

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
DEPARTAMENTO DE BIODINÂMICA

INFLUÊNCIAS DE UM PROGRAMA DE ATIVIDADE FÍSICA
NO CONTROLE DO EQUILÍBRIO DE IDOSOS

Brenda Marcela Benitez Ramos

SÃO PAULO
2003

**INFLUÊNCIAS DE UM PROGRAMA DE ATIVIDADE FÍSICA NO CONTROLE DO
EQUILÍBRIO DE IDOSOS**

BRENDA MARCELA BENITEZ RAMOS

Monografia apresentada ao Departamento de Biodinâmica da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS DUARTE

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi resultado de esforços conjuntos, colaboração e empenho de muitos aos quais devo meus sinceros agradecimentos.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Marcos Duarte, quem oportunizou meu envolvimento com a pesquisa, orientando-me desde a iniciação científica, por estes anos de dedicação e paciência, exemplo profissional e muito bom humor. Obrigada
Marcos!

À Sandra, companheira de laboratório e de residência, pelo árduo empenho, dedicação, pelos conselhos profissionais e, principalmente, pela amizade. Valeu Sandrinha!

Aos colegas e amigos de laboratório, em especial à Silvana e ao Sandro, pelo grande auxílio na coleta dos dados; à Aninha, Paulo, Rogério e Welber pela companhia, brincadeiras (principalmente nos momentos estressantes), enfim, pela amizade.

À Prof. Dr^a. Silene Sumire Okuma, minha professora e também coordenadora do PAAF, por conceder a participação dos idosos neste estudo, pelo exemplo profissional de fazer com muito amor tudo aquilo que faz e pelo carinho.

A todos aqueles envolvidos com o PAAF- 2002, integrantes do GREPEFI e os idosos que contribuíram com este estudo sendo sujeitos de pesquisa, pela disposição!!!

À Maria Pastora, minha incondicionável companheira, Morival, meu maior fã e Douglas, meu querido irmão. À minha preciosa família, por me apoiarem, amarem e me fazerem feliz!

A conclusão deste trabalho significou o cumprimento de mais uma etapa de vida. Àquele quem me permitiu chegar até aqui e com muito amor tem conduzido meus caminhos e me ensinado tantas maravilhas: meu Pai e Senhor, obrigada!

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 ENVELHECIMENTO E ATIVIDADE FÍSICA	2
2.2 SISTEMA DE CONTROLE POSTURAL.....	5
2.3 PRINCÍPIOS BIOMECÂNICOS	6
2.4 SISTEMAS SENSORIAIS ENVOLVIDOS	7
2.5 CONTROLE DO EQUILÍBRIO EM IDOSOS	8
2.6 QUEDAS E ATIVIDADE FÍSICA	10
2.6.1 <i>Treinamento de Força</i>	12
2.6.2 <i>Treinamento de Capacidade Aeróbia</i>	14
2.6.3 <i>Programas de Exercícios Gerais e outras modalidades</i>	15
2.7 AVALIAÇÃO DO CONTROLE DO EQUILÍBRIO EM IDOSOS.....	16
2.7.1 <i>Testes de campo para avaliação do equilíbrio</i>	18
2.7.2 <i>Testes de laboratório para avaliação do equilíbrio</i>	28
3 OBJETIVO	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1 AMOSTRA POPULACIONAL	32
4.2 PROGRAMA AUTONOMIA PARA A ATIVIDADE FÍSICA (PAAF)	32
4.3 PROCEDIMENTOS	34
4.4 TESTE DE ALCANCE FUNCIONAL ADAPTADO.....	35
4.5 POSTUROGRAFIA ESTÁTICA	36
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
5 RESULTADOS	39
6 DISCUSSÃO.....	46
6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	50
7 CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. VALORES DE REFERÊNCIA PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO DE ACORDO COM A FAIXA ETÁRIA (MATSUDO, 2000)	27
TABELA 2. VALORES DE ALCANCE FUNCIONAL ESPERADOS DE ACORDO COM DUNCAN ET AL. (1990).....	39
TABELA 3. RESULTADOS DE ALCANCE FUNCIONAL E CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM OS ESCORES DE DUNCAN ET. AL (1990).	41
TABELA 4. MÉDIAS E DESVIO PADRÃO DA ÁREA DE DESLOCAMENTO DO CP E DO TSD. CONDIÇÕES: A DESIGNA OLHOS ABERTOS E B FECHADOS; 1 DESIGNA UM APOIO E 2 DOIS APOIOS.	42

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. TESTE DE ALCANCE FUNCIONAL. POSIÇÃO INICIAL (ESQUERDA) E POSIÇÃO FINAL (DIREITA)	28
FIGURA 2. TESTE DE ROMBERG. 1. PÉS SEPARADOS CONFORTAVELMENTE; 2. PÉS JUNTOS; 3. PÉS SEMI CALCANHAR-DEDO; 4. PÉS EM POSIÇÃO CALCANHAR-DEDO.....	30
FIGURA 3. REPRESENTAÇÃO DAS OSCILAÇÕES DO CENTRO DE PRESSÃO (CP) NAS DIREÇÕES ANTERO-POSTERIOR E MÉDIO LATERAL. AS ESCALAS DOS EIXOS SÃO DADAS EM CM.	35
FIGURA 4. TESTE DE ALCANCE FUNCIONAL ADAPTADO.....	36
FIGURA 5. TESTE DE LABORATÓRIO REALIZADO SOB UMA PLATAFORMA DE FORÇA (LABORATÓRIO DE BIOFÍSICA-EEFEUSP).....	37
FIGURA 6. REPRESENTAÇÃO DA ÁREA DA ELIPSE. AS ESCALAS DOS EIXOS SÃO DADAS EM CM. ...	38
FIGURA 7. MÉDIAS DE ALCANCE FUNCIONAL PARA N=30 ANTES E APÓS TREINAMENTO.....	40
FIGURA 8. PROPORÇÃO DE SUJEITOS COM ALCANCE FUNCIONAL ABAIXO OU ACIMA DO ESPERADO.	42
FIGURA 9. DADOS DE ÁREA DE DESLOCAMENTO DO CP NO APOIO BIPEDAL.....	43
FIGURA 10. DADOS DE ÁREA DE DESLOCAMENTO DO CP NO APOIO UNIPEDAL.	44
FIGURA 11. DADOS DO TSD NO APOIO BIPEDAL.	45
FIGURA 12. DADOS DO TSD NO APOIO UNIPEDAL.....	45

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. ESCALA DE EQUILÍBRIO DE BERG (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).....	19
QUADRO 2. ESCALA DE MOBILIDADE E EQUILÍBRIO DE TINETTI (1996)	25

RESUMO

INFLUÊNCIAS DE UM PROGRAMA DE ATIVIDADE FÍSICA NO CONTROLE DO EQUILÍBRIO DE IDOSOS

Autor: BRENDA MARCELA BENITEZ RAMOS

Orientador: PROF. DR. MARCOS DUARTE

Como parte do processo de desenvolvimento humano, o envelhecimento é caracterizado como um período de perdas funcionais que influenciam negativamente a qualidade de vida dos indivíduos com idades mais avançadas. Desde que o homem assumiu a posição bípede, uma maior demanda do controle postural foi exigida, fazendo-se necessário tanto em posições estáticas como dinâmicas, como por exemplo na locomoção.

O objetivo do presente estudo foi analisar as influências de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos através da aplicação do Teste de Alcance Funcional (Duncan et al. 1990) como teste de campo e a estabilografia estática (Winter, 1995), como teste de laboratório. Através deste estudo procurou-se confirmar as seguintes hipóteses: (1) Aumento das medidas de alcance funcional após o treinamento; e (2) Diminuição do deslocamento do CP após o treinamento.

De acordo com o teste de campo, o treinamento mostrou-se eficiente para aumentar o alcance funcional dos idosos. De acordo com os resultados do teste de laboratório, em relação ao efeito do treino no apoio, foi verificado somente efeito significativo do treinamento nas tarefas unipedais que, em relação às tarefas bipedais, exigem mais do sistema de controle postural por serem mais difíceis. Para o apoio bipedal, o treinamento, ao contrário do apoio unipedal, promoveu um aumento das duas medidas posturográficas no apoio bipedal.

Palavras-chave: idosos, equilíbrio, atividade física, postura

1 Introdução

Como parte do processo de desenvolvimento humano, o envelhecimento é caracterizado como um período de perdas funcionais que influenciam negativamente a qualidade de vida dos indivíduos com idades mais avançadas. Desde que o homem assumiu a posição bípede, uma maior demanda do controle postural foi exigida, fazendo-se necessário tanto em posições estáticas como dinâmicas, como por exemplo na locomoção.

À primeira vista, esta tarefa parece ser simples, entretanto, requer a interação de uma série de informações (sistemas somatossensorial, vestibular e visual) que permitem que sejam feitos ajustes necessários para o controle do equilíbrio. Quando os sistemas responsáveis por fornecer informações do meio para o indivíduo não são capazes de identificar com eficiência as exatas condições de prática, como é o caso dos indivíduos idosos, o controle postural fica seriamente comprometido. Embora a coordenação postural ocorra de forma rápida, através de respostas automáticas, ela é significativamente influenciada por experiências prévias, prática, instrução e períodos de treinamento (Dempsey et al. 1996 citado por Horak, 1996). Muitos estudos tem demonstrado os benefícios adquiridos com o treinamento do equilíbrio em programas de atividade física (Lord, Sherrington e Menz, 2001; Province et al., 1995; Sousa & Marques, 2002; Okuma, 1998; Andreotti, 1999; Oliveira, 2001; Wolf et al., 1996).

Segundo pesquisas norte-americanas, 30% das pessoas com idade superior ou igual à 65 anos caem por ano, dessas quedas 20% dos casos irão morrer dentro de 1 ano (AAOS, 2003). A maioria das fraturas é resultado de quedas em casa durante as atividades cotidianas como subir e descer escadas, ir ao banheiro ou trabalhando na cozinha. Em torno de 3 bilhões de dólares são gastos pelo sistema de saúde norte-americano com fraturas de quadril (Tinetti, 1989).

Diante da severidade da questão, tanto em termos de qualidade de vida da população idosa quanto aos gastos públicos representados pelas fraturas decorrentes de quedas, este trabalho teve como objetivo analisar as influências de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos através da aplicação de testes de campo e de laboratório para avaliação do equilíbrio.

2 Revisão de literatura

2.1 Envelhecimento e Atividade Física

Na literatura internacional e brasileira muitos estudos apontam que a população mundial está envelhecendo rapidamente. Segundo Neri (1999), em 1940 no Brasil a população com 60 anos ou mais representava 4% da população do país. Dados mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelam que esta proporção aumentou para 8,6% em 2000 e que chegará a 13% em 2020, representando aproximadamente 30 milhões de idosos. Em termos proporcionais isto significa que no ano 2001, 1 em cada 12 brasileiros possuía idade igual ou superior a 65 anos e em 2020, 1 em cada 8 pertencerá à população idosa.

Frágil, incapaz e dependente são alguns dos principais adjetivos atribuídos ao idoso. Esta concepção, segundo Okuma (1998) advém dos inúmeros estudos que relatam a incidência de doenças nesta fase da vida, sendo as cinco principais causas de incapacitação e limitações em idosos entre 70 a 80 anos as doenças cerebrovasculares, perda de força nos membros inferiores, diminuição da visão, artrite e doenças cardíacas. No entanto, o envelhecimento pode ser visto de modo mais otimista, não só como um período de degradações, mas de ganhos potenciais dependendo do estilo de vida adotado.

Apesar de não haver um consenso na literatura sobre as definições de envelhecimento e velhice, a concepção de envelhecimento adotada reflete as atitudes profissionais e os tipos de trabalho fornecidos à esta população (Kleine, 1999). Shumway-Cook & Woollacott (2003) descrevem dois modelos que representam as categorias de teorias existentes sobre o envelhecimento. O primeiro modelo considera que as funções do sistema nervoso decrescem continuamente com o avanço da idade, de forma linear e inevitável. Desse modo, a perda funcional é considerada condição obrigatória do processo de envelhecer. O segundo modelo propõe uma visão mais otimista em relação a esta fase da vida, caso não haja nenhum acometimento de doença, o SNC continua funcionando em um nível relativamente alto até a morte.

De modo geral, os fatores que causam o envelhecimento são classificados como sendo primários, relacionados à genética, e secundários, relacionados a causas externas, como a incidência de patologias ou acidentes, levando ao declínio do funcionamento dos sistemas. A saúde do idoso é determinada pela combinação destes dois fatores, sendo mais determinantes para um envelhecimento bem sucedido os fatores secundários. Estes fatores se referem aos hábitos de vida e nível de atividade física do indivíduo e, diferentemente dos fatores primários, podem ser modificados no decorrer da vida.

Segundo Shumway-Cook & Woollacott (2003), o fato de que o estilo de vida determina a maneira pela qual envelhecermos leva a uma ênfase em medidas preventivas de saúde. Associados à idéia de envelhecer bem e com qualidade de vida, muitos programas de atividade física para a terceira idade têm surgido. A Organização Mundial da Saúde (1997), visando a promoção do estilo de vida ativo entre os idosos, estabeleceu algumas recomendações e diretrizes quanto à elaboração de programas de exercícios para esta população. Segundo estas recomendações, os programas deverão oferecer atividades como alongamento, relaxamento, calistenia, exercícios aeróbios, treinamento de força entre outras de maneira individual e/ou coletiva, em ambientes com ou sem supervisão (Oliveira et al., 2001).

Com o objetivo de reunir e posteriormente eleger os principais elementos necessários aos programas de atividade física para idosos, Kleine (1999) analisou a proposta de intervenção de 9 programas. A partir desta análise, verificou a presença dos componentes de força, flexibilidade, capacidade aeróbia, coordenação e equilíbrio, estando os dois últimos conteúdos presentes em menor proporção. Em relação aos procedimentos, verificou a grande utilização de atividades como exercícios de fortalecimento muscular, alongamento, caminhadas e atividades aquáticas, assim como jogos recreativos, de associação e atividades rítmicas. Para o desenvolvimento destes conteúdos os materiais mais utilizados foram bolas, bexigas, argolas, halteres, caneleiras e música.

Segundo Andreotti (1999) uma grande porcentagem de pessoas acima de 60 anos tem dificuldade ou incapacidade de realizar atividades cotidianas. Para Oliveira (2001) a manutenção da independência é a condição fundamental para que qualquer

indivíduo tenha auto-estima e bem-estar, de modo que possa executar sem restrições suas atividades do dia-a-dia e ter uma melhor saúde. Nesse sentido, a promoção da qualidade de vida nesta faixa etária vai além do aumento da longevidade, proteção à saúde e recuperação ou não involução de determinadas funções orgânicas e fisiológicas citados por Andreotti (1999), mas também refere-se à manutenção da capacidade funcional do indivíduo.

Por volta de 2030, 14 milhões de idosos não serão mais capazes de realizar suas atividades diárias de forma independente (Spiriduso, 1995). De acordo com Okuma (1998), a perda da capacidade funcional destes indivíduos leva à incapacidade para realizar as Atividades da Vida Diárias (AVD's) e as Atividades Instrumentais da Vida Diária (AIVD's). As AVD's estão relacionadas às atividades de cuidados pessoais básicos como escovar os dentes, tomar banho, calçar sapatos, vestir-se; as AIVD's são mais complexas e incluem, necessariamente, aspectos de uma vida independente como fazer compras, limpar a casa, cozinhar, lavar roupa, utilizar meios de transporte e usar o telefone (Okuma, 1998). Ambos os tipos de atividades exigem certo grau de destreza e habilidade que, se não forem treinadas, podem ser perdidas com o avanço da idade.

Tanto a perda da capacidade funcional como a presença de doenças crônico-degenerativas tais como hipertensão, diabetes e hipercolesterolemia em idosos desenvolvem-se em virtude do sedentarismo. Grande parte do declínio da capacidade física dos idosos é devida ao tédio, à inatividade e à expectativa de enfermidade (Okuma, 1998), sendo que 50% deste declínio é provocado pela atrofia por desuso resultante do sedentarismo (Spiriduso, 1989; Matsudo, 1997; Kleine, 1999).

Muitos são os motivos que levam a não adesão a programas de atividade física por parte dos idosos, dentre eles estão a condição de saúde do indivíduo, falta de equipamentos apropriados, falta de tempo, falta de oportunidades, falta de habilidade motora e o desconhecimento sobre os efeitos da prática da atividade física no processo de envelhecimento (Okuma, 2002). Por estes e outros motivos, problemas de saúde que poderiam ser reduzidos ou até curados permanecem, comprometendo a qualidade de vida destes indivíduos.

Nesse contexto, a prática regular de exercícios físicos se faz necessária para o idoso tanto como medida preventiva de saúde quanto possibilidade real de manutenção da qualidade de vida mesmo em idades avançadas.

2.2 Sistema de Controle Postural

Para compreender a importância do sistema de controle postural basta se pensar qual o nível de participação deste sistema nas diversas tarefas motoras. Na maioria das vezes, pensamos em equilíbrio somente em ocasiões especiais como manter-se em um pé só, caminhar sobre uma superfície estreita ou piso molhado. Embora estas tarefas exijam equilíbrio, os mecanismos envolvidos no controle postural são requeridos em atividades simples como caminhar, levantar-se, mudar de direção e subir escadas, constantemente presentes no cotidiano.

Segundo Rothwell (1996), o sistema de controle postural é responsável por 3 funções básicas: suporte, estabilização e equilíbrio. Para evitar que o corpo caia no chão em virtude da força de gravidade, este sistema assegura que os músculos apropriados sejam contraídos para suportar o corpo na posição ereta. A função de estabilização refere-se às tarefas dinâmicas em que é necessário estabilizar alguns segmentos corporais enquanto outros se movimentam. Por último, durante as tarefas dinâmicas e estáticas, este sistema assegura o equilíbrio do corpo dentro dos limites de estabilidade.

Existem outras teorias que adotam a divisão do controle postural em duas principais funções: orientação postural e estabilidade postural ou equilíbrio (Horak & Macpherson, 1996; Shumway-Cook & Woollacott, 2003). A orientação postural refere-se a capacidade de manter um alinhamento adequado entre os segmentos corporais e entre o corpo e o ambiente durante a realização das tarefas. A estabilidade postural ou equilíbrio é o estado em que todas as forças de movimento são balanceadas de modo que o corpo permaneça na orientação e posicionamento desejados – isto ocorre nas tarefas que exigem equilíbrio estático, como manter-se em pé na fila do banco - ou que se movimente de forma controlada – nas tarefas que exigem equilíbrio dinâmico, como é o caso de subir degraus.

2.3 Princípios Biomecânicos

O sistema músculo-esquelético responsável pela motricidade do corpo é extremamente complexo do ponto de vista biomecânico, haja visto o grande número de músculos e articulações a serem controlados para manter a estabilidade postural. Com base nesta idéia, Latash (1998) descreve um modelo para compreender a dinâmica da postura ereta, segundo ele o corpo nesta posição pode ser caracterizado como um pêndulo invertido multissegmentar cujo maior desafio é manter a estabilidade que constantemente é desafiada por forças estabilizadoras e desestabilizadoras. “Muito diferente do que se pensa, a postura não é considerada uma posição estática, mas sim a interação dinâmica entre a tarefa específica e o contexto em que está inserida” (Horak & Macpherson, 1996, p. 256).

Para manter o equilíbrio de um objeto é necessário que a projeção do centro de massa seja mantido dentro de sua base de apoio. Na postura ereta, o centro de massa do corpo (CM), também chamado por centro de gravidade (CG), representa o ponto em que se concentra toda a massa corporal (na posição anatômica de referência, este ponto encontra-se aproximadamente no nível da 2ª vértebra lombar) e é determinado pelo cálculo da média ponderada do CM de cada segmento. A resultante de todas as forças externas são aplicadas neste ponto e nele toda massa do corpo é equilibrada (Horak & Macpherson, 1996).

Os limites de estabilidade do corpo, anteriormente citados, delimitam uma área sobre a qual os movimentos do CM devem ser realizados para assegurar a condição de equilíbrio. Na postura ereta, estes limites são definidos pela área compreendida entre os calcanhares e os dedos dos pés denominada base de apoio (BA) (Shumway-Cook & Woollacott, 2003). De acordo com Horak & Macpherson (1996), existem dois principais fatores correlacionados à BA que influenciam a estabilidade do corpo: tamanho da área e a distância relativa entre CM e BA. A postura quadrúpede é estável porque a BA, limitada ao redor dos quatro apoios, é grande e o CM do animal localiza-se próximo ao solo em relação às dimensões da BA. Na postura bípede, entretanto, além da altura do CG em relação a BA ser grande, suas dimensões são pequenas restringindo a área de deslocamento do CM.

Para manter o CM dentro dos limites da base de apoio, sabendo que o corpo está constantemente sujeito a forças, o sistema de controle postural procura alcançar um estado de equilíbrio entre as forças externas (gravitacionais, inerciais, de atrito e de reação) que são produzidas pelo ambiente e as forças internas, produzidas pelas contrações musculares (torques articulares). Como resultado deste processo, o corpo exerce força sobre a superfície de apoio para mover ou manter o CM em uma região de estabilidade, a resultante vertical desta força é chamada centro de pressão (CP). O CP representa todo o resultado das ações do sistema de controle postural e da força da gravidade na manutenção do equilíbrio postural (Winter, 1995).

A medida do CP durante a postura ereta tem sido por décadas a principal ferramenta biomecânica para o entendimento do equilíbrio postural (Duarte & Mochizuki, 2001). Segundo Shumway-Cook & Woollacott (2003) muitos estudos têm mostrado que a eficácia do sistema de controle postural estaria diretamente associada à amplitude de deslocamento do CP: grandes amplitudes de movimento indicariam uma baixa qualidade do controle do equilíbrio, sendo que um “bom” controle seria representado por pequenas amplitudes de deslocamento do CP.

2.4 Sistemas Sensoriais Envolvidos

Ao permanecer em pé não pensamos no que vemos ou sentimos, no entanto, o corpo está recebendo e processando uma série de informações sensoriais como a gravidade, a superfície de apoio dos pés, a relação do corpo com objetos externos para manter a orientação do corpo. A postura corporal pode ser orientada por uma série de referências dependendo da tarefa e do objetivo que se quer atingir. O ponto de referência pode ser **vestibular**, baseada nas forças gravitacionais; **somatossensorial**, baseado nas informações colhidas a partir do contato com o meio; ou **visual**, baseada nas características externas do ambiente (Rothwell, 1996; Latash, 1998; Shumway-Cook & Woollacott, 2003; Spirduso, 1995).

As **informações vestibulares** são detectadas a partir da movimentação acelerada da cabeça, ou das mudanças na aceleração resultante de uma alteração na posição da cabeça para determinar seu posicionamento em relação às forças da gravidade e da inércia. As **informações somatossensoriais** provêm de receptores

de toque e de posição localizados na pele (mecanorreceptores), nos músculos (fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi), tendões, ligamentos, articulações e órgãos internos. Estes receptores são sensíveis a deformações mecânicas na superfície do corpo, estimulando a sensação de toque, e a distorções físicas como alongamento e flexão, fornecendo a posição do corpo no espaço, a direção e a intensidade do movimento.

As **informações visuais** relacionam-se com a forma, cor e movimento dos objetos e do próprio corpo. Apesar de serem importantes como fonte de referência de verticalidade e para a manutenção da oscilação natural do corpo dentro dos limites de estabilidade, não são imprescindíveis para o controle postural, visto que é possível manter o equilíbrio com os olhos fechados (Horak & Shupert 1994 ; Wiczorek, 2003, Shumway-Cook & Woollacott, 2003). Esta rede de informações são interpretadas pelo sistema nervoso central (SNC) havendo uma complexa interação entre o sistema neural (processamento das informações) e o sistema músculo-esquelético (efetor).

2.5 Controle do Equilíbrio em Idosos

Como citado anteriormente, a medida do CP durante a postura ereta tem sido muito utilizada para o entendimento do equilíbrio postural (Duarte & Mochizuki, 2001). Muitos estudos têm mostrado a forte correlação existente entre os valores de deslocamento do CP e o controle do equilíbrio, sendo a amplitude de movimento do CP inversamente proporcional a qualidade do controle do equilíbrio (Shumway-Cook & Woollacott, 2003).

Segundo Laughton et al. (2003), muitos estudos têm constatado o aumento da instabilidade postural em idosos, sendo que aqueles classificados como caidores (1 ou mais quedas relatadas durante o ano) apresentam uma maior velocidade de deslocamento do CP em relação aos idosos não caidores. Peterka (2000) também verificou aumentos de oscilação na postura ereta estática, segundo o autor eles ocorrem por dois motivos, pela diminuição dos torques corretivos gerados para controlar as oscilações e velocidades do corpo, e pelo aumento do tempo para sentir, transmitir, processar e ativar a musculatura. Estas alterações estariam relacionadas à

diminuição de força muscular e de velocidade de condução nervosa associados aos declínios fisiológicos do envelhecimento (Peterka, 2000 ; Laughton et al., 2003).

Embora muitos estudos na literatura reportem o aumento de variáveis relacionadas ao controle postural de idosos, estudos que compararam grupos de diferentes faixas etárias encontraram resultados opostos. Freitas Jr. (2003) em sua tese de mestrado quantificou e analisou as oscilações posturais de jovens, adultos e idosos (n=40). A tarefa realizada foi permanecer em apoio bipedal o mais parado possível com os olhos abertos, direcionados em um alvo fixo, durante 60s e com os olhos fechados. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$) entre as oscilações nos diferentes grupos, no entanto, verificou-se diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$) entre as condições visuais, isto é, a área de deslocamento do CP foi maior quando a tarefa foi realizada com os olhos fechados.

Outro estudo que analisou o controle do equilíbrio de adultos e idosos fisicamente ativos (n=20) não constatou diferenças significativas ($p> 0,05$) entre os dados da área de oscilação do CP obtidos, as médias de área foram respectivamente de $0,7 \pm 0,5 \text{ cm}^2$ para os adultos e $1,0 \pm 0,4 \text{ cm}^2$ para os idosos (Wieczorek, 2003).

São muitas as alterações decorrentes do processo de envelhecimento que influenciam a qualidade de vida dos idosos, neste capítulo serão abordadas as alterações nos sistemas musculoesquelético, neuromuscular e sensorial que são os grandes responsáveis pela perda da qualidade do controle do equilíbrio nesta fase da vida.

A força muscular sofre uma diminuição de aproximadamente 18 a 20% após os 65 anos, a flexibilidade diminui em torno de 20% entre os 25 e 65 anos (Andreotti, 1999). Segundo Okuma (1998) com o decorrer da idade, a elasticidade e estabilidade dos músculos, tendões e ligamentos se deterioram, a área transversal se torna menor pela atrofia muscular e a massa muscular diminui em proporção ao corpo, o que leva a redução da força muscular.

Segundo Okuma (1998), a falta de flexibilidade principalmente das articulações da coluna, quadril e joelhos está associada às dificuldades na realização de vários componentes das AVD's e AIVD's. Estas limitações na amplitude do movimento articular devem-se ao aumento da proporção de tecido conectivo na massa muscular, desidratação e da mudança de composição em colágeno e elastina

das articulações, levando ao aumento da sua densidade e rigidez diminuindo a amplitude do movimento articular.

2.6 Quedas e Atividade Física

As quedas são definidas de diferentes formas no ambiente clínico e nas pesquisas, segundo Shumway-Cook & Woollacott (2003) no ambiente clínico é considerado um evento de queda qualquer situação em que o idoso cai no solo ou se encontra deitado, ou quando há contato com objetos externos na tentativa de manter o equilíbrio. Muitos estudiosos consideram como perda de equilíbrio ou queda qualquer situação em que o participante dá um passo em resposta à ameaça do equilíbrio ou desloca seu CM para fora dos limites da base de apoio.

Apesar de antiga, a definição de queda proposta por *Kellog International Working Group* (1987) tem sido muito utilizada entre as pesquisas (Tinetti et. al,1988; O'Loughlin et al.,1993 ; Perracini, 2000; Lord, Sherrington e Menz, 2001). Segundo esta definição, queda é um evento inesperado que leva o indivíduo a repousar no solo ou em um nível inferior como resultado de um golpe violento, perda de consciência, princípio de paralisia ou crise epilética.

As quedas, que segundo Lord, Sherrington e Menz (2001) representam 70% de todos os gastos referentes a acometimentos sofridos por idosos, podem ocorrer em qualquer lugar e em qualquer momento. Em idosos com idade igual ou superior a 65 anos, elas ocorrem com maior frequência dentro de casa, durante a realização de atividades diárias (AAOS, 2003). Como consequência das quedas, as fraturas além de comprometerem severamente a mobilidade e independência do idoso, representam para o sistema de saúde norte-americano um gasto de aproximadamente 3 bilhões de dólares anuais (Tinetti, 1989). Os tipos de fraturas decorrentes de quedas mais comuns são da pélvis, quadril, fêmur, vértebras, úmero, antebraço, mãos, pernas e joelho (Scott, 1990 ; AAOS, 2003).

A causa das quedas é multifatorial, depende tanto de fatores intrínsecos como os aspectos fisiológicos, musculoesqueléticos e psicossociais relacionados ao envelhecimento, como de fatores extrínsecos relacionados ao ambiente (Perracini, 2000; Shumway-Cook & Woollacott, 2003). Com base nos estudos reunidos por

Lord, Sherrington e Menz (2001) a seguir serão descritos os principais fatores de risco para quedas, segundo a classe a que pertencem:

Fatores Intrínsecos

- *Psicossociais e demográficos*: idade avançada, histórico de quedas, limitações na vida diária, sedentarismo e morar sozinho.
- *Sensoriais e neuromuscular*: sensação periférica reduzida, sensibilidade ao contraste visual, acuidade visual reduzida, fraqueza muscular e aumento no tempo de reação.
- *Médicos*: déficits cognitivos, alterações neurológicas (ex. derrame, Mal de Parkinson), deformidades nos pés, artrite, depressão e tontura.

Fatores Extrínsecos

- *Uso de Medicamentos*: abuso de medicamentos, tipo do medicamento (diuréticos, antidepressivos e sedativos que alteram o controle postural).
- *Ambiente*: tipo de calçado, presença de obstáculos inesperados, objetos espalhados pelo chão e iluminação reduzida.

Se as quedas em idosos ocorrem em grande parte devido aos déficits de equilíbrio, força muscular, tempo de reação e flexibilidade, é plausível que o exercício físico que vise o aumento destas capacidades reduza a incidência de quedas (Province et al., 1995). Dentre as estratégias para diminuir a ação dos fatores de risco anteriormente citados, a prática de exercícios tem sido comprovada como sendo uma proposta de intervenção eficaz.

Segundo Lord, Sherrington e Menz (2001), os exercícios físicos têm um papel fundamental na modificação dos fatores de risco e na prevenção de quedas. Existem muitos tipos de exercícios que promovem a redução do risco de queda, mas para otimizar a sua prescrição é necessário antes avaliar o indivíduo. Segundo o mesmo autor, a partir dos déficits apresentados na avaliação é possível prescrever os tipos de exercícios mais adequados segundo a condição física do idoso; sendo importante também levar em conta fatores como o estilo de vida do sujeito, sua personalidade e preferências pessoais.

Os efeitos da prática de exercícios físicos na modificação dos fatores de risco para quedas e nas habilidades funcionais de idosos já foram comprovados em muitas pesquisas (Lord, Sherrington e Menz 2001; Sousa & Marques 2002; Okuma, 1998; Andreotti, 1999; Oliveira, 2001; Province, 1995). A seguir serão expostas algumas questões acerca dos diferentes tipos de treinamento oferecidos em programas de atividade física para a terceira idade.

2.6.1 Treinamento de Força

A grande perda de força gerada pela diminuição de massa muscular (sarcopenia) com o avanço da idade é um dos principais fatores de risco para quedas (Hurley, 1995 ; Lord, Sherrington e Menz 2001; Sousa & Marques 2002). De modo semelhante, Okuma (1998) relaciona a atrofia muscular com a incidência de quedas: a redução de força dos membros inferiores associa-se à incapacidade de levantar-se, ao aumento da instabilidade, redução da amplitude da passada e da velocidade do andar, fatores que aumentam o risco de acidentes, sobretudo de quedas.

Ao contrário do que se pensava, o treinamento de força tem sido cada vez mais indicado para idosos como uma maneira eficaz e segura de combater estas perdas (Fiatarone et al. 1990 ; Okuma 1998). O aumento da capacidade do músculo de gerar força é explicado a partir do princípio de sobrecarga, o grupo muscular é submetido a um trabalho com cargas mais elevadas do que está acostumado suportar gerando aumento de tamanho e força.

O aumento das habilidades funcionais com o treinamento de força somente tem sido verificado para sujeitos com níveis críticos de força (Buchner et al., 1992 ; Lord, Sherrington e Menz 2001). As posições e velocidades em que os exercícios de força são realizados não são relevantes para a execução das tarefas diárias (AVD's e AIVD's), indo de encontro ao princípio de especificidade do treinamento. Deste modo, uma estratégia mais conveniente é treinar as tarefas funcionais propriamente ditas com ou sem sobrecarga (Lord, Sherrington e Menz, 2001).

Alguns estudos têm mostrado aumento das habilidades funcionais quando o treinamento de força é combinado com outros tipos de treinamento, sua associação ao treinamento da capacidade aeróbia e do equilíbrio tem se mostrado eficiente para

aumentar o controle do equilíbrio e a velocidade da marcha (Judge et al., 1993 a e b ; Lord, Sherrington e Menz, 2001).

Sousa e Marques (2002) desenvolveram um estudo de 12 semanas de treinamento de força para verificar as influências sobre o risco de quedas em idosos. A intensidade do treinamento foi progressiva, começando em 50% de uma repetição máxima (RM) até 80% RM nas 2 últimas semanas, três vezes por semana. Para a avaliação, foram utilizados dois testes funcionais fortemente associados ao risco de quedas: o *Timed Get-Up & Go Test* (TUG) e o *Functional Reach Test* (FRT). Por estarem diretamente relacionados com as atividades diárias (alcançar, levantar-se e sentar-se, caminhar), estes testes têm uma grande validade ecológica. Através deles é possível avaliar os principais componentes relacionados ao risco de quedas: o equilíbrio e a marcha (Sousa e Marques, 2002).

Neste estudo verificou-se um aumento de 32 a 48% de força muscular. Segundo Sousa e Marques (2002), o treinamento de alta intensidade vem sendo indicado na literatura para promover grandes ganhos de força máxima, no entanto, de acordo com os resultados obtidos, o treinamento de baixa a moderada intensidade mostrou-se tão eficaz quanto o de alta intensidade para este fim. Quanto aos testes funcionais, os resultados foram estatisticamente significativos ($p < 0,05$) nos dois testes, verificou-se uma melhora de desempenho de 15,6% no TUG e um aumento de 10,2% no FRT indicando que o treinamento de força pode estar diretamente associado à diminuição do risco de quedas.

O *American College of Sports Medicine* (ACMS) faz algumas recomendações quanto à frequência e intensidade do treinamento de força para idosos, devem ser realizados 8-10 exercícios envolvendo os grandes grupos musculares com uma série de 10-15 repetições (também poderão ser realizadas séries múltiplas se houver disponibilidade de tempo); em uma frequência de 2 a 3 vezes/semana (Pollock et al., 1998).

2.6.2 Treinamento de Capacidade Aeróbia

De acordo com Lord, Sherrington e Menz (2001), a perda da capacidade aeróbia dificulta a execução de AVD's e AIVD's (ex. subir escadas, vestir-se, atravessar a rua), pois para realizá-las é necessário um certo grau de condicionamento cardiovascular. Com base nisto, o treinamento da capacidade aeróbia seria uma estratégia de prevenção de quedas.

Em oposição, Okuma (1998) não considera este fator como sendo limitante para realização das AVD's e AIVD's, mas sim os baixos níveis de força muscular produzidos pelos idosos. Segundo a autora, para realizar suas tarefas cotidianas, o idoso depende em grande parte de um conjunto de capacidades como força muscular, resistência muscular localizada e flexibilidade denominado pelo ACMS como "aptidão muscular", necessitando na verdade de pouca aptidão cardiovascular (Blair et al. 1994 ; Okuma 1998).

O treinamento da capacidade aeróbia tem se mostrado efetivo para diminuir a taxa de quedas e modificar os fatores de risco para quedas. Os estudos citados por Lord, Sherrington e Menz (2001) têm mostrado ganhos de força muscular, mobilidade articular, aumento da velocidade em subir escadas e da marcha, e melhoria na qualidade do equilíbrio (testes *tandem* e de apoio unipedal).

Apesar do treinamento da capacidade aeróbia estar relacionado ao aumento das habilidades funcionais, a maioria dos estudos não costuma avaliá-las. Uma possível explicação para este fato é a crença de que os maiores benefícios do treinamento aeróbio ocorrem com idosos frágeis que necessitam desenvolver um condicionamento mínimo para realizar as AVD's e AIVD's (Lord, Sherrington e Menz 2001). Em um estudo em que houve treinamento de capacidade aeróbia e força foram constatados os aumentos na distância percorrida no teste de andar por 6 minutos (*6-minute walk*), na habilidade de subir escadas, levantar e carregar objetos e a diminuição do tempo de sair do carro (Ettinger et al.,1997; Lord, Sherrington e Menz 2001).

Em termos de prescrição, Pollock et al. (1998) verificou que o treinamento da capacidade aeróbia com frequência inferior a 2 vezes/semana, intensidade menor que 40-50% da frequência cardíaca de reserva (FC máxima - FC repouso) e menos

que 10 minutos de duração são estímulos insuficientes para desenvolver e manter o condicionamento cardiovascular. Dessa maneira, o ACMS recomenda que idosos com suficientes níveis de força e controle do equilíbrio deverão realizar atividades aeróbias com uma frequência de pelo menos 3 vezes/semana, duração mínima de 20 minutos (20 a 60 minutos), em uma intensidade de 40 a 60% da frequência cardíaca de reserva. Além de contínua, esta atividade pode ser intermitente, ou seja, pode ser acumulada durante o dia em intervalos de 10 minutos de atividade.

2.6.3 Programas de Exercícios Gerais e outras modalidades

Os programas de exercícios gerais analisados por Lord, Sherrington e Menz (2001) tinham como componentes o aquecimento, condicionamento físico, alongamento e relaxamento. As atividades desenvolvidas dentro do condicionamento físico compreendiam exercícios aeróbios e de força, atividades que envolviam o treinamento do equilíbrio e da coordenação motora.

Nestes estudos foram constatados ganhos de força nos membros inferiores, tempo de reação, controle neuromuscular, amplitude de movimento, equilíbrio, velocidade da caminhada, cadência, comprimento e tempo da passada; o que mostra a eficiência deste tipo de treinamento em reduzir a taxa de quedas e modificar seus fatores de risco (Lord et al.,1995; Lord et al., 1996; Lord, Ward e Williams,1996 ; Lord, Sherrington e Menz 2001). A partir desta análise de programas de exercícios gerais, estes autores verificaram que a melhor estratégia para obter ganhos no controle do equilíbrio é realizar exercícios na posição em pé, de forma que os sujeitos tenham que controlar grandes variações do CM do corpo.

Um estudo desenvolvido por Andreotti (1999) avaliou os efeitos do Programa Autonomia para a Atividade Física – 1998, que é um programa de exercícios gerais, sobre o desempenho de AVD's. Os participantes realizaram sessões de exercícios com duração de 90 minutos, 2 vezes por semana, durante o período de 12 meses. Verificou-se predominantemente mudanças qualitativas de desempenho do que quantitativas, encaixando-se neste último grupo apenas duas das sete AVD's analisadas (sentar e levantar da cadeira e locomover-se pela casa, e calçar meias). Segundo Andreotti, as tarefas que solicitaram predominantemente as capacidades

físicas de força muscular e capacidade aeróbia também não apresentaram melhoras quantitativas.

O *Tai Chi* é uma outra modalidade de atividade física praticada entre os idosos. Esta arte marcial milenar chinesa além de proporcionar benefícios motores e fisiológicos tais como aumento de coordenação motora, flexibilidade e aptidão cardiovascular, proporciona uma série de benefícios psicológicos importantes na terceira idade como a redução da ansiedade, depressão e stress (Oliveira, 2001).

Wolf et al. (1996) avaliou os efeitos da prática do *Tai Chi* e do treinamento do equilíbrio sobre uma plataforma de força em relação à incidência de quedas (n=180). O programa teve a duração de 15 semanas, as aulas eram ministradas uma vez por semana e tinham 60 minutos de duração. Os resultados revelaram que houve uma redução estatisticamente significativa ($p=0,01$) na incidência de quedas entre os idosos praticante de *Tai Chi* na ordem de 47,5% (Lord, Sherrington e Menz, 2001; Oliveira, 2001; Wolf et al, 1996 ; Province, 1995).

Um estudo desenvolvido na cidade de São Paulo avaliou os benefícios de um programa de *Tai Chi* em senhoras não praticantes de atividade física (n=6). Ao total foram 3 meses de programa, as aulas tinham duração de 40 a 50 minutos e eram ministradas uma vez por semana. Apesar da pequena amostra, foram constatados aumentos estatisticamente significantes ($p<0.05$) de 44% na força dos membros inferiores, 6,3% na flexibilidade e 21,6% no equilíbrio (Oliveira, 2001).

2.7 Avaliação do Controle do Equilíbrio em Idosos

Dado o contexto das quedas e suas conseqüências na qualidade de vida dos indivíduos, muitos esforços têm sido conduzidos para avaliar o controle do equilíbrio em idosos. De acordo com Whitney, Poole & Cass (1998), através dos instrumentos de avaliação é possível identificar quais sujeitos estão mais propensos às quedas, a maior causa de perda funcional e independência nesta população. Além disso, os resultados fornecem informações referentes ao nível de desempenho do sujeito em relação ao padrão estabelecido por pessoas saudáveis da mesma faixa etária, a necessidade de intervenção e também podem servir de parâmetro para avaliar as

mudanças de estado funcional no decorrer de um tratamento ou programa de atividade física (Wieczorek, 2003).

De modo geral, os testes podem ser divididos em testes de campo e testes de laboratório. Em termos de vantagens, os testes de campo são mais simples, geralmente requerem pouco espaço e material; avaliam tarefas funcionais comuns como sentar-se, andar sem apoio, alongar-se à frente, executar um giro de 360° e mudar da posição sentada para a vertical (Shumway-Cook & Woollacott, 2003), por este motivo tem um grande valor ecológico.

Os testes de laboratório são mais complexos e demandam maior custo financeiro, pois utilizam aparelhos sofisticados e exigem uma maior infra-estrutura para serem aplicados; no entanto, fornecem resultados mais apurados que não são obtidos através dos testes de campo. Ambos os testes apresentam limitações, os primeiros em relação à precisão dos resultados, os últimos em relação à acessibilidade cabendo à comunidade ou instituição selecioná-los adequadamente. Existem muitos testes de campo e de laboratório que avaliam o controle do equilíbrio em idosos, a seguir serão reunidos e descritos alguns dos principais testes utilizados na literatura.

Dentre os testes clínicos, também chamados testes de campo, serão descritos 4 testes (Escala de Equilíbrio de Berg, Escala de Mobilidade e Equilíbrio de Tinetti, Teste de Apoio Unipedal e o Teste de Alcance Funcional) e 3 testes de laboratório (posturografia estática e dinâmica, Teste de Romberg) pelo fato de serem amplamente utilizados e recomendados pela literatura (Whitney, Poole & Cass, 1998; Spirduso, 1995; Lord, Sherrington e Menz, 2001; Shumway-Cook & Woollacott, 2003; Matsudo, 2000).

2.7.1 Testes de campo para avaliação do equilíbrio

2.7.1.1 Escala de equilíbrio de Berg (Shumway-Cook & Woollacott, 2003; Whitney, Poole & Cass, 1998)

Este teste é constituído por uma escala de 14 tarefas comuns que envolvem o equilíbrio estático e dinâmico tais como alcançar, girar, transferir-se, permanecer em pé e levantar-se. A realização das tarefas é avaliada através de observação e a pontuação varia de 0 – 4 totalizando um máximo de 56 pontos. Estes pontos devem ser subtraídos caso o tempo ou a distância não sejam atingidos, o sujeito necessite de supervisão para a execução da tarefa, ou se o sujeito apóia-se num suporte externo ou recebe ajuda do examinador. De acordo com Shumway-Cook & Woollacott (2003), na amplitude de 56 a 54, cada ponto a menos é associado a um aumento de 3 a 4% abaixo no risco de quedas, de 54 a 46 a alteração de um ponto é associada a um aumento de 6 a 8% de chances, sendo que abaixo de 36 pontos o risco de quedas é quase de 100%.

Quadro 1. Escala de equilíbrio de Berg (Shumway-Cook & Woollacott, 2003)

DESCRIÇÃO DOS ITENS	Pontuação (0-4)
1. Sentado para em pé	_____
2. Em pé sem apoio	_____
3. Sentado sem apoio	_____
4. Em pé para sentado	_____
5. Transferências	_____
6. Em pé com os olhos fechados	_____
7. Em pé com os pés juntos	_____
8. Reclinar à frente com os braços estendidos	_____
9. Apanhar objeto do chão	_____
10. Virando-se para olhar para trás	_____
11. Girando 360 graus	_____
12. Colocar os pés alternadamente sobre um banco	_____
13. Em pé com um pé em frente ao outro	_____
14. Em pé apoiado em um dos pés	_____
TOTAL	_____
INSTRUÇÕES GERAIS	
<p>✓ Demonstre cada tarefa e/ou instrua o sujeito da maneira em que está escrito abaixo. Quando reportar a pontuação, registre a categoria da resposta de menor pontuação relacionada a cada item.</p> <p>✓ Na maioria dos itens pede-se ao sujeito manter uma dada posição por um tempo determinado. Progressivamente mais pontos são subtraídos de acordo com a descrição de cada tarefa.</p> <p>✓ É importante que se torne claro aos sujeitos que estes devem manter seus equilíbrios enquanto tentam executar a tarefa. A escolha de qual perna permanecerá como apoio e o alcance dos movimentos fica a cargo dos sujeitos. Julgamentos inadequados irão influenciar negativamente na performance e na pontuação.</p> <p>✓ Os equipamentos necessários são um cronômetro (ou relógio comum com ponteiro dos segundos) e uma régua ou outro medidor de distância com fundos de escala de 5, 12,5 e 25cm. As cadeiras utilizadas durante os testes devem ser de altura razoável. Um degrau ou um banco (da altura de um degrau) pode ser utilizado para o item #12.</p>	
1. SENTADO PARA EM PÉ	
INSTRUÇÕES: Por favor, fique de pé. Tente não usar suas mãos como suporte.	
() 4 capaz de permanecer em pé sem o auxílio das mãos e estabilizar de maneira	

independente

- 3 capaz de permanecer em pé independentemente usando as mãos
- 2 capaz de permanecer em pé usando as mão após várias tentativas
- 1 necessidade de ajuda mínima para ficar em pé ou estabilizar
- 0 necessidade de moderada ou máxima assistência para permanecer em pé

2. EM PÉ SEM APOIO

INSTRUÇÕES: Por favor, fique de pé por dois minutos sem se segurar em nada.

- 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
- 3 capaz de permanecer em pé durante 2 minutos com supervisão
- 2 capaz de permanecer em pé durante 30 segundos sem suporte
- 1 necessidade de várias tentativas para permanecer 30 segundos sem suporte
- 0 incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem assistência

Se o sujeito é capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, marque pontuação máxima na situação sentado sem suporte. Siga diretamente para o item #4.

3. SENTADO SEM SUPORTE PARA AS COSTAS MAS COM OS PÉS APOIADOS SOBRE O CHÃO OU SOBRE UM BANCO

INSTRUÇÕES: Por favor, sente-se com os braços cruzados durante 2 minutos.

- 4 capaz de sentar com segurança por 2 minutos
- 3 capaz de sentar com por 2 minutos sob supervisão
- 2 capaz de sentar durante 30 segundos
- 1 capaz de sentar durante 10 segundos
- 0 incapaz de sentar sem suporte durante 10 segundos

4. EM PÉ PARA SENTADO

INSTRUÇÕES: Por favor, sente-se.

- 4 senta com segurança com o mínimo uso das mão
- 3 controla descida utilizando as mãos
- 2 apóia a parte posterior das pernas na cadeira para controlar a descida
- 1 senta independentemente mas apresenta descida descontrolada
- 0 necessita de ajuda para sentar

5. TRANSFERÊNCIAS

INSTRUÇÕES: Pedir ao sujeito para passar de uma cadeira com descanso de braços para outra

sem descanso de braços (ou uma cama)

- () 4 capaz de passar com segurança com o mínimo uso das mãos
- () 3 capaz de passar com segurança com uso das mãos evidente
- () 2 capaz de passar com pistas verbais e/ou supervisão
- () 1 necessidade de assistência de uma pessoa
- () 0 necessidade de assistência de duas pessoas ou supervisão para segurança

6. EM PÉ SEM SUPORTE COM OLHOS FECHADOS

INSTRUÇÕES: Por favor, feche os olhos e permaneça parado por 10 segundos

- () 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 10 segundos
- () 3 capaz de permanecer em pé com segurança por 10 segundos com supervisão
- () 2 capaz de permanecer em pé durante 3 segundos
- () 1 incapaz de manter os olhos fechados por 3 segundos mas permanecer em pé
- () 0 necessidade de ajuda para evitar queda

7. EM PÉ SEM SUPORTE COM OS PÉS JUNTOS

INSTRUÇÕES: Por favor, mantenha os pés juntos e permaneça em pé sem se segurar

- () 4 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente com segurança por 1 minuto
- () 3 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente com segurança por 1 minuto, com supervisão
- () 2 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente e se manter por 30 segundos
- () 1 necessidade de ajuda para manter a posição mas capaz de ficar em pé por 15 segundos com os pés juntos
- () 0 necessidade de ajuda para manter a posição mas incapaz de se manter por 15 segundos

8. ALCANCE A FRENTE COM OS BRAÇOS EXTENDIDOS PERMANECENDO EM PÉ

INSTRUÇÕES: Mantenha os braços estendidos a 90 graus. Estenda os dedos e tente alcançar a maior distância possível. (o examinador coloca uma régua no final dos dedos quando os braços estão a 90 graus. Os dedos não devem tocar a régua enquanto executam a tarefa. A medida registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar enquanto o sujeito está na máxima inclinação para frente possível. Se possível, pedir ao sujeito que execute a tarefa com os dois braços para evitar rotação do tronco.)

- () 4 capaz de alcançar com confiabilidade acima de 25cm (10 polegadas)
- () 3 capaz de alcançar acima de 12,5cm (5 polegadas)
- () 2 capaz de alcançar acima de 5cm (2 polegadas)
- () 1 capaz de alcançar mas com necessidade de supervisão
- () 0 perda de equilíbrio durante as tentativas / necessidade de suporte externo

9. APANHAR UM OBJETO DO CHÃO A PARTIR DA POSIÇÃO EM PÉ

INSTRUÇÕES: Pegar um sapato/chinelo localizado a frente de seus pés

- () 4 capaz de apanhar o chinelo facilmente e com segurança
- () 3 capaz de apanhar o chinelo mas necessita supervisão
- () 2 incapaz de apanhar o chinelo mas alcança 2-5cm (1-2 polegadas) do chinelo e manter o equilíbrio de maneira independente
- () 1 incapaz de apanhar e necessita supervisão enquanto tenta
- () 0 incapaz de tentar / necessita assistência para evitar perda de equilíbrio ou queda

10. EM PÉ, VIRAR E OLHAR PARA TRÁS SOBRE OS OMBROS DIREITO E ESQUERDO

INSTRUÇÕES: Virar e olhar para trás sobre o ombro esquerdo. Repetir para o direito. O examinador pode pegar um objeto para olhar e colocá-lo atrás do sujeito para encorajá-lo a realizar o giro.

- () 4 olha para trás por ambos os lados com mudança de peso adequada
- () 3 olha para trás por ambos por apenas um dos lados, o outro lado mostra menor mudança de peso
- () 2 apenas vira para os dois lados mas mantém o equilíbrio
- () 1 necessita de supervisão ao virar
- () 0 necessita assistência para evitar perda de equilíbrio ou queda

11. VIRAR EM 360 GRAUS

INSTRUÇÕES: Virar completamente fazendo um círculo completo. Pausa. Fazer o mesmo na outra direção

- () 4 capaz de virar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
- () 3 capaz de virar 360 graus com segurança para apenas um lado em 4 segundos ou menos
- () 2 capaz de virar 360 graus com segurança mas lentamente
- () 1 necessita de supervisão ou orientação verbal
- () 0 necessita de assistência enquanto vira

12. COLOCAR PÉS ALTERNADOS SOBRE DEDGRAU OU BANCO PERMANECENDO EM

PÉ E SEM APOIO

INSTRUÇÕES: Colocar cada pé alternadamente sobre o degrau/banco. Continuar até cada pé ter tocado o degrau/banco quatro vezes.

- () 4 capaz de ficar em pé independentemente e com segurança e completar 8 passos em 20 segundos
- () 3 capaz de ficar em pé independentemente e completar 8 passos em mais de 20 segundos
- () 2 capaz de completar 4 passos sem ajuda mas com supervisão
- () 1 capaz de completar mais de 2 passos necessitando de mínima assistência
- () 0 necessita de assistência para prevenir queda / incapaz de tentar

13. PERMANECER EM PÉ SEM APOIO COM OUTRO PÉ A FRENTE

INSTRUÇÕES: (DEMOSTRAR PARA O SUJEITO) Colocar um pé diretamente em frente do outro. Se você perceber que não pode colocar o pé diretamente na frente, tente dar um passo largo o suficiente para que o calcanhar de seu pé permaneça a frente do dedo de seu outro pé. (Para obter 3 pontos, o comprimento do passo poderá exceder o comprimento do outro pé e a largura da base de apoio pode se aproximar da posição normal de passo do sujeito).

- () 4 capaz de posicionar o pé independentemente e manter por 30 segundos
- () 3 capaz de posicionar o pé para frente do outro independentemente e manter por 30 segundos
- () 2 capaz de dar um pequeno passo independentemente e manter por 30 segundos
- () 1 necessidade de ajuda para dar o passo mas pode manter por 15 segundos
- () 0 perda de equilíbrio enquanto dá o passo ou enquanto fica de pé

14. PERMANECER EM PÉ APOIADO EM UMA PERNA

INSTRUÇÕES: Permaneça apoiado em uma perna o quanto você puder sem se apoiar

- () 4 capaz de levantar a perna independentemente e manter por mais de 10 segundos
- () 3 capaz de levantar a perna independentemente e manter entre 5 e 10 segundos
- () 2 capaz de levantar a perna independentemente e manter por 3 segundos ou mais
- () 1 tenta levantar a perna e é incapaz de manter 3 segundos, mas permanece em pé independentemente
- () 0 incapaz de tentar ou precisa de assistência para evitar queda

() **PONTUAÇÃO TOTAL (máximo = 56)**

2.7.1.2 Escala de Equilíbrio e Mobilidade de Tinetti (Shumway-Cook & Woollacott, 2003)

Este teste foi desenvolvido por Tinetti (1986) e, semelhantemente à Escala de Equilíbrio de Berg, consiste em uma escala de 16 tarefas que são avaliadas por meio da observação do examinador. São atribuídos pontos de 0-2 na realização das tarefas totalizando no máximo 48 pontos. O escore abaixo de 19 pontos e entre 19 e 24 pontos representam respectivamente um alto e moderado risco de quedas. Através deste teste podem ser identificados:

1. Componentes da mobilidade que estejam afetando as atividades da vida diária;
2. Possíveis justificativas para as dificuldades apresentadas em manobras particulares;
3. Intervenções que auxiliem na reabilitação e na prevenção, e que podem melhorar a mobilidade do sujeito.
4. Outros problemas a que o sujeito é suscetível (ex. quedas);

Quadro 2. Escala de Mobilidade e Equilíbrio de Tinetti (1996)

I. Teste do Equilíbrio

Instruções iniciais: o indivíduo fica sentado em uma cadeira rígida e sem braços. As seguintes manobras são testadas:

1. Equilíbrio sentado _____
Inclina-se ou desliza na cadeira = 0
Estável, seguro = 1
2. Erguer o corpo _____
Incapaz sem ajuda = 0
Capaz, usa os braços para ajudar = 1
Capaz sem usar os braços = 2
3. Tentativas de erguer-se _____
Incapaz sem ajuda = 0
Capaz, precisa de mais de uma tentativa = 1
Capaz de se erguer na primeira tentativa = 2
4. Equilíbrio imediato na postura vertical (primeiros 5 segundos) _____
Instável (cambaleia, move os pés, inclina o tronco) = 0
Estável, mas usa o andador ou outro tipo de apoio = 1
Estável sem usar o andador ou outro tipo de apoio = 2
5. Equilíbrio na postura vertical _____
Instável = 0
Estável, mas a postura é larga (calcanhares mediais separados em mais de 10 cm) e usa uma bengala ou outro tipo de apoio = 1
Postura estreita e estável sem apoio = 2
6. Empurrar (indivíduo em posição máxima com os pés o mais junto possível; o examinador empurra ligeiramente o esterno do indivíduo, com a palma da mão, 3 vezes) _____
Começa a cair = 0
Cambaleia, segura-se, consegue manter o equilíbrio = 1
Estável = 2
7. Olhos fechados (na posição máxima nº 6) _____
Instável = 0
Estável = 1
8. Giro em 360° _____
Passos contínuos = 0
Passos interrompidos = 1
Passos instáveis (segura-se, cambaleia) = 2
9. Sentado _____
Inseguro (julga incorretamente a distância, cai na cadeira) = 0
Usa os braços ou não, em um movimento suave = 1
Seguro, movimento suave = 2
Pontuação do equilíbrio: _____/16

II. Testes do Andar

Instruções iniciais: o indivíduo fica em pé junto com o examinador, anda por um corredor ou atravessa a sala, primeiro em ritmo usual, depois volta em um ritmo rápido, mas seguro (acessórios usuais para o andar)

10. Início do andar (imediatamente após o sinal para começar) _____
Hesitação ou tentativas múltiplas de começar = 0
Ausência de hesitação = 1

<p>11. Altura e comprimento do passo _____</p> <p>A. Balanço do pé direito</p> <p>Não ultrapassa o pé esquerdo com um passo = 0</p> <p>Ultrapassa o pé esquerdo = 1</p> <p>O pé direito não sai completamente do chão durante o passo = 0</p> <p>O pé direito sai completamente do chão = 1</p> <p>B. Balanço do pé esquerdo</p> <p>Não ultrapassa o pé direito com um passo = 0</p> <p>Ultrapassa o pé direito = 1</p> <p>O pé esquerdo não sai completamente do chão durante o passo = 0</p> <p>O pé esquerdo sai completamente do chão = 1</p> <p>12. Simetria do passo _____</p> <p>O comprimento dos passos direito e esquerdo não é igual (estimativa) = 0</p> <p>O comprimento dos passos direito e esquerdo parece igual = 1</p> <p>13. Continuidade do passo _____</p> <p>Paradas ou interrupções entre os passos = 0</p> <p>Os passos parecem contínuos = 1</p> <p>14. Trajetória (estimada em relação às lajotas do chão, com 30 cm de diâmetro; observar a excursão de 30 cm em cerca de 3 m do percurso) _____</p> <p>Desvio acentuado = 0</p> <p>Desvio brando/moderado ou uso de acessório para o andar = 1</p> <p>Linha reta, sem acessório para o andar = 2</p> <p>15. Tronco _____</p> <p>Inclinação acentuada ou uso de acessório para o andar = 0</p> <p>Sem inclinação, mas flexiona os joelhos, tem dor nas costas ou abre os braços enquanto anda = 1</p> <p>Sem inclinação, sem flexão dos joelhos, sem uso dos braços, sem acessório = 2</p> <p>16. Largura do passo _____</p> <p>Calcanhares separados = 0</p> <p>Os calcanhares quase se tocam durante a marcha = 1</p> <p>Pontuação no andar: _____ /12</p> <p>Pontuação no equilíbrio e no andar: _____ /28</p>
--

2.7.1.3 Teste de Apoio Unipedal (Matsudo, 2000)

De acordo com Matsudo (2000), este teste foi retirado da bateria de testes de Willians e Greene (1990) citado por Spirduso (1995). O sujeito deve equilibrar-se durante 30 segundos em um pé só olhando em um ponto fixo à 2m de distância. As mãos deverão permanecer apoiadas na cintura e a perna flexionada deve ser mantida aproximadamente na altura do joelho da perna de apoio. O cronômetro é parado no primeiro contato do pé no chão, cada sujeito deverá realizar 3 tentativas e o resultado é obtido a partir da média aritmética entre elas. Os dados da tabela abaixo provém de um estudo realizado em São Caetano do Sul (São Paulo) e representam os valores esperados para indivíduos saudáveis:

Tabela 1. Valores de referência para a população brasileira de equilíbrio estático de acordo com a faixa etária (Matsudo, 2000)

Idade	50-59	60-69	70-79
Média e desvio padrão (s)	21,6±9,9	16,9±9,5	9±7,3

2.7.1.4 Teste de Alcance Funcional (Duncan et. al, 1990; Shumway-Cook & Woollacott, 2003)

Este teste foi proposto por Duncan e colaboradores (1990) como uma medida clínica da margem de estabilidade. Neste estudo, a autora verificou que o Teste de Alcance Funcional tem uma grande correlação ($r=0,7$) com as medidas de deslocamento do CP na plataforma de força, por este motivo, mostra-se como um instrumento de medida mais acessível e confiável. Outros estudos reunidos por Lord, Sherrington e Menz (2001) reportam que Teste de Alcance Funcional é capaz de prever quedas, correlaciona-se com as AVD's e é sensível no diagnóstico de alterações após períodos de treinamento do equilíbrio, característica esta também reportada por Whitney, Poole & Cass (1998).

No estudo de Duncan e colaboradores (1990), um aparelho eletrônico desenvolvido para medir o alcance funcional foi elevado até a altura do acrômio. Os sujeitos, então, estendiam o braço horizontalmente, próximo a um ângulo de 90 graus, e posicionavam a mão contra a alavanca deslizante com o punho fechado (posição A, figura 1). Pediu-se para que os indivíduos deslizassem aquela barra o máximo possível à frente, de forma confortável, sem que precisassem dar um passo à frente nem perder o equilíbrio (posição B, figura 1). De acordo com Duncan et al. (1990), não foi feita nenhuma tentativa de controlar a maneira com que os sujeitos realizavam o teste, cada sujeito teve 3 tentativas. O alcance funcional foi definido como a média da diferença entre as posições A e B dentre as 3 tentativas de teste.

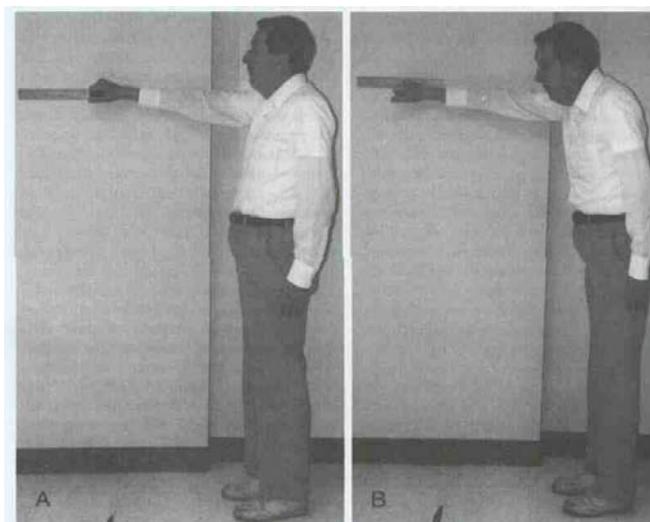


Figura 1. Teste de Alcance Funcional. Posição Inicial (esquerda) e Posição Final (direita)

Whitney, Poole & Cass (1998) realizaram um estudo que reuniu os testes clínicos mais utilizados nos últimos 10 anos para avaliar o risco de quedas em idosos. Alguns critérios foram utilizados para a seleção: os testes deveriam ser baratos, de fácil aplicação, utilização de poucos instrumentos de medida e que fossem confiáveis e válidos. Entre os testes selecionados estavam o Escala de Equilíbrio de Berg, Escala de Equilíbrio e Mobilidade de Tinetti e o Teste de Alcance Funcional .

A confiabilidade de um teste refere-se à consistência das medidas obtidas em relação à variável que está sendo avaliada, e a validade refere-se ao quanto as medidas do teste se aproximam da variável que se quer medir (Whitney, Poole & Cass, 1998). De acordo com o estudo, todos estes testes demonstraram ser confiáveis e válidos para a identificação do risco de quedas.

2.7.2 Testes de laboratório para avaliação do equilíbrio

Atualmente aparelhos sofisticados e testes específicos vêm sendo utilizados para verificar as deteriorações do sistema de controle postural que levam à perda da estabilidade e mobilidade de idosos. Estes testes envolvem a realização de tarefas com privação de uma ou mais fontes sensoriais, e perturbações induzidas no

ambiente ou na superfície de apoio através do uso de plataforma de força móvel (Wieczorek, 2003).

Segundo Baratto (2002) de um modo geral os testes de laboratório são divididos em posturografia estática e dinâmica. Na posturografia estática os sujeitos permanecem sob uma plataforma de força com os olhos abertos ou fechados e as oscilações espontâneas do corpo são mensuradas através da trajetória do CP. Na posturografia dinâmica, a postura dos sujeitos é perturbada por diversas técnicas para avaliar como os sistemas sensoriais (visual, vestibular e somatossensorial) e motor respondem às perturbações produzindo ajustes posturais. Na posturografia podem ser identificadas duas categorias de parâmetros para quantificar o deslocamento do CP, os parâmetros globais, que estimam o tamanho total dos padrões de oscilação, e os parâmetros estruturais, que decompõe estes padrões de oscilação para examinar suas influências. Como neste estudo não serão utilizados parâmetros estruturais, a seguir será feita a descrição dos parâmetros globais.

A análise dos *parâmetros globais* pode ser realizada através de dois domínios, tempo e frequência. Tomando-se como ponto de referência o tempo, podem ser calculados quatro variáveis: deslocamento total (*total sway displacement*, TSD), área de deslocamento do CP (área) e amplitude de oscilação do CP (ântero-posterior e médio lateral). A partir da frequência, pode ser calculada a frequência máxima, média ou mediana de oscilação do CP (Baratto, 2002).

De acordo com Horak (1997), existem cinco principais testes de posturografia: durante a postura ereta estática (ex. Postura Parada e Teste de Romberg), quando são geradas perturbações pelo ambiente ou pela superfície de apoio (ex. Paradigma da sala móvel), de organização sensorial, durante movimentos voluntários e durante a locomoção. A seguir serão descritos exemplos de testes posturográficos muito utilizados na literatura, a posturografia estática (Postura Parada) e o Teste de Romberg.

2.7.2.1 Postura Parada (Winter, 1995)

Neste teste os sujeitos permanecem sob uma plataforma de força em diferentes condições de visão (olhos abertos e fechados) e de apoio, e as oscilações espontâneas do corpo são mensuradas através da trajetória do CP. Muitos parâmetros podem ser analisados entre eles os globais e estruturais.

2.7.2.2 Teste de Romberg (Lord, Sherrington e Menz, 2001)

Neste teste é solicitado que o indivíduo permaneça em pé em distintas posições, com os olhos abertos e fechados, por um período de 30 segundos. Os sujeitos que apresentarem pequenas oscilações sem queda (chamado de Romberg ausente) tem uma condição de equilíbrio normal, a possibilidade de queda ou queda propriamente dita revelam uma condição de equilíbrio deficitária (Romberg presente). Estão presentes na figura abaixo algumas possíveis variações deste teste:

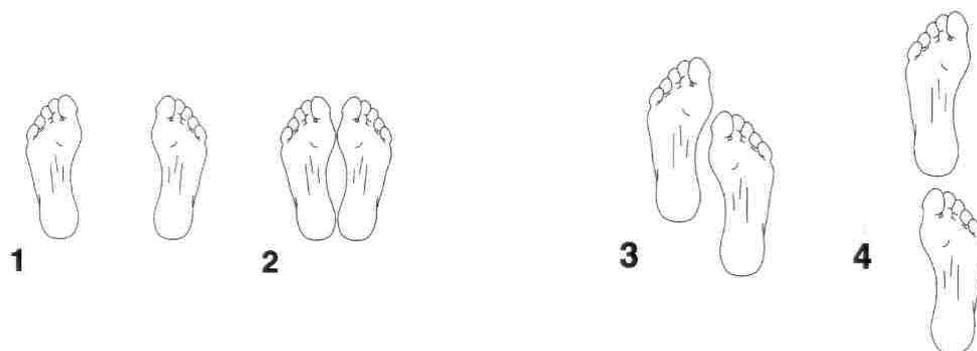


Figura 2. Teste de Romberg. 1. Pés separados confortavelmente; 2. Pés juntos; 3. Pés semi calcanhar-dedo; 4. Pés em posição calcanhar-dedo

Devido à complexidade do sistema de controle do equilíbrio que opera a partir da interação de outros sistemas, a utilização de apenas um instrumento de avaliação não é suficiente para prever quedas (Whitney, Poole & Cass, 1998). Seguindo este raciocínio, foram escolhidos dois tipos de testes no presente estudo, o teste de campo *Functional Reach* (Duncan et al., 1990) como medida do equilíbrio dinâmico e a Posturografia Estática que avalia o equilíbrio estático como teste de laboratório. De

acordo com os dados anteriormente citados, ambos os testes são amplamente utilizados na literatura e reconhecidos como medidas confiáveis e válidas não só para identificar o risco de quedas, mas também detectar alterações no controle do equilíbrio de idosos após períodos de treinamento (Sousa e Marques, 2002).

3 Objetivo

O objetivo do presente estudo foi analisar as influências de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos através da aplicação do Teste de Alcance Funcional (Duncan et al. 1990) como teste de campo e a estabilografia estática (Winter, 1995), como teste de laboratório.

Através deste estudo procurou-se confirmar as seguintes hipóteses:

- ✓ Aumento das medidas de alcance funcional após o treinamento;
- ✓ Diminuição do deslocamento do CP após o treinamento.

4 Materiais e Métodos

4.1 Amostra Populacional

Participaram deste estudo idosos integrantes do Programa Autonomia para Atividade Física (PAAF) que é um curso comunitário oferecido na Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. As aulas ocorrem duas vezes por semana e tem duração de 1h e 20min. As avaliações foram realizadas em dois momentos: antes do início do programa e após 7 meses de treinamento. Participaram da primeira avaliação 46 idosos, mas como alguns participantes desistiram do programa, viajaram e outros não quiseram ser avaliados novamente, este número não se manteve, participando somente 30 idosos na segunda avaliação. Destes 30 participantes, 21 eram mulheres e 9 homens com média de idade de $65,8 \pm 4,2$ anos, massa corporal de 71 ± 12 Kg e estatura média de $1,60 \pm 0,07$ m.

4.2 Programa Autonomia para a Atividade Física (PAAF)

Este programa foi elaborado segundo uma concepção de envelhecimento que considera o idoso capaz de se desenvolver e adquirir novos conhecimentos e habilidades. Esta visão vai de encontro às teorias que defendem que esta é uma fase caracterizada predominantemente por perdas, sejam elas motoras, cognitivas ou sociais.

O programa tem início e fim, ao total são 15 meses de atividades que englobam conteúdos práticos e teóricos. Ao final deste programa espera-se que o idoso aprenda sobre a atividade física e sinta-se motivado a praticá-la permanentemente, pois adquiriu conhecimentos que lhe permitam esta autonomia. Fazem parte do conteúdo prático:

1. Reestruturação corporal: relaxamento, massagem e exercícios respiratórios.
Objetivo: Promover a melhora da postura através destas atividades e transmitir

conhecimentos sobre seu corpo, de maneira que o idoso se conscientize, perceba e reconheça suas limitações.

2. Capacidades físicas: capacidade aeróbia, força e flexibilidade.

Objetivo: Manter em nível ótimo as funções cardio-respiratórias, a força e a flexibilidade, importantes para a realização das AVD's e para prevenir quedas; auxiliar no controle das doenças crônico-degenerativas.

3. Capacidades motoras: velocidade do movimento, tempo de reação (TR) e de movimento (TM), agilidade e equilíbrio.

Objetivo: Manter todas estas capacidades em nível ótimo para garantir autonomia na realização das AVD's.

4. Habilidades básicas: locomotoras, manipulativas e de estabilização.

Objetivo: Promover a melhora da coordenação e controle motor.

Os conteúdos teóricos, subdivididos didaticamente em fatos, conceitos e procedimentos, estão associados aos conteúdos práticos. Os temas são divididos em sistemas cardiovascular, respiratório, musculoesquelético, articular e nervoso; nestas aulas são abordadas as funções e estrutura dos sistemas bem como suas alterações com o envelhecimento. Após compreenderem como funciona e como está seu organismo, os alunos aprendem a se beneficiar com a prática da atividade física, elegendo o tipo de atividade, intensidade, duração e frequência adequados.

A principal meta do programa é conscientizar o idoso da importância de se manter ativo e dar subsídios à prática autônoma de atividades físicas. A melhoria ou manutenção das capacidades físicas e motoras, da capacidade funcional e da saúde são objetivos secundários, não havendo ênfase no treinamento de uma habilidade específica.

Em relação ao tipo de treinamento, em um primeiro momento foi desenvolvido um trabalho de auto-conhecimento e consciência corporal, em que os idosos realizaram sessões de reestruturação corporal. Após isto, iniciaram-se as sessões de treinamento:

- capacidades neuromotoras: atividades individuais e em grupo de agilidade, tempo de reação e movimento, velocidade de movimento e equilíbrio estático e dinâmico (variações na altura do CG, superfície de apoio, base de suporte e visão);
- treinamento de força: 65-75% da força máxima, 2 séries de 12-15 repetições;
- capacidade aeróbia: atividades contínuas e intervaladas, 60-80% FC máxima;
- flexibilidade e exercícios respiratórios.

4.3 Procedimentos

Todo o experimento foi realizado nas dependências do Laboratório de Biofísica da Escola de Educação Física e Esporte da USP. Foram utilizados na avaliação dois tipos de testes, um de campo e outro de laboratório, para verificar o efeito do treinamento. O **teste de campo** utilizado neste estudo foi o Functional Reach Test ou Teste de Alcance Funcional (Duncan et al., 1990) adaptado, que é muito utilizado na comunidade científica por fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais e professores de educação física. Trata-se de um teste simples e de fácil aplicação que mede o quanto o indivíduo é capaz de deslocar-se à frente através de uma fita métrica fixa à parede. Este teste tem uma ótima objetividade e foi comprovado como sendo uma ferramenta altamente eficaz para prever quedas em idosos (Duncan et al., 1990; Whitney, Poole & Cass (1998).

O **teste de laboratório** utilizado foi a estabilografia estática que mede as oscilações do CP do indivíduo, através de uma plataforma de força, durante tarefas estáticas. As forças aplicadas durante a posição ereta estática sob a superfície da plataforma são captadas por sensores do tipo *strain gauge* sensíveis à deformação. O CP é obtido através da divisão dos momentos pelas forças produzidas.

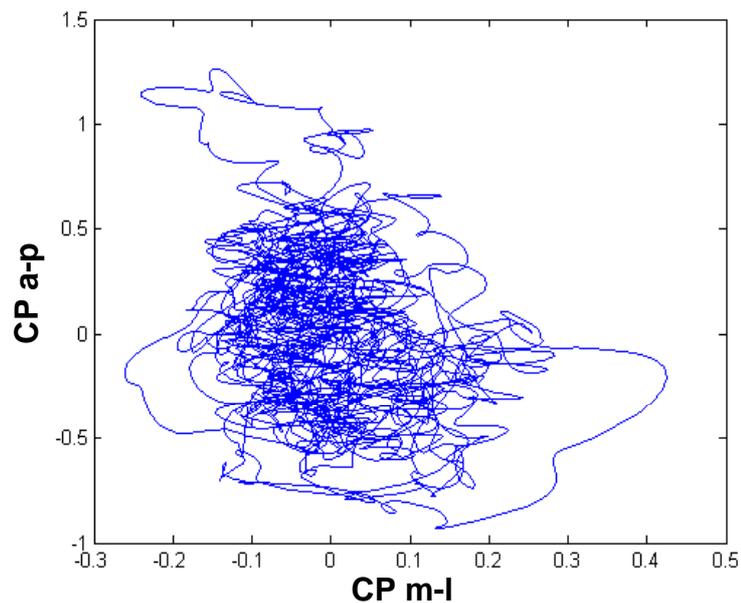


Figura 3. Representação das oscilações do centro de pressão (CP) nas direções antero-posterior e médio lateral. As escalas dos eixos são dadas em cm.

No presente estudo foram analisadas duas variáveis estabilográficas: a área de deslocamento do CP e o TSD. De acordo Baratto (2002), a área de deslocamento do CP refere-se ao deslocamento total do CP nas direções antero-posterior e médio-lateral e o deslocamento total TSD ao comprimento da trajetória percorrida pelo CP. Para compreender a diferença entre estas variáveis, suponha-se que um indivíduo apresente uma pequena área de oscilação e grande valor de TSD. A partir do dado de área, em um primeiro momento, ele pode ser considerado com baixo risco de queda (estável), no entanto, ele apresentou um grande deslocamento total (TSD) indicando uma grande oscilação corporal apesar da pequena área de oscilação nas direções antero-posterior e médio-lateral.

4.4 Teste de Alcance Funcional Adaptado

Os sujeitos ficaram em pé com os pés separados a uma distância igual à largura dos ombros e com o braço que está mais próximo da parede (figura A, figura 4) elevado, formando um ângulo de 90° de flexão do ombro. Com os pés fixos, os

sujeitos foram orientados a inclinar o corpo para frente, sem fazer rotação do tronco, o máximo possível mantendo equilíbrio (figura B, figura 4).



Figura 4. Teste de Alcance Funcional Adaptado

No Teste de Alcance Funcional original, o indivíduo desloca-se à frente com a mão fechada, segurando uma manivela que desliza sobre um trilho e a medida obtida refere-se a diferença entre as posições final e inicial de deslocamento. Neste estudo o comprimento do braço do indivíduo foi descontado, posicionando-se antes da régua e o alcance máximo é medido através da localização final da ponta do dedo médio em centímetros, o que torna a aplicação do teste ainda mais prática e simples. Cada indivíduo realizou três tentativas. Não foram admitidas as seguintes condições: encostar ou apoiar na parede durante ou no final da movimentação, elevar os calcanhares, dar um passo à frente. Em todos estes casos, a medida foi invalidada e o indivíduo teve que realizar uma nova tentativa. Não foi feita nenhuma tentativa para controlar o método de alcance destes sujeitos.

4.5 Posturografia Estática

A tarefa realizada pelos indivíduos foi permanecer em pé sobre a plataforma de força (figura 5), o mais parado possível durante 60 segundos em quatro diferentes condições: 1) apoio bipedal com os olhos abertos (A2); 2) apoio bipedal com os olhos fechados (F2); 3) apoio unipedal com os olhos abertos (A1); 4) apoio unipedal com os olhos fechados (F1). Foi avaliada apenas uma tentativa em cada condição.

Durante o experimento, os indivíduos foram orientados a direcionarem seu olhar a um alvo fixo, localizado a uma distância de 2,75 m. Por medida de segurança, durante todas as condições uma pessoa ficava próxima aos sujeitos para evitar possíveis acidentes.



Figura 5. Teste de laboratório realizado sob uma plataforma de força (Laboratório de Biofísica-EEFEUSP)

Para este estudo foi utilizada uma plataforma de força AMTI (*Advanced Mechanical Technology, Inc.*), modelo OR6-WP-1000, com dimensões de 50,8 cm de largura e 46,4 cm de comprimento, fixada no nível do solo numa sala do Laboratório de Biofísica. Os dados da plataforma de força foram adquiridos por um programa de aquisição de dados desenvolvido no ambiente de programação LabView 6.0 (*National Instruments, Inc.*) com uma frequência de 100 Hz. O cálculo do CP foi feito através das forças e momentos obtidos pela plataforma de força nas direções ântero-posterior e médio-lateral.

Para o cálculo e análise do CP foi desenvolvido um programa no software MatLab 6.1. Os dados do CP foram filtrados com o filtro *Butterworth* passa-baixa de 5 Hz de quarta ordem para evitar que ruídos do ambiente com frequências acima de 5 Hz fossem captados. Foram analisadas duas variáveis, a área do CP e o TSD. A primeira variável foi calculada pela área da elipse proposta por Oliveira, Simpson e

Nadal (1996). Segundo este tipo de análise, o eixo principal é determinado pela direção com a máxima dispersão dos dados e o eixo secundário é ortogonal ao eixo principal, estando presentes nesta área aproximadamente 85,5% dos dados (Figura 6).

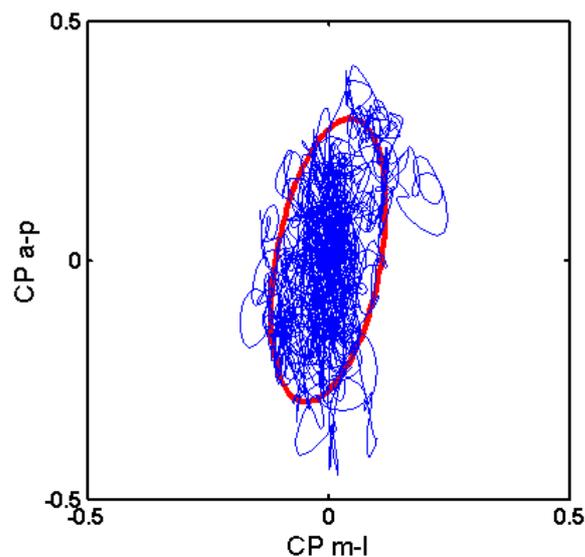


Figura 6. Representação da área da elipse. As escalas dos eixos são dadas em cm.

4.6 Análise estatística

Recapitulando, neste estudo foram utilizados dois testes de equilíbrio: alcance funcional e posturografia estática que foram aplicados antes e após o período de treinamento (variável independente). A seguir, serão descritas as análises realizadas a partir destes dois testes.

Para o teste de alcance funcional, o alcance funcional médio de cada sujeito foi calculado como a média aritmética das três tentativas em cada um dos períodos de avaliação. A diferença entre o alcance funcional antes e após o treinamento foi determinada por um teste t de *student* para amostras pareadas e foi convertida em porcentagem para determinar o ganho. Esta diferença também foi comparada com as medidas previstas segundo a faixa etária e gênero (Tabela 2) proposto por Duncan e colaboradores (1990) indicando a condição de equilíbrio do sujeito. Valores abaixo

dos estabelecidos na tabela receberam escore zero e os valores dentro e acima dos estabelecidos na tabela receberam escore 1 (tabela 3). Para realizar a análise estatística destes dados, os valores obtidos (escore) foram comparados com o valor do escore 1 para verificar a proporção de valores zero e um nos períodos pré e pós treino. Desse modo, a verificação de diferenças estatísticas no pré treino indicaria uma maior proporção de idosos com o alcance funcional abaixo do esperado e a não verificação de diferenças estatísticas no pós treino indicaria uma maior proporção de idosos com o alcance funcional dentro e acima do esperado. Para isso, utilizou-se um teste de Wilcoxon para comparações pareadas.

Tabela 2. Valores de Alcance Funcional esperados de acordo com Duncan et al. (1990).

Alcance Funcional (cm)		
FAIXA ETÁRIA	HOMENS	MULHERES
41 – 69	38 ± 6 (32 – 44)	35 ± 6 (29 – 41)
70 – 87	33 ± 4 (29 – 37)	27 ± 9 (18 – 36)

O teste de posturografia estática consistiu de quatro tarefas em diferentes condições sensoriais e de base de apoio, que foram tratadas como variáveis independentes Visão e Apoio (dois níveis para cada fator). Em adição duas variáveis dependentes foram analisadas para cada uma das quatro tarefas: área e o TSD. Os efeitos do fator treinamento (2 níveis), do fator visão (2 níveis) e do fator apoio (2 níveis) foram analisados para cada variável dependente (área e TSD) separadamente. Para as variáveis área e TSD utilizou-se os testes não paramétricos de *Friedman* (equivalente ao ANOVA para medidas repetidas) e comparações pareadas pelo teste de *Wilcoxon* (equivalente ao teste t para amostras pareadas). O nível de significância adotado neste estudo para todos os testes estatísticos utilizados foi $p < 0,05$.

5 Resultados

No teste de campo, as médias e desvio padrão encontradas para as medidas de alcance funcional foram: 30 ± 8 cm no início do programa (Pré) e 35 ± 6 cm após o período de treinamento (Pós), isto é, um aumento de 16% na média de alcance funcional após o treinamento (Figura 7). O teste-t para medidas pareadas revelou que esta diferença foi estatisticamente significativa $t(29) = -3,615$, $p = 0,001$. Na Tabela 3 são reportados os valores para todos os sujeitos.

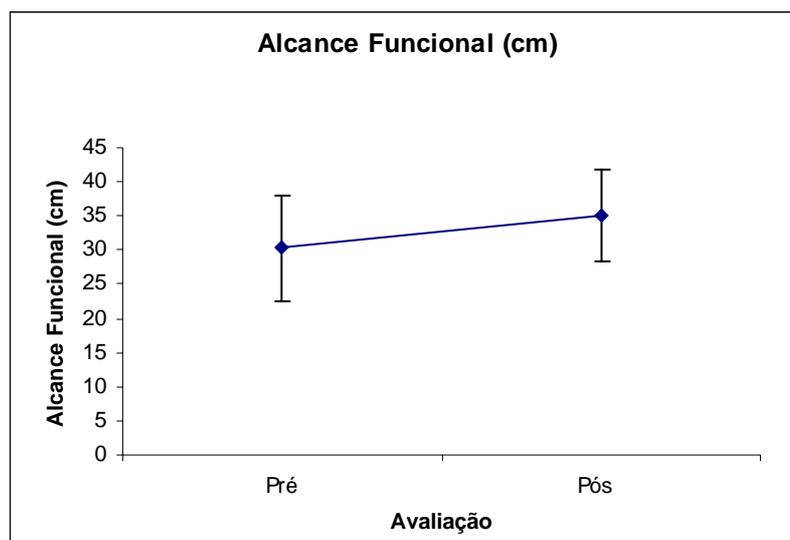


Figura 7. Médias de alcance funcional para n=30 antes e após treinamento.

Tabela 3. Resultados de Alcance Funcional e classificação de acordo com os escores de Duncan et. al (1990).

Sujeitos	Idade	Sexo	Pré	Escore	Pós2	Escore
al	63	f	31.50	1	23.33	0
am	64	m	45.17	1	31.33	0
an	73	m	17.00	0	30,33	1
ao	71	f	29.00	1	31.00	1
cm	62	f	28.17	0	35.33	1
eb	71	f	23.67	1	28.67	1
ef	74	f	11.50	0	21.00	1
ek	69	f	33.00	1	34.67	1
ez	71	f	16.50	0	23.67	1
flj	61	m	40,17	1	46.33	1
he	68	m	37.17	1	42.33	1
hh	65	m	34.67	1	37.83	1
jf	72	f	35.33	1	29.00	1
js	64	m	29.83	0	31.33	0
ll	65	m	16.17	0	35.33	1
ls	66	f	29.00	0	38.00	1
mc	68	f	33.50	1	33.83	1
mf	63	f	23.50	0	31.33	1
ml	73	f	26.17	1	43.67	1
mn	64	f	43.00	1	37.67	1
mr	65	f	32.50	1	41.50	1
nc	61	f	31.00	1	42.00	1
mt	63	f	35.00	1	34.33	1
mz	66	f	29.33	0	34.67	1
nl	62	f	32.83	1	46.00	1
nr	64	f	33.33	1	32.33	1
nt	60	m	34.33	1	42.67	1
om	61	f	35.33	1	37.67	1
rp	63	m	32.00	0	35.50	1
yr	62	f	28.50	0	41.00	1
Médias	65.8		30,27		35.12	
DP	4.16		7.70		6.48	

A comparação dos dados obtidos de alcance funcional com os dados da Tabela 2 revelou diferenças estatisticamente significantes entre a proporção de idosos com o alcance funcional abaixo do esperado (escore 0), ($z=3,31$; $p=0,001$) e

dentro ou acima do esperado (score1), ($z=1,73$; $p=0,083$) entre os períodos de treinamento. Inicialmente, 37% dos sujeitos apresentavam média de alcance funcional abaixo do esperado e 63% acima do esperado. Esta proporção modificou-se com o treinamento, passando a 10% e 90% respectivamente (Figura 8).

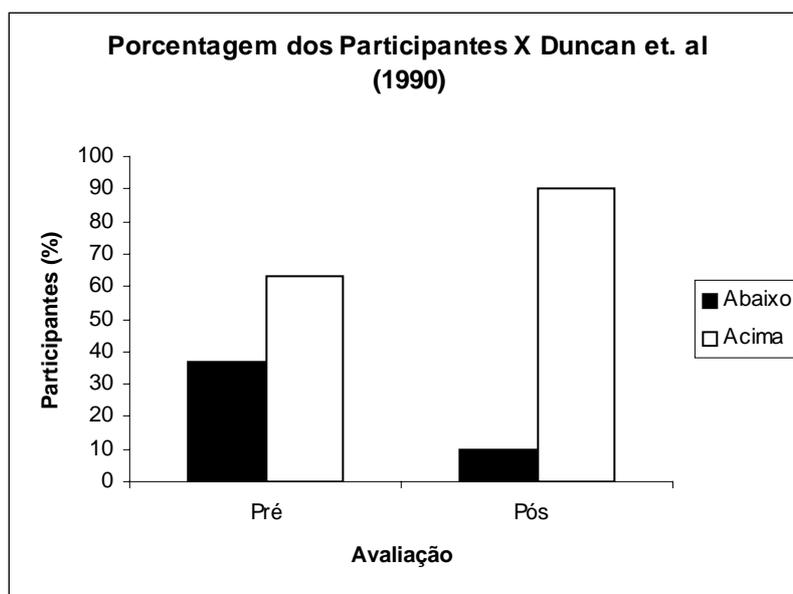


Figura 8. Proporção de sujeitos com alcance funcional abaixo ou acima do esperado.

No teste de laboratório, as medidas para as variáveis estabilográficas (área e TSD) são reportadas na Tabela 4.

Tabela 4. Médias e desvio padrão da área de deslocamento do CP e do TSD. Condições: A designa olhos abertos e B fechados; 1 designa um apoio e 2 dois apoios.

Condições	Área (cm ²)		TSD (cm)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
A2	0,9±0,5	1,2±0,6	61±13	115±143
F2	0,9±0,6	1,1±0,6	72±17	120±126
A1	150±201	45±58	715±465	508±245
F1	220±143	190±191	983±412	950±431

Em relação aos dados de área de deslocamento do CP em termos de informação visual antes do treinamento, no apoio bipedal não houve diferença significativa entre as tarefas com os olhos abertos (OA) e com os olhos fechados (OF) ($z=0,01$; $p= 0,99$), já no apoio unipedal foi verificada uma área significativamente maior em OF ($z=2,64$; $p=0,008$). Após o treinamento, repetiu-se o mesmo quadro, no apoio bipedal não houve diferença significativa entre OA e OF ($z=1,39$; $p=0,162$) e no apoio unipedal foi verificada uma área significativamente maior em OF ($z=4,39$; $p=0,001$). (vide Tabela 4). Em termos de apoio, foram verificados valores de área estatisticamente maiores nas tarefas unipedais ($p=0,001$). Quanto ao treinamento nas tarefas com os olhos abertos, no apoio bipedal verificou-se um aumento significativo da área após o treinamento ($z=2,4$; $p=0,016$) e no apoio unipedal foi verificada a diminuição significativa da área após o treinamento ($z=4,35$; $p=0,001$). Nas tarefas com os olhos fechados, tanto no apoio bipedal ($z=1,23$; $p=0,22$) como unipedal ($z=1,55$; $p=0,12$) não houve diferença significativa entre pré e pós. (vide Tabela 4 e Figuras 9 e 10).

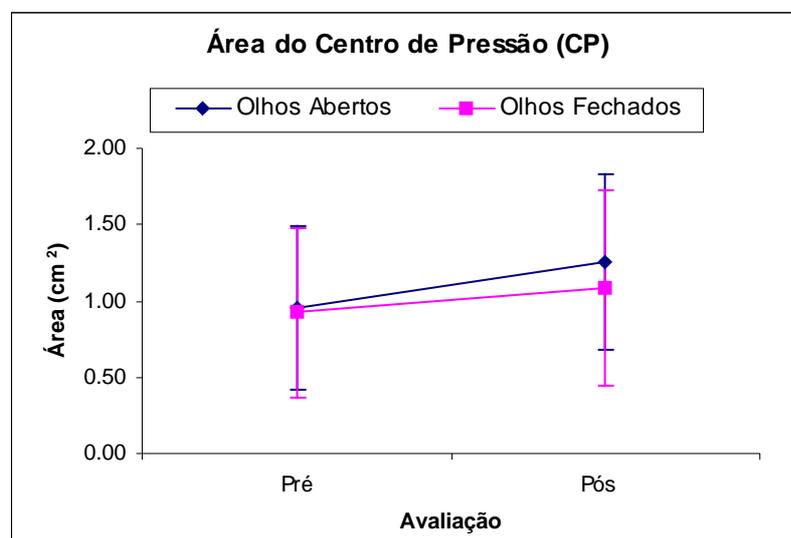


Figura 9. Dados de área de deslocamento do CP no apoio bipedal.

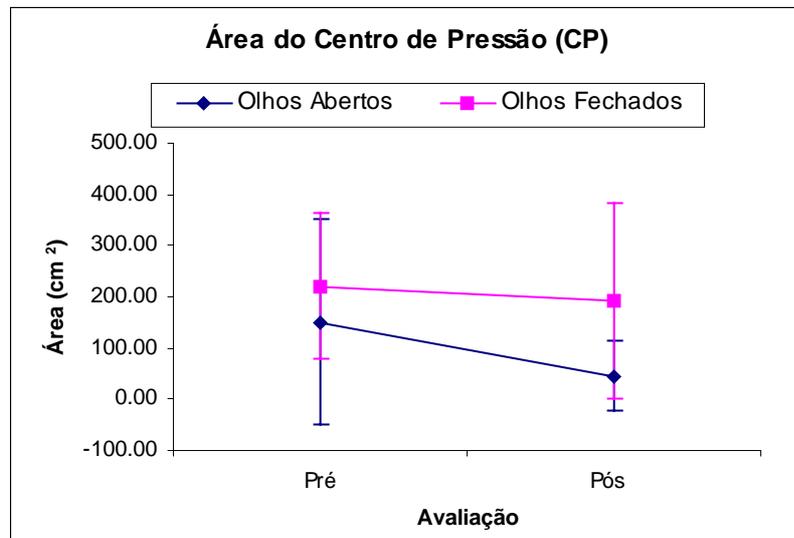


Figura 10. Dados de área de deslocamento do CP no apoio unipedal.

Em relações aos dados do TSD, em termos de informação visual antes do treinamento, tanto no apoio bipedal ($z=4,39$; $p=0,001$) como unipedal ($z=3,79$; $p=0,001$) foram verificados aumentos significativos nas tarefas com OF. Após o treinamento, os valores de TSD continuaram sendo significativamente maiores nas tarefas com OF no apoio bipedal ($z=3,09$; $p=0,002$) e unipedal ($z=4,3$; $p=0,001$) (vide Tabela 4). Em termos de apoio, foram verificados valores de TSD estatisticamente maiores nas tarefas unipedais ($p=0,001$). Quanto ao treinamento nas tarefas com os olhos abertos, no apoio bipedal verificou-se um aumento significativo de TSD após o treinamento ($z=4,74$; $p=0,000$) e no apoio unipedal foi verificada a diminuição significativa da TSD após o treinamento ($z=3,07$; $p=0,002$). Nas tarefas com os olhos fechados, no apoio bipedal houve um aumento significativo após o treinamento ($z=4,78$; $p=0,01$) e no apoio unipedal não foi verificada diferença significativa entre pré e pós ($z=1,1$; $p=0,27$) (vide Tabela 4 e Figuras 11 e 12).

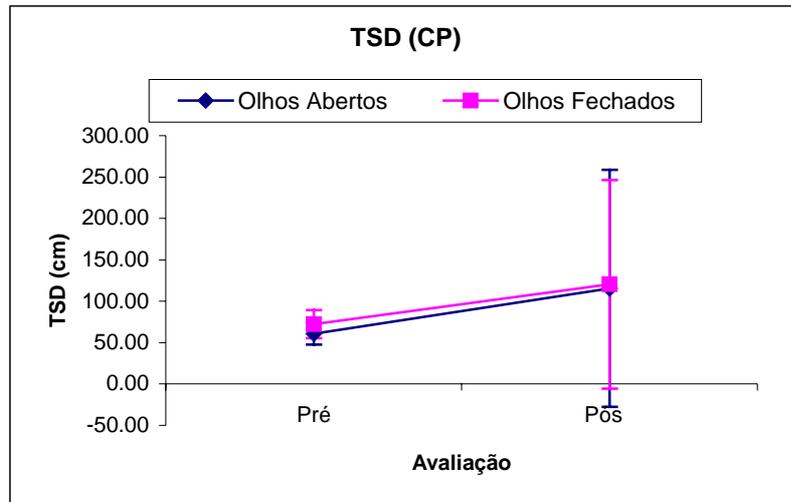


Figura 11. Dados do TSD no apoio bipedal.

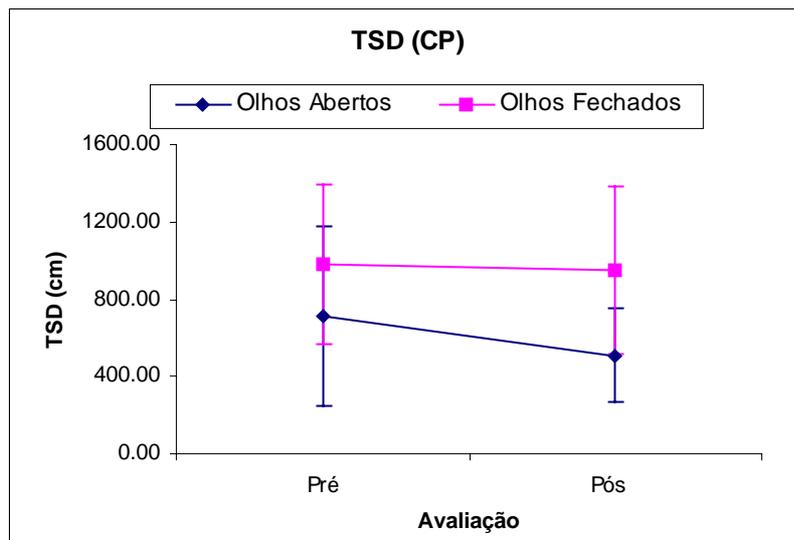


Figura 12. Dados do TSD no apoio unipedal.

6 Discussão

Os dados obtidos do teste de alcance funcional revelaram um grande benefício (16% de aumento no alcance funcional após o período de treinamento) de controle do equilíbrio adquirido com o treinamento, ou seja, com a participação no programa. Como foi dito na literatura, o teste de Alcance Funcional é uma medida clínica da margem de estabilidade que, como pode ser observado, aumentou com o treinamento. Além disto, relaciona-se com as habilidades requeridas em AVD's e AIVD's que influenciam o nível de independência dos idosos. Este teste avalia essencialmente o equilíbrio dinâmico, no entanto, os ganhos de flexibilidade e força (principalmente de membros inferiores) decorrentes do treinamento podem ter influenciado estas medidas.

Para os dados da estabilografia, tomando como referência a **informação visual** foi observado que no apoio bipedal tanto antes quanto depois do treinamento não houve diferença entre as áreas de deslocamento do CP com os olhos abertos e fechados, ao contrário da literatura. No entanto, esta diferença foi verificada nas tarefas unipedais que apresentaram maiores valores de área nas tarefas com os olhos fechados.

A privação ou confusão de qualquer tipo de informação sensorial, seja ela visual (privação da visão), somatossensorial (variações de superfície de apoio) ou vestibular (por hipofunção ou estimulação elétrica ou térmica) desestabilizam o corpo. Muitos estudos têm reportado aumento de oscilação em tarefas com os olhos fechados, Freitas Jr. (2003) verificou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as condições visuais, encontrando valores de área de deslocamento do CP maiores nas tarefas com os olhos fechados.

Os dados do TSD foram diferentes dos dados de área para as mesmas condições, antes do treinamento, tanto nas tarefas bipedais quanto unipedais foram encontrados maiores valores de TSD nas tarefas com os olhos fechados. Isto significa que apesar da área de deslocamento do CP não ter sido diferente, sua trajetória de deslocamento foi maior (TSD), indicando que eles oscilaram mais

conforme o encontrado na maior parte da literatura sobre privação de informação visual.

Além disso, os valores de TSD nas tarefas bipedais e unipedais com os olhos fechados aumentaram após o treinamento. Isto poderia indicar que os idosos ficaram mais dependentes da informação visual após este período ou ainda que o treinamento conferiu mais mobilidade aos sujeitos. O resultado do TSD nas tarefas unipedais com olhos fechados após o treinamento é diferente do dado de área, no entanto, estas medidas trazem diferentes tipos de informação sobre o controle postural. O aumento do TSD e a diminuição da área após o treinamento podem ser vistos como benefícios adquiridos com o treinamento se pensarmos que os idosos apresentaram uma menor área nas condições unipedais porque controlam melhor o equilíbrio em situações desafiadoras, e maiores valores de TSD porque ganharam mais mobilidade. Desse modo, o TSD mostrou-se como uma medida mais fidedigna do que a área para representar o aumento de oscilação em condições de privação de informação sensorial.

Um dos princípios biomecânicos que influenciam a estabilidade do corpo é a base de apoio, que na postura ereta é representada pela área compreendida entre os calcanhares e os pés. Quanto maior for esta área, maiores são os limites de estabilidade do sujeito e maior é a área disponível para o sujeito controlar seu centro de massa para manter a estabilidade. Dessa maneira, é de se esperar que qualquer redução nesta área afetar o equilíbrio. Em termos de **apoio**, tanto os valores da área quanto de TSD demonstraram ser maiores nas tarefas unipedais.

Tomando como ponto de referência o **treino**, nas tarefas com olhos abertos e apoio bipedal houve um aumento da área e na tarefa unipedal, diminuição da área após o treinamento. Os dados de TSD para as mesmas condições foram semelhantes, valores de TSD maiores após o treinamento nas tarefas bipedais e menores nas tarefas unipedais. Uma melhora da condição de equilíbrio nas tarefas bipedais, ou seja, a diminuição dos valores de área e TSD após o treinamento (ao contrário do que foi encontrado no presente estudo), seria esperada caso os sujeitos apresentassem inicialmente grandes valores destas variáveis, indicando altos níveis de instabilidade como é o caso de idosos portadores de patologias como labirintite. Mas os idosos estudados eram em sua grande maioria idosos ativos e sem

problemas de controle do equilíbrio. Por isto, já não esperávamos nenhum efeito do treinamento sobre o controle da postura bípede. Outro fator é que o aumento da área com apoio bipedal em alguns casos pode não ser um bom preditor de instabilidade já que indivíduos com Mal de Parkinson apresentam áreas de oscilação menores que indivíduos normais (Horak, 1997).

A diminuição estatisticamente significativa dos valores de área e TSD nas tarefas unipedais (que são comparativamente mais complexas do ponto de vista de controle motor do que as tarefas bipedais) com os olhos abertos de aproximadamente 70% nos valores de área (pré=150cm²; pós=45cm²) e 29% nos valores de TSD (pré=715cm; pós=508cm) pode ser interpretada como um benefício do treinamento: esta diminuição indicaria que os idosos passaram a controlar o equilíbrio melhor em atividades/situações em que ocorra a redução da base de apoio e que apresentam um grande risco de queda.

Nas tarefas com os olhos fechados não foi verificada diferença nos valores de área antes e após o treinamento tanto com apoio bipedal como unipedal. Por outro lado, foi verificado um valor de TSD maior na tarefa bipedal com os olhos fechados após o treinamento e não houve diferença no apoio unipedal nestas mesmas condições. Dois pontos podem ser discutidos com base nestes dados, o primeiro é que o treino aparentemente não foi eficiente para beneficiar a realização de tarefas na ausência de informação visual. O outro ponto refere-se a complexidade da tarefa, como foi visto anteriormente, as tarefas com ausência de informação visual, da mesma forma que as tarefas unipedais, são mais complexas e exigem mais do sistema de controle postural, por este motivo a duração do treinamento (7 meses) pode não ter sido suficiente para promover estes benefícios ou o tipo de treinamento (especificidade) pode não ter surtido o efeito desejado.

Estudos citados por Laughton et al. (2003) revelam que em intervalos curtos de tempo na postura ereta estática, o sistema de controle postural opera sem feedback sensorial e o CP tende a afastar-se de seu ponto de equilíbrio, este tipo de controle recebe o nome de sistema de controle aberto. Já em intervalos longos de tempo, as informações visuais, somatossensoriais e vestibulares são utilizadas e o CP tende a retornar ao seu ponto de equilíbrio, a este tipo de controle dá-se o nome de sistema de controle fechado.

Um estudo de Collins et al. (1995) envolvendo a comparação de idosos e adultos verificou que na postura ereta estática de curta duração, o sistema de controle aberto é mais instável em idosos em relação aos adultos. Segundo este estudo, isto se deve ao fato de que os idosos apresentam uma atividade muscular nos membros inferiores aumentada, produzindo grandes oscilações do CP na postura ereta estática de curta duração que, conseqüentemente, comprometem a habilidade de manter a estabilidade em pé (Collins et al., 1995 ; Laughton et al., 2003)

Laughton et al. (2003) também verificou em seu estudo que idosos com e sem histórico de quedas apresentaram uma atividade muscular 2 vezes maior do que adultos na postura ereta estática de curta duração. Isto pode ser explicado, segundo o autor, pela postura rígida e flexionada adotada pelos idosos para evitar que o CM do corpo se deslocasse à frente, o que aumentou as oscilações do CP, indicando não ser uma estratégia eficiente para manter a estabilidade nesta tarefa. De acordo com o mesmo autor, a fraqueza dos grupos musculares envolvidos no controle postural prejudica a habilidade do indivíduo de corrigir as oscilações do CM para prevenir quedas. Assim, estes indivíduos acabam mantendo a ativação destes músculos como tentativa de fornecer mais estabilidade ao corpo.

Peterka (2000) sugere que estes aumentos de oscilação na postura ereta estática de curta duração ocorrem por dois motivos, pela diminuição dos torques corretivos gerados para controlar as oscilações e velocidades do corpo, e pelo aumento do tempo para sentir, transmitir, processar e ativar a musculatura. Estas alterações estariam relacionadas à diminuição de força muscular e de velocidade de condução nervosa associados aos declínios fisiológicos do envelhecimento (Peterka, 2000 ; Laughton et al., 2003).

Freitas (2003) em sua tese de mestrado quantificou e analisou as oscilações posturais de jovens, adultos e idosos (num total de 40 sujeitos). A tarefa realizada foi permanecer em apoio bipedal o mais parado possível com os olhos abertos, direcionados em um alvo fixo, durante 60s e com os olhos fechados; foram analisadas a área de deslocamento do CP, desvio padrão, velocidade e freqüência de oscilação do CP. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre as oscilações nos diferentes grupos, no entanto, verificou-se diferença

estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as condições visuais, a área de deslocamento do CP foi maior quando a tarefa foi realizada com os olhos fechados.

6.1 Limitações do estudo

Algumas questões não puderam ser respondidas pelo fato deste estudo apresentar algumas limitações. Pela falta de um grupo controle não foi possível verificar se houve alterações nos parâmetros mensurados sem a interferência do treinamento, ou seja, qual foi o efeito da envelhecimento durante os 7 meses de acompanhamento do programa. Neste caso, seria possível constatar com mais precisão o quanto o treinamento foi benéfico para os idosos. Outra questão é a heterogeneidade dos sujeitos, não houve critério de classificação quanto a condição de saúde dos participantes, desse modo, doenças como artrite, artrose e labirintite que influenciam a condição de equilíbrio provavelmente estavam presentes, mas não foram controladas. A presença destas doenças pode ter influenciado os resultados, o que pode ter prejudicado a interpretação dos dados quanto aos benefícios do treinamento.

7 Conclusões

De acordo com o teste de campo, o treinamento mostrou-se eficiente para aumentar o alcance funcional dos idosos, indicando desta forma que o treinamento contribuiu não só para uma melhora do controle de equilíbrio destes indivíduos, mas também aumentando os níveis de independência que por sua vez determinam a qualidade de vida nesta faixa etária.

De acordo com os resultados do teste de laboratório, em relação ao efeito do treino no apoio, foi verificado somente efeito significativo do treinamento nas tarefas unipedais que, em relação às tarefas bipedais, exigem mais do sistema de controle postural por serem mais difíceis.

Para o apoio bipedal, o treinamento, ao contrário do apoio unipedal, promoveu um aumento das duas medidas posturográficas (área e TSD) no apoio bipedal que

hipoteticamente pode ser explicado pelo fato da prática de exercícios físicos ter permitido aos idosos maior mobilidade (pelo desenvolvimento de força e flexibilidade). Como a tarefa não era desafiadora e, portanto, não exigia que o sistema de controle postural atuasse próximo ao seu limite de capacidade, os idosos apresentaram maiores áreas de oscilação do CP.

Referências Bibliográficas

AAOS. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Patient Education Brochure: Don't let a fall be your last trip. Disponível em: <[http://orthoinfo.aaos.org/ category.cfm](http://orthoinfo.aaos.org/category.cfm)>. Acesso em: 03 out. 2003.

Andreotti, R. A. **Efeitos de um programa de atividade física sobre as atividades de vida diária de idosos**. São Paulo, 1999. 124f . Dissertação [Mestrado] - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Baratto, L. Morasso, P.G.; Re, C; Spada, G. A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density vs. other parameterization techniques. **Motor Control** 2002; 6; 3; 246-70.

Blair, S. (org). Prova de esforço & prescrição de exercício. **American College of Sports Medicine**. Rio de Janeiro:Revinter, 1994.

Buchner, D. M.; Beresford, S.A.; Larson, E. B., LaCroix, A. Z.; Wagner, E. H. Effects of physical activity on health status in older adults. II. Intervention studies. **Annual Review of Public Health** 1992; 13:469-88

Collins J.J; De Luca, C. J.; Burrows, A.; Lipsitz, L.A. Age-related changes in open-loop and closed-loop postural control mechanisms. **Exp Brain Res** 1995; 104:480-92.

Collins J.J; De Luca, C. J.; Burrows, A.; Lipsitz, L.A. Age-related changes in open-loop and closed-loop postural control mechanisms. **Exp Brain Res** 1995; 104:480-92.

Duncan, P.W.; Weiner, D.K.; Chandler, J.; Studenski, S. Functional reach: a new clinical measure of balance". **Journal of Gerontology** 1990; 45:M195

Ettinger, W. H. Jr.; Burns, R.; Messier, S.P.; et al. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education programme in older

adults with Knee osteoarthritis. The fitness arthritis and seniors trials (FAST). **Journal of the American Medical Association** 1997.

Fiatarone, M. et. al . High-intensity strength training in nonagenarians. **Journal of the American Medical Association** 1990; 263(22), pp. 3029-34.

Freitas Jr., P. B. **Características comportamentais do controle postural de jovens, adultos e idosos**. 2003. 131f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro.

Gibson, M. J.; Andres, R. O.; Isaacs B.; Radebaugh, T.; Worm-Petersen, J.. The prevention of falls in later life. A report of the Kellogg International Work Group on the prevention of falls by the elderly. **Danish Medical Bulletin** 1987;34(Suppl 4):1-24.

Horak, F. B.; Macpherson, J. M. Postural Orientation and Equilibrium. Exercise: Regulation and Integration of Systems Multiple. In: **Handybook of Physiology**. New York: Oxford, 1996, p.255-258

Horak, F. B.; Shupert, C. The role of the vestibular system in postural control. In: Herdman, S.(Ed). **Vestibular rehabilitation**. New York: FA Davis, 1994,p. 22-46

Horak, F.B. Clinical assessment of balance disorders. **Gait & Posture** 1997; 76-84.

Hurley, B. F. Age, gender, and muscular strength. **Journals of Gerontology**. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences 1995;50:41-4

Judge, J. O.; UnderwoodM, M.; Gennosa, T. Exercise to improve gait velocity in older persons. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation** 1993; 74:400-6.

Judge, J. O.;Lindsey, C.; Underwood, M.;Winsemius, D..Balance improvements in older women: effects os exercise training. **Physical Therapy** 1993; 73:254-65.

Kleine, P. **Análise de programas de atividade física para idosos**.1999. 58f. Monografia - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Latash, M. L. Postural Control. In: **Neurophysiological basis of movement**. Champaign: Human Kinetics, 1998. cap.19 , p 163-171.

Laughton, C.A.; Slavin, M.; Katdare, K. et al. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. **Gait and Posture**, 00(2003)1-8.

Lord, S. R.; Lloyd, D.G.; Nirui M.; Naymond, J.; Willians, P.;Steward, R.A.. The effect of exercise on gait patterns in older women: a randomized controlled trial. **Journals of Gerontology**. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences 1996;51:M64-70

Lord, S. R.; Sherrington, C.; Menz, H. B. **Falls in older people: risk factors and strategies for prevention**. United Kingdom: Cambridge University, 2001.

Lord, S.R.; Ward, J. A.; Willians, P. Exercise effect on dynamic stability in older women: a randomized controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation** 1996; 77:232-6.

Lord, S.R.; Ward, J. A.; Willians, P.; Strudwick, The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society** 1995;43:1198-206

Matsudo, S.M.M. **Avaliação do Idoso: física e funcional**. São Caetano do Sul: Midiograf, 2000. p.54

Matsudo, S.M.M. Envelhecimento e atividade física. In: **Atividades Físicas para a Terceira idade**. Brasília: Sesi-DN, cap. 3, 1997, p. 39-44

Mazzeo, R.; Cavanag, P.; Evans, W. J.; Fiatarone, M.; Hagberg, J.; MacAuley, E.; Startzell, J.. Exercise and physical activity for older adults. ACMS (American College of Sports Medicine). **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.30, n. 6, jun, p.992-1008, 1998.

Neri, A. L.; Debert, G.G. **Velhice e sociedade**. Campinas, SP: Papyrus, 1999, p. 113
O'Loughlin, J. L.; Robitaille, Y.; Boivin, J.F.; Suissa, S.. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. **American Journal of Epidemiology**.137(3):342-354,1993.

Okuma, S. S. Cuidados com o corpo: um modelo pedagógico de educação física. In: Freitas, E.V. et al. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002, parte 8, cap.135, p.1092-1110

Okuma, S. S. **O idoso e a atividade física: fundamentos e pesquisa**. Campinas-SP: Papyrus, 1998.

Oliveira, R. F.; Matsudo, S. M.; Andrade, D. R.; Matsudo, V. Efeitos do treinamento do Tai Chi Chuan na aptidão física de mulheres adultas e sedentárias. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 9, n. 3, p.15-22, jul, 2001.

Perracini, M.R. **Fatores associados à quedas em coorte de idosos residentes no município de São Paulo**. São Paulo, 2000. 244f .Dissertação [Doutorado] - Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo.

Peterka, R. Postural control model of interpretation os stabilogram diffusion analysis. **Biol Cybern** 2000; 82:335-43.

Pollock, M.L.; Gaesser, G. A.; Butcher, J. D.; Després, J. P.; Dishman, R. K.; Franklin, B. A.; Garber, C. E. The recommended quantity and quality of exercise for developing and mantaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy

adults. ACMS (American College of Sports Medicine). **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.30, p.975-991, 1998.

Province, M. A.; Handley, E.C.;Hornbrook, M. C. et al. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. Flailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. **Journal of the American Medical Association** 1995; 273:1341-7.

Rothwell, J. **Control of Human voluntary movement**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1994. cap.8, p.252.

Scott, J. C. Osteoporosis and hip fractures. **Reumatic Diseases Clinics of North America** 1990; 16(3):717-40.

Shumway-Cook, A.; Woollacott,. **Controle Motor: teoria e aplicações práticas**. São Paulo:Manole, 2003.

Sousa, N.; Marques, U. Prevenção da queda do idoso: as alterações induzidas pelo treino da força no desempenho do Timed Get-UP & Go Test e do Functional Reach Test. Revista Digital – Buenos Aires, ano 8, 53, out 2002. Disponível em: <<http://www.efdesportes.com/efd53.htm>>. Acesso em: 10 set. 2003.

Tinetti, M.E. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. **The journal of the american geriatric society**. V.34, p.119-26, 1986.

Tinetti, M.E.; Speechley, M.; Ginter, S. F. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. **New England Journal of Medicine**, 319(26) 1701-1707, 1988.

Tinetti, M.E.; Speechley, M. Prevention of falls among the elderly. **New England Journal of Medicine**, 320(16) 1055-1059, 1989.

Whitney, S. L.; Poole, J.L.; Cass, S. P. A. A Review of balance instruments for older adults. **The American Journal of Occupational Therapy** 1998; 52; 8;p. 666-71.

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

Winter, D. **A. B. C. of balance during standing and walking.** Waterloo biomechanics, 1995.

Wolf, S. L., Barnhart, H. X., Kurtner, N.G.; McNeely, E.; Coogler, C.; Xu, T. Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training. Atlanta FICSIT Group. Frailty and injuries: cooperative studies of intervention techniques. **Journal of the American Geriatrics Society** 1996;44;489-97.