (17,0)	49,3 (22,3)
ML	67,9 (16,3)	67,8 (15,5)	61,8 (16,0)	59,4 (12,4)
AM	112,7 (32,2)	112,9 (30,2)	121,6 (30,8)	119,5 (35,8)
AC	166,4 (26,9)	172,8 (28,0)*	152,2 (25,7)	160,3 (27,8)*
AL	168,2 (45,2)	165,9 (29,4)†	144,3 (25,1)	144,0 (25,7)†

X(SD) – Média ± desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre antes e depois; † indica diferenças significativas entre grupos - $p \leq 0,05$).

Tabela 7 - Integral pressão-tempo (kPa.s) durante a marcha para GOE e GOC

Áreas do pé	GOE (n=20)		GOC (n=20)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
	X (SD)	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	77,4 (31,5)	81,8 (31,7)	83,7 (30,8)	97,0 (27,3)
MM	33,2 (11,2)	33,1 (13,2)	32,2 (11,7)	36,4 (15,5)
ML	54,6 (14,5)	53,45 (11,9)	47,5 (13,9)	50,2 (12,9)
AM	47,2 (14,8)	48,9 (14,0)	57,2 (16,8)	57,5 (15,7)
AC	67,4 (15,8)	73,1 (12,2)*	65,6 (13,4)	71,2 (16,9)*
AL	77,9 (15,7)	81,9 (12,2)*	71,8 (12,7)	76,9 (16,7)*

X(SD) – Média ± desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre antes e depois - $p \leq 0,05$).

2) Efeitos da obesidade

a) Postura ereta

Tabela 8 - Área de contato (cm²) durante a postura ereta para os três grupos

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	34,5 (4,3)	33,5 (3,5)	27,0 (3,5)*
MM	8,3 (4,7)	9,1 (3,8)	7,1 (3,1)
ML	18,4 (5,6)	19,5 (4,5)	10,6 (3,9)*
AM	6,2 (3,1)	6,5 (2,0)	4,9 (1,6)
AC	10,2 (1,8)	10,5 (1,0)	8,4 (1,4)*
AL	15,2 (3,0)	15,6 (3,2)	11,7 (1,8)*
TOTAL	102,9 (10,9)	106,9 (11,7)	81,7 (10,8)*

X(SD) – Média ± desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

Tabela 9 - Pico de pressão (kPa) durante a postura ereta para os três grupos

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	172,9 (60,6)	198,3 (68,7)	192,1 (75,7)
MM	68,4 (22,7)	74,2 (27,1)	48,7 (25,9)*
ML	71,7 (24,3)	67,9 (21,1)	47,2 (17,8)*
AM	45,8 (30,7)	41,4 (11,7)	37,8 (8,3)
AC	46,0 (18,0)	43,7 (10,2)	37,9 (6,9)
AL	44,7 (13,0)	46,9 (11,1)	38,6 (5,9)*
TOTAL	179,2 (55,4)	198,8 (67,6)	195,9 (74,2)

X(SD) – Média ± desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU; • indica diferenças significativas entre GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

Tabela 10 - Pressões médias máximas (kPa) durante a postura ereta para os três grupos

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	82,3 (21,3)	88,4 (25,0)	88,1 (30,2)
MM	30,1 (8,0)	29,9 (8,4)	24,3 (7,8)*
ML	28,5 (8,1)	28,4 (5,4)	24,4 (5,7)
AM	31,5 (14,0)	29,7 (6,0)	28,7 (5,3)
AC	30,8 (11,7)	29,4 (6,5)	25,5 (3,7)
AL	30,1 (7,4)	29,0 (5,3)	26,6 (3,3)
TOTAL	50,5 (9,7)	50,3 (9,9)	51,3 (15,6)

X(SD) – Média ± desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

b) Marcha

Tabela 11 - Área de contato (cm²) durante a marcha para os três grupos

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	36,7 (3,7)	36,3 (3,3)	31,1 (3,4)*
MM	9,9 (3,5)	11,3 (5,1)	7,6 (2,6)*
ML	24,2 (3,4)	23,8 (2,7)	13,5 (4,6)*
AM	9,5 (2,0)	10,3 (1,2)	9,0 (0,9)*
AC	11,1 (1,0)	11,3 (1,0)	10,5 (0,9)*
AL	19,0 (2,0)	18,9 (2,5)	16,2 (2,4)*

X(SD) – Média ± desvio-padrão. RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU; • indica diferenças significativas entre GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

Tabela 12 - Pico de pressão (kPa) durante a marcha para os três grupos

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	318,6 (94,1)	364,0 (103,2)	276,5 (71,3)*
MM	132,1 (46,8)	141,2 (63,5)	108,3 (43,9)
ML	175,1 (35,4)	166,0 (45,3)	134,8 (31,8)*
AM	199,1 (45,9)	247,5 (67,8)	201,8 (58,3)*
AC	302,8 (51,9)	296,6 (70,8)	182,5 (33,9)*
AL	327,0 (54,2)	299,3 (55,5)	183,4 (29,0)*

X(SD) – Média \pm desvio-padrão. RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU; • indica diferenças significativas entre GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

Tabela 13 - Pressões médias máximas (kPa) durante a marcha para os três grupos

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	162,4 (13,1)	167,3 (28,9)	153,1 (43,6)
MM	47,6 (13,1)	49,3 (22,3)	47,4 (17,0)
ML	67,8 (15,5)	59,4 (12,4)	46,5 (13,4)*
AM	112,9 (30,2)	119,5 (35,8)	95,9 (21,6)*
AC	172,8 (28,0)	160,3 (27,8)	104,1 (22,4)*
AL	165,9 (29,4)	144,0 (25,7)	96,7 (14,2)*

X(SD) – Média \pm desvio-padrão. RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU; • indica diferenças significativas entre GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

Tabela 14 - Integral pressão-tempo (kPa.s) durante a marcha para os três grupos

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
	X (SD)	X (SD)	X (SD)
RP	81,8 (31,7)	97,0 (27,3)	84,1 (49,9)
MM	33,1 (13,2)	36,4 (15,5)	28,3 (9,0)
ML	53,45 (11,9)	50,2 (12,9)	35,8 (8,7)*
AM	48,9 (14,0)	57,5 (15,7)	46,9 (12,0)
AC	73,1 (12,2)	71,2 (16,9)	48,1 (9,9)*
AL	81,9 (12,2)	76,9 (16,7)	49,4 (10,0)*

X(SD) – Média \pm desvio-padrão. RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

(* indica diferenças significativas entre GOE/GOC e GEU - $p \leq 0,05$).

3) Das correlações

Tabela 15 – Coeficiente de correlação de Pearson entre massa corporal (kg) e pressão média máxima (kPa) na postura ereta

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,3	-0,2	-0,1
MM	0,1	0,4	0,7*
ML	-0,1	0,1	0,5*
AM	-0,6*	0,7*	0,0
AC	-0,5*	0,5*	-0,2
AL	-0,3	0,2	-0,3

RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Tabela 16 – Coeficiente de correlação de Pearson entre massa corporal (kg) e pressão média máxima (kPa) na marcha

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,4	0,0	0,2
MM	0,1	0,0	-0,1
ML	0,0	-0,2	-0,4
AM	-0,2	0,3	-0,2
AC	-0,2	0,3	0,7*
AL	0,7*	0,2	0,6*

RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Tabela 17 – Coeficiente de correlação de Pearson entre IMC (kg/m^2) e pico de pressão (kPa) na postura ereta

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,3	0,2	0,1
MM	0,3	0,5*	0,9*
ML	0,4	0,4	0,8*
AM	-0,6*	0,5*	-0,1
AC	-0,6*	0,3	-0,2
AL	-0,7*	0,1	-0,1

RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Tabela 18– Coeficiente de correlação de Pearson entre IMC (kg/m^2) e pressão média máxima (kPa) na postura ereta

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,1	0,0	0,1
MM	0,1	0,5*	0,5*
ML	0,2	0,3	0,4
AM	-0,6*	0,6*	-0,1
AC	-0,7*	0,3	0,00
AL	-0,5*	0,0	-0,2

RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Tabela 19 – Coeficiente de correlação de Pearson entre IMC (kg/m^2) e pico de pressão (kPa) na marcha

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,3	0,3	0,4
MM	0,3	0,6*	0,6*
ML	0,2	0,3	0,4
AM	0,3	0,7*	-0,3
AC	0,2	0,3	0,8*
AL	0,4	0,1	0,8*

RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Tabela 20 – Coeficiente de correlação de Pearson entre IMC (kg/m^2) e pressão média máxima (kPa) na marcha

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,2	0,0	0,4
MM	0,1	0,2	-0,1
ML	0,3	-0,0	-0,2
AM	-0,3	0,4	0,1
AC	-0,1	0,3	0,8*
AL	0,5*	0,2	0,7*

RP (retopé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* $p \leq 0,05$

Tabela 21 – Coeficiente de correlação de Pearson entre área de contato (cm²) e pico de pressão (kPa) durante a postura ereta

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,4	0,0	0,2
MM	0,5*	0,6*	0,2
ML	0,6*	0,3	0,2
AM	0,7*	0,3	0,4
AC	0,3	0,3	0,2
AL	0,1	0,6*	0,1

RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* p≤0,05

Tabela 22 – Coeficiente de correlação de Pearson entre área de contato (cm²) e pico de pressão (kPa) durante a marcha

Áreas do pé	GOE (n=20)	GOC (n=20)	GEU (n=20)
RP	-0,5*	0,2	0,1
MM	0,6*	0,6*	0,4
ML	-0,2	0,5*	0,1
AM	0,7*	0,5*	0,3
AC	0,3	-0,3	0,5*
AL	0,5*	-0,1	0,2

RP (retropé), MM (médio-pé medial), ML (médio-pé lateral), AM (antepé medial), AC (antepé central), AL (antepé lateral).

* p≤0,05

ANEXOS

ANEXO A

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA UFSCar



CAAE 0126.0.135.000-05

Título do Projeto: Implicações biomecânicas da atividade física sobre a postura estática e a marcha em crianças obesas

Classificação: Grupo III

Pesquisadores (as): Nadiesca Taisa Filippin, Profa. Dra. Paula H. Lobo da Costa (orientadora)

Parecer Nº 259/2005

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA - junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

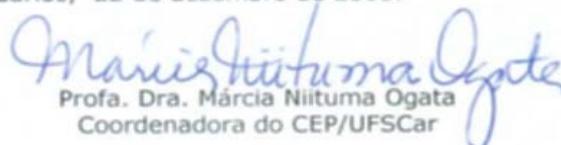
2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU: Uma vez que o estudo demonstra ter um objetivo central bem definido, que é de "avaliar quais as implicações a atividade física pode ter sobre a postura estática e a marcha, em crianças obesas", e também atende as recomendações do CEP/UFSCar, consideramos que o projeto está em harmonia com as disposições da Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 22 de dezembro de 2005.


Prof. Dra. Márcia Niituma Ogata
Coordenadora do CEP/UFSCar

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O meu (a) filho (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Estudo das pressões plantares em crianças obesas submetidas a um programa para redução do peso corporal” de autoria de Nadiesca Taisa Filippin, sob orientação da professora Dra. Paula Hentschel Lobo da Costa.

Este estudo tem o objetivo de avaliar a estrutura dos pés e as pressões exercidas sob eles durante a postura em pé parada e o andar. A importância deste estudo se refere à melhor compreensão dos efeitos da obesidade sobre a postura e o movimento. Será observado se o programa de redução de peso é capaz de alterar ou diminuir as pressões em alguns pontos dos pés, de tal maneira a diminuir dores e desconfortos e contribuir para uma participação mais efetiva em atividades físicas e para uma mudança significativa nos hábitos de vida.

O programa para redução do peso consiste em atividade física, três vezes por semana, durante duas horas em dias alternados, durante 12 semanas, acompanhamento nutricional e psicológico e será realizado no Instituto Movere de Ações Comunitárias, em São Paulo. No início e ao final do terceiro mês da intervenção, as crianças, tanto as que passaram por intervenção, quanto aquelas que fizeram parte do grupo controle realizarão avaliações no Laboratório de Biomecânica da USP. Ainda um grupo de crianças com peso normal será avaliado.

Essas avaliações serão um pouco cansativas, pois serão feitas 3 (três) tentativas de andar em uma passarela e exigirá disposição e tempo dos participantes. Porém, há pouco risco de desconforto, cansaço e desequilíbrio e um risco remoto de quedas, pois o andar será em uma velocidade confortável. Além disso, as crianças terão que se deslocar até a USP nos dias pré-determinados para as avaliações.

É importante ressaltar que o programa para redução do peso está sob supervisão de profissionais competentes do Instituto Movere, sendo deles a responsabilidade por estas atividades. Os autores do presente projeto somente serão responsáveis pela parte de avaliação inicial (1º mês) e final (3º mês) das pressões plantares e estrutura dos pés.

O transporte dos participantes até o local das avaliações, bem como sua alimentação não será de responsabilidade das pesquisadoras.

Declaro que fui informado (a) sobre todos os procedimentos da pesquisa e que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações sobre o projeto. Os dados desta pesquisa serão armazenados sob forma de fichas, fotografias e/ou filmagens, em disquetes e CDs. Eu permito que os pesquisadores obtenham fotografias e/ou filmagens de meu (a) filho (a) para fins de pesquisa, científico, médico e educacional. Eu concordo que o material e informações obtidas relacionados ao meu (a) filho (a) possam ser publicados em aulas, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, mantendo anonimato de seu nome e sua imagem. As fotografias e/ou vídeos ficarão sob a propriedade dos pesquisadores e, sob a guarda dos mesmos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos serão feitas em meu (a) filho (a). Declaro que fui informado (a) que posso retirar meu (a) filho(a) do estudo a qualquer momento, se assim achar necessário.

Qualquer dúvida, favor entrar em contato com o responsável através do endereço ou telefones abaixo discriminados.

Nome do participante _____
Nome do pai ou responsável _____
Assinatura do pai ou responsável _____
São Carlos, ___/___/___

Declaro que expliquei todos os propósitos, os procedimentos, os benefícios e os riscos envolvidos neste estudo. Respondi a todos os questionamentos a respeito do desenvolvimento do projeto e forneci uma cópia deste documento aos pais ou responsáveis.

Pesquisador responsável _____
Assinatura _____
São Carlos, ___/___/___

ANEXO C

**TERMO DE RESPONSABILIDADE – INSTITUTO MOVERE DE AÇÕES
COMUNITÁRIAS**