

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU EM
EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITOS DE UM CIRCUITO DE EXERCÍCIOS SENSORIAIS
NA FORÇA MUSCULAR, EQUILÍBRIO E DESEMPENHO
FUNCIONAL DE MULHERES IDOSAS

Bruna Pereira Avelar

BRASÍLIA,
2013

EFEITOS DE UM CIRCUITO DE EXERCÍCIOS SENSORIAIS
NA FORÇA MUSCULAR, EQUILÍBRIO E DESEMPENHO
FUNCIONAL DE MULHERES IDOSAS

BRUNA PEREIRA AVELAR

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

ORIENTADOR: RICARDO MORENO LIMA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais (Dagma e tio Julio) e a minha vózinha Milurdes.

AGRADECIMENTOS

Proporcionalmente à extensa pesquisa realizada, inúmeras pessoas contribuíram para que eu chegasse ao final com uma boa sensação de missão cumprida. Assim, agradeço:

A Deus, pois o seu fiel e perfeito cuidado fez tudo acontecer muito melhor do que eu poderia imaginar;

À minha mãe, por ser uma inspiração constante, ver a sua luta diária me dá ânimo para superar cada desafio;

À minha família (mamãe, tio Julio, Bia e vózinha) por me darem todo o suporte para que eu pudesse me dedicar aos estudos, por sempre incentivarem, acreditarem em mim e me apoiarem em tantas idéias loucas para que as palestras, contatos com as voluntárias, lanches nas coletas e aulas durante a intervenção pudessem ser tão carinhosos e com todos os detalhes possíveis;

A um amor que perto ou longe foi o melhor companheiro e professor. A nossa profissão é ser bom no que fazemos, independente do que a gente faça;

À Juliana Costa, idealizadora do circuito, por confiar a mim a continuidade de um trabalho tão encantador;

Às minhas amigas Juliana e Fabiany. Viver cada etapa ao lado de vocês foi muito especial. Comer besteiras, malhar juntas, ouvir conselhos, dividir tarefas, tranquilizar em etapas difíceis... vocês me ajudaram a olhar para as coisas verdadeiras que realmente vão permanecer. Obrigada pelas eternas revisões e por estarem ao meu lado até os últimos instantes;

Às voluntárias da pesquisa, que terão minha eterna gratidão, por contribuírem para o meu crescimento pessoal e profissional. Realizamos juntas um trabalho que apresentou resultados muito além do que é possível mensurar. Como avaliar e registrar a amizade que construímos, nossas mudanças de comportamento adquirindo hábitos saudáveis, o cuidado umas com as outras, os desafios vencidos? Estas importantes e mais preciosas vitórias ficarão em nossas mentes e corações para o resto da vida! E no final, por vocês ainda me proporcionarem a oportunidade de voar para novos desafios...

Ao meu orientador Professor Dr. Ricardo Moreno, por aceitar realizar esse projeto, pela confiança depositada e paciência durante todo o processo;

Aos pesquisadores do GEFS, por auxiliarem nas discussões de artigos e coletas de dados, especialmente ao Maurílio, bom companheiro de turma;

Aos pesquisadores do Gepafi, alunos e à Professora Dra. Marisete Safons, por me acolherem desde o início, confiarem no meu trabalho, dividirem esforços e compartilharem conhecimento;

Aos alunos de iniciação científica do “Grupinho” (Gabriela, Gustavo, Lucas, Luiz e Verônica), por surgirem na minha vida e me proporcionarem a primeira experiência de orientação. Obrigada pelo respeito e dedicação demonstrados, ajudas nas coletas e intervenção e por tantas palavras de carinho. Aprendi muito com vocês;

Aos estagiários e professores que me auxiliaram nas aulas do Circuito de exercícios sensoriais;

Agradeço a Dra Helenice e profissionais dos postos de saúde por viabilizarem o local e materiais para o primeiro encontro com as voluntárias para a divulgação da pesquisa;

Aos funcionários da Faculdade de Educação Física e Centro Olímpico por sempre estarem tão prontamente dispostos a ajudar nas coletas e outras atividades da pesquisa, seria tudo mais difícil sem vocês;

À Capes, pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVO.....	15
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1. Epidemiologia do Envelhecimento.....	16
3.2. Fisiologia do Envelhecimento.....	18
3.2.1. Envelhecimento e Força muscular.....	20
3.2.1.1. <i>Avaliação da força muscular em idosos</i>	23
3.2.2. Envelhecimento e Equilíbrio.....	25
3.2.2.1. <i>Avaliação do equilíbrio em idosos</i>	28
3.2.3. Envelhecimento e Desempenho Funcional.....	33
3.2.3.1. <i>Avaliação do desempenho funcional em idosos</i>	34
3.3. Exercício Físico e Envelhecimento.....	36
3.3.1. Treinamento de Equilíbrio.....	39
3.3.2. Circuito de Exercícios Sensoriais.....	43
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
4.1. Delineamento do estudo.....	46
4.2. Critérios de inclusão e exclusão.....	46
4.3. Amostra.....	47

4.4. Locais e recursos humanos da pesquisa.....	50
4.5. Protocolos de Avaliação.....	51
4.5.1. Avaliação do torque muscular.....	53
4.5.2. Avaliação do equilíbrio estático.....	54
4.5.3. Avaliação do desempenho funcional.....	59
4.6. Protocolo de Intervenção.....	62
4.7. Análise Estatística.....	66
5. RESULTADOS.....	68
6. DISCUSSÃO.....	74
6.1. Efeitos sobre a força muscular.....	76
6.2. Efeitos sobre o equilíbrio estático.....	81
6.3. Efeitos sobre o desempenho funcional.....	85
6.4. Limitações do estudo.....	87
6.5. Aplicações práticas.....	88
7. CONCLUSÕES.....	90
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
9. LISTA DE ANEXOS.....	102

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Estudos com análise estabilométrica para avaliação do equilíbrio corporal em idosos.....	31
TABELA 2 - Descrição dos momentos e atividades do circuito de exercícios sensoriais.....	45
TABELA 3 - Níveis de dificuldade da intervenção do circuito de exercícios sensoriais.....	45
TABELA 4 - Caracterização da amostra total e dividida por grupos (GES e GC) no início do estudo.....	68
TABELA 5 - Características sociodemográficas da amostra total e dividida por grupos (GES e GC) no início do estudo.....	70
TABELA 6 - Média, desvio-padrão e percentual de mudança para as variáveis dependentes relativas à massa corporal, ao desempenho funcional e dinamometria isocinética nas avaliações pré e pós-intervenção.....	71
TABELA 7 - Variáveis estabilométricas nos protocolos avaliados, por ordem de dificuldade, na linha de base do estudo e após o protocolo experimental.....	73

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Curva generalizada para as mudanças na função fisiológica que ocorrem com a idade.....	20
FIGURA 2 - Palestras realizadas no Centro de Saúde nº02 em Sobradinho, Hospital Regional da Asa Norte e Centro de Saúde nº07 Asa Sul.....	48
FIGURA 3 - Fluxograma da seleção da amostra e delineamento experimental.....	50
FIGURA 4 - Mensuração da massa corporal e estatura.....	52
FIGURA 5 - Avaliação da dominância do membro inferior.....	53
FIGURA 6 - Voluntárias posicionadas no dinamômetro isocinético acompanhadas dos avaliadores.....	54
FIGURA 7 - Desenho esquemático da plataforma de equilíbrio com marcação	55
FIGURA 8 - Voluntária em apoio tandem e ponto fixo “X” na parede.....	56
FIGURA 9 - Posições dos pés na posição Tandem (TDOA) (9a – Tandem direito; 9b – Tandem esquerdo).....	57
FIGURA 10 - Posição Base aberta com olhos fechados (BAOF).....	57
FIGURA 11 - Posições dos pés na posição Unipodal (UniOA) (11a – Unipodal esquerdo; 11b – Unipodal direito).....	58
FIGURA 12 - Posição Base fechada com olhos fechados e abertos (BFOA e BFOF).....	58
FIGURA 13 - Teste de Levantar da cadeira.....	60
FIGURA 14 - Teste <i>Timed Up & Go</i>	60
FIGURA 15 - Percurso do Teste de Caminhada de 6 minutos e voluntária realizando o teste.....	61
FIGURA 16 - Estações do Circuito de Exercícios Sensoriais (1 a 13).....	62

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A/P = Anteroposterior

ACSM = American College of Sports Medicine

AVD = Atividade da vida diária

BAOF = Base aberta e olhos fechados

BFOA = Base fechada e olhos abertos

BFOF = Base fechada e olhos fechados

CES = Circuito de Exercícios Sensoriais

CP = Centro de pressão

CPap = Amplitude de oscilação do centro de pressão anteroposterior

CParea = Área 95% da elipse

CPct = Comprimento total da oscilação do CP

CPdpap = Desvio padrão do deslocamento médio do centro de pressão na direção anteroposterior

CPdpml = Desvio padrão do deslocamento médio do centro de pressão na direção mediolateral

CPml = Amplitude de oscilação do centro de pressão mediolateral

CPvel = Velocidade de oscilação do centro de pressão

DCNT = Doenças crônicas não transmissíveis

GC = Grupo controle

GE = Grupo experimental

GEFS = Grupo de Estudos em Fisiologia do Exercício e Saúde

GEPAFI = Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Atividades Físicas para Idosos

GES = Grupo exercícios sensoriais

IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMC = Índice de massa corporal

M/L = Mediolateral

OA = Olhos abertos

OF = Olhos fechados

OMS = Organização Mundial de Saúde

PT= Pico de torque

Rep = repetições

SNC = Sistema nervoso central

STOA = Semitandem e olhos abertos

TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDOA = Tandem e olhos abertos

TUG = *Timed Up & Go*

UniOA = Unipodal e olhos abertos

UniOF = Unipodal e olhos fechados

RESUMO

O Circuito de exercício sensoriais (CES) é uma modalidade criada com intuito de melhorar o equilíbrio, socialização e prevenir quedas em pessoas idosas. O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do CES sobre a força muscular, equilíbrio estático e desempenho funcional em mulheres idosas. Um total de 23 idosas completaram este estudo quase experimental, divididas em dois grupos: Grupo exercícios sensoriais (GES; n=10; idade=70,10±6,64 anos) e Grupo controle (GC; n=13; idade=66,92±4,50 anos). O GES praticou a intervenção do CES em sessões de 50 minutos, duas vezes por semana durante 12 semanas. Cada sessão continha alongamento e aquecimento, CES e volta à calma. A cada três semanas de treinamento houve progressão do nível de dificuldade dos exercícios realizando-os com olhos fechados, obstáculos e maior velocidade. O GC foi instruído a manter suas atividades habituais. A força muscular foi avaliada através do pico de torque isocinético de extensão do joelho dominante nas velocidades 60 e 180°/s (PT60 e PT180, respectivamente). O equilíbrio foi avaliado em plataforma de força utilizando diferentes bases de apoio e restrição visual com sete variáveis de oscilação do centro de pressão (CP) sendo utilizadas para análise. O desempenho funcional foi avaliado através dos testes *Timed Up & Go* (TUG), Levantar da cadeira e Caminhada de 6 minutos. Todas as avaliações foram realizadas antes e após o período de intervenção. Utilizou-se estatística descritiva e verificou-se a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk. Para comparar as variáveis dependentes entre os grupos e entre os momentos pré e pós-intervenção a Análise de variância mista, testes t pareado e independente, Wilcoxon e Mann-Whitney foram aplicados. Calculou-se o tamanho do efeito. Os cálculos foram realizados no programa SPSS, para um índice de significância de $p \leq 0,05$. No início do estudo os grupos eram equivalentes em termos de idade, medidas antropométricas e variáveis dependentes ($p > 0,05$). A análise de dados mostrou que o CES foi capaz de melhorar o PT60 (6,94%) e PT180 (10,38%), TUG (6,53%) e variáveis do CP na posição base aberta e olhos fechados (BAOF) ($p < 0,05$) no GES, mudanças não observadas no GC. Concluiu-se que o CES melhora a força muscular, o equilíbrio em situações estáticas e o desempenho funcional em mulheres não praticantes de atividade física regular sistematizada. Dessa maneira, o CES pode ser considerado uma modalidade viável para modificar componentes da aptidão física relacionados à autonomia e quedas em idosos.

Palavras-chave: Circuito de exercícios sensoriais, circuito de equilíbrio, força muscular, torque muscular, equilíbrio estático, desempenho funcional, idosas.

ABSTRACT

The Sensory exercises circuit (SEC) is an intervention designed with the purpose to improve balance, socialization and prevent falls in elderly. The aim of this study was to investigate the effects of SEC on muscle strength, static balance and functional performance in elderly women. A total of 23 elderly completed this quasi-experimental study, divided into two groups: Group sensory exercises (GSE, n = 10, age = 70.10 ± 6.64 years) and Control group (CG, n = 13, age = 66.92 ± 4.50 years). The GSE practiced the SEC in 50-minute sessions, twice a week, over 12 weeks. Each session contained stretching and warming, SEC and cooldown. Every three weeks there was progression of difficulty in training by performing the exercises with eyes closed, addition of obstacles and faster. The control group was instructed to maintain their usual activities. Muscle strength was assessed by isokinetic peak torque of dominant knee extension at speeds 60 and 180°/s (PT60 and PT180, respectively). Balance was assessed on the force platform using different bases of support and visual restriction by means of seven parameters of oscillation of center of pressure (COP). Functional performance was assessed using the Timed Up & Go test (TUG), Rising from the chair and Six minute walk test. All evaluations were performed before and after the intervention period. We used descriptive statistics and checked the data distribution by the Shapiro-Wilk test. To compare the dependent variables between groups and between the pre-and post-intervention mixed analysis of variance, paired and independent t tests, Wilcoxon and Mann-Whitney tests were applied. The size of the effect was calculated. The analysis were performed using SPSS for a significance level of $p \leq 0.05$. At baseline, the groups were similar in terms of age, anthropometric measures and outcome variables ($p > 0.05$). The data analysis showed that the SEC was able to improve the PT60 (6.94%) and PT180 (10.38%), TUG (6.53%) and the COP variables in open base position and eyes closed (OBEC) ($p < 0.05$) in the GSE. These changes were not observed in CG. It was concluded that the SEC improves muscle strength and balance in static and dynamic situations in women not practicing regular physical activity systematized. Thus, the SEC can be considered a viable modality to modify the physical fitness components related to the autonomy and falls in the elderly.

Keywords: Sensory exercises circuit, balance circuit, muscle strength, muscle torque, static balance, functional performance, elderly.

1. INTRODUÇÃO

Em quase todo o planeta a presença de um idoso entre cada dez cidadãos que se vê caminhando pelas ruas já é uma realidade (SAFONS et al. 2011). No Brasil, esta cifra pode chegar próximo a dois idosos em algumas das maiores cidades (IBGE, 2009). Estima-se ainda que esse crescimento continue nos próximos anos. Associado a esse aumento, é necessário que haja uma adequação dos serviços básicos de saúde, lazer, consumo e transporte às necessidades desse público, que representa o resultado de um longo processo de desenvolvimento científico-tecnológico e de lutas por sobrevivência no campo biológico, como também de afirmação e ocupação de espaço no campo social (SAFONS et al., 2011; OMS, 2012).

Sabe-se que o processo natural de envelhecimento é caracterizado por intensas mudanças morfofuncionais que podem levar o idoso a uma maior susceptibilidade a doenças e a um declínio na quantidade e qualidade de realização das atividades da vida diária (AVDs) como se deslocar de um local a outro, carregar objetos ou vestir-se. Entretanto, o indivíduo idoso deve ser apresentado à sociedade como um indivíduo ativo, dotado de particularidades intrínsecas e apto para desenvolver papéis sociais e obter melhor qualidade de vida (FARINATTI, 2008; COSTA, 2010).

Para alcançar essa melhor qualidade de vida na população idosa em suas atividades diárias e na prevenção dos declínios naturais do envelhecimento, intervenções na área de saúde são de extrema importância e o exercício físico chama a atenção por representar papel decisivo neste tipo de prática. A literatura traz algumas orientações sobre a aplicação do exercício físico para a população idosa. O American College of Sports and Medicine (2009) atesta sobre o fato de que o exercício embora não possa parar o envelhecimento, pode minimizar os efeitos fisiológicos de um estilo de vida sedentário, aumentar a expectativa de vida, autonomia, limitar a progressão de doenças crônicas e prevenir quedas.

A queda é uma das principais conseqüências das mudanças morfofuncionais decorrentes do avançar da idade, e ainda uma das cinco principais causas de lesão, fraturas e potencial causa de redução da autonomia dos idosos. No Brasil, dentre os

fatores externos, as quedas representam a principal causa de internações no sistema público de saúde, principalmente entre crianças e idosos. Os estudos com intervenções para a prevenção de quedas sugerem que estas sejam multifatoriais e envolvam diversos profissionais. Neste contexto, o exercício físico atua como determinante do sucesso dessas intervenções, como já mostrado em alguns estudos (SHERRINGTON et al., 2011; ROSE & HERNANDEZ, 2010; TIEDEMANN et al., 2011).

Os posicionamentos oficiais sobre exercícios físicos para população idosa afirmam que a prescrição ideal deve incluir exercícios aeróbios, de força, flexibilidade e treino de equilíbrio (CRESS et al. 2004; ACSM & AHA, 2007; ACSM & AHA, 2008; ACSM, 2009; TIEDEMANN et al., 2011). O declínio da força muscular, do equilíbrio e da combinação destas para realização de atividades funcionais são considerados fatores de risco relevantes para as quedas e consequente autonomia de idosos (WICKHAM et al., 1989; PERRACINI & RAMOS, 2002; VOERMANS et al., 2007; PIJNAPPELS, et al., 2008; TUCKER et al., 2010).

Estudos envolvendo Tai Chi Chuan, caminhadas, exercícios resistidos com máquinas e pesos livres, treinos combinados e treinos funcionais demonstram gerar benefícios em mais de um aspecto da aptidão física e ainda no desempenho funcional de idosos (KREBS et al. 2007; GILLESPIE et al. 2009; HANSON et al. 2009; LI et al., 2009; LELARD et al., 2009; YEOM et al., 2009; FREIBERGER et al., 2011; SCHNEIDER et al., 2011). Entretanto, práticas de metodologia replicável, baixo custo e com alto nível de adesão são alvo de pesquisas quando se trata da aplicação destas práticas para a população em geral.

Nesse cenário, foi criado na Universidade de Brasília (UnB) o Circuito de Exercícios Sensoriais (CES) ou Circuito de Equilíbrio como tema de uma dissertação de mestrado (COSTA, 2010). A modalidade foi desenvolvida visando estimular o sistema sensorial, melhorar o equilíbrio, socialização e consequentemente, reduzir o risco de quedas. O trabalho foi defendido em 2010 e apresentou resultados motivadores, pois, as idosas do grupo experimental obtiveram melhoras no equilíbrio funcional e redução da possibilidade de quedas, avaliados através da Escala de Equilíbrio de Berg, em apenas 24 sessões de treinamento (COSTA, 2010). Porém, a autora sugere que novas investigações sejam realizadas, uma vez que ao se

observar os exercícios de forma isolada e em conjunto, outras habilidades além do equilíbrio são trabalhadas como marcha, cognição, agilidade, transferência, mudança de posição, tempo de reação, resistência muscular e aeróbia dentre outras.

Dessa forma, entende-se que o CES tem potencial para aprimorar outras capacidades físicas dos indivíduos com idade avançada. Entretanto, ainda permanece a lacuna de outras investigações que se utilizam de análises quantitativas de variáveis fisiológicas utilizando equipamentos laboratoriais mais precisos, em particular no que se refere ao equilíbrio e força muscular.

2. OBJETIVO

Verificar os efeitos de um circuito de exercícios sensoriais na força muscular, equilíbrio e desempenho funcional de idosas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Epidemiologia do envelhecimento

A Organização Mundial de Saúde (2012) em documento que trata sobre o envelhecimento populacional, afirma que este é um fenômeno global e que está ocorrendo mais rapidamente nos países em desenvolvimento. À medida que um país se desenvolve, há menos mortalidade ao nascer, a fertilidade decresce e as pessoas começam a viver mais tempo e essas alterações, por sua vez também, reforçam o desenvolvimento do país.

Há um comportamento diferenciado entre os países, como por exemplo, França e Suécia que dobrarão a proporção de idosos em cerca de 100 anos, já outros países em desenvolvimento como Tailândia e Brasil atingirão a mesma proporção em no máximo 30 anos (OMS, 2012). Tornando-se evidente para estes países uma necessidade de adequação socioeconômica rápida e eficaz.

Com o crescimento da população de idosos, a ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) aumentará muito nas próximas décadas. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2009) apontam que 64,4% da população idosa possui uma ou mais doenças crônicas. A hipertensão, a obesidade, a diabetes e a osteoporose estão entre as doenças que mais acometem os idosos no Brasil. Em análise populacional, efetuada pela pesquisa de Vigilância de Fatores de risco e proteção para as DCNT (VIGITEL, 2010), realizada nas capitais brasileiras e Distrito Federal (DF) em 2010, foram observados percentuais para prevalência de hipertensão de 60,2%, obesidade de 19,4% e diabetes de 22% na população idosa acima de 65 anos entre homens e mulheres.

Outro dado alarmante é o número de idosos que, além de possuírem mais de uma doença crônica, são sedentários. A mesma pesquisa avaliou o sedentarismo populacional indicando o percentual de inatividade física por faixa etária, observou-se que os grupos de 45 a 54 anos (13,5%), 55 a 64 anos (20%) e acima de 65 anos (36,7%) apresentam as maiores prevalências de inatividade física, ou seja, indivíduos que não praticaram qualquer atividade física no lazer nos últimos três meses e que não realizam esforços físicos intensos no trabalho, não se deslocam

para o trabalho ou para a escola a pé ou de bicicleta por no mínimo 10 minutos por dia e que não participam da limpeza pesada de suas casas (VIGITEL, 2010).

Além das doenças crônicas não transmissíveis, as doenças neurológicas e as osteoarticulares afetam a força muscular, o equilíbrio e a marcha e estas doenças associadas ao sedentarismo são fatores de risco comuns que levam às quedas (VOERMANS et al. 2001).

A queda é atualmente uma das cinco principais causas de morte, morbidade e deterioração funcional nos idosos, sendo considerada portanto, um grande fator de risco para os idosos de acordo com a Classificação Internacional de Doenças (CID-10) (SHOBHA, 2005; CHANG e GANZ, 2007).

No Brasil, Perracini & Ramos (2002) realizaram um estudo relevante sobre essa temática com uma amostra de 1667 idosos da cidade de São Paulo, observando que a incidência de quedas no ano anterior era de 30,9% e destes, 10,8% dos idosos relataram duas ou mais quedas. A prevalência de fratura óssea referida foi de 5,2%.

Diante de tal cenário, ações concretas e factíveis, a serem realizadas por governos e sociedade, recebem destaque (OMS, 2012). Dentre as ações propostas pela OMS estão a promoção da saúde e comportamentos saudáveis; detecção prematura de doenças crônicas e qualidade nos cuidados primários de longa duração e paliativos; a criação de ambientes físicos e sociais que reforcem a saúde e participação dos idosos e ainda a ideia de “reinvenção do envelhecimento” modificando as atitudes sociais e encorajando a participação dos idosos na sociedade (SAFONS et al., 2011; OMS, 2012).

O presente trabalho foi realizado no Distrito Federal onde atualmente há cerca de 200.000 pessoas com idade acima 60 anos, destas 57% são mulheres. O Governo do Distrito Federal é pioneiro na formação de uma secretaria voltada especificamente para a valorização da pessoa idosa, com ações visando a qualidade de vida do indivíduo idosos, nas áreas de saúde, trabalho e inserção social. Esta secretaria denominada Secretaria Especial do Idoso do Distrito Federal foi criada por meio do Decreto nº 33.116 de 08 de agosto de 2011. Portanto, é notório observar uma tentativa de mudança de paradigmas, que embora recente, possui ação catalisadora no processo do envelhecimento ativo (IBGE, 2010).

Alterações antropométricas, neuromotoras e metabólicas, já estão bem descritas como capazes de comprometer seriamente a qualidade de vida do indivíduo idoso. Acredita-se, portanto, que a participação dos idosos em programas de exercícios físicos regulares influencia no processo de envelhecimento sobre a sua qualidade de vida, podendo atenuar os efeitos da diminuição do nível de aptidão física na realização das atividades diárias e na manutenção de um maior grau de independência (SINGH, 2002).

Assim, ao mesmo tempo em que o aumento da população idosa é um desafio para a sociedade, uma série de oportunidades são geradas, dentre elas a criação de estratégias de melhora dos cuidados de saúde primários, sociais e de longa duração para os idosos. A relação construída entre desafios e oportunidades em relação à população idosa mais equilibrada definirá o sucesso das ações governamentais.

No momento em que a esfera governamental, estadual e municipal dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento atenderem a esta premissa os dados epidemiológicos alarmantes sobre o envelhecimento sairão do discurso teórico e ganharão a devida e urgentes ações práticas nas políticas públicas.

3.2. Fisiologia do Envelhecimento

As alterações nos sistemas fisiológicos geram impactos em componentes da aptidão física dos indivíduos idosos, tanto nos relacionados à saúde quanto à performance. A aptidão física relacionada à saúde é um estado relativo do ser que é associado a qualidade de vida e baixo risco de doenças, como exemplos dos componentes podem-se citar força e resistência muscular, resistência cardiovascular, flexibilidade e composição corporal. Já a aptidão física relacionada ao desempenho engloba itens que são relevantes para a qualidade das habilidades motoras dos indivíduos, como coordenação, equilíbrio, velocidade e agilidade, na área de envelhecimento, esses últimos também são tratados como desempenho funcional e assim serão abordados no presente trabalho (GALLAHUE & DONNELLY, 2008; MATSUDO, 2010).

Com o envelhecimento, os sistemas fisiológicos apresentam um declínio em suas estruturas e funções. No sistema neural há um declínio de quase 40% no número de axônios medulares e declínio de 10% na velocidade de condução nervosa. No sistema cardiovascular há alterações centrais e sistêmicas que geram alterações na frequência cardíaca, débito cardíaco, capacidade aeróbia, por exemplo. A função pulmonar tem alterações que acometem os pulmões, caixa torácica e a musculatura respiratória, com isso há prejuízo em sua função. No sistema musculoesquelético há modificações como perda de massa óssea, da massa muscular (Sarcopenia) que é substituída por colágeno e gordura, diminuição da mobilidade articular com ligamentos e tendões tornando-se menos flexíveis. Há ainda outras alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento que não serão citadas, pois não estão no escopo do presente trabalho (McARDLE et al. 2006; SPIRDUSO, 2005; NEGRÃO & BARRETTO, 2005; PEREIRA, 2011).

As alterações nestes sistemas citados acima também geram impactos em outras funções individuais que podem ser observadas quando se comparam idosos aos indivíduos jovens. Em idosos, observa-se menor velocidade de caminhada, pior desempenho em atividades do dia-a-dia, perda do equilíbrio corporal, fatores que podem aumentar o risco de cair e são modificáveis pela adoção da prática de exercícios físicos (BALOH et al. 2003; RIBOM et al. 2011).

A Figura 1 demonstra que as medidas fisiológicas e o desempenho melhoram durante a infância e alcançam um pico entre o final da adolescência e por volta dos 30 anos de idade. Daí em diante, os sistemas fisiológicos declinam com a idade, no entanto, há variações em relação ao ritmo de declínio. Outro ponto interessante é a influência do exercício físico, fator importante que pode contrabalançar os efeitos típicos do envelhecimento (McARDLE et al., 2006).

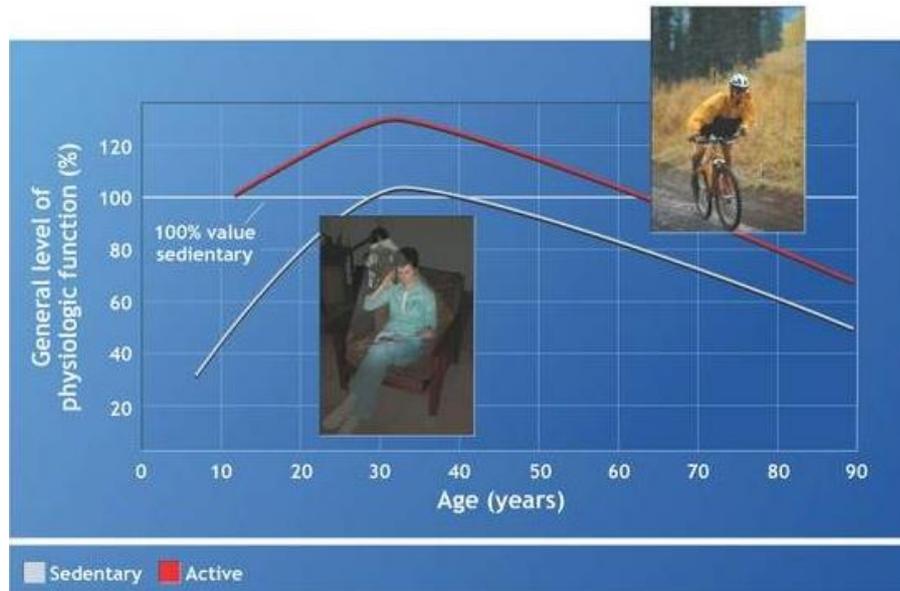


Figura 1: Curva generalizada para as mudanças na função fisiológica que ocorrem com a idade.

Fonte: McArdle et al. 2006.

Abaixo serão descritas as principais alterações que ocorrem na força muscular, equilíbrio e desempenho funcional de pessoas idosas e em seguida, o papel do exercício em amenizar ou melhorar tais alterações.

3.2.1. Envelhecimento e Força muscular

A força muscular declina com a idade, em média, a força em pessoas de 80 anos é cerca de 40% menor em comparação com as pessoas de 20 anos (DOHERTY & BROWN, 1993). Essas mudanças são mais comuns em mulheres do que em homens, mais prevalentes nos membros inferiores que superiores e uma grande parte dessa redução na força é causada por uma atrofia muscular e alterações na porcentagem do tecido contrátil (qualidade muscular) (KUH et al. 2005; ROSENBERG, 2011; VALENTE, 2011).

A diminuição da massa muscular é a alteração fisiológica de maior importância clínica e funcional (VALENTE, 2011). Tal perda, denominada Sarcopenia, está associada tanto à perda de força, quanto da velocidade de contração muscular, ou seja, da função muscular (ROSENBERG, 2011). A etiologia da Sarcopenia é multifatorial, sendo relacionada a alterações endócrinas, no

metabolismo do músculo, falta de atividade física, fatores nutricionais, mediadores inflamatórios, alterações na síntese de proteínas e por fatores genéticos (DOHERTY, 2003; MACALUSO et al., 2002; ROSSI & SADER, 2011).

Walrand e colaboradores (2011), em revisão sobre a fisiopatologia da sarcopenia, identificaram que este fenômeno envolve mudanças no músculo, sistema nervoso central (SNC), fatores humorais e de estilo de vida. Sendo identificados alguns fatores que contribuem para sua incidência como, declínio na proporção de fibras tipo II; redução na síntese de proteínas mitocondriais e miofibrilares, além de danos mitocondriais; perda de motoneurônios alfa; alterações hormonais; produção de citocinas e ainda a associação de ingestão de alimentos e quantidade de atividade física inadequadas. Os autores destacam que é um desafio verificar as interações entre estes fatores intrínsecos e extrínsecos na ocorrência da sarcopenia.

Frontera et al. (2000) realizaram um estudo longitudinal com nove homens saudáveis ($65,4 \pm 4,2$ anos) e observaram através da análise de tomografia computadorizada que em 7 dos 9 homens houve uma redução de 14,7% ($p < 0,05$) na área de secção transversa do quadríceps femoral ao longo de 12 anos. Observaram ainda, uma diminuição na força dos extensores do joelho e dos flexores e extensores do cotovelo de cerca de 20 a 30% ($p < 0,05$), as velocidades testadas foram 60, 180 e 240°/s.

Além disso, há a diminuição da capacidade de gerar força de forma rápida, o que gera uma contração mais duradoura, um relaxamento lento e um aumento da fadigabilidade musculares (ROSSI & BADER, 2011). Tal modificação tem bastante relevância da vida do idoso, pois aumentos nesta capacidade favorecem a realização de atividades que requerem a associação de força com velocidade, o que se relaciona com várias atividades funcionais e recreacionais às quais os idosos participam (MISZKO et al. 2003).

Em estudo de revisão sobre as consequências da sarcopenia, Visser & Schaap (2011) observaram que um desempenho muscular prejudicado, demonstrado por baixa força e potência muscular, aumenta o risco de declínio funcional, quedas e mortalidade. Wickham et al. (1989) observaram através de uma

análise de regressão múltipla, feita com uma amostra de 983 idosos, que força muscular e mobilidade são importantes preditoras de quedas.

Em idosos, o declínio na força muscular associado ao envelhecimento dos sistemas nervoso e somatossensorial tem importantes implicações. O trabalho muscular é necessário para se realizarem esforços que exijam força dos membros inferiores ou superiores, como para a manutenção da postura e locomoção. Por isso, diante destas alterações, vários idosos vivenciam dificuldades na realização das suas atividades de vida diária, além da dificuldade em evitar quedas. Todas essas alterações ainda contribuem para a perda da independência e redução da qualidade de vida (DOHERTY et al. 2003; PIJNAPPELS et al. 2008; ROSSI & SADER, 2011; VISSER & SCHAAP, 2011; PEREIRA, 2011).

Ao mesmo tempo, já é consenso que a prática de exercícios físicos pode minimizar alguns os efeitos do envelhecimento como, por exemplo, o auxílio na manutenção e ganho de massa muscular (SINGH, 2002; ACSM, 2009).

Hanson et al. (2009) estudaram os efeitos de um treino de força muscular de 22 semanas na força muscular, potência, composição corporal e desempenho funcional em 50 idosos saudáveis e sedentários. Observaram-se aumentos na força, potência e massa livre de gordura ($p < 0,05$) e diminuição do tempo para realizar os testes de velocidade de caminhada, sentar e levantar da cadeira 5 vezes e no *Timed Up & Go* ($p < 0,05$), com algumas diferenças entre homens e mulheres. A melhora no desempenho nessas tarefas funcionais pode ter importante impacto para as atividades da vida diária.

Em revisão sistemática sobre a efetividade do exercício progressivo de força em reduzir a incapacidade física de idosos, Latham et al. (2004) selecionaram um total de 62 ensaios randomizados ($n=3674$) e observaram que estes treinos geraram melhoras na força muscular e em alguns aspectos da funcionalidade, tais como a velocidade da marcha. No entanto, não foi observada evidência de que este tipo de exercício isolado tenha um efeito sobre a limitação funcional, os mesmos autores sugerem que para tal objetivo, este treino deve ser combinado a outras formas de exercício, como por exemplo, treinos de equilíbrio.

Li et al. (2009) examinaram o efeito de 16 semanas de Tai Chi na força e resistência musculares dos membros inferiores de idosos ($n=40$). Após a

intervenção, o grupo experimental aumentou significativamente a força dos flexores do joelho ($p < 0,001$) em relação ao grupo controle.

No artigo de Krebs et al. (2007), foram comparados os efeitos de um treino funcional e um treino de resistência na força e funcionalidade de idosos frágeis da comunidade ($n=15$). Ambos os grupos melhoraram significativamente a força dos membros inferiores ($p=0,003$), sem diferenças entre os grupos. Foi verificada melhora também na velocidade da marcha ($p=0,001$), no teste de sentar e levantar da cadeira ($p=0,033$).

Portanto, os estudos supracitados são unânimes em ressaltar a importância do treinamento da força realizado em diferentes modalidades para a população idosa.

3.2.1.1. *Avaliação da força muscular em idosos*

Dentre os métodos utilizados para a avaliação da força muscular em idosos, podem-se citar o teste de uma repetição máxima, utilizado para avaliar a força dinâmica; testes para análise de uma função muscular específica como o teste de preensão manual; e ainda a análise isocinética, a qual mensura a força muscular desenvolvida durante uma contração com uma velocidade angular constante (SPIRDUSO, 2005; FARINATTI & SIMÃO, 2008).

Artigos recentes utilizam o dinamômetro isocinético como padrão ouro de avaliação da força muscular em idosos após serem submetidos a intervenções com exercícios (WESTLAKE & CULHAM, 2007; EYIGOR et al. 2007; MISIC et al. 2009; BIRD et al. 2009; CARVALHO et al. 2010; KIM et al. 2010; BIRD et al. 2011).

O sistema isocinético é baseado no princípio de que o braço de alavanca se move a uma velocidade angular predeterminada e constante, por maior que seja a força no giro aplicada pelo usuário. Se o usuário empurrar com a maior força, isto é, o momento gerado pelo músculo é aumentado, tendendo a aumentar a velocidade angular, a máquina aumenta sua resistência de forma correspondente e mantém o movimento dentro de margens bem estreitas quanto à velocidade angular predeterminada (DVIR, 2002).

Para sua adequada utilização, parâmetros ditos de controle (entrada) e performance (saída) devem ser definidos com cuidado para que comparações seguras sejam realizadas e a avaliação seja adequada às especificidades dos voluntários. Como controle, alguns parâmetros são relevantes como a amplitude de movimento; a velocidade angular; o posicionamento do sujeito; alinhamento dos eixos; modo de contração; ajuste de amortecimento e pré-ativação, tais parâmetros variam de acordo com a articulação a ser avaliada. Para análise do desempenho, parâmetros de saída como o pico de torque; o ângulo do pico de torque; o torque médio e o trabalho contrátil (DVIR, 2002).

Bird et al. (2011) avaliaram os efeitos de um treinamento de flexibilidade e resistência com duração de 12 meses na mobilidade de idosos (n=45) através de um estudo experimental. A força de extensão e flexão dos joelhos foi avaliada utilizando-se um dinamômetro isocinético (Cybex) a uma velocidade angular de 60°/s e a variável utilizada foi o pico de torque em Nm. Após o treinamento, os idosos que treinaram obtiveram melhoras em sua força ($p=0,004$).

Misic et al. (2009) objetivaram verificar os efeitos de um treino cardiovascular comparado a um treino de flexibilidade e equilíbrio na melhora da força de membros inferiores em idosos saudáveis (n=55). A duração do treinamento foi de 10 meses, após esse período, observou-se aumento no pico de torque nas velocidades de 60 e 120°/s ($p<0,05$), sem diferenças entre os grupos ($p>0,05$).

Este teste possui boa validade e confiabilidade, no entanto estes parâmetros podem variar de acordo com a população testada, parâmetros analisados, musculatura testada e protocolo utilizado. Permite a avaliação do torque máximo produzido pelos músculos durante toda a amplitude de movimento e a sua principal utilização tem sido na realização de testes monoarticulares para as diversas articulações do corpo humano (BOTTARO et al. 2005; AQUINO et al. 2007).

Há evidências de que a massa corporal exerce influência sobre a magnitude dos parâmetros fornecidos pelo teste isocinético, portanto é necessário normalizar os parâmetros de saída pela massa corporal para permitir comparações entre indivíduos (DVIR, 2002; AQUINO et al. 2007).

Apesar do custo deste tipo de aparelho ser elevado em comparação a outros tipos de instrumentos, o seu uso pode trazer contribuições importantes para área de

esportes e reabilitação, possibilitando a obtenção de medidas objetivas de parâmetros relacionados à função muscular.

3.2.2. Envelhecimento e Equilíbrio

O equilíbrio ou estabilidade corporal é a habilidade de controlar o centro de massa em relação à base de sustentação, esse controle pode ser em repouso (equilíbrio estático) ou durante o movimento (equilíbrio dinâmico). O centro de massa é o ponto que está no centro da massa corpórea total, determinada no encontro do peso médio do centro de massa de cada segmento corporal. A base de sustentação é definida como a área do corpo que está em contato com a superfície de apoio. Este componente é importante para o controle postural envolvido em atividades que envolvem o movimento corporal ordenado (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010).

A constatação da maior oscilação corporal e incidência de quedas em idosos como consequência da falta ou diminuição do equilíbrio representa uma perda da adaptabilidade, estes indivíduos não conseguem manter a mesma relação com o ambiente comparado a adultos jovens na postura ereta quieta e em situações de desordem postural dinâmica (LISBOA et al., 2011).

Nagy et al. (2007) realizaram um estudo com o objetivo de comparar os parâmetros de controle postural de idosos (n=19) e jovens (n=11). O equilíbrio foi avaliado em plataforma de força utilizando-se os testes de base fechada com e sem restrição visual, foi observada maior oscilação corporal nos indivíduos idosos comparados aos jovens ($p<0,05$). Prado et al. (2007) também verificaram maior oscilação corporal ($p<0,05$) em idosos (n=12) comparados aos indivíduos jovens (n=12), através de análise do equilíbrio em plataforma de força. Além disso, nas situações com olhos fechados, os idosos obtiveram maiores oscilações que nas situações com olhos abertos comparados aos jovens ($p<0,05$).

A manutenção do equilíbrio do corpo é atribuída ao sistema de controle postural, um conceito utilizado para se referir às funções dos sistemas nervoso, sensorial e motor, que desempenham esse papel. O sistema sensorial (via aferente) fornece informações sobre a posição de segmentos corporais em relação a outros

segmentos e ao ambiente. O sistema motor (via eferente) é responsável pela ativação correta e adequada de músculos para realização dos movimentos. O sistema nervoso central integra informações provenientes do sistema sensorial para, então, enviar impulsos nervosos aos músculos que geram respostas neuromusculares (DUARTE & FREITAS, 2010).

O equilíbrio e sua manutenção dependem da integração e coordenação de subsistemas sensoriais, dentre eles estão o sistema visual, proprioceptivo e vestibular citados na literatura como os principais subsistemas sensoriais envolvidos na manutenção do equilíbrio (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010).

O sistema visual fornece informações sobre a localização e a distância dos objetos no ambiente assim como a superfície em que se dará o movimento. O proprioceptivo supre o corpo com informações sobre o ambiente imediato, através dos proprioceptores com origens nos receptores tendinosos e musculares, mecanorreceptores articulares e barorreceptores localizados nas plantas dos pés, já o sistema vestibular fornece ao Sistema Nervoso Central (SNC) informações sobre o movimento da cabeça e a direção da gravidade (MATSUMURA & AMBROSE, 2006).

As informações desses subsistemas são integradas e processadas no SNC e o sistema muscular atua na execução das ações adequadas para manutenção da postura (MATSUMURA & AMBROSE, 2006; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010).

Em relação ao sistema vestibular, Pedalini e colaboradores (2009) ao compararem idosos com (GC, n=60) e sem alterações vestibulares (GS, n=60) e adultos normais (GN, n=58) através da posturografia dinâmica, observaram melhores resultados no GN em comparação ao GC e GS ($p < 0,05$), demonstrando uma disfunção progressiva na seguinte ordem GN > GS > GC.

Com o envelhecimento, o sistema vestibular apresenta uma diminuição importante na quantidade de células vestibulares e nervosas. Sua função é a de ser um sistema de referência absoluto em situações de conflito somatossensorial e visual e também contribui para a amplitude dos ajustes posturais automáticos às ameaças de equilíbrio. Dessa forma, idosos com este sistema prejudicado podem apresentar respostas posturais inapropriadas e tonturas (MATSUMURA &

AMBROSE, 2006; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010; TYLDESLEY & GRIEVE, 2006).

Soares & Sacchelli (2008) investigaram os efeitos da cinesioterapia no equilíbrio de idosos (n=40), foram realizadas duas sessões semanais com duração de 60 minutos durante 12 semanas. O protocolo envolvia aquecimento e alongamento musculares e exercícios em superfícies instáveis com variação da dificuldade. Ao final, foi observado através da Escala de Equilíbrio de Berg, uma melhora de 3 pontos estatisticamente significativa ($p < 0,001$) no equilíbrio destes idosos.

Como observado, no sistema somatossensorial ocorre a diminuição da sensação plantar, pois os receptores desse sistema encontram-se prejudicados tanto em qualidade quanto em quantidade. As fibras sensoriais que enervam tais receptores também se encontram diminuídas (TYLDESLEY & GRIEVE, 2006; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010).

Kuang et al. (2008) investigaram a associação entre dificuldades visuais e quedas em idosos chineses (n=1361). Foi observado através da análise de regressão múltipla que os problemas visuais ($p < 0,001$), sexo feminino ($p < 0,01$), diabetes ($p < 0,01$) e doenças cardiovasculares ($p = 0,04$) foram significativamente relacionadas às quedas.

O sistema visual apresenta algumas alterações como o aumento do limiar visual, a quantidade mínima necessária de luz para ver um objeto é maior. Há ainda um declínio na acuidade e sensibilidade ao contraste (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010).

Toledo & Barela (2010) avaliaram o desempenho dos sistemas sensoriais e motor em indivíduos jovens e idosos e sua contribuição no controle postural. Tais autores observaram que os idosos apresentaram desempenho inferior tanto nos testes de sensoriais (acuidade visual, sensibilidade ao contraste, sensibilidade cutânea e sensibilidade de detecção de movimento passivo do tornozelo e joelho) quanto nos testes motores (flexão e extensão de joelhos e tornozelos) e, além disso, ainda obtiveram maior oscilação corporal na condição em pé na posição semitandem.

Outros fatores, além dos citados pelos estudos anteriores, podem interferir no equilíbrio entre idosos saudáveis. Tucker et al. (2010) realizaram um estudo considerando o fator queda. Os pesquisadores avaliaram o equilíbrio dinâmico de idosos sem quedas (G1, n=36), com uma queda (G2, n=10) e múltiplas quedas (G3, n=5). Foi observado que o G3 tinha o tempo de reação para iniciar e terminar os movimentos diminuído, menor amplitude de oscilação do CP no início do movimento e maior risco de quedas comparado ao G1 ($p < 0,05$), o que, segundo o autor, demonstra uma reduzida estabilidade postural.

Binda et al. (2003) consideraram o fator medo. Os pesquisadores examinaram o equilíbrio e medo de cair em idoso da comunidade (n=40), a amostra foi dividida em grupo medo de cair (GM, n=27) e grupo não medo de cair (GN, n=13). O GN apresentou piores resultados em todos os parâmetros de equilíbrio avaliados ($p = 0,0001$) em relação ao GM.

Hue et al. (2007) avaliaram os efeitos da massa corporal sobre o equilíbrio de homens adultos (n=59). Os sujeitos foram testados na plataforma de força em protocolo com e sem restrição visual. Através da análise de regressão múltipla foi verificado que na situação de olhos abertos e olhos fechados o peso corporal foi responsável por, respectivamente, 52% e 54% da variância do equilíbrio. Dessa forma, observou-se forte relação entre o peso corporal e o equilíbrio, o que relacionando-se com a população idosa pode aumentar o risco de quedas.

Portanto, a perda do equilíbrio é um fator relevante de análise científica uma vez que relaciona-se com a segurança do indivíduo, fator fundamental para a prevenção de quedas e para a manutenção da autonomia física (AVILA et al., 2011).

3.2.2.1. *Avaliação do equilíbrio em idosos*

De acordo com os autores Howe et al. (2008) em revisão sistemática sobre os exercícios para a melhora do equilíbrio, tal valência pode ser medida de forma direta, pela quantificação da posição do centro de pressão (CP) e de forma indireta por observação, autorelato e por meio do desempenho em habilidades funcionais.

Nas medidas diretas enquadram-se os indicadores avaliados em plataforma de força, instrumento considerado “padrão ouro” de análise para equilíbrio; e para as

análises indiretas baseadas em observação e autorelato tem-se a Escala de Berg; Escala de Marcha; Equilíbrio de Tinetti; a escala Activities-specific Balance Confidence e ainda, os testes funcionais, dentre eles, o teste de alcance funcional; a avaliação dos parâmetros temporais da marcha; o teste de apoio unipodal, *Timed Up & Go* e marcha Tandem.

O uso da plataforma de força na mensuração do equilíbrio é conhecido como Estabilometria. Este método de análise do equilíbrio postural quantifica as oscilações corporais (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOOT, 2010).

Para o controle do equilíbrio, o centro de pressão, que é o centro de distribuição da força total aplicada à superfície de apoio, se move continuamente em volta do centro de massa (CM) para mantê-lo dentro da base de sustentação (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOOT, 2010). As coordenadas do CP são derivadas das forças de reação no solo registradas com o auxílio da plataforma de força. Estes parâmetros descrevem algum aspecto do movimento de oscilação do padrão complexo denominado oscilação corporal e assim, de estabilidade. Vale ressaltar que o comprimento de oscilação do CP está diretamente relacionado com a duração do teste, dessa forma o tempo de aquisição do sinal deve ser padronizado para todos os voluntários (RAYMAKERS et al. 2005). E tipicamente, na plataforma de força, quando são usados testes em posição estática, menores valores indicam melhor equilíbrio e nos testes dinâmicos, maiores valores indicam melhor equilíbrio (HOWE et al., 2008).

Há na literatura, uma série de protocolos utilizados para mensurar a oscilação corporal. Segundo Duarte & Freitas (2010) e Scoppa et al. (2012), há consenso sobre alguns aspectos importantes a serem considerados durante a realização do teste. O indivíduo deve realizar o teste descalço, em ambiente silencioso, com os membros superiores relaxados ao longo do corpo. No entanto, para outros parâmetros como duração do teste, intervalo entre testes e tentativas, posicionamento dos pés, restrição visual ou não, ordem de aplicação dos testes, frequência de amostragem do sinal, frequência de filtragem do sinal e por fim, as variáveis utilizadas para análise da oscilação corporal há maior variabilidade.

A frequência de aquisição deve obedecer ao Teorema de Nyquist, o qual define que a frequência de amostragem deve ser pelo menos duas vezes maior que

a máxima frequência de espectro do sinal, para que esta possa ser reconstituída com mínima perda de informação (LEMOS, 2010). Assim, dado que o movimento humano acontece em baixas frequências, segundo Duarte (2000), até 2 Hz, a mínima frequência de amostragem deve ser em torno de 5Hz, no entanto os artigos apresentam em sua maioria frequências mais altas. Para a filtragem dos dados e retirada de ruídos, deve-se utilizar um filtro passa-baixas, há divergências em relação a qual frequência de corte deve ser utilizada.

Os artigos, embora ainda não haja consenso, abordam que para aplicação deste teste em idosos, as variáveis mais utilizadas de análise da oscilação são a amplitude, o comprimento e a velocidade média de oscilação do CP, área do CP, o deslocamento médio do CP, o valor quadrático médio ou RMS do CP e área da elipse, alguns estudos ainda estratificam essas variáveis em mediolateral (M/L) e anteroposterior (A/P) de acordo com o sistema de coordenadas da própria plataforma.

Apesar das quedas raramente ocorrerem em situações estáticas, oscilações corporais durante uma postura parada, caracterizada pelo deslocamento do CP, refletem a estabilidade postural (LELARD et al. 2010). A percepção da oscilação em uma posição em pé requer informações dos sistemas proprioceptivo, vestibular e visual, embora em estudo realizado por Lisboa et al. (2011) foi observado que as modificações na oscilação corporal foram observadas somente no teste com a situação mais desafiadora, pois estas exigem melhor funcionamento do sistema de controle postural, ressaltando a importância de se avaliar o idoso em situação estáticas variadas.

Com intuito de melhor esclarecer sobre o uso da estabilometria em idosos, foi construída a Tabela 1. Nela, foram sumarizados estudos com delineamento experimentais ou transversais utilizando esse tipo de avaliação. Foram registrados a amostra, a descrição do protocolo realizado, o número de tentativas em cada teste, a duração das tentativas, a frequência de amostragem e de corte, as variáveis analisadas e os resultados de cada estudo.

Tabela 1: Estudos com análise estabilométrica para avaliação do equilíbrio corporal em idosos.

Autor	Amostra	Protocolo	Tentativas/ protocolo	Duração	Freq. amostral/ corte	Variáveis (unidade de medida)	Resultados	Observações
Jessup et al. (2003)	N=23 (F) 69,2±3,5 anos	BAOA, BAOF, BFOA, BFOF, TDirOA, TDirOF	1	30seg	-/-	Amp. osc. CP A/P e M/L (cm) (média dos protocolos)	↑	-
Paillard et al. (2004)	N=21 (M) 63 a 72 anos	BAOA, BAOF	-	50seg	5Hz/-	Área osc. CP, Comp. osc. CP A/P e M/L (mm)	↔	-
Ramsbottom et al. (2004)	N=22 (F/M) ≥ 70 anos	BAOA	2	30seg	-/-	Área osc. CP (mm)	↑	-
Prado et al. (2007)	N=24 (F/M) 22 a 39 e 65 a 75 anos	BAOA, BAOF	1	70seg	100Hz/10Hz z	RMS CP e Veloc. osc. CP A/P e M/L (cm)	↑, ↔RMS CP	-
Nagy et al. (2007)	N=30 (F/M) 79±1,6 e 22±0,4 anos	BFOA, BFOF	-	20seg	16Hz/10Hz	Comp. osc. CP A/P e M/L (mm)	↑	Alvo a 2m distância
Westlake & Culham (2007)	N=36 (F/M) ≥65 anos	BAOF, BAOF+TD, BAOF+VIB, BAOF+TD+VIB	3	45seg	200Hz/10Hz z	Veloc. osc. CP (cm)	↑	Aleatorizou protocolos
Swanenburg et al. (2007)	N=24 (F) 71,2±6,8 anos	BAOA, BAOF	4	10seg	-/-	Amp. osc. CP A/P e M/L (cm)	↔	Intervalo 20seg/ tentativas e 2min/testes
Kaneda et al (2008)	N=30 (F/M) 60,7±4,1 anos	BFOA	-	30seg	-/-	Comp. osc. CP, Área osc. CP (cm)	↑	Alvo a 3m distância
Park et al. (2008)	N=50 (F) 65 a 70 anos	BAOA, BAOF	1	30seg	20Hz/-	Comp. osc. CP, Veloc. osc. CP (cm)	↑, ↔BAOF	Intervalo 2min/testes, alvo a 1m distância
Bird et al. (2009)	N=32 (F/M) 66,9 anos	BAOA e BAOF + Colchão	-	30seg	50Hz/3Hz	Amp. osc. CP M/L, Veloc. osc. CP (cm)	↑	Alvo a 3m distância
Morioka et al. (2009)	N=24 (M) 61 a 71 anos	BFOA, BFOF	3	30seg	20Hz/-	Comp. osc. CP, Área elipse (cm)	↑, ↔BFOA e Área elipse	Alvo a 2m distância
Salminen et al. (2009)	N=591 (F/M) ≥65 anos	BAOA, BAOF, STOA, STOF	3	30seg/ 20seg	-/-	Veloc. osc. CP A/P e M/L (mm)	↔	Alvo a 2m distância, Normalizou
Schilling et al. (2009)	N=19 (F/M) 60 a 68 anos	UOA, UOF	3	15seg	500Hz/-	Comp.osc. CP (cm)	↔	Familiarização
Fu et al. (2009)	N=50 (F) 40 a 60 anos	BAOA e BAOF + Colchão, UniOA e UniOF	-	30seg	-/-	Veloc. osc. CP (grau/seg)	↑, ↔BAOA+ colchão	-
Alfieri et al. (2010)	N=46 (F/M) 60 a 75 anos	UOA(dom)	3	10seg	100Hz/-	Amp. osc. CP A/P e M/L, Veloc. osc. CP (cm)	↑	Alvo a 1m distância
Lelard et al. (2010)	N=28 (F/M) 77±5,9 anos	BFOA, BFOF	3	25,6seg	40Hz/-	Área osc. CP, Veloc. osc. CP, Comp. osc. CP, %variância veloc. CP (mm)	↑, ↔Área osc. CP	Alvo a 1,5m distância, aleatorizou protocolos
Li et al. (2010)	N=20 (F/M) ≥70 anos	UOA, UOF	4	10seg	-/-	Veloc. osc. DP CP A/P e M/L, veloc, área (cm)	↑	-
Spiliopoulou et al. (2010)	N=38 (F) ≥50 anos	BAOA, TOA, UniOA	2	10seg	100Hz/-	Amp. e DP do Comp. osc. CP A/P e M/L (mm)	↑	Alvo a 1,5m distância
Bird et al. (2011)	N = 45 (F/M) 67,1 anos	BFOA, BFOF	-	30seg	-/-	Amp. osc. CP M/L e Veloc. osc. CP M/L (cm)	↑, ↔BFOA	-
Hiyamizu et al. (2012)	N=45 (F/M) ≥65 anos	BAOA, BAOF, BA+Stroop task	-	30seg	50Hz/-	Comp. osc. CP total (cm)	↔	-

F: Feminino; M: Masculino; BA: Base aberta; BF: Base fechada; ST: Semitandem; T:Tandem; U: Unipodal; OA: Olhos abertos; OF: Olhos fechados; Dir: Direito; TD:Tarefa dupla; VIB: vibração; Dom: Dominante; Amp: Amplitude; Comp: Comprimento; Osc: Oscilação; Veloc: Velocidade; CP: Centro de Pressão; RMS: Root mean square; DP: desvio padrão; A/P: anteroposterior; M/L: mediolateral; ↑: indica diferenças nos protocolos e variáveis; ↔: indica não alteração em protocolos ou variáveis.

Ao observar a tabela podem-se destacar alguns fatores em relação ao protocolo dos artigos para aplicação da estabilometria em idosos. Dos 20 artigos avaliados, 60% avaliaram os sujeitos com o protocolo de teste base aberta (BA) dos pés, 30% avaliaram com a posição em base fechada (BF), 15% nas posições Tandem ou Semitandem, 25% na posição unipodal e ainda 20% com algum tipo de tarefa associada como uso de superfície instável, tarefa dupla ou vibração. As posições de maior dificuldade tem a base de apoio menor e em idosos sua aplicação depende do status de saúde destes indivíduos.

Em relação ao uso de restrição visual, 75% dos artigos utilizaram ambas as situações, olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF), 20% utilizaram somente OA e 5% somente OF. Sobre o número de tentativas para cada protocolo de teste, a maior parte dos trabalhos (6 artigos) utilizou três tentativas, 3 artigos utilizaram uma tentativa, 2 artigos duas tentativas, 2 artigos quatro tentativas e 7 não relatam essa informação.

A duração dos protocolos pode variar de acordo com o objetivo dos estudos e complexidade da tarefa a ser realizada. Os tempos dos artigos analisados variaram de 10 até 70 segundos, com o tempo de aquisição de 30 segundos sendo adotado em 50% dos estudos que em geral utilizaram tarefas de apoio duplo dos pés, já o tempo de 10 segundos ocorreu mais nos protocolos com apoio unipodal.

A frequência de amostragem e de filtragem de corte do sinal não foram relatadas com frequência nos estudos, 60% dos trabalhos relataram pelo menos um destes valores, destes somente 20% relataram os dois valores. A frequência de amostragem variou de 5 a 500Hz, com a frequência mais comum sendo 100Hz. Já valores de 3 a 10Hz foram citados como frequência de corte para aquisição do sinal. A falta de registro destas últimas variáveis metodológicas dificultam uma padronização consensual para replicação.

As variáveis mais citadas são: a amplitude da oscilação do CP dividida em anteroposterior (A/P) e mediolateral (M/L) representados por 70% dos artigos e a velocidade de oscilação do CP total ou A/P e M/L, presente em 45% dos artigos.

Além disso, para aplicação correta do teste com a plataforma de equilíbrio, alguns autores utilizam de um alvo para que o avaliado possa manter o olhar fixo durante o teste com uma distância de 1 a 3m, adotam intervalos entre os testes de

cerca de 20 segundos a 2 minutos, realizam um momento de familiarização, assim como aleatorizam a ordem de aplicação dos protocolos, para evitar a aprendizagem.

Por fim, ao observar os resultados apresentados na tabela verifica-se que há uma combinação extensa de protocolos e variáveis, portanto, é preciso ter claro qual objetivo de cada estudo para escolha ideal destas combinações.

3.2.3. Envelhecimento e Desempenho funcional

A funcionalidade e a incapacidade de uma pessoa são concebidas como uma interação dinâmica entre os estados de saúde (doenças, distúrbios, lesões e traumas) e fatores pessoais e ambientais. De acordo com Matsudo (2000), a funcionalidade está relacionada à capacidade de realizar atividades e quando se perde essa funcionalidade, tem-se incapacidade, limitação de atividade e restrição de participação em outras atividades. A funcionalidade é multifatorial e envolve a interação de fatores demográficos, sociais, econômicos, epidemiológicos e comportamentais, sendo que as mulheres apresentam mais limitações e perda da independência (KUH et al. 2005; FIEDLER & PERES, 2008).

Baloh et al. (2003) avaliaram as alterações decorrentes do envelhecimento na marcha e equilíbrio de idosos durante um período de 8 a 10 anos. Marcha e equilíbrio foram avaliados pela Escala de Tinetti, a qual apresentou decréscimos médios em seu score de 0,50 a cada ano do estudo, demonstrando uma piora no desempenho destas variáveis nestes idosos ao longo dos anos. Porém, as hipóteses de causas para tais modificações não foram comprovadas por este estudo.

Ribom et al. (2011) estudaram os valores de força de preensão manual e testes funcionais em uma amostra de homens idosos com idades entre 70 a 80 anos (n=999). Observou-se pior desempenho nos testes funcionais (redução de 10 a 18%) com o avançar da idade, com as variações mais importantes observadas nos testes de força de preensão manual, teste de sentar e levantar 5 vezes, caminhada de 6 metros e caminhada de 20m Tandem.

A capacidade ou desempenho funcional é um importante marcador de um envelhecimento bem sucedido e da qualidade de vida dos idosos. A perda desta capacidade está associada a problemas de mobilidade, fragilidade, dependência,

institucionalização, risco aumentado de quedas e morte (BALOH et al. 2003; RIBOM et al. 2011). Com intuito de modificar o desempenho funcional, intervenções com exercício tem sido foco de estudo na área do envelhecimento e apresentam resultados motivadores (ACSM, 2009; CIPRIANI et al. 2010; KARIKANTA et al. 2007; MATSUDO, 2010).

Em estudo realizado por Cipriani et al. (2010), foi avaliada a aptidão funcional de idosos da comunidade (n=225) antes e após 8 meses de participação em atividades físicas. Foram observadas melhoras no Índice de Aptidão Funcional Geral ($p < 0,01$), na agilidade, equilíbrio e coordenação ($p < 0,01$), no entanto outras capacidades físicas como força, resistência e flexibilidade não apresentaram melhoras significativas ($p > 0,05$).

O equilíbrio e a força muscular são importantes componentes do desempenho funcional. Karikanta et al. (2007) realizaram um estudo para comparar a efetividade dos treinamentos de força e equilíbrio isolados e combinados na função física de idosos (n=149). O Grupo Força e o Grupo Força e Equilíbrio melhoraram significativamente a força de membros inferiores comparados ao Grupo controle, o segundo grupo também apresentou melhora na avaliação do equilíbrio dinâmico. Na autoavaliação da capacidade física, somente o Grupo força e equilíbrio mostrou melhoras significativas, demonstrando a importância dessas capacidades físicas para os idosos.

Diante disso, alguns autores sugerem que o declínio de desempenho durante o envelhecimento é específico à tarefa e é determinado de forma seletiva pelo desuso das funções sensório-motoras. Já aquelas funções que continuam a ser realizadas com avançar da idade tendem a se manter relativamente estáveis. Intervenções que inserem atividades motoras da vida diária para indivíduos idosos fortalecem essa interpretação (MAHANT & STACY, 2001).

3.2.3.1. *Avaliação do desempenho funcional em idosos*

A avaliação funcional visa a determinação do grau de aptidão física do indivíduo. A aptidão física é composta pela força muscular, capacidade aeróbia, flexibilidade, resistência muscular e composição corporal. Alguns autores têm

proposto testes para este tipo de avaliação (ACMS, 2009; RIKLI & JONES, 2008; MATSUDO, 2010).

Avaliação funcional se refere a uma situação em que os músculos testados realizam uma certa função habitual de forma ininterrupta (DVIR, 2002). Durante a realização destes testes funcionais apesar do desempenho muscular ser um dos pré-requisitos para o funcionamento normal, outros fatores como coordenação, agilidade e equilíbrio são essenciais para corrigir o padrão de movimento (CAMARA et al., 2008). Por envolver comportamentos do cotidiano que são necessários para manter as atividades de vida diária, esse tipo de análise é de extrema relevância para a população idosa.

A escolha dos testes deve ser guiada pela população-alvo, o objetivo da avaliação e a facilidade com que o teste é administrado (MATSUDO, 2000). Para isto, torna-se importante saber a classificação mais assertiva para o idoso que será avaliado e se aquele teste conseguirá cumprir o seu objetivo de análise.

Spirduso (2005) propôs uma classificação das funções físicas, estratificando os idosos em cinco níveis: I) Fisicamente incapaz, II) Fisicamente frágil, III) Fisicamente independente, IV) Fisicamente ativo e V) Atletas. A população a ser analisada no presente estudo encontra-se em nos níveis III e IV de classificação, ou seja, idosas fisicamente independentes e ativas.

Baseando-se nos parâmetros acima citados e na necessidade de uso de testes específicos para medir os componentes da aptidão física, alguns testes funcionais que se relacionam às tarefas do cotidiano, como o teste de Levantar da cadeira, *Timed Up & Go* e Caminhada de 6 minutos podem ser destacados. Tais testes apresentam boa validade (entre 0,71 e 0,82) e reprodutibilidade (entre 0,84 a 0,94) e são capazes de detectar mudanças em relação ao treinamento físico. São testes de fácil administração, pouca exigência de equipamentos e baixo custo, proporcionam segurança, e possuem boa aceitabilidade na área do exercício físico e envelhecimento (RIKLI & JONES, 2008; MATSUDO, 2010; BANEZ et al. 2008; LIU-AMBROSE et al. 2008; JONES et al. 1999).

3.3. Exercício Físico e Envelhecimento

Já é consenso na literatura que a prática de atividade física regular, independentemente da idade, pode aumentar a força e potência muscular, além de ajudar na prevenção da perda óssea, quedas e melhorar a função articular (ACSM & AHA, 2008; WHO, 2010; PEREIRA, 2011). Os exercícios praticados com regularidade podem, ainda, diminuir os fatores de risco para doenças coronarianas, metabólicas e alguns tipos de câncer, promovem bem-estar, melhora do sono e ainda apresentam benefícios de inclusão social e psicológicos (SINGH, 2002).

O American Heart Association e o ACSM (2007) recomendam os exercícios físicos para manter e melhorar a saúde física de idosos, sendo este recurso uma prioridade na prevenção e tratamento de doenças. Sugere-se que para que o idoso se mantenha fisicamente ativo, este deve realizar pelo menos 30 minutos de exercício aeróbio moderado em 5 dias da semana ou mais intensos em pelo menos 3 dias, que seja adicionado treino resistido para os grandes grupos musculares pelo menos duas vezes na semana, realize também exercícios de flexibilidade pelo menos 2 vezes por semana por 10 minutos e aqueles com risco de quedas devem realizar exercícios para manter e melhorar o equilíbrio.

O American College of Sports Medicine - ACSM (2009), em posicionamento sobre exercícios recomendados para a população idosa, recomenda que sejam realizados exercícios em suas várias dimensões, aeróbios, resistidos, flexibilidade e equilíbrio. Cada dimensão tem objetivos específicos e importância para idosos e a associação de todas seria o que se denomina “prescrição ideal” do exercício.

Os benefícios destas práticas isoladas já estão bem descritos na literatura, no entanto, quando estes tipos de exercício são associados, percebem-se diferenças entre os resultados, protocolos, manutenção de ganhos e seu impacto em diferentes aspectos importantes para a população idosa. Práticas que integrem tais parâmetros podem ser de extrema relevância para a sociedade em geral.

Freiberger et al. (2011) compararam os efeitos de três programas multicomponentes de exercícios no desempenho funcional de idosos, divididos em Grupo força e equilíbrio (G1, n=63), Grupo força, equilíbrio e endurance (G2, n=64), Grupo força, equilíbrio, endurance e educação sobre quedas (G3, n=73) e Grupo

controle (G4, n=80). Os treinamentos tiveram duração de 16 semanas, com duas sessões semanais de uma hora. Os três grupos de intervenção melhoraram no teste *Timed Up & Go* (TUG), no TUG modificado, equilíbrio e velocidade de caminhada ($p<0,05$). Não se observou alterações nas medidas relacionadas às quedas e suas consequências.

Schneider et al. (2011) estudaram os efeitos de três tipos de treinamento físico multicomponentes associados a treino cognitivo (G1, n=113), a educação sobre saúde (G2, n=110) e um grupo controle somente com exercícios (G3, n=109) em idosos sedentários. O programa de exercícios para todos os grupos consistia de 50 minutos por sessão, 3 sessões semanais durante 2 semanas e após 1 sessão semanal por 8 semanas e ainda houve a adição de exercícios em casa, eram realizados exercícios de marcha, flexibilidade de membros superiores (MMSS) e inferiores e força utilizando resistência elástica, além de exercícios funcionais. Após a intervenção, observou-se melhora na distância de caminhada em 6 minutos do G1 e G2 comparados ao G3. Não se observou melhoras nos teste de flexibilidade, força e no teste *Eight Foot Up & Go*.

Em ensaio randomizado controlado, Trombetti e colaboradores (2011) examinaram os efeitos de um programa multitarefa com músicas em parâmetros funcionais de idosos da comunidade que caíram no último ano, divididos em Grupo experimental (GE, n=66) e Grupo controle (GC, n=68). A intervenção constava de uma hora semanal de exercícios durante 12 meses. Ao GE foi oferecido treinamento multitarefa, com marcha com ritmo, movimentos multidirecionais e mudança de direção. Como resultados, foram observados melhora na velocidade usual da marcha e em parâmetros espaço-temporais da marcha, melhora no teste unipodal, TUG e escore de Tinetti, em alguns parâmetros da plataforma de equilíbrio e diminuição de quedas no GE comparado ao GC, com estes efeitos sendo mantidos em um followp de 6 meses.

Em revisão sistemática, Baker et al. (2007) trataram sobre intervenções multimodais para idosos e seus benefícios na função física e qualidade de vida. No estudo foram incluídos 15 estudos com um total de 2149 sujeitos (67 ± 8 até 84 ± 3 anos). Os autores concluíram que houve melhora no equilíbrio, modificação pequena na capacidade aeróbia e redução nas quedas, no entanto, essas modificações ainda

são discretas. Tais autores sugerem que novas intervenções incluam projetos mais robustos que envolvam a prescrição de intensidades de exercício individualizada, baseada em estudos de modalidades únicas.

Rydwik (2007), em revisão sistemática sobre o treinamento físico na performance de idosos institucionalizados, observou forte evidência de melhora na força muscular e mobilidade e efeitos na marcha, AVDs, equilíbrio e resistência aeróbia ainda são contraditórios. Já o autor Daniels et al. 2008 também em pesquisa sobre intervenções para prevenir incapacidade em idosos frágeis, concluíram que os programas multicomponentes de longa duração e alta intensidade tem efeitos positivos sobre o desempenho nas AVDs e Atividades Instrumentais da Vida Diária (AIVDs).

Yeom et al. (2009) avaliaram intervenções estruturadas de exercícios para melhorar a mobilidade de idosos. As intervenções continha treino de força muscular, equilíbrio, flexibilidade, caminhada com pesos, caminhadas e Tai Chi, assim como as modalidades que combinavam múltiplas atividades eram capazes de gerar benefícios na mobilidade dos idosos. O estudo também mostrou que, em geral, a duração dos exercícios variava entre 20 a 60 minutos por sessão com frequência de 2 a 3 sessões semanais, com duração de 12 semanas, no mínimo.

Costello & Edelstein (2008) apresentaram uma revisão sobre intervenções para a prevenção de quedas em idosos, comparando especificamente as intervenções multifatoriais e simples, ou seja, que envolvem somente o tratamento de um fator de risco para as quedas. Mais especificamente sobre as intervenções com exercícios, foi observado que estas trouxeram benefícios na redução de quedas e que os programas de exercícios combinados com força, equilíbrio e/ou treino de endurance por, no mínimo, 12 semanas, apresentaram os melhores benefícios.

Sherrington et al. (2008 e 2011) em revisão sistemática e meta-análise compararam as intervenções com exercícios para prevenir quedas em idosos saudáveis. Os autores encontraram que os melhores resultados relacionados às taxas de quedas foram relacionados a programas que combinavam altas doses totais de exercícios (pelo menos 450hrs) e desafios com exercícios de equilíbrio.

Gillespie et al. (2009) em revisão sistemática sobre intervenções para prevenir quedas encontraram que as intervenções com exercícios multicomponentes

reduziram a taxa e risco de quedas, assim como intervenções com Tai Chi e intervenções multicomponentes prescritas individualmente e realizadas em casa.

Karikanta et al. (2010), em revisão sobre terapias físicas para prevenir quedas e fraturas, encontraram que as intervenções multicomponentes com combinação de exercícios de equilíbrio e treino de força mostrou o maior sucesso nas variáveis analisadas.

Portanto, dos vários tipos de exercícios físicos sugeridos para idosos saudáveis, aquelas que estimulam mais sistemas, envolvendo mais aspectos da mobilidade geral, estímulos motores e sensoriais parecem ter um benefício em mais parâmetros da aptidão física.

O Circuito de exercícios sensoriais, objeto de análise do presente estudo, apresenta características semelhantes aos programas de exercícios supracitados, envolvendo exercícios de marcha multidirecional, resistência muscular dos membros inferiores, simulação de atividades da vida diária. Entende-se, portanto que tal intervenção pode englobar mais benefícios relacionados à mobilidade, equilíbrio estático e desempenho em tarefas do cotidiano.

3.3.1. Treinamento de equilíbrio

Há na literatura alguns protocolos de treinamento para o equilíbrio em idosos, para que os exercícios gerem ganhos, estes devem implementar subsídios para que rearranjos das informações sensoriais periféricas aconteçam, estimulação esta necessária para que novas experiências passem a ser utilizadas de forma automática (ACSM, 2009; TIEDEMANN, 2011; ACSM & AHA; SHUMWAY-COOK, 2010; COSTA, 2010).

O fato dos idosos serem menos capazes de recuperar o equilíbrio após uma situação desestabilizante ajuda a nortear intervenções nesse sentido (PIZZIGALLI et al. 2011). Assim, os treinamentos sensoriais devem estimular respostas antecipatórias dos idosos para que estes reajam rapidamente e de forma eficiente às demandas ambientais, utilizando situações de desequilíbrio diversificadas e envolvendo a maior associação de informações possível, o que retrataria melhor as situações do dia a dia (ROSE & HERNANDEZ, 2010; GRANACHER et al., 2011).

Em contraste com o treinamento resistido, as diretrizes sobre a prescrição ideal desse tipo de treinamento com relação ao conteúdo, duração e intensidade são escassas, existindo assim uma grande variabilidade desses parâmetros (GRANACHER et al., 2011). Há, entretanto, indicações relevantes que são geralmente adotadas nesse tipo de intervenção. Em recente posicionamento, o ACSM (2009) sugere que a prescrição do exercício deve incluir progressão de dificuldades de base de apoio (bipodal, semitandem, tandem, unipodal) em diferentes superfícies com instabilidade variada; movimentos dinâmicos que perturbem o centro de gravidade (caminhadas tandem, giros); perturbações aos músculos posturais (posição em ponta dos pés, calcanhares, sentar e levantar, abdução de quadril); redução de informações sensoriais (olhos fechados) e complexidade da tarefa utilizando ora tarefas simples, ora tarefas múltiplas (ACSM, 2009; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010; ROSE & HERNANDEZ, 2010; GRANACHER et al. 2011; SHERRINGTON et al., 2011; TIEDEMANN et al., 2011).

Tais indicações tem sido bastante utilizados no contexto do exercício na prevenção de quedas, pois sabe-se que o equilíbrio é um fator intrínseco bastante relacionado com a ocorrência destas (FABER et al. 2006; WESTLAKE & CULHAM, 2007; ALFIERI, 2008; DANIEL et al. 2010). Abaixo são descritos alguns artigos que seguindo tais princípios, observaram alterações no equilíbrio, quedas e ainda em outros componentes da aptidão física.

Brower et al. (2003) compararam dois programas, um de exercício e outro de educação (17 sujeitos em cada grupo) em idosos de ambos os sexos para reduzir fatores de risco para quedas. O grupo que praticou exercícios realizou 10 minutos de alongamento e aquecimento; 40 minutos de exercícios resistido com resistência elástica (ênfase nos membros inferiores e tronco), movimentos de alcance, marcha estacionária e subir escadas; ao final eram realizados 10 minutos de relaxamento com caminhada e alongamento. Ao final do treino foram observadas melhora na Escala de confiança de equilíbrio ABC e no pico de torque isocinético dos músculos da perna.

Westlake & Culham (2007) propuseram um treinamento de equilíbrio inserido em um programa denominado *Fallproof Program* para idosos saudáveis (GE=17; GC=19). Tal treinamento envolvia exercícios de equilíbrio estático e dinâmico,

exercícios em pé, sentado, uso de diferentes plataformas instáveis, manutenção de posições tandem, semitandem, unipodal, pés unidos e ainda a progressão com alterações visuais, vestibular, olhos fechados, movimentos de cabeça e tarefas duplas. O programa teve duração de 8 semanas, com três sessões semanais. Foi observada melhora na Escala avançada de equilíbrio Fullerton no GE ($p < 0,001$), sem alterações em outros parâmetros como força muscular dos membros inferiores e escala de confiança de equilíbrio (ABC).

Nitz & Choy (2004) também propuseram um treino de estratégia de equilíbrio para prevenir quedas em idosos caídores (GE=37; GC=36). O treinamento teve duração de 10 sessões, com frequência de uma sessão semanal com duração de 1 hora, o GC participou de intervenção convencional para prevenção de quedas. Ao GE foi oferecido treino de estratégia de equilíbrio com exercícios de sentar e levantar, marcha multidirecional, alcance funcional, tempo de reação, coordenação de membros inferiores, jogos com bola, estratégias vestibulares, treino de limites de estabilidade, exercícios para o globo ocular, exercícios de força para membros inferiores, equilíbrio estático e dinâmico, tarefas múltiplas, além disso, uma progressão entre dificuldades foi aplicada. Após o período da intervenção, foi observada redução no número de quedas em ambos os grupos ($p < 0,001$), o GE teve maiores ganhos nas medidas funcionais ($p = 0,034$) e nas medidas de equilíbrio ($p < 0,04$).

Eyigor et al. (2007) investigaram em um estudo pré-experimental os efeitos de um programa de exercícios em grupo, realizados três vezes por semana durante 8 semanas com sessões de uma hora em uma amostra de 23 mulheres ativas. A intervenção envolveu 10 minutos de caminhadas como aquecimento, 40 minutos com exercícios resistidos com adição de pesos livres (caneleiras e halteres) para os membros superiores e inferiores, equilíbrio utilizando superfícies instáveis (prancha, mini-trampolim), marchas (tandem, multidirecional, apoio nos calcanhares e terço anterior do pé), equilíbrio estático (apoio unipodal) e 10 minutos de exercícios de flexibilidade com alongamento dos grandes grupos musculares. Foram observadas melhoras no TUG, caminhada de 6 minutos e torque isocinético.

Já no estudo de Hiyamizu et al. (2012), os autores avaliaram um treino de equilíbrio com tarefas duplas, com um dos grupos realizando os mesmos exercícios

de equilíbrio associando tarefas duplas visuais ou verbais (GE=17; GC=19) em 24 sessões de treinamento. Houve melhora significativa em parâmetros da oscilação postural e aumentos no teste de Levantar da cadeira, embora sem significância. após 24 sessões de treinamento.

Fu et al. (2009) avaliaram um programa com múltiplos elementos de equilíbrio em mulheres acima de 40 anos (GE=26; GC=24). Após 24 sessões de treinamento envolvendo exercícios funcionais, de flexibilidade, cardiovasculares, mudanças posturais, limites de estabilidade, alterando a velocidade da marcha, tempo de reação, coordenação motora e adoção de progressão, foram observadas melhoras no equilíbrio estático e dinâmico.

Alfieri et al. (2010) se propuseram a avaliar os efeitos de um treinamento multissensorial comparado a um treino resistido em parâmetros físicos de idosos (G1=23; G2=23). O GM realizava exercícios em diferentes superfícies de apoio, em pé, deitados, marchas variadas, exercícios resistidos com o peso corpora e adição de restrição visual, já o GR realizava exercícios de força em máquinas para os grandes grupos musculares com progressão em termos de séries, repetições. Ao final das 24 sessões de treino, ambos os grupos obtiveram melhoras no equilíbrio estático, embora em diferentes variáveis. Além disso, o GM melhorou o desempenho no TUG e na Bateria Guralnik que avalia o desempenho dos membros inferiores em tarefas de equilíbrio, marcha, força e resistência muscular.

Diante do demonstrado, dependendo da forma com que são organizados, os exercícios de equilíbrio podem gerar melhoras em outros componentes da aptidão física, assemelhando-se a outros tipos de treino.

O protocolo do Circuito de exercícios sensoriais a ser analisado no presente estudo também foi desenvolvido baseando-se nas orientações descritas para treinamentos de equilíbrio, embora, ao mesmo tempo, englobe componentes que se assemelham a outros tipos de intervenção denominadas combinadas, multimodais, multicomponentes, multitarefas, multifatoriais.

3.3.2. Circuito de Exercícios Sensoriais

O Circuito de Exercícios Sensoriais (CES) foi desenvolvido no ano de 2008 na UnB como tema de uma dissertação do curso de mestrado em Educação Física (COSTA, 2010), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da UnB – CEP/FS (Protocolo: 109/2008).

O termo “Circuito de Exercícios Sensoriais” designa exercícios que desafiam os órgãos do sistema sensorial relacionados ao controle do equilíbrio corporal (sistema visual, proprioceptivo e vestibular) utilizando exercícios funcionais que simulam atividades da vida diária organizados em forma de circuito. A mesma metodologia também é denominada Circuito de Equilíbrio.

Segundo Costa (2010), o objetivo inicial da intervenção foi verificar os efeitos de tal circuito sobre o equilíbrio funcional e a possibilidade de quedas, visto que tal treinamento foi desenvolvido baseado em exercícios de estimulação sensorial já previamente descritos e aceitos na literatura da área e nessa intervenção reorganizados em forma de um circuito. De acordo com a mesma autora, a duração, a frequência das sessões e da intervenção também foram definidas baseando-se em estudos prévios. A forma de progressão, no entanto, foi proposta baseando-se em Herdman (2002), visto que há somente orientações e não um consenso sobre a progressão ideal para as atividades que visam a melhora do equilíbrio postural (NELSON et al., 2007; ACSM & AHA, 2008).

O trabalho foi defendido em 2010 e apresentou resultados motivadores, pois, as idosas do grupo experimental mostraram melhoras no equilíbrio e diminuição da possibilidade de quedas em relação ao grupo controle, avaliados através da Escala de Equilíbrio de Berg (MIYAMOTO et al. 2004; COSTA, 2010; COSTA, 2012).

As atividades da vida diária apresentam uma série de condições nas quais as informações sensoriais entram em conflito. A habilidade para selecionar a informação sensorial confiável é crucial para evitar possíveis quedas em idosos (HU & WOOLLACOTT, 1994). O CES atua nesse sentido, adotando como forma de progressão a manipulação das informações sensoriais, de forma a criar situações de desequilíbrio, por exemplo, as informações vestibulares são alteradas com exercícios de movimentação de cabeça, as entradas visuais são eliminadas ao

fechar os olhos, há redução das entradas de informações nos receptores proprioceptivos com a utilização de superfícies instáveis. As atividades envolvem desafios constantes com o uso de tarefas associadas, realizadas em ambiente supervisionado priorizando atividades em grupo (ROSE & HERNANDEZ, 2010; TIEDEMANN et al., 2011).

A metodologia deste treinamento foi descrita detalhadamente em forma de uma obra literária denominada “Circuito de Equilíbrio: Treinamento Alternativo para Prevenção de quedas” (Costa et al. 2010). O circuito é pintado em uma quadra de esportes de dimensões de 15m X 15m. A intervenção tem duração de 12 semanas com 24 sessões de exercício, com frequência de duas sessões semanais de 50 minutos, sendo adicionada uma semana com duas sessões de ambientação com a prática.

De acordo com a autora, cada sessão pode ser dividida em três momentos, sendo o primeiro composto de alongamento e aquecimento com duração máxima de 10 minutos, o segundo com CES e duração de 30 minutos e por fim o terceiro momento com atividades de volta à calma com 10 minutos de duração.

Abaixo é apresentada a Tabela 2, com os momentos e suas respectivas possibilidades de atividades.

Tabela 2: Descrição dos momentos e atividades do circuito de exercícios sensoriais.

Alongamento e Aquecimento (1º Momento)	Circuito de Exercícios Sensoriais (2º Momento)	Volta à calma (3º Momento)
<i>Alongamento</i>	<i>Todos os exercícios são realizados em duplas e durante 2 minutos.</i>	<i>Exercícios realizados em grupo</i>
1. Membros inferiores	1. Passadas laterais	1. Exercícios para o globo ocular
2. Membros superiores	2. Apoio unipodal "avião"	2. Exercícios de memória
<i>Exercícios de Aquecimento</i>	3. Marcha de costas (calcanhares)	3. Jogos com bola
3. Marcha Multidirecional	4. Marcha de costas (apoio total dos pés)	4. Coordenação motora
4. Marcha com ritmo	5. Agachamento e Acertar o alvo (de costas)	5. Ritmo
5. Mudança de passo	6. Marcha sobre superfície instável	6. Exercícios vestibulares
6. Marcha com paradas	7. Marcha de frente (ponta dos pés)	7. Exercícios de respiração
7. Marcha com giros	8. Marcha pernas afastadas para frente	Níveis avançados: Velocidade, tarefas duplas, restrição visual
8. Flexão de quadril	9. Alcance multidirecional	
9. Abdução de quadril	10. Marcha pernas cruzadas	
10. Adução de quadril	11. Agachamento e "Bola na cesta"	
11. Extensão de quadril	12. Sentar e levantar da cadeira e Marcha em trajeto circular	
12. Flexão de joelho	13. Marcha Tandem	
13. Flexão plantar		
<i>Níveis avançados:</i> Velocidade, tarefas duplas, obstáculos	<i>Níveis avançados:</i> Restrição visual, obstáculos, velocidade, mudança da ordem dos exercícios	

Fonte: A autora.

A autora sugere que as aulas sejam realizadas preferencialmente no período da manhã ou no fim da tarde para evitar altas temperaturas.

Costa (2010) sugere ainda níveis de dificuldade como progressão do treinamento, cada nível com duração de 3 semanas, descritos na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Níveis de dificuldade da intervenção do circuito de exercícios sensoriais.

Nível de dificuldade	Circuito de exercícios sensoriais
Adaptação	Ambientação
Nível I	Sem restrição visual
Nível II	Com restrição visual
Nível III	Sem restrição visual, ultrapassando obstáculos
Nível IV	Com restrição visual, ultrapassando obstáculos, com velocidade

Fonte: Costa et al. (2010).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Delineamento do estudo

O presente trabalho, do tipo quase experimental (Thomas, Nelson & Silverman, 2012), objetivou verificar os efeitos de um programa de exercícios sensoriais na força muscular, equilíbrio e desempenho funcional de mulheres idosas saudáveis. As variáveis dependentes consideradas para análise foram o pico de torque muscular do membro inferior dominante nas velocidades 60 e 180°/s, as variáveis estabilométricas obtidas a partir de avaliação do Equilíbrio Estático de diferentes protocolos na plataforma de equilíbrio e o desempenho nos testes funcionais (*Timed Up & Go*, Levantar da cadeira e Caminhada de 6 minutos). A variável independente foi o treinamento no Circuito de Exercícios Sensoriais.

Os procedimentos desenvolvidos e executados nesse estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília em 24/02/2012 – Protocolo 167/2011 (ANEXO 1), de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos. A participação na pesquisa foi voluntária e ocorreu após as voluntárias serem informadas dos objetivos, protocolos de intervenção e de avaliações, bem como sobre possíveis riscos e benefícios do estudo, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO 2). Foi solicitado que todas as voluntárias apresentassem Atestado de Saúde para a prática de exercícios físicos e também fornecido um Termo de Uso de Imagem para que as voluntárias autorizassem a divulgação de suas imagens registradas durante a pesquisa em artigos e congressos científicos (ANEXO 3).

4.2. Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão adotados neste estudo foram: a) mulher com idade igual ou superior a 60 anos; b) não praticante de atividade física orientada há pelo

menos três meses; c) fisicamente independente; d) capaz de compreender as informações fornecidas pela pesquisadora durante a coleta de dados.

Como critério de exclusão definiu-se: a) qualquer condição físico-funcional que comprometesse a participação ou pudesse ser agravada em decorrência das atividades propostas.

4.3. Amostra

Para recrutamento da amostra no Distrito Federal foram utilizadas duas estratégias. A primeira foi feita através de convites na mídia, em jornais impressos e telejornais e da distribuição de panfletos em hospitais públicos e igrejas. A segunda consistiu de uma triagem em uma lista de alunos ingressantes nas atividades desenvolvidas pelo Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Atividades Físicas para Idosos (GEPAFI) da Faculdade de Educação Física da UnB. À medida que as interessadas entravam em contato, um banco de dados começou a ser formado. Em seguida, estas foram convidadas para palestras com o objetivo de fornecer maiores informações e esclarecimentos sobre a pesquisa. Ao todo foram realizadas seis palestras que ocorreram em igrejas, postos de saúde, hospitais e no Centro Olímpico da UnB, escolhidos por conveniência. Nas palestras, informações acerca dos critérios de participação, duração, local de realização, riscos e possíveis benefícios da pesquisa foram fornecidas (Figura 2).



Figura 2: Palestras realizadas no Centro de Saúde nº02 em Sobradinho, Hospital Regional da Asa Norte e Centro de Saúde nº07 na Asa Sul.

Participaram das palestras aproximadamente 150 pessoas. Destas, 91 demonstraram interesse em participar da pesquisa, assinaram o TCLE e responderam um questionário estruturado (ANEXO 4), o qual foi posteriormente analisado a fim de selecioná-las quanto aos critérios de inclusão e exclusão. Esse questionário incluiu a) questões socioeconômicas como idade, nível de escolaridade e moradia; b) informações sobre saúde (doenças, cirurgias e número de medicamentos; c) histórico de quedas; e) questão dicotômica sobre medo de cair e ocorrência de quedas no último ano; f) prática de atividade física (WATERS et al. 2011; SHUMWAY-COOK et al. 1997).

Das 91 interessadas, 41 voluntárias não atenderam aos critérios de inclusão, por isso foram convidadas a participar de outras atividades (ioga, dança de salão ou musculação) do GEPAFI, caso tivessem interesse. As outras 50 voluntárias que atenderam aos critérios de inclusão foram convidadas para as avaliações iniciais. Destas, 36 compareceram e completaram todas as avaliações. Entretanto, uma

voluntária desistiu de participar da pesquisa, pois havia se matriculado em outro programa de atividade física. Dessa forma, as 35 voluntárias restantes foram divididas em dois grupos: Grupo Exercícios Sensoriais (GES, n=14) e Grupo Controle (GC, n=21).

Logo após esta divisão, o GES participou do Circuito de Exercícios Sensoriais e o GC foi instruído a manter suas atividades habituais durante o período de intervenção de 13 semanas. No GES, das 14 voluntárias que iniciaram a intervenção, 10 completaram. Os motivos da perda amostral incluíram problema de saúde (1), falta de transporte para o local das aulas (1), doença na família (1) e número de faltas superior a 25% (1). No GC houve perda amostral de 8 voluntárias, devido a alteração de 20kg na massa corporal durante a realização da pesquisa (1), avaliação incompleta no momento pós intervenção (1), ausência nas avaliações no momento pós (5) e *outlier* severo para a idade (1).

Assim, o número final de sujeitos na amostra foi de 23 mulheres idosas conforme fluxograma apresentado na Figura 3.

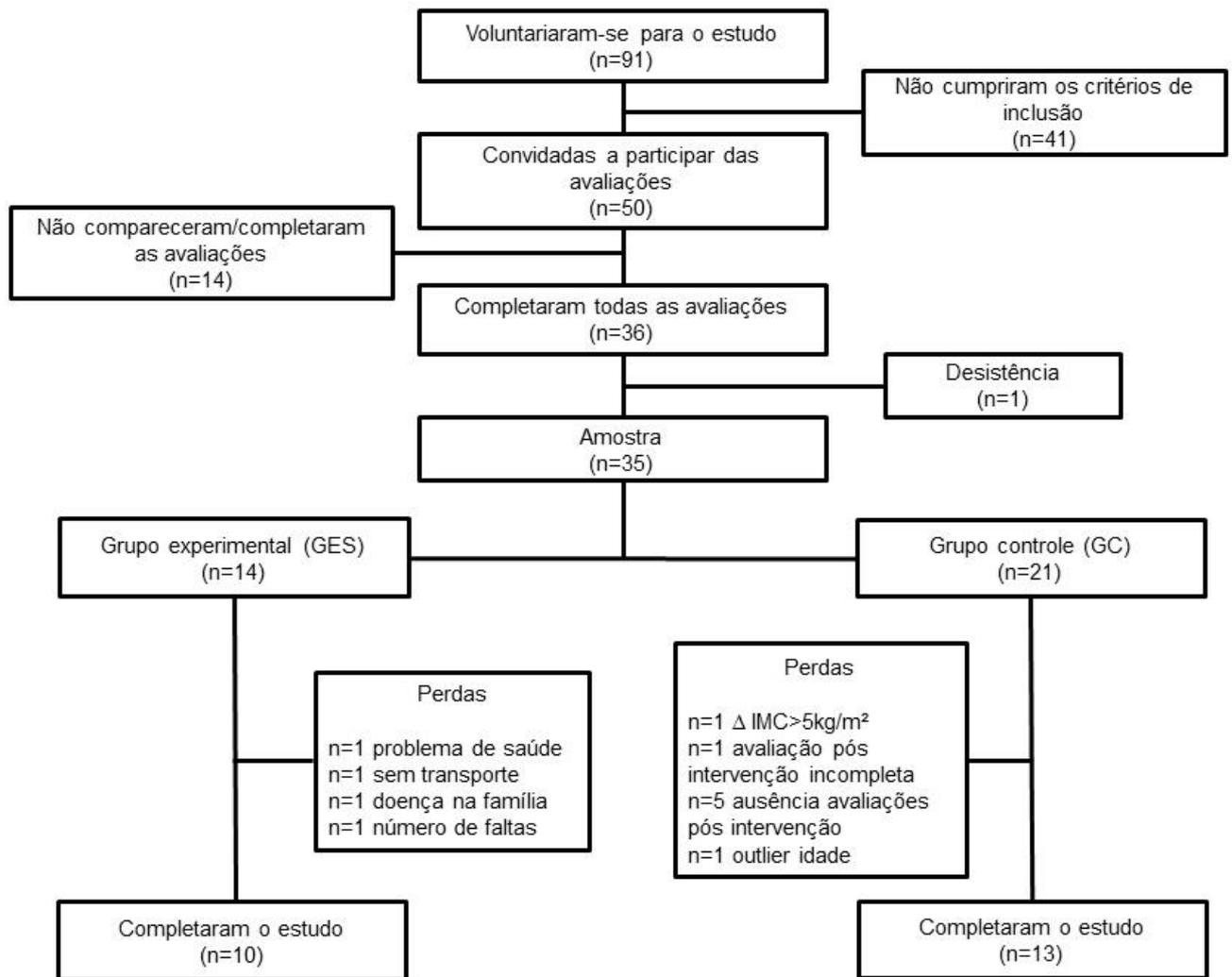


Figura 3: Fluxograma da seleção da amostra e delineamento experimental.

Durante a coleta pós-intervenção, o questionário estruturado foi aplicado novamente para verificar se as participantes modificaram suas atividades da vida diária ou ingressaram em algum programa de atividade física durante o período de intervenção.

4.4. Locais e recursos humanos da pesquisa

O presente estudo foi realizado na Faculdade de Educação Física e no Centro Olímpico da UnB. Estes locais contam com laboratórios e demais estruturas físicas adequadas para a aplicação dos testes, palestras e intervenção do Circuito de Exercícios Sensoriais. Os testes pré e pós-intervenção aconteceram durante as

duas semanas imediatamente anteriores e posteriores ao período das intervenções, durante os meses de julho e novembro de 2012.

Os procedimentos foram executados durante todo período de intervenção por uma equipe previamente treinada composta por professores e estudantes de Educação Física voluntários do GEPAFI e do Grupo de Estudos em Fisiologia do Exercício e Saúde (GEFS), a mesma equipe participou dos momentos pré e pós intervenção. Estes dividiram tarefas como: coordenação geral, acompanhamento das voluntárias dentro e fora do ambiente de testes, fornecimento de instruções, aplicação, anotação dos dados e controle dos equipamentos de avaliação. O pesquisador responsável esteve sempre presente para supervisionar, executar e auxiliar o desenvolvimento de todas as etapas.

4.5. Protocolos de Avaliação

Para otimizar a logística das avaliações planejadas neste estudo, foram organizadas duas baterias de testes. Estas aconteciam simultaneamente e a ordem de aplicação era aleatória entre as voluntárias. Cada voluntária só participava de uma bateria de testes por dia. Dessa forma, cada voluntária compareceu ao local de testes em dois dias. Para facilitar a identificação das voluntárias, foram utilizados coletes coloridos para cada bateria.

A primeira parte das duas baterias era igual e continha cadastro, mensuração da massa corporal, estatura e avaliação de dominância de membro inferior. Assim, todas as participantes, independente da bateria que fossem participar, realizaram estas avaliações no primeiro dia em que compareceram à Universidade.

Em seguida, as voluntárias eram encaminhadas para as Baterias 1 ou 2, a primeira continha avaliação em plataforma de equilíbrio e teste de caminhada de 6 minutos. A segunda contava com o teste *Timed Up & Go*, Teste de Levantar da Cadeira e avaliação no dinamômetro isocinético. Todas as voluntárias foram orientadas a usar roupas confortáveis, tênis ou sapato com sola de borracha durante as avaliações, exceto na mensuração da massa corporal, estatura e avaliação em plataforma de equilíbrio, em que elas encontravam-se descalças.

Todas as avaliações ocorreram no período matutino e foi orientado às voluntárias que não realizassem qualquer tipo de atividade física antes da realização dos testes. As baterias de testes foram realizadas nos Laboratórios de Cineantropometria, Laboratório de Biomecânica, Laboratório de Treinamento de Força e pátio da Faculdade de Educação Física.

As medidas de massa corporal (Balança Digital Toledo, cap. 200 kg) e estatura (Estadiômetro de parede, Marca Sanny) foram realizadas segundo protocolo de França & Vívoló (1995) sendo calculado posteriormente o índice de massa corporal (IMC) (Figura 4).



Figura 4: Mensuração da massa corporal e estatura.

Para avaliação da dominância do membro inferior, utilizada posteriormente nas avaliações isocinética e de equilíbrio, foi solicitado que as voluntárias chutassem uma bola em direção a uma trave desenhada na parede a partir de uma distância aproximada de 2 metros com objetivo de acertar o desenho. A perna que fosse utilizada para o chute em uma tentativa foi considerada a dominante (Figura 5) (TANAKA et al., 1996).



Figura 5: Avaliação da dominância do membro inferior.

A logística das avaliações foi realizada no momento pré-intervenção e igualmente repetida no momento pós-intervenção.

4.5.1. Avaliação do Torque Muscular

A força máxima voluntária concêntrica do quadríceps do membro inferior dominante foi mensurada utilizando-se o dinamômetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Medical Systems, New York, USA). A calibração do equipamento foi realizada de acordo com as instruções do fabricante antes de cada sessão de avaliação.

Após explicação detalhada dos procedimentos da avaliação, as voluntárias foram cuidadosamente posicionadas no assento do equipamento. O eixo de rotação do braço do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur dominante das voluntárias. O local da aplicação da força foi posicionado aproximadamente dois centímetros do maléolo medial. Cintos fixados com velcro foram posicionados no tronco, pelve e coxa para evitar eventuais movimentos compensatórios. No momento pré-intervenção, as medidas de altura e posição anteroposterior do banco, encosto e braço de força foram registradas a fim de assegurar que as mesmas fossem utilizadas no momento pós-intervenção (Figura 6).



Figura 6: Voluntárias posicionadas no dinamômetro isocinético acompanhadas dos avaliadores.

Após familiarização com o equipamento, o protocolo consistiu de duas séries de aquecimento, a primeira com 10 repetições a $210^{\circ}/s$ e a segunda com 6 repetições a $120^{\circ}/s$ com um minuto de intervalo entre as séries. Em seguida e após novo intervalo de 1 minuto, o sujeito deveria realizar duas séries de quatro contrações máximas na velocidade de $60^{\circ}/s$, e em seguida realizar mais duas séries de 4 contrações máximas na velocidade de $180^{\circ}/s$, todas com 1 minuto de intervalo entre as séries (BOTTARO et al. 2005). Às participantes foi solicitado que realizassem as contrações com a maior força possível sendo incentivadas verbalmente de forma padronizada durante a mensuração.

A variável analisada proveniente desta análise de força de membro inferior foi o pico de torque (PT), maior valor obtido das duas séries e para cada velocidade (PT60 e PT180), o qual foi expresso em valores absolutos (N.m) e relativos à massa corporal $((N.m/kg).100)$.

4.5.2. Avaliação do Equilíbrio Estático

A avaliação do equilíbrio estático ocorreu no Laboratório de Biomecânica, utilizando a plataforma de equilíbrio AMTI Accusway Plus, com capacidade de 180 kg, 50X50 cm de dimensão (Advanced Medical Technology Inc, Watertown, MA). Antes dos testes a plataforma foi calibrada de acordo com o manual do fabricante. Para gravação do sinal utilizou-se o Software AMTI Balance Clinic, com frequência

de amostragem de 100 Hz. Os dados foram submetidos a um filtro passa-baixas, com frequência de corte de 10 Hz. Durante os testes de equilíbrio, tentou-se assegurar a estabilidade das condições ambientais (mínimo de perturbações visuais ou auditivas) e um avaliador sempre se posicionava lateralmente à plataforma para auxiliar na segurança das participantes.

Para facilitar a compreensão dos protocolos de teste e padronizar a posição adotada pelas voluntárias, a plataforma foi marcada com fita adesiva com largura de 2 cm conforme mostrado em desenho esquemático abaixo (Figura 7).

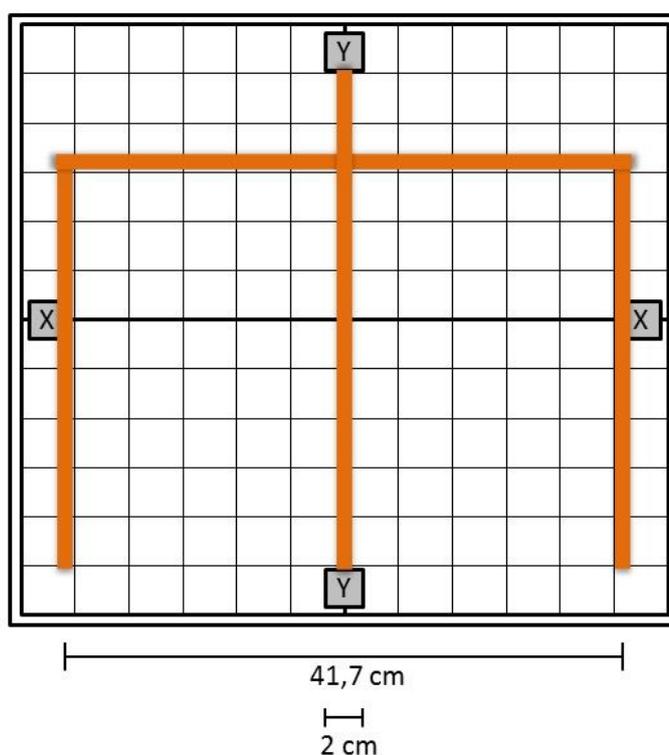


Figura 7: Desenho esquemático da plataforma de equilíbrio com marcação.

Em todos os testes as voluntárias olhavam para um ponto fixo na parede em forma de “X” de 10 cm, posicionado a 1,5m de distância da plataforma e 1,5m do chão (Figura 8) (PRADO et al., 2007; DUARTE & FREITAS, 2010). As idosas foram orientadas a ficarem em pé descalças sobre a plataforma de força, com os braços relaxados ao longo do corpo e, ficarem o mais paradas possível e manterem essa posição por uma duração máxima de 30 segundos. Foram feitas duas tentativas para cada protocolo, exceto no protocolo UniOA, em que as voluntárias mantinham a

posição por, no máximo, 15 segundos. Entre as tentativas e protocolos era dado um intervalo de 20 a 30 segundos.



Figura 8: Voluntária em apoio tandem e ponto fixo “X” na parede.

A ordem de aplicação dos protocolos de teste foi sorteada e igual para todas as voluntárias nos momentos pré e pós-intervenção, como descritos a seguir: a) posição Tandem com olhos abertos (TDOA); b) apoio bipodal com base aberta e olhos fechados (BAOF); c) apoio unipodal com olhos abertos (UniOA); d) apoio bipodal com base fechada e olhos fechados (BFOF); e) apoio bipodal com base fechada e olhos abertos (BFOA), todos seguindo o protocolo do próprio software.

Na posição Tandem com olhos abertos (TDOA), o pé dominante deveria ser posicionado a frente do outro pé, de forma que o calcanhar de um tocasse a ponta do outro, ambos sobre a linha marcada no centro na plataforma, somente uma posição foi adotada, de acordo com a dominância da participante (Figura 9a – Dominância direita e 9b – Dominância Esquerda) (KREBS et al. 2007).

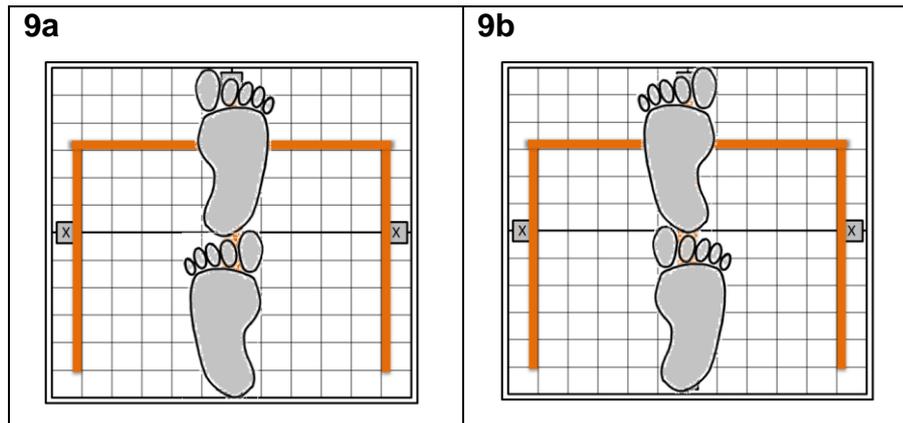


Figura 9: Posições dos pés na posição Tandem (TDOA) (9a – Tandem direito; 9b – Tandem esquerdo).

Para o apoio bipodal com base aberta e olhos fechados (BAOF), as voluntárias se posicionavam sobre a plataforma, com os pés afastados na largura do quadril e próximos às linhas laterais marcadas na plataforma, quando solicitado, elas fechavam os olhos e aguardavam o avaliador avisar sobre o final do teste (Figura 10).

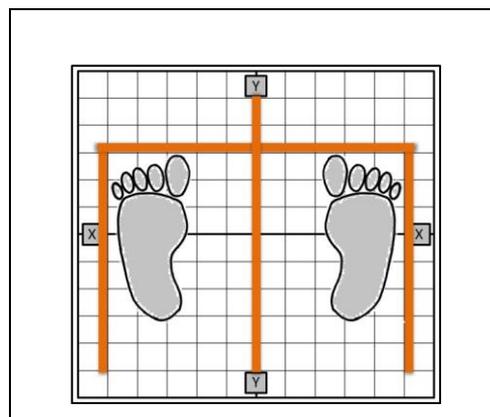


Figura 10: Posição Base aberta com olhos fechados (BAOF).

No protocolo de apoio unipodal com olhos abertos (UniOA), as voluntárias se posicionavam com os dois pés em cima da plataforma, o pé de apoio ficava em cima da linha marcada no meio da plataforma, em seguida era solicitado que elas flexionassem o joelho da perna dominante a 90° e mantivessem nessa posição por, no mínimo, 10 segundos e no máximo, 15 segundos. Interrompia-se o teste caso a voluntária encostasse o pé livre no solo ou movesse o pé de apoio ou os braços da posição inicial. Somente uma posição foi adotada, de acordo com a dominância da

participante (Figura 11a – Dominância direita e 11b – Dominância esquerda). Foi construído um script na plataforma MATLAB R2010a para tratamento dos dados do protocolo UniOA (ANEXO 5). Foi estipulado que apenas medidas realizadas do segundo 2 ao segundo 9 dos testes seriam consideradas para análise, pois as voluntárias não permaneceram por períodos de tempo exatamente iguais durante o teste. As medidas abaixo e acima destes limites foram descartadas. Os cálculos das variáveis retornadas pelo script foram obtidos utilizando-se as fórmulas do Manual da plataforma de equilíbrio Accusway Plus.

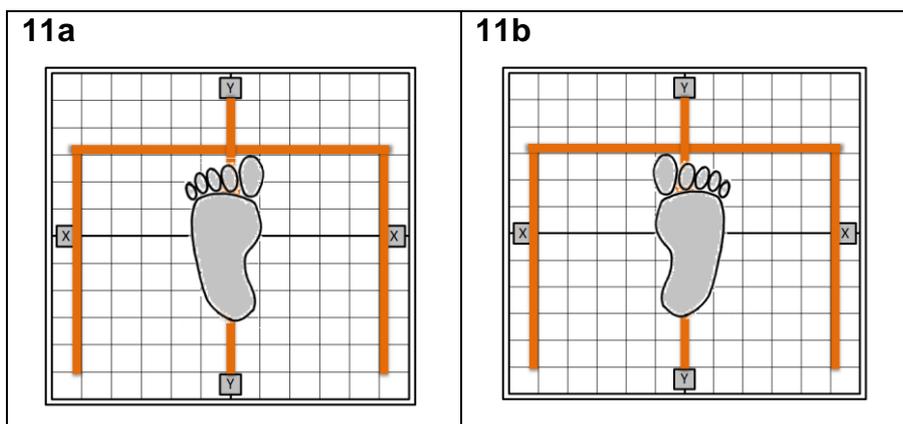


Figura 11: Posições dos pés na posição Unipodal (UniOA) (11a – Unipodal esquerdo; 11b – Unipodal direito).

Já na posição bipodal com base fechada e olhos fechados e abertos (BFOF e BFOA), as voluntárias se posicionavam com os pés a uma distância de 2 cm um do outro e próximos à linha interna marcada na plataforma, quando solicitado, elas fechavam os olhos e aguardavam o avaliador avisar sobre o final do teste (NAGY et al. 2007) (Figura 12).

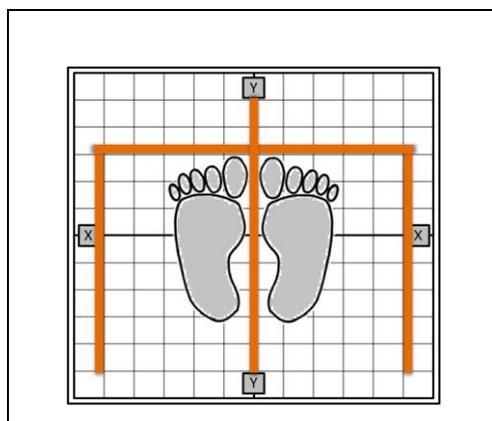


Figura 12: Posição Base fechada com olhos fechados e abertos (BFOA e BFOF).

Ao comando do avaliador, dava-se início ao teste. Se por algum motivo, a participante abrisse os olhos nos protocolos com olhos fechados, o mesmo era interrompido imediatamente e outra tentativa era realizada na sequência.

As variáveis obtidas a partir destes protocolos de avaliação foram a amplitude de oscilação do centro de pressão (CP) nas direções anteroposterior (CPap) e mediolateral (CPml), o desvio padrão do deslocamento médio do CP em relação ao centro da plataforma nas direções anteroposterior (CPdpap) e mediolateral (CPdpml), a velocidade de oscilação do CP (CPvel), o comprimento total da oscilação do CP (CPct) e a área 95% da elipse (CParea). Tais variáveis foram escolhidas com base na revisão bibliográfica sobre o uso da plataforma de força para avaliação do equilíbrio em idosos mostrada no item 3.2.2.1 do presente estudo.

4.5.3. Avaliação do Desempenho Funcional

Para a avaliação do desempenho funcional, foram aplicados alguns testes propostos por Rikli & Jones (2008) e Podsiadlo & Richardson (1991).

No Teste de Levantar da cadeira, o principal objetivo é avaliar a força dos membros inferiores das idosas. Foram utilizadas cadeira e cronômetro. O teste iniciou com a voluntária sentada na cadeira de 43 cm de altura (encostada em uma parede por motivos de segurança), as costas apoiadas no encosto, com as plantas dos pés sobre o solo e braços cruzados a região peitoral e mãos sobre os ombros. Ao sinal “Atenção, já!”, a avaliada devia levantar-se totalmente e retornar a posição inicial e repetir esses movimentos durante 30 segundos (Figura 13). Foi registrada a quantidade máxima de repetições completas realizadas em uma tentativa. A variável a ser utilizada para análise foi o número de repetições realizadas (RIKLI & JONES, 2008).



Figura 13: Teste de Levantar da cadeira.

Para o Teste *Timed Up & Go*, capaz de avaliar a agilidade e o equilíbrio dinâmico, foram utilizadas cadeira, cronômetro e cone. A participante iniciou o teste sentado em uma cadeira (com a coluna ereta) o mais próximo da borda, com uma perna (dominante) a frente da outra e as palmas das mãos sobre as coxas. A cadeira estava encostada na parede para que não ocorressem acidentes na hora da saída. Ao sinal “Atenção, Já!”, a voluntária deveria levantar-se da cadeira, caminhar o mais rapidamente possível, contornar um cone e retornar à posição sentada. O cone foi posicionado a uma distância de 3 metros da extremidade da cadeira e, como medida de segurança, um espaço de 1 metro depois do cone demarcado e isolado (Figura 14). A variável a ser analisada foi o menor tempo percorrido para realização do teste em segundos das três tentativas realizadas (Podsiadlo & Richardson, 1991).



Figura 14: Teste *Timed Up & Go*.

O Teste de Caminhada de 6 minutos tem como objetivo avaliar a resistência aeróbia. Para a sua realização foram utilizados trena, cones e bancos para

segurança, caso alguma participante apresentasse algum desconforto e necessitasse sentar rapidamente. O percurso teve uma distância de 45,72m e foi marcado com cones nos segmentos de 4,57m. O teste foi realizado com, no máximo, duas voluntárias simultaneamente. Ao sinal “Atenção, já!”, a participante começava a caminhar o mais rápido possível, sem correr, durante 6 minutos, em volta do trajeto demarcado com os cones, feito no pátio da Faculdade de Educação física (Figura 15). Dois minutos antes do término do teste, as participantes eram avisadas. Para cada volta completada, o avaliador marcava em sua ficha um símbolo e ao final contava o total de símbolos. A distância total percorrida em metros foi anotada pelo avaliador e considerada a variável a ser analisada (RIKLI & JONES, 2008).

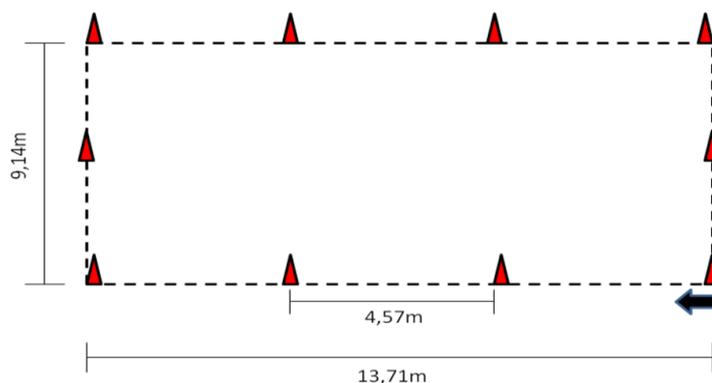


Figura 15: Percurso do Teste de Caminhada de 6 minutos e voluntária realizando o teste.

Em todos os testes foi oferecido incentivo verbal de forma padronizada a todas as participantes.

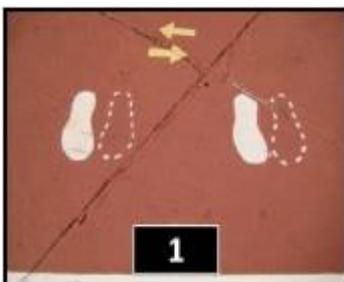
4.6. Protocolo de Intervenção

O GES participou de duas sessões semanais de treinamento em dias alternados. As sessões de treinamento tiveram 50 minutos de duração e aconteceram durante um período de 12 semanas, totalizando 24 sessões de treinamento, com mais duas sessões de ambientação sem a realização dos exercícios propriamente ditos, antes de iniciar o treinamento. Durante a realização da pesquisa, todas as voluntárias foram orientadas a não ingressarem em outros programas de atividades físicas orientadas, bem como a não modificarem suas atividades cotidianas.

O Circuito de Exercícios Sensoriais obedeceu ao protocolo descrito por Costa (2010), todas as sessões foram registradas. Cada aula foi composta por alongamento e aquecimento com duração de 10 minutos, circuito de exercícios sensoriais com duração de 30 minutos e volta à calma com 10 minutos de duração, orientadas por um profissional de educação física e no mínimo dois estagiários em cada sessão com treinamento para atuação na modalidade.

No aquecimento foram realizados exercícios de alongamento de membros superiores e inferiores e educativos para o circuito de exercícios sensoriais, com atividades de consciência corporal, marcha em várias direções, tarefas duplas e exercícios de resistência de membros inferiores (TABELA 2).

Durante a fase do circuito, as idosas passaram em duplas pelas estações numeradas de “1” a “13” (Figura 16) que consistiam em diferentes exercícios de estimulação sensorial, em diferentes posições (sentado, apoio bipodal e unipodal, andar de frente, de costas, lateralmente, em flexão plantar e calcanhar); exercícios com olhos fechados e uso de superfície instável (TABELA 3), descritos abaixo.

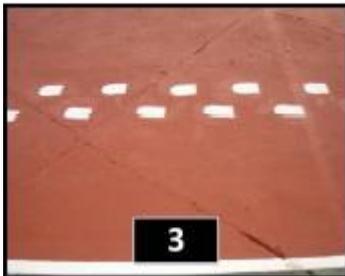


Estação 1: Passadas laterais com deslocamento para direita e para esquerda.

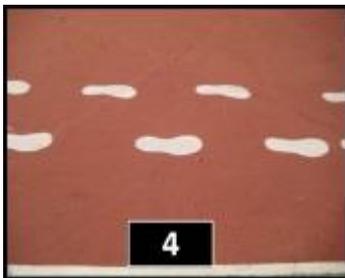




Estação 2: “Avião” – Exercício em apoio unipodal, direita e esquerda.



Estação 3: Marcha sensibilizada (com o apoio apenas dos calcanhares) de costas.



Estação 4: Marcha de costas, com o apoio total dos pés.

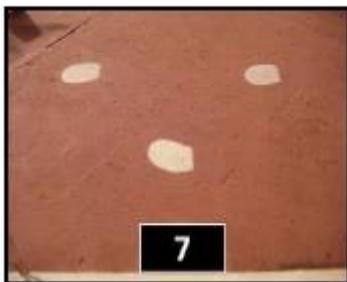


Estação 5: “Acertar o alvo” de costas com as bolas acopladas por cordas nas laterais.

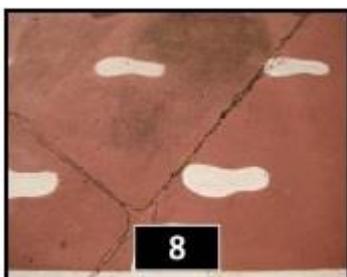


Estação 6: Equilíbrio e marcha sobre superfície instável (colchão, disco e prancha de equilíbrio).





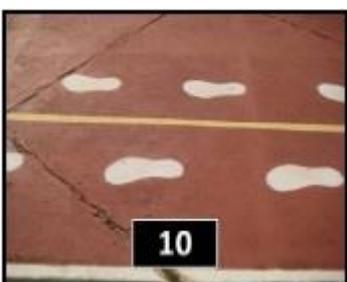
Estação 7: Marcha sensibilizada (com o apoio apenas do terço anterior dos pés).



Estação 8: Marcha, de frente, pernas afastadas, com o apoio total dos pés.



Estação 9: Alcance multidirecional (níveis de dificuldade com alturas variadas, representadas pelos números 1,2 e 3).



Estação 10: Marcha de frente, pernas cruzadas, com o apoio total dos pés.



Estação 11: “Bola na cesta” (níveis de dificuldade com distâncias variadas, representadas pelas três divisões do caixote).





Estação 12: Marcha com estreitamento de base e em trajeto circular.



Estação 13: Marcha Tandem (em linha reta para frente e para trás).



Figura 16: Estações do Circuito de Exercícios Sensoriais (1 a 13).

As voluntárias começavam os exercícios em qualquer uma destas estações e durante a aula, em tempos pré-determinados de aproximadamente dois minutos, respeitando o tempo para o deslocamento, passavam para próxima estação. Para tal, foi fornecido um estímulo sonoro (um silvo breve) e as participantes completavam uma volta em um total de trinta minutos, com um intervalo curto para descanso e para beber água. O tempo de estimulação em cada estação foi de cerca de 1 minuto para cada participante (HERDMAN, 2002).

Na volta à calma foram realizados exercícios para a musculatura do globo ocular, de memória, exercícios vestibulares, para isto utilizavam-se materiais como bolas de plástico, bambolês e músicas (TABELA 2).

Ao longo do treinamento ocorreu uma progressão em quatro níveis de dificuldade, aumentados de acordo com a complexidade da tarefa (nível 1: realizar os exercícios com olhos abertos em treinamento de visão periférica; nível 2: realizar os exercícios com olhos fechados; nível 3: realizar os exercícios com olhos abertos, ultrapassando obstáculos; nível 4: realizar os exercícios com olhos fechados, ultrapassando obstáculos e com velocidade) (Tabela 3) (HERDMAN, 2002; COSTA, 2010).

A intervenção ocorreu dos dias 06/08/2012 a 31/10/2012 de acordo com o cronograma detalhado do projeto (ANEXO 6). As participantes que não

frequentaram pelo menos 75% das sessões foram retiradas das análises. O GC foi orientado a não modificar suas atividades rotineiras e nem engajar-se em programas de atividades físicas durante o período do estudo. No primeiro semestre de 2013, a partir do dia 03/04/2013, as participantes alocadas no Grupo Controle iniciaram a participação em uma nova intervenção do Circuito de Exercícios Sensoriais que foi finalizada em 19/06/2013 com as mesmas aulas realizadas com o GES.

4.7. Análise Estatística

Os dados foram apresentados através da estatística descritiva utilizando-se medida de tendência central (média) e de dispersão dos dados (desvio padrão - DP) com o objetivo de caracterizar a amostra. Frequências (%) foram utilizadas para apresentar dados relativos às características sociodemográficas.

Inicialmente, de forma exploratória, foi verificada a simetria e presença de casos extremos nas distribuições das variáveis. A normalidade da distribuição dos dados foi testada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variância foi testada através do teste Levene. Somente após estes procedimentos foram aplicados testes de hipótese específicos para cada caso.

Para verificar possíveis diferenças na linha de base do estudo foram utilizados os testes t de Student e o teste U de Mann-Whitney, de acordo com a presença ou não de normalidade dos dados. O teste Qui-quadrado foi usado para comparar as frequências das variáveis categóricas entre os grupos.

Para verificar os efeitos das 12 semanas de intervenção nas variáveis funcionais e de força, nos quais a hipótese de normalidade dos dados foi aceita, utilizou-se uma análise de variância (ANOVA) mista, com o grupo (GES x GC) sendo o fator “entre” e o tempo (pré x pós) sendo o fator “intra”, utilizando a correção de Bonferroni nas comparações posteriores (*post-hoc*).

As variáveis estabilométricas apresentaram uma grande variação em termos de distribuição, assim optou-se por realizar testes para comparar duas médias. Os deltas (pós - pré) dos grupos foram comparados pelos testes t independente ou o teste U de Mann-whitney, já para comparar os efeitos intra-grupo, o teste t pareado ou o teste dos postos com sinais de Wilcoxon foram aplicados.

Em todas as análises (paramétricas ou não paramétricas) em que se verificou efeito significativo da prática do CES sobre alguma variável, o tamanho deste efeito (r_{TE}) foi testado, adotando-se o critério de Cohen (FIELD, 2012) para classificar o Tamanho do efeito como pequeno ($r_{TE} < 0,3$), moderado ($0,3 \leq r_{TE} < 0,5$) ou grande ($r_{TE} \geq 0,5$).

O programa Excel (Microsoft, EUA) foi utilizado para a estruturação do banco de dados. Já as análises de dados foram realizadas utilizando-se o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, Chicago, IL) for Windows versão 18.0 e o nível de significância adotado nesse estudo foi de $p \leq 0,05$ (FIELD, 2012).

5. RESULTADOS

As medidas antropométricas, a idade e os resultados nas avaliações físicas estão representados na Tabela 4. Um total de 23 voluntárias participou do estudo. A média e o desvio padrão da idade da amostra total foram de $68,3 \pm 5,63$ anos (amplitude 61-81 anos). Após a divisão por grupos, 10 voluntárias completaram o treinamento em circuito de exercícios sensoriais (GES) e 13 voluntárias compuseram o grupo controle (GC). A média e o desvio padrão das idades das participantes do GES e GC foram de $70,10 \pm 6,64$ e $66,92 \pm 4,50$, respectivamente, sem diferenças significativas entre os grupos. Não foram observadas diferenças entre os grupos nas variáveis antropométricas, funcionais e de força (todos $p > 0,05$) no momento inicial da pesquisa.

Tabela 4: Caracterização da amostra total e dividida por grupos (GES e GC) no início do estudo.

	Amostra (N=23)	Grupo Exercícios		p
		Sensoriais (N=10)	Grupo Controle (N=13)	
Idade (anos)	$68,3 \pm 5,63$	$70,10 \pm 6,64$	$66,92 \pm 4,50$	0,186
Antropometria				
Massa (kg)	$62,68 \pm 8,13$	$65,73 \pm 9,45$	$60,34 \pm 6,36$	0,215
Estatuta (m)	$1,55 \pm 0,05$	$1,55 \pm 0,05$	$1,55 \pm 0,05$	0,897
IMC (kg/m ²)	$26,00 \pm 3,11$	$27,25 \pm 2,97$	$25,04 \pm 2,96$	0,091
Funcionais				
Timed Up & Go (s)	$5,99 \pm 0,69$	$6,12 \pm 0,54$	$5,89 \pm 0,80$	0,446
Levantar da cadeira (rep)	$19,04 \pm 4,69$	$18,60 \pm 5,60$	$19,38 \pm 4,07$	0,701
Caminhada de 6 min (m)	$524,43 \pm 55,77$	$514,41 \pm 60,35$	$532,14 \pm 53,13$	0,463
Força				
PT60abs (N.m)	$85,18 \pm 15,60$	$83,32 \pm 21,79$	$86,61 \pm 9,24$	0,628
PT180abs (N.m)	$54,76 \pm 9,33$	$56,46 \pm 12,69$	$53,47 \pm 5,88$	0,460

Valores descritos em média \pm desvio-padrão.

As características sociodemográficas da amostra são apresentadas na Tabela 5. Para as variáveis estado civil, nível de escolaridade, doenças prevalentes, número de medicamentos, queda no último ano, medo de cair, orientação sobre quedas e a

prática de caminhadas não sistematizadas, o teste qui-quadrado não revelou diferenças significativas entre os grupos ($p>0,05$). O estado civil mais prevalente no GES foi de casadas (40%), assim como no GC (30,8%) perfazendo um total de 34,8% de mulheres casadas na amostra. Em relação ao nível de escolaridade, 56,5% da amostra relatou ter nível superior (70% vs. 46,1%).

Dentre as doenças relatadas, observa-se que a mais prevalente foram os problemas de visão 91,3% (90% vs. 92,3%) e dentre eles catarata, glaucoma e miopia foram os mais citados. Todas as voluntárias relataram utilizar correção para o problema visual. Evidenciou-se a prevalência de hipertensão (60% vs. 53,8%) e diabetes (20% vs. 7,7%). Dentre as participantes, 52,2% relatou ter osteopenia ou osteoporose (60% vs. 46,1%). A maioria das participantes nos dois grupos (90% vs. 61,6%) tomava até 2 medicamentos, o que não caracteriza polifarmácia.

Um total de 26,1% das participantes relatou ter sofrido pelo menos uma queda no ano anterior (30% vs. 23,1%), 47,8% reportou sentir medo de sofrer quedas (60% vs. 38,5%) e 47,8% da amostra relatou realizar caminhadas não sistematizadas (50% vs. 46,2%).

Todos os percentuais acima foram citados respectivamente nos GES e GC.

Tabela 5: Características sociodemográficas da amostra total e dividida por grupos (GES e GC) no início do estudo.

	Amostra (N=23)	GES (n=10)	GC (n=13)	p
Estado civil, n (%)				0,974
Solteira	4 (17,4)	2 (20)	2 (15,4)	
Casada	8 (34,8)	4 (40)	4 (30,8)	
Viúva	5 (21,7)	2 (20)	3 (23,1)	
Divorciada	6 (26,1)	2 (20)	4 (30,7)	
Nível de escolaridade, n (%)				0,551
Fundamental	7 (30,5)	2 (20)	5 (38,5)	
Médio	3 (13,0)	1 (10)	2 (15,4)	
Superior	13 (56,5)	7 (70)	6 (46,1)	
Doenças prevalentes, n (%)				
Hipertensão	13 (56,5)	6 (60)	7 (53,8)	0,768
Diabetes	3 (13,0)	2 (20)	1 (7,7)	0,385
Problema de visão	21 (91,3)	9 (90)	12 (92,3)	0,846
Labirintite	1 (4,3)	1 (10)	0 (0)	0,244
Artrite/Artrose	4 (17,4)	3 (30)	1 (7,7)	0,162
Osteopenia/Osteoporose	12 (52,2)	6 (60)	6 (46,1)	0,510
Número de medicamentos, n (%)				0,285
Até 2	17 (74,0)	9 (90)	8 (61,6)	
3 ou 4	5 (21,7)	1 (10)	4 (30,7)	
5 ou mais	1 (4,3)	0 (0)	1 (7,7)	
Queda no último ano, n (%)	6 (26,1)	3 (30)	3 (23,1)	0,793
Medo de cair, n (%)	11 (47,8)	6 (60)	5 (38,5)	0,392
Orientação sobre quedas, n (%)	3 (13,0)	2 (20)	1 (7,7)	0,385
Caminhada, n (%)	11 (47,8)	5 (50)	6 (46,2)	0,632

Os resultados dos grupos GES e GC no momento inicial da pesquisa e após 3 meses de intervenção para a massa corporal e todas as medidas funcionais e de força estão representados na Tabela 6. A frequência de participação do GES nas sessões de exercício foi de 91%.

A análise de variância mista revelou interações grupo*tempo significantes para Caminhada de 6 minutos ($F(1,21)=16,654$; $p=0,001$; $r_{TE}=0,66$) e PT isocinético a $60^\circ/s$ ($F(1,21)=4,559$, $p=0,045$; $r_{TE}=0,48$; $F(1,21)=4,25$; $p=0,052$; $r_{TE}=0,41$) e $180^\circ/s$ ($F(1,21)=6,089$; $p=0,022$; $r_{TE}=0,47$; $F(1,21)=4,717$, $p=0,041$; $r_{TE}=0,43$) absoluto e relativo, respectivamente.

Ao observar os resultados das análises intra-grupos, verificou-se que o GES apresentou melhoras significativas nos testes *Timed Up & Go* ($F(9)=3,936$, $p=0,032$; $r_{TE}=0,40$), PT180abs ($F(9)=2,897$, $p=0,021$, $r_{TE}=0,35$), PT180rel ($F(9)=2,452$, $p=0,021$, $r_{TE}=0,32$). Já o GC apresentou uma piora significativa intra-grupo na Caminhada de 6 minutos ($F(12)=1,278$, $p=0,001$, $r_{TE}=0,24$). Os valores $\Delta\%$ indicaram resultados melhores para o GES quando comparados ao GC para todas as variáveis apresentadas na Tabela 6, com incrementos variando entre 3,20 e 10,72% no GES. Para a maioria das variáveis, observou-se tamanhos de efeito moderados.

Tabela 6: Média, desvio-padrão e percentual de mudança para as variáveis dependentes relativas à massa corporal, ao desempenho funcional e dinamometria isocinética nas avaliações pré e pós-intervenção.

	Grupo Exercícios Sensoriais (N=10)				Grupo Controle (N=13)				
	Pré	Pós	$\Delta\%$	p	Pré	Pós	$\Delta\%$	p	p
Massa corporal (kg)	65,73 ± 9,45	66,03 ± 9,60	0,45	0,626	60,34 ± 6,36	61,31 ± 7,00	1,60	0,080	0,409
Timed up & go (s)	6,12 ± 0,54	5,72 ± 0,62 [‡]	-6,53	0,032	5,89 ± 0,80	5,83 ± 0,72	-1,00	0,696	0,159
Levantar da cadeira (rep)	18,60 ± 5,60	20,10 ± 4,43	+8,06	0,218	19,38 ± 4,07	18,38 ± 3,01	-5,16	0,345	0,126
Caminhada de 6 min (m) [†]	514,41 ± 60,35	530,89 ± 51,95	+3,20	0,063	532,14 ± 53,13	503,04 ± 50,56 [‡]	-5,47	0,001	0,001
PT60abs (N.m) [†]	83,32 ± 21,79	89,10 ± 15,28	+6,94	0,078	86,61 ± 9,24	83,53 ± 9,49	-3,56	0,273	0,045
PT180abs (N.m) [†]	56,45 ± 12,69	62,31 ± 11,58 [‡]	+10,38	0,021	53,47 ± 5,88	52,91 ± 6,32	-1,05	0,787	0,052
PT60rel ((N.m/kg).100) [†]	127,57 ± 29,54	137,43 ± 22,28	+7,73	0,058	144,98 ± 13,28	138,69 ± 16,15	-4,34	0,160	0,022
PT180rel ((N.m/kg).100) [†]	86,75 ± 17,74	96,05 ± 15,52 [‡]	+10,72	0,021	89,44 ± 7,78	87,93 ± 11,59	-1,69	0,651	0,041

[†] interação grupo x tempo ($p<0,05$), [‡] diferença significativa em relação ao pré no mesmo grupo ($p<0,05$).

Na Tabela 7 encontram-se os resultados na linha de base do estudo e após 3 meses de intervenção das variáveis estabilométricas em todos os protocolos avaliados. Foram observadas diferenças entre os grupos no momento inicial do estudo somente nas variáveis CPdpap no protocolo BAOF* ($t(12,27)=2,401$; $p=0,033$; $r_{TE}=0,46$) e CPap no BFOA ($U=30,0$; $p=0,030$; $r_{TE}=-0,45$). Para as todas outras variáveis derivadas dos protocolos não foram observadas diferenças entre os grupos ($p>0,05$).

Ao comparar os deltas (pós - pré) dos grupos, análise entre grupos, foram observadas diferenças significativas nas variáveis CPml ($t(21)=-2,425$; $p=0,024$; $r_{TE}=0,47$), CPdpml ($U=19,0$; $p=0,003$; $r_{TE}=0,59$) e CPvel ($t(21)=-3,615$; $p=0,002$; $r_{TE}=0,62$) no protocolo BAOF. No entanto, as variações destas variáveis foram distintas,

com a primeira (CPml) apresentando redução após a manipulação experimental no GES e as duas últimas (CPdpml e CPvel) se comportando de forma contrária no GC, ou seja, aumentando os seus valores entre os momentos pré e pós. Dessa forma, compreende-se que a existência de diferença significativa nestas variáveis entre os grupos foi favorável ao GES e desfavorável ao GC. Nestas variáveis, os tamanhos de efeito foram moderados a altos.

Ao comparar os momentos pré e pós-intervenção em cada grupo, análise intra grupos, foram observadas melhoras localizadas principalmente no protocolo BAOF, o GES teve redução significativa da oscilação do CP nas variáveis CPap ($z=-1,988$; $p=0,049$; $r_{TE}=0,41$), CPml ($t(9)=2,464$; $p=0,036$; $r_{TE}=0,63$) e CPdpap ($z=-2,497$; $p=0,010$; $r_{TE}=0,79$). Já o GC apresentou reduções significativas nas variáveis CPap ($z=-3,110$; $p=0,001$; $r_{TE}=0,86$), CPdpap ($t(12)=2,609$; $p=0,023$; $r_{TE}=0,60$) e CParea ($z=-2,481$; $p=0,010$; $r_{TE}=0,69$), o que demonstra um redução da instabilidade postural.

No mesmo protocolo (BAOF), observa-se modificações no sentido contrário somente no GC, o CPdpml ($z=-3,180$; $p=0,001$; $r_{TE}=0,88$) e CPvel ($z=-2,760$; $p=0,003$; $r_{TE}=-0,77$) aumentaram de forma significativa, o que demonstra um aumento da instabilidade postural.

Além disso, essa situação ocorreu em outros protocolos, no GES em BFOA (CPml, $z=-2,191$; $p=0,027$; $r_{TE}=-0,61$), em BFOF (CPap, $t(9)=-2,999$; $p=0,001$; $r_{TE}=0,55$ e CPdpap, $t(9)=-1,580$; $p=0,001$; $r_{TE}=0,33$). Para o GC em BFOA (CPml, $t(12)=-2,919$; $p=0,013$; $r_{TE}=0,54$ e CPdpml, $t(12)=-5,013$; $p=0,001$; $r_{TE}=0,74$), BFOF (CPap, $z=-3,180$; $p=0,001$; $r_{TE}=-0,88$ e CPdpap, $z=-3,180$; $p=0,001$; $r_{TE}=-0,88$) e UniOA (CPvel, $t(12)=-2,650$; $p=0,021$; $r_{TE}=0,61$) e CPct, $t(12)=-2,650$; $p=0,021$; $r_{TE}=0,61$). Essas alterações indicam aumento da instabilidade postural.

Tabela 7: Variáveis estabilométricas nos protocolos avaliados, por ordem de dificuldade, na linha de base do estudo e após o protocolo experimental.

Variável	Grupo Exercícios Sensoriais N=10			Grupo Controle N=13			
	Pré	Pós	p ^a	Pré	Pós	p ^a	p ^b
BAOF							
CPap (cm)	2,47 ± 0,82	0,93 ± 2,04 [‡]	0,049	1,93 ± 0,40	0,96 ± 1,47 [‡]	0,001	0,118
CPml (cm) [#]	0,96 ± 0,39	0,82 ± 0,27 [‡]	0,036	0,75 ± 0,21	0,84 ± 0,30	0,223	0,024
CPdpap (cm) [*]	0,47 ± 0,14	0,21 ± 0,34 [‡]	0,010	0,35 ± 0,07	0,13 ± 0,34 [‡]	0,023	0,812
CPdpml (cm) [#]	0,19 ± 0,09	1,00 ± 1,14	0,922	0,14 ± 0,05	2,92 ± 1,12 [‡]	0,001	0,003
CPvel (cm/s) [#]	1,41 ± 0,58	1,18 ± 0,46	0,084	1,18 ± 0,38	2,04 ± 0,71 [‡]	0,003	0,002
CParea (cm ²)	1,73 ± 1,36	1,03 ± 0,68	0,160	0,88 ± 0,38	0,47 ± 0,45 [‡]	0,010	0,927
CPct (cm)	42,19 ± 17,28	35,27 ± 14,40	0,152	35,43 ± 11,31	31,19 ± 11,70	0,303	0,657
BFOA							
CPap (cm) [*]	1,92 ± 0,60	1,09 ± 1,91	0,625	2,20 ± 0,47	1,97 ± 0,37	0,085	0,415
CPml (cm)	2,16 ± 0,84	2,49 ± 0,69 [‡]	0,027	1,84 ± 0,26	2,09 ± 0,40 [‡]	0,013	0,569
CPdpap (cm)	0,37 ± 0,12	0,36 ± 0,20	0,922	0,42 ± 0,11	0,40 ± 0,10	0,370	0,605
CPdpml (cm)	0,44 ± 0,21	1,54 ± 1,72	0,131	0,34 ± 0,05	0,40 ± 0,80 [‡]	0,001	0,832
CPvel (cm/s)	1,26 ± 0,22	1,39 ± 0,23	0,313	1,41 ± 0,37	1,61 ± 0,62	0,094	0,595
CParea (cm ²)	2,94 ± 1,59	3,50 ± 2,73	0,557	2,53 ± 0,81	2,85 ± 1,04	0,110	0,879
CPct (cm)	37,82 ± 6,59	33,14 ± 16,33	0,362	42,42 ± 11,11	48,18 ± 18,71	0,094	0,410
BFOF							
CPap (cm)	1,33 ± 0,46	2,64 ± 0,82 [‡]	0,001	1,15 ± 0,27	2,42 ± 0,75 [‡]	0,001	0,648
CPml (cm)	2,62 ± 0,90	3,07 ± 0,74	0,116	2,22 ± 0,46	2,38 ± 0,79	0,201	0,298
CPdpap (cm)	0,53 ± 0,15	3,00 ± 0,45 [‡]	0,001	0,47 ± 0,09	3,13 ± 0,55 [‡]	0,001	0,377
CPdpml (cm)	0,51 ± 0,18	0,56 ± 0,14	0,269	0,41 ± 0,07	0,43 ± 0,12	0,378	0,464
CPvel (cm/s)	2,02 ± 0,87	2,11 ± 0,52	0,322	1,80 ± 0,58	2,04 ± 1,01	0,162	0,550
CParea (cm ²)	5,28 ± 3,13	6,10 ± 2,40	0,388	3,49 ± 1,12	3,91 ± 2,14	0,258	0,679
CPct (cm)	60,51 ± 25,99	63,43 ± 15,75	0,322	54,09 ± 17,51	61,35 ± 30,24	0,168	0,976
TDOA							
CPap (cm)	3,34 ± 0,82	3,18 ± 0,90	0,494	3,92 ± 1,94	3,13 ± 0,93	0,146	0,238
CPml (cm)	3,70 ± 0,68	3,66 ± 0,67	0,856	4,13 ± 1,03	4,12 ± 0,75	0,972	0,927
CPdpap (cm)	0,57 ± 0,16	0,58 ± 0,17	0,951	0,62 ± 0,25	0,53 ± 0,17 [‡]	0,044	0,162
CPdpml (cm)	0,77 ± 0,06	0,70 ± 0,15	0,275	0,78 ± 0,24	0,78 ± 0,15	0,588	0,306
CPvel (cm/s)	3,89 ± 0,86	3,95 ± 1,38	0,959	4,29 ± 1,81	4,17 ± 1,56	0,635	0,552
CParea (cm ²)	7,45 ± 2,57	8,41 ± 4,48	0,846	9,98 ± 6,94	7,84 ± 3,09	0,946	0,648
CPct (cm)	116,60 ± 25,94	112,05 ± 23,12	0,375	128,65 ± 54,31	125,06 ± 46,74	0,635	0,901
UnIOA							
CPap (cm)	2,79 ± 0,74	3,68 ± 2,28	0,625	3,11 ± 0,84	3,22 ± 0,96	0,776	0,380
CPml (cm)	2,84 ± 0,40	3,02 ± 0,60	0,558	2,89 ± 0,45	3,03 ± 0,59	0,521	0,912
CPdpap (cm)	0,60 ± 0,18	0,67 ± 0,18	0,770	0,65 ± 0,15	0,61 ± 0,15	0,685	0,522
CPdpml (cm)	0,69 ± 0,14	0,72 ± 0,14	0,682	0,70 ± 0,14	0,69 ± 0,13	0,790	0,612
CPvel (cm/s)	6,25 ± 1,50	7,21 ± 1,84	0,296	6,83 ± 1,32	8,40 ± 1,84 [‡]	0,021	0,963
CParea (cm ²)	8,54 ± 4,40	9,07 ± 4,45	0,812	8,41 ± 3,61	8,23 ± 3,17	0,905	0,783
CPct (cm)	43,77 ± 10,47	50,46 ± 12,87	0,296	47,84 ± 9,24	58,83 ± 12,89 [‡]	0,021	0,550

BAOF: Base aberta olhos fechados; BFOA: Base fechada olhos abertos; BFOF: Base fechada olhos fechados; TDOA: Tandem dominante olhos abertos e UNIOA: Unipodal olhos abertos. ^a análise intra grupo; ^b análise entre grupos; * diferença significativa no início do estudo p<0,05, [‡] diferenças significativas intra grupo p<0,05, [#] diferença significativa entre os deltas (momentos pós – momento pré) p<0,05.

6. DISCUSSÃO

O programa de CES foi desenvolvido para melhorar o equilíbrio, socialização e prevenir quedas em pessoas idosas (COSTA, 2010; COSTA et al., 2012). O presente estudo demonstrou que o programa de CES realizado duas vezes por semana, durante 12 semanas, melhora, além do equilíbrio funcional avaliado por Escala de Berg (COSTA, 2010; COSTA et al., 2012), a força dos membros inferiores. Adicionalmente, foi observada melhora do equilíbrio dinâmico e agilidade, com uma redução significativa do tempo para completar o teste *Timed Up & Go*. Além disso, houve melhora do equilíbrio estático na posição de apoio bipodal com olhos fechados, com uma menor oscilação do centro de pressão. Mudanças essas não observadas no grupo controle que obteve discretas reduções na maioria dos parâmetros avaliados. O programa foi factível e apreciado, com uma média de aderência acima de 91%. Em conjunto, os resultados aqui apresentados sugerem que a intervenção estudada constitui uma alternativa para a população idosa, promovendo melhoras em importantes aspectos da aptidão física relacionada à saúde.

O CES, desenvolvido na Universidade de Brasília em 2008, e sistematicamente aplicado desde então, contém exercícios supervisionados com desafios de equilíbrio estático e dinâmico em forma de circuito. A metodologia prevê alterações das informações sensoriais como forma de progressão. O CES possui como característica a praticidade e a possibilidade de reprodução por ser de fácil aplicação e baixo custo. Portanto, seus efeitos fisiológicos precisavam ser mais explorados.

Posicionamentos oficiais e revisões recentes (ACSM & AHA, 2007; RYDWIK, 2007; COSTELLO & EDELSTEIN, 2008; ACSM, 2009; ROSE & HERNANDEZ, 2010; TIEDEMANN et al., 2011) afirmam que intervenções envolvendo múltiplos componentes da aptidão física (exercício aeróbio, resistido, flexibilidade e treino de equilíbrio) são mais efetivas na alteração dos principais fatores de risco para quedas. O CES, embora não tenha sido elaborado envolvendo categorias de exercícios para o trabalho de outras capacidades além do equilíbrio, possui atividades em que os componentes da aptidão física são trabalhados de forma

funcional, por exemplo, a capacidade aeróbia é estimulada pelos exercícios circuitados realizados de forma contínua durante 30 minutos; a resistência utilizando a massa corporal é gerada pela movimentação do corpo durante as tarefas relacionadas aos exercícios (sentar, levantar, caminhar com passos mais altos, andar nas pontas dos pés); o trabalho de potência é contemplado com a adição da velocidade às tarefas. Diante disso, o presente estudo visou complementar os achados iniciais do CES, uma vez que suas características aproximam-se de recomendações relevantes constatadas na literatura científica (ROSE & HERNANDEZ, 2010; SHERRINGTON et al. 2011; TIEDEMANN et al. 2011).

Segundo Orr et al. (2008) e Pizzigalli et al. (2011), a redução de força muscular de membros inferiores, assim como o equilíbrio prejudicado, são os principais fatores de risco de quedas e conseqüente perda de autonomia em idosos. Há evidências suficientes relativas à efetividade de intervenções de exercícios físicos na autonomia e prevenção de quedas (SHERRINGTON et al. 2008; GILLESPIE et al., 2009; KARIKANTA et al., 2010; ROSE & HERNANDEZ, 2010; GRANACHER et al. 2011; TIEDEMANN et al. 2011). Embora algumas pesquisas não verifiquem a diminuição de quedas, devido à dificuldade de acompanhamento em idosos e controle da prática da atividade física após o treinamento (ROSE & HERNANDEZ, 2010), os resultados apresentam melhoras significativas nos fatores de risco, sugerindo efeitos protetivos deste tipo de intervenção. Por conseguinte, optou-se nesse estudo por avaliar os principais fatores de risco, considerando sua fundamental importância para o envelhecimento ativo desta população.

A amostra do presente estudo foi de conveniência, composta por mulheres idosas saudáveis e independentes fisicamente, que embora praticassem atividade física não orientada, não possuíam familiaridade com a prática regular e estruturada de exercícios. Esse fato é observado em estudos com intervenções semelhantes ao CES (DONAT & OZCAN, 2007; EYIGOR et al., 2007; PARK et al. 2008; BIRD et al., 2009). Cabe ressaltar que amostras de conveniência são geralmente mais saudáveis e apresentam níveis mais altos de funcionalidade do que a população como um todo (RIKLI & JONES, 2008).

Foi verificado no perfil sociodemográfico e de saúde que 47,8% das voluntárias praticam caminhada não orientada e 56,5% possuem alto nível de

escolaridade, confirmando a peculiaridade da população idosa do Distrito Federal representada por 7,69% de idosos. A renda da população idosa do DF é aproximadamente 170% superior ao restante do Brasil, tal fato reflete a amostra do estudo com acesso a educação, serviços de saúde, transporte e variedade de locais públicos para realização de atividade física, mantendo, portanto, em sua maioria, hábitos de vida saudáveis (IBGE, 2000; IBGE, 2009; CODEPLAN, 2012).

Apesar da maior parte dos estudos com intervenções de exercícios sensoriais relatarem melhora dos componentes da aptidão física em mulheres idosas sedentárias (BROWER et al., 2003; WESTLAKE & CULHAM, 2007; CARVALHO et al., 2009; FU et al., 2009; CARVALHO et al., 2010), com baixo nível de escolaridade e pouco acesso aos serviços de saúde, o presente estudo torna-se relevante pela observação de idosas com um perfil sociodemográfico diferenciado e ainda fisicamente ativas. Entretanto, o mesmo grupo é semelhante em termos de doenças prevalentes, número de medicamentos e quedas à população idosa geral. Para uma melhor apresentação ao leitor, a discussão é dividida em tópicos de acordo com as aptidões físicas examinadas.

6.1. Efeitos sobre a força muscular

O programa de CES não foi desenvolvido em sua essência para promover aumentos de força muscular, no entanto, aumentos significativos (6,94 a 10,38%) foram observados no PT isocinético dos extensores do joelho nas duas velocidades angulares avaliadas (60 e 180°/s).

A força do quadríceps é fundamental para desempenhar atividades da vida diária incluindo ficar em pé, sentar e levantar de uma cadeira, subir escadas e caminhar (HURLEY et al. 1998), ressaltando a importância da análise desta musculatura na população estudada. Além disto, há evidências de que idosos com histórico de quedas apresentam menor força desta musculatura quando comparados àqueles que não sofreram quedas (PERRY et al., 2007). Vale ressaltar que no presente estudo, apesar de não ter sido o objetivo, não houve diferença significativa entre as pessoas que sofreram quedas comparadas às que não sofreram (dados não apresentados).

Algumas abordagens de treinamento com estimulação sensorial se propuseram, em investigações anteriores, a verificar os efeitos deste tipo de treinamento no desempenho isocinético, mas os efeitos, embora promissores, ainda são controversos. Os estudos variam em termos de número de sessões de treino, sexo da amostra, membro avaliado, velocidade avaliada e a falta de padronização durante o relato metodológico dificultam comparações aprofundadas (BROWER et al. 2003; EYIGOR et al., 2007; WESTLAKE & CULHAM, 2007; CARVALHO et al., 2010; KIM et al., 2010).

Apesar de alguns estudos investigarem melhora na velocidade 60°/s, o desempenho de força em velocidades tanto lentas quanto rápidas, investigadas em conjunto nos principais artigos encontrados, reforça a necessidade de a variável força ser analisada de forma mais abrangente, uma vez que as atividades de vida diária exigem formas variadas de desempenho desta capacidade física (BROWER et al., 2003; WESTLAKE & CULHAM, 2007).

Brower e colaboradores (2003) compararam dois programas, um de exercício e outro de educação (17 sujeitos em cada grupo) em idosos de ambos os sexos para reduzir fatores de risco para quedas. O grupo que praticou exercícios realizou sessões com 10 minutos de alongamento e aquecimento; 40 minutos de exercícios resistido com resistência elástica (ênfase nos membros inferiores e tronco), movimentos de alcance, marcha estacionária e subir escadas; ao final eram realizados 10 minutos de relaxamento com caminhada e alongamento. Os autores avaliaram a extensão do joelho e tornozelo a 60°/s e não observaram alterações significativas entre e intra grupos para os extensores do joelho. No estudo citado foi realizada uma sessão semanal de exercício supervisionada durante oito semanas e os participantes foram instruídos a realizarem mais duas sessões semanais em casa. No presente estudo todas as sessões de exercício foram supervisionadas e a duração e a frequência seguiram a recomendação mínima de exercícios para idosos, fatos que podem justificar os ganhos significativos no PT60 (ACSM, 2009).

Westlake & Culham (2007) investigaram os efeitos de uma intervenção específica de equilíbrio em um programa denominado *Fallproof Program* (grupo experimental=17 e grupo controle=19) realizado três vezes por semana, sessões de 1 hora durante oito semanas, totalizando 24 sessões de exercícios. Foram aplicados

exercícios de equilíbrio estático (posições de apoio tandem, semitandem, unipodal), dinâmico, alterações das informações sensoriais (olhos fechados, movimentos de cabeça, tarefas duplas) e marcha em superfícies instáveis de formas variadas. Após a intervenção, a amostra foi avaliada em relação à força isocinética do quadril, joelho e tornozelo a 60°/s, não sendo observadas melhoras significativas para nenhum dos grupos musculares. Embora a intervenção tenha características semelhantes as do presente estudo, inclusive em números de sessões, a amostra e os resultados não foram descritos detalhadamente, ocultando informações que poderiam auxiliar em discussões aprofundadas.

Eyigor et al. (2007) investigaram em um estudo pré-experimental os efeitos de um programa de exercícios em grupo, realizados três vezes por semana durante 8 semanas com sessões de uma hora em uma amostra de 23 mulheres ativas. A intervenção envolveu 10 minutos de caminhadas como aquecimento, 40 minutos com exercícios resistidos com adição de pesos livres (caneleiras e halteres) para os membros superiores e inferiores, equilíbrio utilizando superfícies instáveis (prancha, mini-trampolim), marchas (tandem, multidirecional, apoio nos calcanhares e terço anterior do pé), equilíbrio estático (apoio unipodal) e 10 minutos de exercícios de flexibilidade com alongamento dos grandes grupos musculares. Adicionalmente os participantes foram instruídos a realizarem caminhadas em dois dias da semana. Ao final do estudo foram observadas alterações significativas no PT60 e PT120 do quadríceps, mas não no PT180.

Embora o estudo abordado tenha uma duração inferior ao utilizado na presente investigação, a quantidade de sessões de exercício realizadas foi a mesma. Para a variável força muscular avaliada de forma isocinética, esta quantidade mínima de sessões (24 sessões) de treinamento de equilíbrio parece ser suficiente para gerar alterações significativas em mulheres idosas. A melhora encontrada no presente estudo foi em torno de 6 N.m comparada a 8 N.m em termos absolutos e cerca de 7% versus 19%, respectivamente. A diferença expressa em termos percentuais se deve a amostra do citado estudo ter iniciado com valores de pico de torque por volta de 50% menores. Além disso, foram observadas na presente investigação melhoras semelhantes com a realização de exercícios sem a adição de cargas extras.

Kim et al. (2010) realizaram um treinamento com uma plataforma de equilíbrio desenvolvido especificamente para idosos. A amostra foi de homens e mulheres (grupo experimental=15, grupo controle=15) e o grupo experimental (GE) treinou durante uma hora, três sessões semanais por oito semanas. As sessões foram divididas em duas etapas, denominadas Manutenção e Treino, eram individualizadas e os sujeitos posicionavam-se em pé em uma plataforma instável, de frente para uma tela de computador onde apareciam os desenhos que direcionavam os movimentos a serem realizados durante a aula. Nas duas etapas realizavam-se duas tentativas com intervalo de 30 segundos entre elas em cada exercício. A força foi avaliada no momento inicial e após 8 semanas de intervenção. Ao final do treinamento houve melhora no PT60 e PT120 de extensão do joelho no grupo que treinou ($p < 0,01$). Os aumentos percentuais de PT60 nos joelhos direitos e esquerdo foram de 26 a 31% enquanto de PT120 foram de 16 e 10%. Embora a pesquisa desenvolvida possua uma metodologia diferente da aplicada no presente estudo, os resultados revelam a melhora de força a partir de um treino de equilíbrio sugerindo que treinamentos de equilíbrio, embora não específicos para esse fim, podem promover melhoras na força. Tal fato pode ser explicado devido à aplicação de exercícios com contrações de membros inferiores utilizando o peso corporal como carga como sentar, levantar, agachar, flexões de quadril, joelhos e ainda às adaptações neurais ao treinamento com maior inervação e ativação das fibras musculares e uma melhor coordenação intra e intermuscular (FLECK & KRAEMER, 2006).

Carvalho et al. (2010) analisaram os efeitos de um treino multicomponente e o mesmo treino associado a um treinamento de força (N=25 e N=24, respectivamente), em homens e mulheres idosas. As sessões de treino duravam 60 minutos, com duas sessões semanais durante 24 semanas enquanto que o segundo grupo realizava duas sessões adicionais. As sessões iniciavam com 10 minutos de aquecimento com exercícios de calistenia, caminhada rápida e alongamento; treino resistido com a carga corporal de 15 minutos para os grandes grupos musculares; 15 minutos exercícios aeróbios como caminhada, corrida e dança; exercícios de equilíbrio em 10-12 minutos utilizando bolas, bastões e balões e no final 5 minutos de volta à calma. As sessões do treinamento de força possuíam exercícios em

máquinas para os grandes grupos musculares a 70% de 1-RM, 10 a 12 repetições e intervalo de 2 minutos entre as duas séries. Houve progressão de carga durante o período de treinamento. Somente o grupo que adicionou o treinamento de força obteve melhoras após as 24 semanas de treinamento no PT180 de extensão de joelho, os ganhos obtidos foram em torno de 17%, já no PT60 a melhora foi somente intragrupo e cerca de 6%. A adição de um treinamento de força em mais duas sessões semanais comparado ao treinamento do CES é um possível fator que explica os maiores ganhos percentuais em PT180 do GMF (10,38% x 17%). A falta de adoção de algum tipo de progressão no treinamento pode ser uma possível explicação para não ocorrência do aprimoramento de força no grupo que não adicionou esse componente específico.

Observa-se, portanto, que nos artigos encontrados sobre a temática proposta, os resultados variam em relação a qual velocidade promove melhoras mais expressivas. No caso do CES, ocorreu maior ganho no PT180, possivelmente devido à especificidade do treinamento que engloba exercícios que não são planejados para desenvolvimento de força máxima, mas visam o desempenho funcional de força com adoção de progressão em termos de velocidade e complexidade da tarefa.

A velocidade da produção de força é um fator determinante para a prevenção de quedas (MISZKO et al., 2003; GRABINER et al., 2008; PIZZIGALLI et al., 2011). Em situações de equilíbrio perturbado (base de apoio estreita, perturbações ou falta da visão), respostas rápidas dos membros inferiores devem ser aplicadas para reestabelecer a estabilidade postural (ANDRADE et al. 2011; GUIMARÃES & FARINATTI, 2005). Além disso, a habilidade de desenvolver força de forma rápida contribui para um desempenho correto em atividades como levantar de uma cadeira, subir escadas ou recuperar o equilíbrio em meio a situação de impedir quedas (PIZZIGALLI et al., 2011; MISZKO et al., 2003). Portanto, os achados da presente investigação reforçam a ampla aplicabilidade do CES para população idosa.

6.2. Efeitos sobre o equilíbrio estático

Na avaliação das alterações ocorridas durante o período de intervenção (valores de Δ) do presente estudo, foram observadas diferenças significativas em três das sete variáveis de oscilação do centro de pressão (CP) na análise entre grupos (CPml, CPdpml, CPvel), localizadas no protocolo Base aberta e olhos fechados (BAOF), todas demonstrando vantagem para o GES.

Além disso, na análise intra grupos, houve redução significativa nas variáveis do GES (CPap; CPml; CPdpap) e GC (CPap; CParea; CPdpap). Aumentos significativos da oscilação postural e consequente piora do equilíbrio estático foram observados nas variáveis do GES (BFOA=CPml; BFOF=CPap; CPdpap) e do GC (BAOF=CPdpml, CPvel; BFOA=CPml, CPdpml; BFOF=CPap, CPdpap, UniOA=CPvel, CPct), com maior ocorrência no GC.

As situações analisadas envolveram manipulação dos sistemas sensoriais, com a adição de olhos fechados (BAOF e BFOF) e redução da base de apoio (BFOA, TDOA, UniOA), promovendo situações desafiadoras com diferentes graus de exigência do sistema sensorial, aplicadas para manutenção da postura parada em pé. Dos artigos analisados com intervenção de exercícios sensoriais, a maioria restringe-se a análise da oscilação postural em situações cuja base de apoio são mais estáveis (bases abertas e fechadas), provavelmente devido às peculiaridades físicas da população idosa (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010; LISBOA et al., 2011). Poucos se propuseram a analisar mais de um protocolo de avaliação com relação à base de apoio (JESSUP et al. 2003; SALMINEN et al. 2009; FU et al. 2009).

Jessup et al. 2003 avaliaram os efeitos de um treinamento no equilíbrio estático em diferentes posições (BAOA, BAOF, BFOA, BFOF, TDOA, TDOF), sendo observadas melhoras significantes no escore total construído pela soma de todos os protocolos; Salminen et al. (2009) avaliaram as posições BAOA, BAOF, STOA e observaram melhoras somente na última posição no grupo de mulheres idosas, a intervenção durou 12 meses. Fu et al. (2009) analisaram BAOA, BAOF em superfície firme e instável, UniOA e UniOF, e observaram melhoras somente em BAOF em superfície instável e UniOF. Observa-se, portanto, em estudos de intervenção, a

ausência de respostas em todas as situações avaliadas e ainda uma variabilidade em termos de qual protocolo possui maior sensibilidade aos efeitos do treinamento.

Os artigos avaliados possuíam amostras com mulheres independentes a partir de 40 anos, isso pode ter orientado o uso de protocolos desafiadores. No estudo em questão, a amostra foi composta por idosas saudáveis e independentes, capazes de realizar múltiplos protocolos sem dificuldades aparentes, fato confirmado em avaliações piloto (ANEXO 8). A partir disto, em estudos de intervenção na população idosa, a escolha de múltiplos protocolos e a melhor localização da resposta continua por ser esclarecida. No presente estudo, o protocolo BAOF obteve as alterações mais evidentes.

A posição adotada no protocolo BAOF, com as pernas afastadas em base aberta, simula a posição natural adotada em atividades da vida diária para adquirir estabilidade, uma vez que as informações visuais são removidas, a confiança ou captação de informações é deslocada para receptores periféricos do sistema proprioceptivo (HURLEY et al. 1998). Com a ausência de visão, as informações proprioceptivas e vestibulares devem ser reintegradas, com demanda adicional de atenção em ambos os sistemas (TEASDALE & SIMONEAU, 2001). No treinamento de CES, é prevista a supressão das informações visuais durante a progressão nas estações de atividades estáticas e dinâmicas, conferindo estimulação específica para os sistemas sensoriais remanescentes.

O sistema muscular, além da gerar força, integra de forma importante o sistema proprioceptivo (HURLEY et al. 1998). Com o protocolo BAOF exigindo o sistema proprioceptivo mais atuante em comparação aos outros protocolos, a melhora no desempenho do sistema muscular obtido a partir do treinamento em CES, pode também ser um fator que explica os ganhos nas variáveis de oscilação postural no GES e ainda as perdas do GC. No entanto, Westlake & Culham (2007) observaram melhoras na oscilação postural de idosos após um treinamento sensorial, mas sem aumentos na força muscular. Os autores afirmaram que os idosos possuem capacidade de reintegrar as informações dos sistemas de controle postural e com isso, aprimorar variáveis do equilíbrio estático. Assim, a existência de mais mecanismos relacionados à redução na oscilação na situação BAOF pode ser considerada.

Kytabayashi et al. (2003) afirmam que apesar de existirem muitos parâmetros para avaliação da oscilação postural, um total de 114 variáveis de oscilação do CP compiladas nesse estudo, aqueles podem ser sumarizados em quatro domínios de análise: oscilação no tempo, anteroposterior, mediolateral e banda de alta frequência. O presente estudo utilizou variáveis contidas nos três primeiros domínios, que são os mais utilizados nas pesquisas desenvolvidas com idosos (DUARTE & FREITAS, 2010), no entanto, as respostas variam entre os artigos sem uma explicação clara sobre qual domínio ou variável seria mais sensível aos efeitos dos treinamentos, como os descritos a seguir.

Swanenburg et al. (2007) observaram melhoras nas amplitudes de oscilação anteroposterior e mediolateral nos protocolos BAOA e BAOF após 36 sessões de treino voltado para a prevenção de quedas em idosos. Park et al. (2008) após submetterem idosos a 144 sessões de um treino multicomponente, observaram alterações na soma do comprimento total, velocidade e desvio padrão mediolateral de oscilação do CP nos protocolos BAOA e BAOF, mas não no desvio anteroposterior. Ambos os autores observaram mudanças na amplitude de oscilação mediolateral com pelo menos 36 sessões de treinamento. O presente estudo obteve melhoras similares, porém com 24 sessões. As mudanças nos parâmetros mediolaterais, em menor quantidade de sessões, podem ser devido ao treinamento do CES envolver caminhadas laterais, esse tipo de movimento faz parte de estratégias de prevenção de quedas não utilizados normalmente em atividades da vida diária (PARK et al., 2008). As alterações no sentido mediolateral são particularmente importantes em idosos por apresentarem relação com a ocorrência de quedas (MAKI & MCILORY, 2006; PETRELLA et al., 2012).

Os estudos de Paillard et al. (2004) e Hiyamizu et al. (2012) confirmam a eficácia da especificidade do treinamento do CES, uma vez que, com treinamentos de caminhadas e treinos de equilíbrio com adição de tarefas duplas e mesma quantidade de sessões, não demonstraram melhoras em parâmetros do CP. Esse autores não observaram melhoras quando em situações BAOA e BAOF nas variáveis área, comprimento total, amplitudes anteroposterior e mediolateral.

A estabilidade postural requer a percepção e integração de informações aferentes a partir do sistema sensorial, bem como de controle do sistema motor de

manter o equilíbrio postural (MATSUMURA & AMBROSE, 2006; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010), assim vários fatores podem influenciar os parâmetros do CP. Foram observadas melhoras intra grupos no GES e GC em parâmetros anteroposteriores, no entanto, como ocorreram nos dois grupos, estas podem ser devido a outro fator e não ao treinamento. Melhoras no sentido anteroposterior indicam alterações no controle dos músculos flexores e dorsiflexores do tornozelo, apesar de o programa de exercícios envolver tais exercícios, não foram avaliadas melhoras especificamente na força desta musculatura (SWANENBURG et al. 2007).

A falta de identificação de melhoras no CP nos outros protocolos avaliados neste estudo (BFOA, BFOF, TDOA, UniOA) ainda permanece por ser esclarecida. Esses protocolos foram mais sensíveis em demonstrar alterações negativas no GC, situação que corrobora com outros testes (força e desempenho funcional) realizados na mesma investigação. Uma provável explicação é que estas situações, que são mais desafiadoras em relação à primeira (BAOF), demandam uma resposta mais acurada de todos os sistemas envolvidos no controle postural e exigem ainda, habilidades como coordenação motora e melhor alinhamento postural. Na situação BAOF, caracterizada por predominância de atuação dos sistemas somatossensorial e vestibular utilizando uma base de apoio estável, há menor necessidade de outras habilidades. Assim, o mesmo aumento na força muscular, variável utilizada para explicar em parte a melhora no equilíbrio na situação BAOF, não causou impacto significativo no controle postural nas situações mais desafiadoras. Porém, como não há uma clareza na literatura, as variáveis e as explicações apontadas para tais situações podem se comportar de forma distinta do retratado acima.

Foi encontrado apenas um estudo que relatou melhoras no desempenho de idosos após treinamentos sensoriais em situações desafiadoras com a mesma duração do presente estudo. Alfieri et al. (2010) após compararem dois grupos de treinamento, um multissensorial e outro resistido (GM=23; GR=23), observaram melhoras no desempenho do teste UniOA e UniOF na amplitude ML, AP e velocidade de oscilação do CP. Sabe-se que a especificidade do treinamento de equilíbrio estático favorece a melhora destes ganhos, porém as sessões de treino do estudo não foram detalhadas em termos de intensidade, duração e frequência em cada tipo de exercício. O treinamento do CES contém duas, de um total de treze

estações em que a habilidade de manter-se equilibrado com a base de suporte estática e desafiadora é trabalhada, durante 2 minutos em cada estação, além de alguns exercícios de aquecimento e alongamento. Portanto, uma vez que a metodologia do CES é relatada com detalhes, caso esta possuísse um maior número de estações que trabalhassem de maneira específica o equilíbrio estático, resultados semelhantes ao artigo do Alfieri et al. poderiam ser encontrados indicando caminhos para aprimorar a metodologia de treino.

Como visto, os efeitos do CES sobre o equilíbrio estático, através da avaliação estabilométrica, apresentaram efeitos interessantes no ganho e na manutenção dessa habilidade, porém permanece a questão sobre qual situação de apoio ou variável melhor detectaria os efeitos deste tipo de treinamento. Mesmo que com melhoras discretas e localizadas em um determinado protocolo, o CES vem adicionar informações relevantes a essa linha de estudo.

6.3. Efeitos sobre o desempenho funcional

No presente estudo foram utilizadas avaliações do desempenho funcional nos testes *Timed Up & Go*, Levantar da cadeira e teste de Caminhada de 6 minutos. As habilidades de agilidade e equilíbrio dinâmico avaliadas pelo TUG demonstraram diferenças significativas (-6,3%) pós-treinamento quando analisado somente no GES. Já a resistência dos membros inferiores e a capacidade aeróbia avaliadas pelos testes de Levantar da cadeira e Caminhada de 6 minutos não obtiveram melhoras significantes. Porém, observou-se uma tendência de melhora do desempenho destes testes (+8,06 e +3,20%, respectivamente) com respectiva redução no grupo controle.

A melhora do desempenho no TUG é consistente com os resultados de estudos prévios que aplicaram intervenções com o mesmo princípio utilizado no CES e com a mesma quantidade de sessões (EYIGOR et al. 2007; DONAT & OZCAN, 2007; FU et al. 2009; ALFIERI et al. 2010). As melhoras obtidas nos estudos supracitados foram acima do observado no trabalho em discussão (11% a 24% versus 6,3%), o que pode ser explicado, em parte, pelo uso de amostras diferentes em termos de faixa etária e sexo. Outro aspecto a ser destacado é a falta

de clareza metodológica das intervenções utilizadas. As intervenções dos estudos abordados descrevem superficialmente os tipos de exercícios e estímulos utilizados, relatando apenas a duração total das sessões, aproximadamente 50 a 60 minutos. Este aspecto parece não ser determinante para observar uma redução maior no tempo para executar o TUG, mas o quanto a habilidade é estimulada de forma específica. O *Timed Up & Go* é composto de uma série de componentes, incluindo levantar-se, caminhar, mudar de direção e sentar-se. Todas essas habilidades são treinadas no CES, no entanto, apenas uma das 13 estações envolve a realização de todos esses movimentos combinados por um período contínuo de 2 minutos, tempo suficiente previsto na literatura para promover melhoras dos sistemas envolvidos no controle postural (HERDMAN, 2002).

Nem todos os aspectos de desempenho funcional responderam ao treinamento do CES, embora com aumento, não foi observada significância estatística nas comparações dos testes Levantar da cadeira e Caminhada de 6 minutos entre os momentos pré e pós-treinamento.

O estudo de Rubenstein et al. (2000) aplicou um treinamento de força, equilíbrio, aeróbio e marcha semelhante ao CES em um grupo de homens idosos (GE=31 e GC=28). Observou-se, após 12 semanas e 36 sessões de treino, que o GE melhorou o desempenho nos testes Levantar da cadeira e Caminhada de 6 minutos. Carvalho et al. (2009) também analisaram os efeitos de um treino multicomponente, realizado duas vezes na semana, em mulheres idosas (GE=32 e GC=25) durante 64 sessões de uma hora. Houve aumento significativo do desempenho no teste Levantar da cadeira, mas não na caminhada de 6 minutos.

Já no estudo de Hiyamizu et al. (2011) não foram encontrados aumentos significativos no teste de Levantar da cadeira após 24 sessões de treinamento. Os autores realizaram duas intervenções com o objetivo de melhorar a força, equilíbrio e marcha, com um dos grupos realizando os mesmos exercícios associando tarefas duplas visuais ou verbais (GE=17; GC=19), embora tenham sido observados aumentos variando de 8 a 14% nos grupos, estes não foram significantes. Os valores iniciais (GE =20,21 versus GC=18,70 repetições) foram semelhantes aos do presente estudo.

Eyigor et al. (2007) investigaram em um estudo pré-experimental os efeitos de um programa de exercícios multicomponentes realizados três vezes por semana durante 24 sessões de uma hora em uma amostra de 23 mulheres ativas. Os resultados do teste de caminhada foram favoráveis, com aumento significativo de 10,4%. Neste estudo os participantes foram instruídos a realizarem caminhadas em dois dias da semana.

Os artigos citados observaram benefícios, nos grupos que sofreram intervenção, em pelo menos uma das variáveis do desempenho funcional utilizadas na presente investigação com treinamentos acima de 24 sessões, ou seja, superiores ao CES. As amostras dos estudos eram maiores e, além disso, ocorreu um momento específico de trabalho aeróbio e resistido e, no caso do Eyigor et al. (2007), foram adicionadas sessões de caminhada ao treinamento convencional, características que podem ter favorecido o aprimoramento destas habilidades.

No presente estudo, o GC apresentou, antes da intervenção, valores semelhantes ao grupo experimental em todas as variáveis do desempenho funcional analisadas. No pós-teste, este grupo teve uma tendência de piora, exceto no TUG. Essa redução, no desempenho do teste de Caminhada de 6 minutos, foi significativa. A capacidade aeróbia dos idosos saudáveis não sofre perdas significantes em curtos períodos (AFIUNE, 2011). Explicações para essa redução não são prontamente aparentes e a literatura apresentada na discussão não relata com clareza o comportamento dos grupos controle, limitando assim, discussões mais aprofundadas.

Os achados reforçam a necessidade de mais averiguações a fim de se produzirem evidências que suportem os reais efeitos do CES nas variáveis de desempenho funcional analisadas.

6.4. Limitações do estudo

A metodologia do estudo contém limitações que devem ser relatadas para melhor entendimento dos caminhos trilhados durante a sua realização. Em primeiro lugar, o estudo não foi desenhado estatisticamente para detectar mudanças nos índices avaliados, assim o tamanho da amostra foi pequeno, gerando a possibilidade

de aumento de erro tipo I-II, no entanto as estimativas foram baseadas em dados disponíveis em outros estudos com treinamentos semelhantes que observaram efeitos significativos nas mesmas capacidades físicas. Além disso, procurou-se estimar a significância clínica através do cálculo do tamanho do efeito.

O fato de a distribuição dos grupos não ter sido aleatória, característica inerente de estudos quase experimentais, destaca-se como segunda limitação. Para minimizar vieses de seleção, optou-se por duas estratégias, os grupos foram alocados pela ordem de cadastro da pesquisa e sem consulta de interesse prévio em relação ao tratamento experimental. Adicionalmente, no início do estudo eram equivalentes quanto às variáveis antropométricas, sociodemográficas e de desempenho físico.

Outra limitação muito comum em estudos com exercícios físicos é o fato dos participantes não serem cegos para as condições de tratamento, assim é possível que parte da melhoria nos resultados seja devido à maior consciência em relação ao desempenho, gerando possivelmente, maior esforço para realizar os testes. Para minimizar tal situação, os avaliadores realizaram os mesmos procedimentos de testagem em ambos os grupos, com padronização de instruções e incentivo verbal.

Em último lugar, embora a falta de uso de instrumento para quantificar as atividades da vida diária nos grupos possa ser considerada mais uma limitação, os principais artigos abordados também não fizeram este tipo de controle, somente relataram sobre a prática regular de atividades físicas sistematizadas, assim como o presente estudo.

6.5. Aplicações práticas

Do ponto de vista prático, os resultados do presente estudo indicam que o CES gera melhoras em importantes parâmetros da aptidão física em idosas saudáveis. A alta adesão sugere a relevância de intervenções preventivas na área do envelhecimento humano, utilizando estratégias que incorporem exercícios coletivos, criativos, e que reproduzam intencionalmente as atividades de vida diária de maneira desafiadora e em ambiente supervisionado.

O CES é uma proposta pedagógica, construída a partir de exercícios preexistentes na literatura científica, sendo de fácil compreensão e execução por parte dos professores de Educação Física e da população idosa. Além disto, apresenta uma clara definição de materiais e métodos para sua implementação, caracterizados pelo baixo custo e facilidade de replicação. Assim, quando o objetivo for aprimorar autonomia e fatores de risco relacionados às quedas, esta modalidade deve ser considerada como alternativa viável.

7. CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo demonstraram que o CES, treinamento com foco no aprimoramento do equilíbrio de pessoas idosas, melhora a força muscular e o equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas em mulheres não praticantes de atividade física regular sistematizada. Nos testes Caminhada de 6 minutos, teste de Levantar da Cadeira e outros protocolos do equilíbrio estático foi possível notar alterações positivas nos valores absolutos do GES. Esses achados somam evidências ao primeiro estudo que avaliou a metodologia do CES (Costa, 2010) e àqueles que afirmam que os treinamentos sensoriais podem interferir em mais de um componente da aptidão física que não somente o equilíbrio.

Torna-se importante que futuras investigações realizem o acompanhamento de efeitos nas quedas e dos resultados em longo prazo. Estudos com foco na prevenção de quedas e fatores associados empregam tais estratégias para demonstrar melhor a eficácia das intervenções. Uma vez que foram vistos efeitos em apenas três meses de treinamento, a continuidade destes continua por ser esclarecida e ainda a sua observação na ocorrência de quedas, um importante potencial resultado do CES. A modalidade não exclui a necessidade de participação de idosos em outras modalidades na rotina semanal, portanto, sugere-se que novos estudos associem ao CES outros tipos de intervenções.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM – American College of Sports Medicine. Exercise and Physical Activity for older adults – Position Stand. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 2009.

ACSM & AHA – American College of Sports Medicine & American Heart Association. Physical Activity and Public Health in Older Adults. **Circulation**, 2007.

ACSM & AHA – American College of Sports Medicine & American Heart Association. **Physical activity guidelines for Americans: Be Active, Healthy and Happy**, 2008.

AFIUNE, A. Envelhecimento Cardiovascular. In: In: FREITAS, E. V.; CANÇADO, F. A. X; DOLL, J.; GORZONI, M. L. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. p.373-378, 2011.

ALFIERI, F. M. et al. Functional mobility and balance in community-dwelling elderly submitted to multisensory versus strength exercises. **Journal of Clinical Interventions in Aging**, v.5, p. 181-185, 2010.

ALFIERI, F.M. Distribuição da pressão plantar em idosos após intervenção proprioceptiva. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.10, n.2, p.137-142, 2008.

ANDRADE, L.P. et al. Efeitos de tarefas cognitivas no controle postural de idosos: uma revisão sistemática. **Motricidade**, v. 7, n. 3, p.19-28, 2011.

AQUINO, C.F. et al. Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e Reabilitação. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v.15, p.93-100, 2007.

AVILA, L. T. G.; DREWS, R. & CHIVACOWSKY, S. Contribuições da aprendizagem motora e da atividade física orientada para melhora do equilíbrio em idosos. In: CAVALLI, A. S. & AFONSO, M. R. **Trabalhando com a Terceira Idade: Práticas Interdisciplinares**, p.69-88, 2011.

BAKER, M. K.; ATLANTIS, E. et al. Multi-modal exercise programs for older adults. **Age and Ageing**, v. 36, n. 4, p. 375-381, 2007.

BALOH, R. W.; YING, S. H. & JACOBSON, K. M. A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. **Archives of Neurology**, v.60, 2003.

BANEZ, C. et al. Development, implementation, and evaluation of an Interprofessional Falls Prevention Program for older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 56, n. 8, p. 1549-1555, 2008.

BINDA, S. M.; CULHAM, E. G.; BROUWER, B. Balance, muscle strength, and fear of falling in older adults. **Experimental Aging Research**, v. 29, n. 2, p. 205-219, 2003.

- BIRD, M. et al. The long-term benefits of a multi-component exercise intervention to balance and mobility in healthy older adults. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 52, n. 2, p. 211-216, 2011.
- BIRD, M.-L. et al. Effects of resistance- and flexibility-exercise interventions on balance and related measures in older adults. **Journal of Aging Physical and Activity**, v. 17, n. 4, p. 444-454, 2009.
- BOTTARO, M.; RUSSO, A.F.; OLIVEIRA, R.J. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.4, p.285-290, 2005.
- BROWER, B. J. et al. Reducing Fear of Falling in Seniors Through Education and Activity Programs: A Randomized Trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, p.829-834, 2003.
- CAMARA, F. M. et al. Capacidade funcional do idoso: formas de avaliação e tendências. **Acta Fisiátrica**, v. 15, n. 4, p. 249-256, 2008.
- CARVALHO, M. J; MARQUES, E.; MOTA, J. Training and Detraining Effects on Functional Fitness after a Multicomponent Training in Older Women. **Gerontology**, v. 55, p.41-48, 2009.
- CARVALHO, J.; MARQUES, E.; SOARES, J.M.; MOTA, J. Isokinetic strenght benefits after 24 weeks of multicomponent exercise training and combined exercise training in older adults. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 22, n. 1, p.63-69, 2010.
- CHANG, J. T.; GANZ, D. A. Quality indicators for falls and mobility problems in vulnerable elders. **Journal of American Geriatric Society**, v. 55 Suppl 2, p. S327--S334, Oct 2007.
- CIPRIANI, N.C.S. et al. Aptidão funcional de idosas praticantes de atividades físicas. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.12, n. 2, p.106-111, 2010.
- CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Perfil da População Idosa do Distrito Federal**. Brasília, 2012.
- COSTA, J. N. A. Efeitos de um circuito de exercícios sensoriais sobre o equilíbrio funcional e a possibilidade de quedas em mulheres idosas. Dissertação de mestrado – Mestrado em Educação Física, UnB. 2010. 79p.
- COSTA, J. N. A. et al. Efeitos do circuito de equilíbrio sobre o equilíbrio funcional e a possibilidade de quedas em idosas. **Motricidade**, v. 8, p. 485-493, 2012.
- COSTELLO, E.; EDELSTEIN, J. E. Update on falls prevention for community-dwelling older adults: Review of single and multifactorial intervention programs. **Journal of Rehabilitation Research & Development**, v. 45, n. 8, p. 1135-1152, 2008.

GRESS, M.E. et al. Physical activity programs and behavior counseling in older adult populations – Best Practices Statement. **Medicine & Science in Sports & Medicine**, 2004.

DANIEL, F et al. Effects of a physical activity program on static balance and functional autonomy in elderly women. **Macedonian Journal of Medical Sciences**, v.3, n.1, p.1-6, 2010.

DOHERTY, T. J. Invited Review: Aging and sarcopenia. **Journal of Applied Physics**, v.95, n. 4, p. 1717-1727, 2003.

DONAT, H. & OZCAN, A. Comparison of the effectiveness of two programmes an older adults at risk of failing: unsupervised home exercise and supervised group exercise. **Clinical Rehabilitation**, v. 27, p.273-283, 2007.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, p. 183-192, 2010.

DUARTE M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quase-estática. Universidade de São Paulo. Tese (livre docência na área de Biomecânica). 2000.

DVIR, Z. **Isocinética**: Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. Ed. Manole, 1ª Ed, 2002, 231p.

EYIGOR, S.; KARAPOLAT, H.; DURMAZ, B. Effects of a group-based exercise program on the physical performance, muscle strength and quality of life in older women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 45, n. 3, p. 259-271, 2007.

FABER, M.J. et al. Effects of exercise programs on falls and mobility in frail and pre-frail older adults: a multicenter randomized controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.87, p.885-896, 2006.

FARINATTI, P. T. V. & SIMÃO, R. Medida e avaliação da aptidão física em idosos, p.215-226, 2008. In: FARINATTI, P. T. V. **Envelhecimento, promoção da saúde e exercício**: bases teóricas e metodológicas. v. 1, Ed. Manole, 2008.

FARINATTI, P. T. V. **Envelhecimento, promoção da saúde e exercício**: bases teóricas e metodológicas. v. 1, 2008. 512p.

FIEDLER, M.M.; PERES, K.G. Capacidade funcional e fatores associados em idosos do Sul do Brasil: um estudo de base populacional. **Caderno de Saúde Pública**, v.24, n.2, p. 409-415, 2008.

FIELD, A. **Discovering Statistics Using SPSS**. SAGE, 3º ed. 2012, 821p.

FLECK, J.F. & KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. Artmed, 3º ed., 2006, 375p.

FRANÇA, N. M.; VÍVOLO, M. A. Medidas antropométricas. In: MATSUDO, V. **Testes em ciências do esporte**. São Caetano do Sul, v.5, p.19-31, 1995.

FREIBERGER, E.; SIEBER, C.; PFEIFER, K. Physical activity, exercise, and sarcopenia - future challenges. **Wiener Medizinische Wochenschrift**, v.161, n.17-18, p.416-425, 2011.

FRONTERA, W.R. et al. Skeletal muscle fibre quality in older men and women. **Am J Physiol Cell Physiol**, v.279, p.611–618, 2000.

FU, S.; CHOY, N. L.; NITZ, J. Controlling balance decline across the menopause using a balance-strategy training program: a randomized, controlled trial. **Climacteric**, v. 12, n. 2, p. 165-176, 2009.

GALLAHUE, D. L. & DONNELLY, F.C. **Educação Física Desenvolvimentista para todas as crianças**. 4ª Ed. Phorte, 2008. 725p.

GILLESPIE, L. D. et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community – review. **Cochrane Database Systematic Reviews**, n.2, 2009.

GRABINER, M. D. et al. Trunk kinematics and fall risk of older adults: Translating biomechanical results to the clinic. **J. Electromyogr. Kinesiol.**, v. 18 p.197–204, 2008.

GRANACHER, U. et al. Comparison of Traditional and Recent Approaches in the Promotion of Balance and Strength in older adults. **Sports Medicine**, v. 41, n. 5, p. 377- 400, 2011.

GUIMARÃES, J. M. & FARINATTI, P.T. Análise descritiva de variáveis teoricamente associadas ao risco de quedas em mulheres idosas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 5, 2005.

HANSON, E. D. et al. Effects of strength training on physical function: influence of power, strength, and body composition. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 23, n. 9, p. 2627-2637, 2009.

HERDMAN, S.J. **Reabilitação Vestibular**. 2.ed. São Paulo: Manole, 2002. 567p.

HIYAMIZU, M. et al. Effects of dual task balance training on dual task performance in elderly people: a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, v.26, n.1, p. 58-67, 2012.

HOWE, T. E. et al. Exercise for improving balance in older people. **Cochrane Database Systematic Reviews**, v. 4, p. 1-113, 2008.

HUE, O. et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. **Gait & Posture**, v.26, p.32-38, 2007.

HU, M. & WOOLLACOTT, M. H. Multisensory Training of Standing Balance in Older Adults: I Postural Stability and One- Leg Stance Balance. **Journal of Gerontology: Medical Sciences**, v. 49, n. 2, p.52-61, 1994.

HURLEY, M. V.; REES, J.; NEWHAM, D.J. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. **Age and Ageing**, v. 27, p.55-62, 1998.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores demográficos e de Saúde no Brasil**. Brasil, 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores demográficos e de Saúde no Brasil**. Brasil, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse dos Resultados do Censo 2010**. Brasil 2010.

JESSUP, J. V. et al. Effects of Exercise on Bone Density, Balance, and Self Efficacy in Older Women. **Biological Research for Nursing**, v. 4, n. 3, 2003.

KANEDA, K. et al. A comparison of the effects of different water exercise programs on balance ability in elderly people. **J Aging Phys Act**, v. 16, n. 4, p. 381-392, 2008.

KARIKANTA, S. et al. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: randomized, controlled trial. **Osteoporosis International**, v.18, p.453-462, 2007.

KARINKANTA, S. et al. Physical therapy approaches to reduce fall and fracture risk among older adults – Review. **Nature**, v.6, p.396-407, 2010.

KIM, K.; PIAO, Y.; KIM, N.; KWON, T. Characteristic Analysis of the Isokinetic Strength in Lower Limbs of The Elderly on Training for Postural Control, **Inter. J. of Precision Engineering and Manufacturing**, v. 11, n. 6, p. 955-967, 2010.

KITABAYASHI, T; DEMURA, S; NODA, M. Examination of the factor structure of center of foot pressure movement and cross-validity. **J. Physiol. Anthropol. Appl. Human Science**, v. 22, p.265-272, 2003.

KREBS, D. E.; SCARBOROUGH, D. M.; MCGIBBON, C. A. Functional vs. strength training in disabled elderly outpatients. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 86, n. 2, p. 93-103, 2007.

KUANG, T. et al. Visual impairment and falls in the elderly: The Shihpai Eye Study. **J Chin Med Assoc**, v.71, n.9, 2008.

KUH, D. et al. Grip Strength, Postural Control, and Functional Leg Power in a Representative Cohort of British Men and Women: Associations With Physical Activity, Health Status, and Socioeconomic Conditions. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v.60, n.2, p.224-231, 2005.

LATHAM, N. K. et al. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 59, n. 1, p. 48-61, 2004.

LELARD, T. et al. Effects of a 12-week Tai Chi Chuan program versus a balance training program on postural control and walking ability in older people. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 91, n. 1, p. 9-14, 2010.

LEMOS, L. F. C. **Desenvolvimento do equilíbrio postural e desempenho motor de crianças de 4 aos 10 anos de idade**. 2010, 92p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós-graduação em Educação Física – UnB. Brasília, 2010.

LI, J. X.; XU, D. Q.; HONG, Y. Changes in muscle strength, endurance, and reaction of the lower extremities with Tai Chi intervention. **J Biomech**, v. 42, n. 8, p. 967-971, 2009.

LISBOA, M. G. C.; GONZAGA, J. M. & BARELA, J. A. Capacidade funcional e controle postural de idosos: Efeitos de diferentes programas de atividade física. In: AFONSO, M. R.; CAVALLI, A. S. & CAMPOS, A. L. P. **Trabalhando com a Terceira Idade: Estudos e Pesquisas**, p.183-210, 2011.

LIU-AMBROSE, T. et al. Home-Based Strength and Balance Retraining Improves Executive Functioning in Older Fallers: A Randomized Controlled Trial. **J Am Ger Soc**, v.56, p.1821-1830, 2008.

MACALUSO, A. et al. Contractile muscle volume and agonist-antagonist coactivation account for differences in torque between young and older women. **Muscle Nerve**, v.25, p.858-863, 2002.

MAKI, B. E. & McILORY, W, E. Control of rapid limb movements for balance recovery: age-related changes and implications for fall prevention. **Age and Ageing**, v. 3, n. 2, p.12-18, 2006.

MATSUDO, S. M. **Avaliação do idoso: física e funcional**. Londrina: Midiograf; 2000.

MATSUDO, S.M.M. **Avaliação do Idoso: Física & Funcional**. 3ª Ed. 2010. 261p.

MATSUMURA, B. A.; AMBROSE, A. F. Balance in the elderly. **Clin Geriatr Med**, v.22, n.2, p. 395-412, 2006.

MCARDLE, W.; KATCH, F. I. & KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 5ª edição, 2006. 1132p.

MISIC, M. M. et al. Impact of training modality on strength and physical function in older adults. **Gerontology**, v. 55, n. 4, p. 411-416, 2009.

MISZKO, T. A. et al. Effect of Strength and Power Training on Physical Function in Community-Dwelling Older Adults. **J Geront: Med Sci**, v.58, n.2, p.171-175, 2003.

MIYAMOTO, S. T. et al. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, p. 1411-1421, 2004.

MORIOKA, S. et al. Effects of plantar hardness discrimination training on standing postural balance in the elderly: a randomized controlled trial. **Clin Rehabil**, v. 23, n. 6, p. 483-491, 2009.

MS – Ministério da Saúde. VIGITEL – Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico – **Estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças**

crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2010. Brasil, 2010.

NAGY, E. et al. Postural control in elderly subjects participating in balance training. **Eur J Appl Physiol**, v. 100, n. 1, p. 97-104, 2007.

NEGRÃO, C.E. & BARRETTO, A.C.P. **Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata.** 1ª edição, 2005. Ed. Manole. 354p.

NELSON, M. E.; REJESKI, W. J.; BLAIR, S. N. Physical Activity and Public Health in Older Adults : Recommendation From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1094-1105, 2007.

NITZ, J. C.; CHOY, N. L. The efficacy of a specific balance-strategy training programme for preventing falls among older people: a pilot randomised controlled trial. **Age Ageing**, v. 33, n. 1, p. 52-58, 2004.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Good Health adds life to years: Global brief for World Health Day**, 2012.

ORR, R.; RAYMOND, J.; SINGH, F. M. Efficacy of Progressive Resistance Training on Balance Performance in Older Adults. **Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 317-343, 2008.

PAILLARD, T. et al. Effects of brisk walking on static and dynamic balance, locomotion, body composition, and aerobic capacity in ageing healthy active men. **Int J Sports Med**, v. 25, n. 7, p. 539-546, 2004.

PARK, H. et al. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. **J Bone Miner Metab**, v. 26, p. 254-259, 2008.

PEREIRA, S. R. M. Fisiologia do Envelhecimento. In: FREITAS, E. V.; CANÇADO, F. A. X.; DOLL, J.; GORZONI, M. L. **Tratado de Geriatria e Gerontologia.** p.947-958, 2011.

PERRACINI, M.R. & RAMOS, L.R. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. **Rev Saúde Pública**, v.6, n.36, p.709-716, 2002.

PERRY, M.C. et al. Strength, power output and symmetry of leg muscles: effect of age and history of falling. **European Journal of Applied Physiology**, v.100, n.5, p.553-561, 2007.

PETRELLA, M. et al. Parâmetros do controle postural em mulheres idosas com ou sem histórico de quedas associadas ou não a osteoartrite de joelho. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 52, n.04, p. 512 -517 2012.

PETRIDOU, E. T. et al. What works better for community-dwelling older people at risk to fall?: a meta-analysis of multifactorial versus physical exercise-alone interventions. **J Aging Health**, v. 21, n. 5, p. 713-729, 2009.

- PIJNAPPELS, M. et al. Identification of elderly fallers by muscle strength measures. **Eur J Appl Physiol**, v.102, n.5, p.585-592, 2008.
- PIZZIGALLI, L. et al. Prevention of Falling Risk in Elderly People: The relevance of muscular Strength and Symmetry of Lower Limbs in Postural Stability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.2, 2011.
- PODSIADLO, D. & RICHARDSON, S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 39, n. 2, p.142-149, 1991.
- PRADO, J. M.; STOFFREGEN, T. A.; DUARTE, M. Postural sway during dual tasks in young and elderly adults. **Gerontology**, v. 53, n. 5, p. 274-281, 2007.
- RAMSBOTTOM, R. et al. The effect of 6months training on leg power, balance, and functional mobility of independently living adults over 70 years old. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 12, n. 4, p. 497-510, 2004.
- RAYMAKERS, J. A.; SAMSON, M. M. & VERHAAR, H. J. J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). **Gait & Posture**, v.21, p.48-58, 2005.
- RIBOM, E. L. et al. Population-based reference values of handgrip strength and functional tests of muscle strength and balance in men aged 70-80 years. **Arch Gerontol Geriatr**, v. 53, n. 2, p. 114-117, 2011.
- RIKLI, R. E.; JONES, C. J. **Teste de Aptidão Física para Idosos**. Ed. Manole, 2008, 183p.
- ROSE, D.J. & HERNANDEZ, D. The role of exercise in fall prevention for older adults. **Clinics in Geriatric Medicine**, v.26, n.4, p.607-631, 2010.
- ROSENBERG, I. H. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. **Clin Geriatr Med**, v.27, p.337-339, 2011.
- ROSSI, E. & SADER, C. S. Envelhecimento do sistema osteoarticular. In: FREITAS, E. V.; CANÇADO, F. A. X.; DOLL, J.; GORZONI, M. L. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**, p.832-837, 2011.
- RUBENSTEIN, L.Z. et al. Effects of a Group Exercise Program on Strength, Mobility and Falls Among Fall-Phone Elderly Men. **J. of Gerontology: Medical Sciences**, v. 55, n. 6, p.317-321, 2000.
- RYDWIK, E.; FRÄNDIN, K.; AKNER, G. Effects of physical training on physical performance in institutionalised elderly patients (70+) with multiple diagnoses. **Age Ageing**, v. 33, n. 1, p. 13-23, 2004.
- SAFONS, M. P.; PEREIRA, M. M. & COSTA, J. N. A. Novo significado do ser idoso e suas repercussões na prescrição do exercício físico. In: CAVALLI, A. S. & AFONSO,

- M. R. **Trabalhando com a Terceira Idade: Práticas Interdisciplinares**, p.39-68, 2011.
- SALMINEN, M.; VAHLBERG, T.; KIVELÄ, S.L. The long-term effect of a multifactorial fall prevention programme on the incidence of falls requiring medical treatment. **Public Health**, v. 123, n. 12, p. 809-813, 2009.
- SCHILLING, B. K. et al. Effects of unstable surface training on measures of balance in older adults. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 4, p. 1211-1216, 2009.
- SCHNEIDER, J. K.; COOK, J. H.; LUKE, D. A. Unexpected effects of cognitive-behavioural therapy on self-reported exercise behaviour and functional outcomes in older adults. **Age Ageing**, v. 40, n. 2, p. 163-168, 2011.
- SCOPPA, F. et al. Clinical stabilometry standardization Basic definitions – Acquisition interval – Sampling frequency. **Gait & Posture**, v. 37, n. 2, p.290-292, 2012.
- SHERRINGTON, C. et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. **NSW Public Health Bulletin**, v. 22, p. 3-4, 2011.
- SHERRINGTON, C. et al. Group exercise can improve participants' mobility in an outpatient rehabilitation setting: a randomized controlled trial. **Clin Rehabil**, v. 22, n. 6, p. 493-502, 2008.
- SHOBHA, S.; RAO, M.D. Prevention of Falls in Older Patients. **American Family Physician**, v.72, n.1, p.81-88 e 93-94, 2005.
- SHUMWAY-COOK, A. & WOOLLACOTT, M. **Controle motor: Teoria e aplicações práticas**. Ed. Manole, 2010, 632p.
- SHUMWAY-COOK, A. et al. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. **Phys Ther**, v. 77, n. 1, p. 46-57, 1997.
- SINGH, M. A. F. Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercises prescription. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, p.262–282, 2002.
- SOARES, M. A. & SACCHELLI, T. Efeitos da cinesioterapia no equilíbrio de idosos. **Rev Neurocienc**, v.16, n.2, p.71-100, 2008.
- SPILIOPOULOU, S. I. et al. Vibration effects on static balance and strength. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 9, p. 610-616, 2010.
- SPIRDUSO, W.W. **Dimensões Físicas do Envelhecimento**. Ed. Manole, 2005. 482p.
- SWANENBURG, J. et al. Effects of exercise and nutrition on postural balance and risk of falling in elderly people with decreased bone mineral density: randomized controlled trial pilot study. **Clin Rehabil**, v. 21, n. 6, p. 523-534, 2007.

- TANAKA, T. M. A. et al. Analysis of Toe Pressures under Foot While Dynamic Standing on One Foot in Healthy Subjects. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v.23, n.3, 1996.
- TEASDALE, N. & SIMONEAU, M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. **Gait and Posture**, v. 14, p.203-210, 2001.
- MAHANT, P. R. & STANCY, M. A. Movement Disorders and Normal Aging. Movement Disorders. **Neurologic Clinics**, v.19, n.3, p. 553-563, 2001.
- THOMAS, J. R.; NELSON, J.K.; SILVERMAN, S.J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. Artmed, 6^oed, 2012, xxx. p.
- TIEDEMANN, A. et al. Exercise and Sports Science Australia position statement on exercise and falls prevention in older people. **J Sci Med Sport**, v.14, n.6, p.489-495, 2011.
- TROMBETTI, A. et al. Effect of music-based multitask training on gait, balance, and fall risk in elderly people: a randomized controlled trial. **Arch Intern Med**, v. 171, n. 6, p. 525-533, 2011.
- TUCKER, M. G. et al. Differences in rapid initiation and termination of voluntary postural sway associated with ageing and falls-risk. **J Mot Behav**, v. 42, n. 5, p. 277-287, 2010.
- TYLDESLEY, B. & GRIEVE, J. I. **Músculos, nervos e movimento na atividade humana**. Santos, 2006, 270p.
- VALENTE, M. Sarcopenia. In: FREITAS, E. V.; CANÇADO, F. A. X.; DOLL, J.; GORZONI, M. L. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. p.1019-1029, 2011.
- VISSER, M.; SCHAAP, L. A. Consequences of Sarcopenia, **Clin Geriatr. Med**, v. 27, 387–399, 2011.
- VOERMANS, N.C. et al. Why old people fall (and how to stop them). **Pract Neurol**, v.7, n.3, p.158-171, 2007.
- WALRAND, S. et al. Physiopathological Mechanism of Sarcopenia. **Clin Geriatr Med**, v.27, p.365–385, 2011.
- WATERS, D. L. et al. Evaluation of a Peer-Led Falls Prevention Program for Older Adults. **Arch Phys Med Rehabil**, v.92, 2011.
- WESTLAKE, K. P.; CULHAM, E. G. Sensory-specific balance training in older adults: effect on proprioceptive reintegration and cognitive demands. **Physical Therapy**, v. 87, n. 10, p. 1274-1283, 2007.

WHO-World Health Organization. **Global recommendations on physical activity for health**, 2010.

WICKHAM, C.P. et al. Muscle strength, activity, housing and the risk of falls in the elderly people. **Age Ageing**, v.18, n.1, p.47-51, 1989.

YEOM, H.; KELLER, C.; FLEURY, J. Interventions for promoting mobility in community-dwelling older adults. **Journal of American Academic Nurse Practice**, v. 21, n. 2, p. 95-100, 2009.

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1 - Aprovação em Comitê de Ética.....	103
ANEXO 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	104
ANEXO 3 - Termo de uso de imagem.....	106
ANEXO 4 - Questionário estruturado.....	107
ANEXO 5 - Script feito na plataforma MATLAB R2010a para tratamento dos dados do protocolo UniOA.....	110
ANEXO 6 - Cronograma.....	112
ANEXO 7 - Resumo aceito e apresentado no European College of Sports Science (ECSS) 2013.....	113
ANEXO 8 - Artigo submetido utilizando os dados do estudo piloto realizado com plataforma de equilíbrio.....	114

ANEXOS

Anexo 1 – Aprovação em Comitê de Ética



Universidade de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/FS

PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto no CEP: **167/11**

Título do Projeto: "Efeitos de um circuito de exercícios sensoriais na força muscular, equilíbrio e atividades da vida diária de idosos."

Pesquisadora Responsável: Bruna Pereira Avelar

Data de Entrada: 16/11/11

Com base na Resolução 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética em pesquisa com seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos e do contexto técnico-científico, resolveu **APROVAR** o projeto **167/11** com o título: "Efeitos de um circuito de exercícios sensoriais na força muscular, equilíbrio e atividades da vida diária de idosos," analisado na 10ª reunião ordinária realizada no dia 1 de dezembro de 2011.

A pesquisadora responsável fica, desde já, notificada da obrigatoriedade da apresentação de um relatório semestral e relatório final sucinto e objetivo sobre o desenvolvimento do Projeto, no prazo de 1 (um) ano a contar da presente data (item VII.13 da Resolução 196/96).

Brasília, 24 de fevereiro de 2012.

Prof. Natália Monsóres
Coordenador do CEP-FS/UnB

Anexo 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Aluna de Mestrado Responsável: Bruna Pereira Avelar

Professor Orientador: Dr. Ricardo Moreno Lima

A senhora está sendo convidada a participar de uma pesquisa envolvendo aulas de exercícios sensoriais para pessoas acima de 60 anos de idade que não possuam limitações físicas que impossibilitem a execução da atividade proposta. Exercícios sensoriais são fundamentais para a saúde da população idosa, considerada mais frágil devido às doenças crônicas prevalentes e o sedentarismo. É importante que os pesquisadores e a comunidade saibam se os exercícios sensoriais propostos trarão benefícios para a população em sua força muscular, equilíbrio e atividades da vida diária.

O objetivo dessa pesquisa é dar continuidade aos estudos sobre exercícios sensoriais na Universidade de Brasília, avaliando outros possíveis efeitos destes tipos de exercícios em idosos. Para isso, serão realizados testes como peso e altura, um questionário sobre inventário de quedas, avaliação da força muscular, equilíbrio e atividades da vida diária por meio de testes funcionais. As aulas acontecerão gratuitamente na Universidade de Brasília com duração aproximada de 1 hora e serão supervisionadas por uma equipe de professores de educação física, toda a intervenção terá uma duração de três meses. Ao final das aulas espera-se que você tenha melhorado algumas capacidades físicas. O treinamento não oferece riscos, porém é possível e normal que algumas pessoas sintam certo desconforto por causa da adaptação aos exercícios. Todas as informações fornecidas serão mantidas em sigilo e somente os pesquisadores envolvidos no projeto terão acesso a elas, estes também estarão à disposição para orientar e esclarecer qualquer dúvida antes e durante a pesquisa. Você não é obrigada a responder questões que lhe tragam constrangimentos e pode desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem ser penalizada.

Os resultados desta pesquisa serão divulgados em revistas científicas da área e Congressos Internacionais, Nacionais e Regionais sobre envelhecimento e saúde. Os dados da pesquisa, materiais utilizados e qualquer informação da pesquisa ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora responsável: Prof^a. Bruna Pereira Avelar. Há duas vias deste documento: 1 para o pesquisador e 1 para a participante. Caso necessário os telefones de contato são: Prof. Bruna –(61)84043955 – (61)31072533 ou Comitê de Ética em Pesquisa (61)3107-1947.

“Li as informações acima, recebi as explicações sobre a pesquisa e desejo participar voluntariamente sabendo que posso retirar meu consentimento e interromper minha participação a qualquer momento, sem penalidades. Uma cópia deste documento me será dada.”

Participante Voluntário

Bruna Pereira Avelar
Pesquisadora Responsável

Data: ___/___/_____

Anexo 3 – Termo de Uso de Imagem

Termo de Uso de Imagem

Eu _____, RG _____, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, a pesquisadora Bruna Pereira Avelar, autora do projeto de pesquisa intitulado “Efeitos de um Circuito de exercícios sensoriais na força muscular, equilíbrio e atividades da vida diária de idosas” a realizar as fotos que se façam necessárias sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, estou ciente de que tenho a garantia de sigilo quanto à divulgação do meu nome e dados pessoais e, libero a utilização destas fotos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor da pesquisadora, acima especificada, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º 10.741/2003).

Brasília, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura voluntário da pesquisa

Bruna Pereira Avelar
Pesquisador responsável pelo projeto

Anexo 4 – Questionário Estruturado

Questionário

Prezado voluntário,

Pedimos sua atenção no preenchimento deste questionário. As informações que solicitamos que você descreva aqui são de fundamental importância para conhecermos um pouco melhor suas condições de saúde.

IDENTIFICAÇÃO			
Nome: _____			
Sexo: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino			
Estado civil: <input type="checkbox"/> Solteiro <input type="checkbox"/> Casado <input type="checkbox"/> Viúvo <input type="checkbox"/> Separado, desquitado, divorciado			
Idade: _____		Data Nascimento: ____/____/19____	
Endereço: _____			
Bairro: () Asa Norte () Asa Sul () Guará () Lago Norte () Lago Sul () Lago Norte () Lago Sul () Outro: _____			
Nível de escolaridade: Fundamental C () I () Médio C () I () Superior C () I ()			
Com quem mora: Sozinho () com parentes () com o cônjuge () cônjuges, filhos e netos () com amigos () outros ()			
Telefones de contato: _____			
INFORMAÇÕES SOBRE SAÚDE			
Pratica alguma atividade física ultimamente? () Sim () Não Qual (is)? _____ Há quanto tempo? _____			
Apresenta alguma das doenças (Diagnosticadas por médico) ou sintomas abaixo? Qual (is) remédio(s) usa?			
Doença	Possui?	Há quanto Tempo?	Remédios e observações
Diabetes Tipo: _____	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Infarto agudo do miocárdio	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Hipertensão	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Arritmia Cardíaca	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Bronquite crônica, Enfisema Pulmonar, Asma Brônquica	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Qual?
Insônia	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Apneia do sono	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		

Estresse	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim		
Depressão	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Fibromialgia	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Labirintite	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
AVC (derrame cerebral)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Problemas de coluna (hérnia de disco, lombalgias etc)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Qual?
Incontinência Urinária	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Hipotensão Postural	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Doença de Parkinson	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Vertigem e/ou tontura	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Osteoporose	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Onde?
Osteopenia	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Onde?
Artrite	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Onde?
Artrose	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Onde?
Problemas visuais (catarata, glaucoma, uso de óculos, etc)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Qual?
Problemas de audição (uso de aparelho para surdez, etc).	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Qual?
Perda de memória	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		

Utilize este espaço para acrescentar outras informações e destacar o que considera relevante em relação às doenças marcadas acima.

Nos últimos 5 anos você fez alguma cirurgia?

() Sim () Não Qual(is)? _____

Ficou com alguma sequela como dor ou outro tipo de incômodo?

() Sim () Não Descreva: _____

Você sente alguma dor?

➤ Local (is): _____

➤ Caráter aguda (recente) crônica (há mais de 3 meses)

➤ Ao movimento: sim não Qual parte? _____

➤ Ao repouso: sim não Qual parte? _____

Observações: _____

Você sente medo de cair? Sim () Não ()

Você sofreu quedas no último ano? () Sim () Não

Como aconteceu a queda? _____

Sofreu alguma fratura ou machucado grave decorrente da queda? () Sim () Não
Onde? _____

Se na sua residência você identifica uma destas situações (presença de riscos ambientais), marque com X:

Chão escorregadio (), Tacos soltos (), Pouca iluminação (), Falta de barras de apoio nos banheiros (), cama ou assentos muito altos ou muito baixos (), Tapetes soltos (), falta de corrimão nas escadas (), Degraus soltos (), Assentos sanitários baixos () cadeiras sem braço/sem encosto()

Já teve alguma orientação de Profissional da saúde sobre prevenção de quedas?

Sim () Não ()

Qual o meio de transporte você utilizará para ir até a UnB?

() Carro () Transporte público () Carro e transporte público

Quais são os dias e horários de preferência para as atividades do Circuito de Equilíbrio?

() Segunda e Quarta () Terça e Quinta () 8 às 9 horas () 9 às 10 horas

Data: ____/____/2012

Avaliador (a):

Anexo 5 - Script feito na plataforma MATLAB R2010a para tratamento dos dados do protocolo UniOA

```

5/27/13 4:25 PM C:\Users\figueiro\Desktop\dados bruna\sensu\teste.m 1 of 2
1 %----- Begin Code Sequence -----;
2 %-----;
3 % Authors: Bruna Pereira Avelar & Gabriel Figueiro de Oliveira ;
4 % -Modified: ;
5 %   _Created: 05/04/2013. ;
6 %   |_ ;
7 %   |_ ;
8 %-----;
9 % Purpose: ;
10 %-----;
11 % Handle COP data returned by the platform discarding initial and final se-;
12 % conds of measurements of the tests. The period considered are then the ;
13 % same for all the acquisitions, and the focus is given to the steady sta-;
14 % te part of the test. ;
15 % ;
16 % Script Dependencies: ;
17 %-----;
18 % maximo.m, minimo.m, media.m, sd.m, vel_media.m, caminho.m, area95.m, ;
19 % area_circ.m, amplitude.m. ;
20 %... ;
21 ;
22 %----- Configuration -----;
23 %%% Relative path to files
24     relativePath = './circuito_pos/';
25     %relativePath = './circuito_pre/';
26 ;
27 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
28 %   xxx00008.txt => file_base_name = xxx    ;
29 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
30     file_base_name = 'Trial';
31 ;
32 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
33 %   xxx12345.txt => numIndex = 5           ;
34 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
35     numIndex = 5;
36 ;
37 %%% Initial Index %%%
38     initIndex = 1;
39 ;
40 %%% Final Index %%%
41     finalIndex = 379;
42 ;
43 %%% Sampling Frequency (Hz)
44     hertz = 100;
45     dt = 1/hertz;
46 ;
47 %%% Time instant from which measures are to be considered (sec)
48     initTime = 2;
49 ;
50 %%% Time instant until which measures are to be considered (sec)
51     finalTime = 9;

```

```
52 %----- Configuration -----$
53
54 tabelona = zeros (finalIndex-initIndex,14);
55
56 format_name = sprintf('%s%s@d%s',relativePath,'%s@0',numIndex,'dCOP.txt');
57 sizeTrial = (finalTime-initTime)/dt;
58
59 testes = cell(1,finalIndex-initIndex);
60
61 for index = initIndex:finalIndex
62
63     name = sprintf(format_name,file_base_name,index);
64
65     if exist(name,'file')==2
66         data = importdata(name);
67         data = data((initTime*hertz)+1:finalTime*hertz,:);
68         data = [-data(:,1),data(:,2)];
69     else
70         data = zeros(sizeTrial,2);
71     end
72
73     testes(index-initIndex+1)= data;
74
75     m = real(media(data));
76     s = real(sd(data,m));
77     maxi = real(maximo(data,m));
78     mini = real(minimo(data,m));
79     a = amplitude(data,m);
80
81     ac = area_circ(data,m);
82     l = caminho(data);
83     a95 = area95(data,m,s);
84     vm = vel_media(data,hertz);
85
86     tabelona(index,:) = [m,s,maxi,mini,a,ac,l,a95,vm];
87
88 end
89
90 tabelona = real(tabelona);
91 %...
92 %----- End Code Sequence -----$
93 %-----$
```

Anexo 6 – Cronograma

Atividade	Período de realização (Ano/mês)																								
	2011					2012										2013									
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Confecção do projeto de pesquisa	X	X	X																						
Submissão ao CEP				X	X	X	X																		
Piloto (Equilíbrio)							X	X																	
Divulgação na mídia/ Convites voluntárias/ Contato Telefônico								X	X	X	X														
Treinamento dos avaliadores											X														
Palestra/ Anamnese/ TCLE											X														
Pré-testes CES e GC												X													
Treinamento CES													X	X	X										
Qualificação do projeto de pesquisa											X														
Pós-testes CES e GC																X									
Tabulação dos dados/ Análise estatística																X	X								
Treinamento GC																			X	X	X	X			
Início relatório final																									
Relatório Final																		X	X	X	X	X	X	X	
Submissão do artigo																								X	
Defesa da Dissertação																									X

ANEXO 7 - Resumo aceito e apresentado no European College of Sports Science (ECSS) 2013

EFFECTS OF A CIRCUIT FOR SENSORY STIMULATION ON ISOKINETIC PEAK TORQUE AND DYNAMIC BALANCE IN OLDER WOMEN

Avelar, B.1, Costa, J.1, Dutra, M.1, Oliveira, P.1,2, Safons, M.1, Lima, R.1

1:Universidade de Brasília (Brasília, Brasil)

2:Instituto Federal de Brasília (Brasília, Brasil)

Introduction

Age related changes in postural control contribute to instability and increased risk of falls in older adults. Muscle peak power and dynamic balance are critical components of functional performance and should be included in exercise strategies to improve postural control. The potential positive effect of a sensory stimulation circuit (SSC) on muscle power and dynamic balance is unknown. The purpose of this quasi-experimental trial was to assess the effects of a SSC on muscle power and dynamic balance in elderly women.

Methods

The sample consisted of 23 sedentary elderly women divided into sensory stimulation group (SSG) N=10 (70.10±6.64 years) and control group (CG) N=13 (66.92±4.50 years). The SSG performed a protocol designed by Costa et al. (2010) that emphasized static and dynamic balance exercises with opened and closed eyes, addition of obstacles and unstable surfaces during 1 hour, twice a week, over 13 weeks. The CG was instructed to maintain their habitual activities. Measurements of isokinetic knee extensors peak torque (180°/s) and Timed Up & Go test (TUG) were obtained before and after the intervention period. ANOVA with group (SSG vs. CG) and time (baseline vs. post) as factors was performed with Bonferroni adjustments. Statistical significance was set at $p \leq .05$.

Results

At baseline, groups did not differ in terms of age, height, weight and outcome measures ($p > .05$). Exercise compliance was 91%. Peak torque at 180°/s showed a significant between groups interaction ($p = .041$) but not the TUG test ($p = .159$). *Post hoc* analyses revealed significant effects of time within SSG for peak torque ($p = .021$) and TUG ($p = .032$) on average by 10,7% and 6,4%, respectively. No significant changes were noted in the CG.

Discussion

Although the primary goal of the SSC protocol proposed by Costa et al. (2010) was to promote improvements in dynamic balance, the current study provided further important information regarding skeletal muscle power gains in older women. Importantly, available studies suggest that muscle power is a better predictor of functional performance than muscle strength in the elderly (Correa et al. 2012; Pereira et al. 2012). These findings suggest that 13 weeks of the studied SSC induce increases on muscle power and dynamic balance in older women and constitute a low cost and efficient option for this population.

References

- Costa JNA et al.(2012). *Motric*,8, (Supl. 2),485-492.
- Correa CS et al.(2012). *Int J Sports Med*, 33(12),962-969.
- Pereira A et al.(2012). *Exp Gerontol*,47,250-255.

Anexo 8 – Artigo submetido utilizando os dados do estudo piloto realizado com plataforma de equilíbrio

Categoria do artigo: Artigo original

Título em português: Análise do equilíbrio postural em mulheres idosas fisicamente ativas

Título em inglês: Analysis of postural balance in physically active older women

Título resumido: Análise do equilíbrio postural em idosas ativas

Autores: Bruna Pereira Avelar ¹, Juliana Nunes de Almeida Costa ¹, Ana Cristina de David ¹, Marisete Peralta Safons ¹, Ricardo Moreno Lima ¹

¹ Universidade de Brasília, Faculdade de Educação Física, Distrito Federal, Brasil.

Comitê de Ética: O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Ciências da Saúde da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (CEP/FS UnB) sob protocolo 167/11 em 24/02/2012.

Autora responsável:

Nome: Bruna Pereira Avelar

Endereço: Endereço: QE 21 conjunto E casa 40 – Guará II, Distrito Federal. CEP: 71050-054. Tel: 61 31072557

brunavelar@gmail.com

Contagem de palavras

Resumo: 258

Abstract: 225

Artigo: 2.701

RESUMO

O aumento da oscilação corporal em idosos é um fator intrínseco determinante para o risco de quedas. A atividade física e o exercício físico podem atenuar tais oscilações. Porém, ainda não está claro o comportamento da estabilidade postural em idosas ativas fisicamente, mas não praticantes de exercício físico sistematizado comparadas às idosas ativas fisicamente e praticantes de exercício físico sistematizado. Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar a oscilação postural em mulheres idosas ativas praticantes regulares de exercícios físicos e não praticantes. Uma amostra de 21 mulheres ativas foram divididas em dois grupos: Grupo Praticantes de Exercício - GPE ($67,82 \pm 5,42$ anos) e Grupo Não Praticantes de Exercício - GNE ($63,80 \pm 4,47$ anos). O nível de atividade física foi avaliado pelo IPAQ e a estabilidade postural foi mensurada em plataforma de equilíbrio nos protocolos de Base Aberta, olhos Abertos (BAOA), Base aberta, olhos fechados (BAOF), Base fechada, olhos abertos (BFOA), Base fechada, olhos fechados (BFOF), Tandem direito, olhos abertos (TDOA) e Tandem Esquerdo, olhos Abertos (TEOA) com duração de 30 segundos em duas tentativas. Utilizou-se estatística descritiva (média, desvio padrão e intervalos de confiança) e inferencial (Teste t independente, Teste U de Mann-Whitney e Qui-quadrado) com nível de significância de 5%. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos nos protocolos e variáveis analisadas. Conclui-se que um nível de atividade física mantido, com o mínimo de 150 minutos semanais, realizados de maneira regular, parece garantir valores de oscilação corporal comparáveis às idosas ativas praticantes de exercício físico.

Palavras-chave: Exercício físico, Atividade física, Equilíbrio postural, Idoso.

ABSTRACT

The increase in the elderly body sway is an intrinsic factor to falls risk. Physical activity and exercise can reduce these fluctuations. However, it is unclear the behavior of postural stability in physically active elderly and practicing physical exercises. The objective of this study was to compare postural sway in older women active and practitioners of regular exercise and not practicing. A sample of 21 active women was divided into two groups: Group Practitioners Exercise - GPE (67.82 ± 5.42 years) and Group No Exercise Practitioners - GNE (63.80 ± 4.47 years). The level of physical activity was assessed by IPAQ and postural stability was measured on the balance platform protocols Open base, eyes open (OBEO) Open base, eyes closed (OBEC), Closed base, eyes open (CBEO), Closed base, eyes closed (CBEC), Tandem right, eyes open (TREO) and Tandem left, eyes open (TLEO) lasting 30 seconds in two attempts. We used descriptive statistics (mean, standard deviation, confidence interval) and inferential statistics (independent t test, U test Mann-Whitney, chi-square) with a significance level of 5%. No significant differences were observed between groups in protocols and variables. In conclusion, a sustained level of physical activity, with a minimum of 150 minutes per week, performed on a regular basis, seems to ensure values of body sway comparable to older active-exercising.

Keywords: Physical exercise, Physical activity, Postural balance, Older adult.

Introdução

A estabilidade postural é a habilidade de controlar o centro de massa em relação à base de sustentação¹. Seu controle depende da interação entre o sistema sensorial (visual, vestibular e somatossensorial), sistema nervoso central e sistema motor. Com o envelhecimento essa habilidade apresenta declínios em sua função².

O aumento da oscilação corporal é um fator intrínseco determinante para o risco de quedas, levando a prognósticos de dependência funcional, redução da autonomia, isolamento e depressão, tais conseqüências geram forte impacto para o idoso e o seu contexto social³. Para mensurar oscilação corporal utiliza-se o centro de pressão (CP) que representa o resultado das ações dos sistemas envolvidos no controle postural. Estudos mostram que a eficácia desse sistema está diretamente relacionada à área, velocidade e deslocamento médio e total do CP, afirmando que um bom controle seria representado por menores valores desses parâmetros^{4,5}.

Há evidências na literatura que mulheres idosas praticantes de exercício físico regular possuem melhor estabilidade postural quando comparadas às sedentárias e ainda que mulheres idosas ativas também possuem melhor estabilidade postural que as sedentárias⁶⁻⁸. Porém, ainda não está claro o comportamento da estabilidade postural em idosas ativas fisicamente, mas não praticantes de exercício físico sistematizado quando comparadas às idosas ativas fisicamente e praticantes de exercício físico sistematizado.

Além disso, a comparação destes grupos utilizando diferentes situações de apoio pode trazer novas evidências. Uma vez que indivíduos idosos naturalmente apresentam deterioração nos sistemas controladores do equilíbrio, o exercício físico poderia exercer algum tipo de efeito protetivo e favorecer o desempenho em situações em que há maior exigência dos sistemas de controle postural. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo comparar a oscilação postural de mulheres idosas ativas praticantes regulares de exercícios físicos e de não praticantes.

Materiais e Métodos

Amostra

Participaram do estudo 21 mulheres divididas em dois grupos: 11 idosas que praticavam exercício físico regular há pelo menos 3 anos, Grupo Praticante de Exercício (GPE) ($67,82 \pm 5,42$ anos); 10 idosas que não praticavam ou estavam envolvidas em qualquer prática regular e sistematizada de exercício físico, Grupo Não Praticante de Exercício (GNE) ($63,80 \pm 4,47$ anos). As idosas eram moradoras do Distrito Federal e fisicamente independentes, além disso, não apresentavam doenças que comprometessem a marcha ou o equilíbrio.

As idosas voluntárias assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética antes de sua realização. As participantes foram informadas de que poderiam interromper, caso assim desejassem, sua participação no estudo e que as respectivas identidades seriam mantidas em sigilo.

Procedimentos

As coletas de dados ocorreram no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física da UnB sob supervisão de profissionais de Educação Física previamente treinados. As participantes foram distribuídas em grupos de cinco e apenas um grupo era avaliado por dia, totalizando uma semana de avaliações.

Avaliação antropométrica

Para caracterização da amostra foram realizados testes antropométricos para mensurar a massa corporal, a estatura e a preensão manual⁹ (JAMAR, 5030J1, Sammons Preston Rolyan, Inc. USA).

Avaliação de Saúde e Nível de Atividade Física

Para avaliação sociodemográfica e de saúde foi aplicado um questionário estruturado. Para avaliar o nível de atividade física foi aplicado o Questionário Internacional de Atividade Física Versão Curta (IPAQ)¹⁰.

Avaliação estabilométrica

A oscilação corporal foi avaliada utilizando-se a Plataforma de Equilíbrio AccuSway Plus (Advanced Medical Technology Inc, Watertown, MA) e o Software AMTI Balance Clinic, com frequência de amostragem de 100 Hz e filtro passa-baixas de 10Hz. Os protocolos aplicados foram de Base aberta, olhos abertos (BAOA), Base Aberta, Olhos Fechados (BAOF), Base Fechada, Olhos Abertos (BFOA), Base Fechada, Olhos Fechados (BFOF), Tandem Direito, Olhos Abertos (TDOA) e Tandem Esquerdo, Olhos Abertos (TEOA), nesta ordem de aplicação.

Para facilitar a compreensão, execução correta dos testes estabilométricos além de padronização durante as tentativas, foram feitas marcações na plataforma. Todas as posições deveriam ser mantidas durante 30 segundos. Foi solicitado que permanecessem imóveis, com o corpo ereto, braços relaxados ao longo do corpo, respirando normalmente e mantendo o olhar fixo em um alvo de 10 cm posicionado horizontalmente em uma parede a 1,5m de distância (Figuras 1 e 2). As idosas realizavam duas tentativas em cada protocolo com 20 segundos de intervalo entre elas, a melhor tentativa foi selecionada para análise. Durante as posições com olhos fechados, era solicitado que as voluntárias olhassem para o alvo e em seguida fechassem os olhos^{5,11}.

Em todos os testes supracitados foi assegurado que o ambiente estivesse iluminado e o mais silencioso possível.

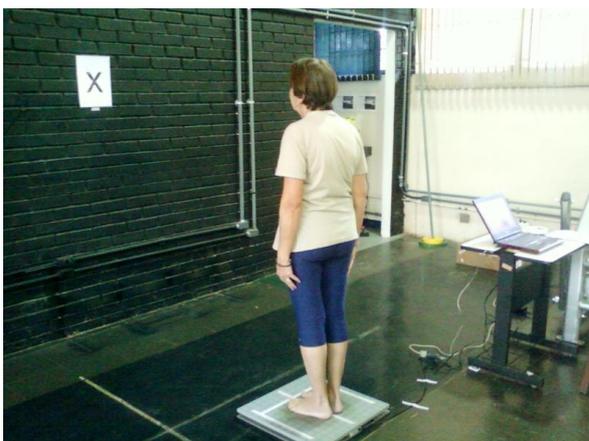


Figura 1: Voluntária posicionada na plataforma no protocolo BFOA.

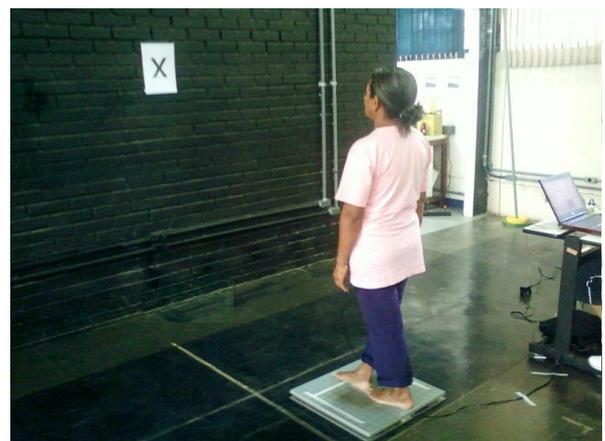


Figura 2: Voluntária posicionada na plataforma no protocolo TDOA.

Análise estatística

Foi utilizada estatística descritiva para os dados de caracterização da amostra (média, desvio-padrão e intervalo de confiança). O teste de normalidade Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar se a distribuição dos dados era normal e o teste de Levene foi utilizado para verificar a homogeneidade de variâncias. O teste t independente, o teste U de Mann-Whitney e o teste Qui-quadrado foram utilizados para verificar se havia diferenças entre os dois grupos nas variáveis analisadas. A significância adotada foi de 5%. O pacote estatístico para tratamento dos dados foi o SPSS for Windows v.18.0.

Resultados

A Tabela 1 mostra a caracterização da amostra dividida em GPE e GNE quanto à idade, índice de massa corporal, força de preensão manual e nível de atividade física. Não houve diferenças significativas entre os grupos para essas variáveis. Em relação ao nível de atividade física, os dois grupos obtiveram medianas iguais a 4, o que corresponde à classificação de ativos segundo o IPAQ.

Tabela 1: Caracterização da amostra (valores expressos em média±desvio-padrão a menos que apontados de outra forma).

	GPE (N=11)	GNE (N=10)	p
Idade (anos)	67,82 ± 5,42	63,80 ± 4,47	0,08
IMC (kg/m ²)	25,28 ± 3,94	27,30 ± 3,67	0,27
Força (kgf)	27,45 ± 4,50	29,14 ± 7,22	0,55
Nível de Atividade Física (IPAQ)*	4	4	0,50 ^b

IMC:Índice de massa corporal; b:Qui-quadrado; *:valores expressos como mediana, GPE: Grupo praticante de exercício físico; GNE: Grupo não praticante de exercício físico

A Tabela 2 ilustra as comparações entre as variáveis Area 95% da elipse (CParea), Comprimento Total (CPcomp) e Velocidade de oscilação do CP (CPvel) em todos os protocolos avaliados. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos nos protocolos e variáveis analisadas ($p>0,05$).

Em geral, observa-se que à medida que as bases de apoio diminuem ocorre aumento das variáveis de oscilação do CP, assim como quando é adicionada

restrição visual, embora não tenham sido realizadas análises inferenciais para avaliar tais situações.

Tabela 2. Resultados dos grupos GPE e GNE em todos os protocolos.

Protocolo	CParea (cm ²)			CPcomp (cm)			CPvel (cm/s)		
	GPE Média (IC95%)	GNE Média (IC95%)	<i>p</i>	GPE Média (IC95%)	GNE Média (IC95%)	<i>p</i>	GPE Média (IC95%)	GNE Média (IC95%)	<i>p</i>
BAOA	0,50 (0,40-0,74)	0,75 (0,50-1,26)	0,08 ^a	27,42 (24,29-30,54)	23,62 (19,56-26,67)	0,10	0,90 (0,78-1,02)	0,79 (0,65-0,92)	0,17
BAOF	0,59 (0,40-0,77)	0,60 (0,35-1,28)	0,44 ^a	32,62 (26,02-39,22)	27,02 (22,29-32,56)	0,16	1,10 (0,87-1,32)	0,90 (0,74-1,06)	0,13
BFOA	1,64 (1,13-2,14)	2,49 (1,22-3,76)	0,24	32,96 (28,63-37,28)	27,66 (23,00-32,32)	0,08	1,07 (0,92-1,22)	0,92 (0,77-1,08)	0,13
BFOF	4,11 (2,64-5,68)	3,68 (2,12-5,23)	0,66	44,98 (35,59-54,28)	54,84 (33,93-75,73)	0,31	1,56 (1,24-1,87)	1,83 (1,13-2,52)	0,41
TD	5,48 (3,49-7,47)	4,83 (3,03-6,62)	0,99	91,65 (74,90-111,75)	91,94 (63,00-120,88)	0,98	3,05 (2,38-3,73)	3,06 (2,10-4,03)	0,98
TE	5,04 (3,31-8,59)	4,84 (3,14-7,30)	0,40 ^a	87,49 (67,63-113,29)	89,13 (64,96-115,20)	0,94 ^a	2,88 (2,57-3,19)	3,00 (2,16-3,84)	0,74

Discussão

A realização deste estudo auxiliou a demonstrar alguns aspectos relacionados à estabilidade postural de idosas ativas, onde o equilíbrio foi avaliado em diferentes situações de exigências sensoriais (olhos abertos e olhos fechados). Especificamente, o objetivo do presente estudo foi comparar a oscilação postural em idosas ativas praticantes e não praticantes de exercícios físicos sistematizados. Os achados do presente estudo demonstraram que não houve diferença significativa entre as variáveis de deslocamento do CP nos protocolos avaliados entre esses dois grupos (GPE e GNE) de idosas.

Embora não tenham sido realizadas análises inferenciais comparando os protocolos, os que apresentaram variáveis com maiores valores foram o TD e TE, devido a base de apoio não ser usualmente realizada e mais estreita, corroborando com outros estudos^{1,12}. Nessas posições, há maior deslocamento do CP como forma

de se evitar queda^{13,14}. Além disso, valores maiores de oscilação do CP também foram observados nas situações em que houve supressão das informações visuais. Nessas situações, a confiança ou captação de informações é deslocada para receptores periféricos do sistema proprioceptivo¹⁵. As informações proprioceptivas e vestibulares são reintegradas, exigindo demanda adicional de atenção em ambos os sistemas¹⁶.

Os efeitos do exercício físico regular foram reportados anteriormente como sendo benéficos no equilíbrio de idosos avaliados a partir da oscilação postural. Lamoth & Heuvelen⁸ observaram em um estudo transversal que os idosos praticantes de exercício físico possuíam oscilações posturais menores que idosos inativos e que os primeiros ainda eram comparáveis aos indivíduos mais jovens em relação a essas variáveis, evidenciando que a prática de exercício físico pode de alguma forma, contrabalançar os efeitos da idade no controle postural. No presente estudo, o nível de atividade física foi avaliado pelo IPAQ, instrumento de avaliação validado e utilizado internacionalmente, já no estudo anterior a classificação de inativo foi realizada somente a partir da não adoção de um exercício físico sistematizado e a falta de padronização de análises relacionadas à atividade física limita possíveis comparações.

A mesma discussão pode ser feita através do estudo de Brooke-Wavell e colaboradores⁶ que encontrou diferenças na oscilação corporal de idosos praticantes de caminhada vigorosa comparadas às idosos sedentárias, porém não está claro no estudo como as idosos foram classificadas como sedentárias. Os autores apenas citam que estas idosos sedentárias mantiveram suas atividades habituais^{17,18}.

Outra possível explicação para os resultados divergirem dos estudos acima é a padronização da execução dos testes. Em relação à distância dos pés nos testes BAOF e BAOA foi solicitado que as idosos que afastassem os pés em uma largura previamente definida para facilitar a compreensão do teste, no entanto, os estudos acima utilizaram a largura dos quadris como referência, isto pode ter interferido nos resultados do presente estudo.

Alguns aspectos merecem ser observados: embora sem diferença significativa, o GPE possui valores de caracterização, como a idade, superior ao GNE e foi observada correlação significativa entre a idade e a velocidade do CP e o

comprimento total de oscilação do CP, correlação esta também encontrada em outros estudos¹⁹.

Tal fato também parece acontecer com a população idosa masculina, como sugere Almeida⁷, que não observou diferenças entre a oscilação corporal nos testes BAOA, BFOA e Unipodal OA em homens idosos classificados como sedentários, praticantes de exercício e atletas. Adicionalmente, fatores socioculturais podem também influenciar tais parâmetros, no presente estudo as voluntárias residiam no Distrito Federal, uma cidade reconhecida pelo seu alto índice de desenvolvimento humano, o que pode favorecer a manutenção de um envelhecimento ativo. Assim, as idosas do GNE, embora não praticassem exercícios físicos sistematizados, mantinham um estilo de vida ativo de acordo com o IPAQ, ou seja, praticavam, no mínimo, atividades físicas em cinco dias da semana por, pelo menos, 30 minutos contínuos.

Apesar dos achados acima, ainda existe pouca observação de estudos que avaliem a oscilação postural da população idosa que se mantém ativa mesmo com baixa adesão aos exercícios físicos sistematizados ou até mesmo a ausência, como as participantes do presente estudo.

Teixeira e colaboradores²⁰ observaram o equilíbrio de mulheres idosas, no Sul do Brasil, praticantes de ginástica comparando-as a mulheres idosas praticantes de hidroginástica e ainda com idosas sedentárias. Os resultados demonstraram diferenças estatisticamente significantes na direção mediolateral, tanto na amplitude quanto no deslocamento médio do centro de pressão entre os grupos. As mulheres praticantes de ginástica possuíam menor instabilidade na direção mediolateral. O mesmo pode ser observado no estudo de Almeida e colaboradores²¹ onde ao avaliarem o equilíbrio estático e dinâmico e valências motoras relacionadas em 31 mulheres idosas, do sudeste do Brasil, praticantes de duas modalidades de exercício físico diferentes (ginástica e hidroginástica) observou-se uma tendência de superioridade no grupo ginástica em parâmetros como agilidade, equilíbrio e flexibilidade. Os achados sugerem que dependendo da modalidade, a oscilação corporal poderá se comportar de maneiras diferentes.

Embora não tenha sido o objetivo dos estudos supracitados é importante ressaltar que se estas idosas tivessem partido para o início dos exercícios em níveis

desiguais de atividade física, os resultados poderiam se apresentar de forma distinta. Idosas de diferentes regiões do Brasil podem ter comportamentos não semelhantes. As conquistas biológicas advindas de melhorias na saúde através do desenvolvimento do campo da ciência e tecnologia ultrapassam barreiras regionais e estão interligadas às questões de natureza sociais e culturais fazendo com que o “novo idoso”, que se apresenta nos diversos programas de exercícios físicos, saudável e aparentemente vigoroso tenha outras questões a serem respondidas que não estão sendo consideradas nos instrumentos de avaliação como o IPAQ. Esta constatação deve levar aos pesquisadores a questionarem a própria validação de um instrumento que não leva em consideração o idoso em suas diversas facetas biopsicossociais.

É importante relatar algumas limitações inerentes à metodologia do presente estudo como a média de idade dos grupos, protocolos de teste pouco desafiadores e a falta de controle dos exercícios físicos praticados pelo GPE.

Conclusão

Os resultados sugerem que um nível de atividade física mantido, com o mínimo de 150 minutos semanais, realizados de maneira regular, podem garantir valores de oscilação corporal comparáveis às idosas ativas praticantes de exercício físico e essa prática regular de atividade física também contribui para a manutenção do controle postural de mulheres idosas.

Referências Bibliográficas

1. Shumway-cook A, Woollacott M. Controle motor: Teoria e aplicações práticas. Manole, 2010.
2. Matsumura BA, Ambrose AF. Balance in the elderly. Clin Geriatr Med 2006; 22(2):395-412.
3. Callisaya M, Blizzard L, Schmidt MD, McGinley JL, Lord SR, Srikanth VK. A population - based study of sensorimotor factors affecting gait in older people. Age Ageing 2009; 38(3):290-295.

4. Raymakers J, Samson M, Verhaar J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait Posture* 2005; 21:48-58.
5. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras Fisio* 2010; 14:183-192.
6. Brooke-Wavell K, Athersmith LE, Jones PRM, Masud T. Brisk walking and postural stability: a cross-sectional study in postmenopausal women. *Gerontology* 1998; 44:288-292.
7. Almeida ST. Análise da estabilidade postural de idosos sedentários, praticantes de exercício físico regular e atletas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2007; 4(1):39-47.
8. Lamoth CJC, Heuvelen MJG. Sports activities are reflected in the local stability and regularity of body sway: older ice-skaters have better postural control than inactive elderly. *Gait Posture* 2012; 35:489-493.
9. França NM, Vívoló MA. Medidas antropométricas. In: Matsudo V. Testes em ciências do esporte. São Caetano do Sul: 1995.
10. Mazo GZ, Benedetti TRZ. Adaptação do questionário internacional de atividade física para idosos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2010; 12(6):480-484.
11. Scoppa F, Capra R, Gallamini M, Shiffer R. Clinical stabilometry standardization Basic definitions – Acquisition interval – Sampling Frequency. *Gait Posture* 2012.
12. Rogind H, Lykkegaard JJ, Bliddal, H, Danneskiold-Samsoe, B. Postural sway in normal subjects aged 20-70 years. *Clin Phys Funct Imaging* 2003; 23(3):171-176.
13. Amaridis IG, Hatzitaki V, Arabatzi F. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neur Letters* 2003; 350:137-140.
14. Van Wegen EEH, Emmerik REA, Riccio GE. Postural orientation: Age-related changes in variability and time-to-boundary. *Human Sci* 2002; 21:21-84.
15. Hurley MV, Rees J, Newham DJ. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age Ageing* 1998; 27:55-62.
16. Teasdale N, Simoneau M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait Posture* 2001; 14:203-210.
17. Freitas P. Acoplamento sensorio motor no controle postural de idosos: efeitos da atividade física. [Dissertação de Mestrado em Ciências da Motricidade]. São Paulo (SP):Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista; 2003.

18. Lord SR, Ward JA, Williams P. Exercise effect on dynamic stability in older women: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehab* 1996; 77:232-236.
19. Lord, SR, Ward JA. Age-associated differences in sensori-motor function and balance in community dwelling women. *Age Ageing* 1994; 6:452-460.
20. Teixeira CS, Lemos LFC, Lopes LFD, Rossi AG, Mota CB. Equilíbrio corporal e exercícios físicos: uma investigação com mulheres idosas praticantes de diferentes modalidades. *Acta Fisiatr* 2008; 15(3):156-159.
21. Almeida APPV, Veras RP, Doimo LA. Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico de idosas praticantes de hidroginástica e ginástica. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2010; 12(1):55-61.