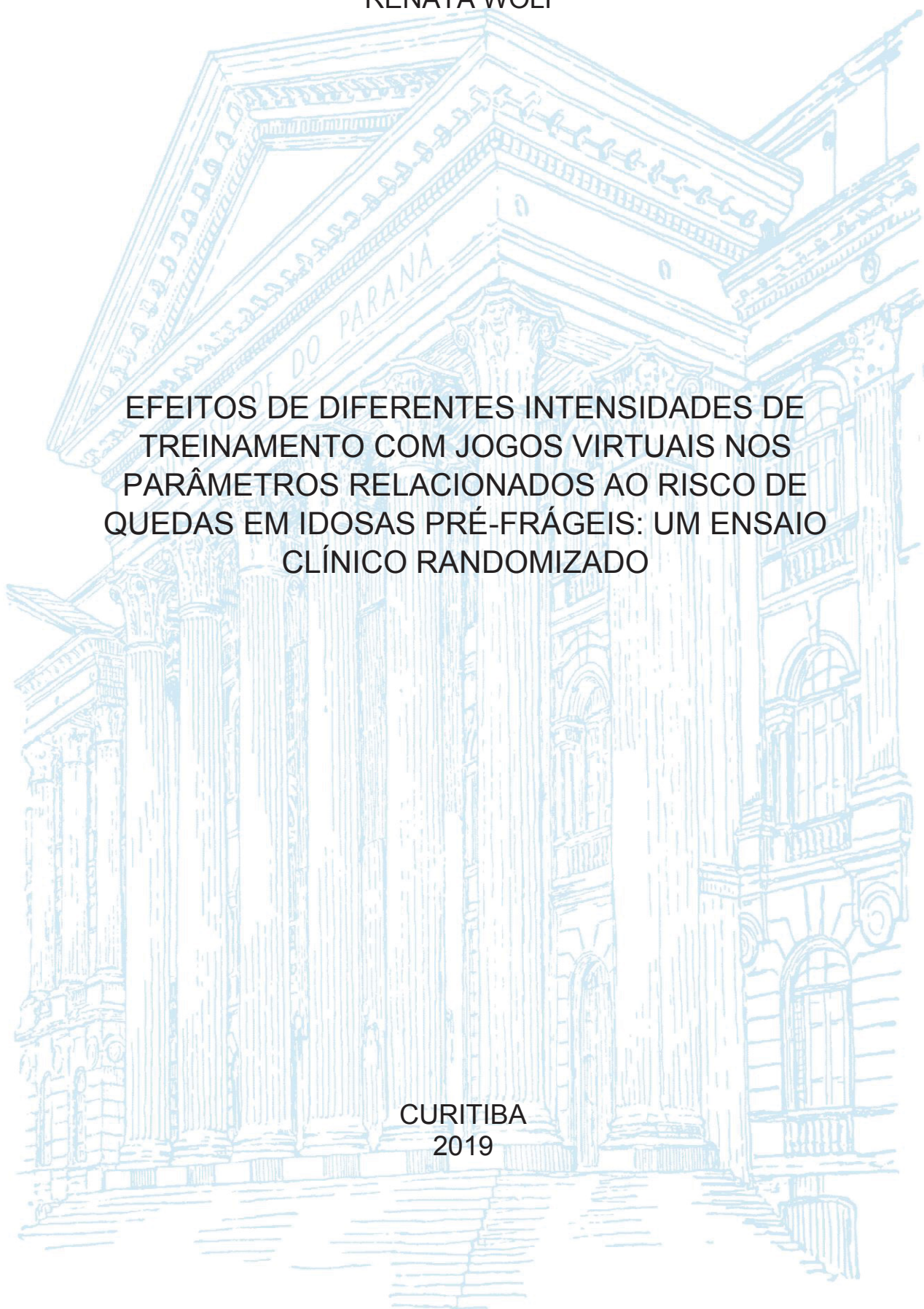


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENATA WOLF

EFEITOS DE DIFERENTES INTENSIDADES DE  
TREINAMENTO COM JOGOS VIRTUAIS NOS  
PARÂMETROS RELACIONADOS AO RISCO DE  
QUEDAS EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS: UM ENSAIO  
CLÍNICO RANDOMIZADO

CURITIBA  
2019



RENATA WOLF

EFEITOS DE DIFERENTES INTENSIDADES DE TREINAMENTO  
COM JOGOS VIRTUAIS NOS PARÂMETROS RELACIONADOS  
AO RISCO DE QUEDAS EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS: UM ENSAIO  
CLÍNICO RANDOMIZADO

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Gleber Pereira

CURITIBA

2019

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.  
Biblioteca de Ciências Biológicas.  
(Dulce Maria Bieniara – CRB/9-931)

Wolf, Renata

Efeitos de diferentes intensidades de treinamento com jogos virtuais nos parâmetros relacionados ao risco de quedas em idosas pré-frágeis: um ensaio clínico randomizado. / Renata Wolf. – Curitiba, 2019.

96 p.: il.

Orientador: Gleber Pereira

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Força muscular 2. Realidade virtual 3. Idosos fragilizados 4. Exercícios físicos para idosos I. Título II. Pereira, Gleber III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (20. ed.) 613.71

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Tese de Doutorado de **RENATA WOLF**, intitulada: "**EFEITOS DE DIFERENTES INTENSIDADES DE TREINAMENTO COM JOGOS VIRTUAIS NOS PARÂMETROS RELACIONADOS AO RISCO DE QUEDAS EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**", após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 22 de Março de 2019.



GLEBER PEREIRA

Presidente da Banca Examinadora



JOSE EDUARDO POMPEU

Avaliador Externo (FMUSP)



CARLOS UGRINOWITSCH

Avaliador Externo (USP)

  
ADRIANO EDUARDO LIMA DA SILVA

Avaliador Interno (UTFPR)

  
PAULO CESAR BARAUCE BENTO

Avaliador Interno (UFPR)

Ao meu marido e a minha família que sempre me apoiaram e deixaram esta  
jornada mais leve

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Renato Wolf e Sônia Wolf (*in memoriam*), que sempre batalharam pela minha educação e nunca me deixaram desistir. Tanto nos momentos mais felizes, quanto nos momentos mais difíceis, nos mantivemos unidos. Sou muito grata a todo o apoio, carinho, amor, educação e ensinamentos de que devemos seguir atrás dos nossos objetivos. Meu para sempre, muito obrigada. E ao meu irmão, Rodrigo Wolf, que é o meu exemplo, que sempre esteve ao meu lado, mesmo longe, e que sempre acreditou no meu potencial. Amo você.

Ao meu marido, Fabricio Vieira, que me acompanhou desde o início do mestrado e que esteve ao meu lado na minha maior perda. Meu companheiro de vida, que sempre me acalma nos meus momentos de ansiedade e dúvidas, que sempre diz que vai ficar tudo bem, e sempre fica. Agradeço a você que sempre topa minhas loucuras e me faz querer ser melhor todos os dias. Amo voltar toda noite para a nossa casa, para o seu abraço. Amo você.

Ao meu orientador, Gleber Pereira, por todo o conhecimento compartilhado, pelas horas de ensinamentos, pelas conversas acadêmicas e não acadêmicas, que sempre traziam certeza de que estava no caminho certo. Você sempre me mostrou que eu poderia ser melhor e que, com muito trabalho e paciência, tudo daria certo. Obrigada por apostar em mim, mesmo sem me conhecer direito, e por me fazer amar mais ainda esse mundo acadêmico.

Ao professor Paulo Bento, meu orientador do mestrado, que me mostrou o mundo da pesquisa, das coletas de dados, da iniciação científica e assim por

diante. Obrigada por todo o apoio e amizade durante todos estes anos. Levarei seus ensinamentos para sempre comigo.

A Paula Born, minha amiga e comadre, que me chamou para ajudar em suas coletas de mestrado e dali surgiu uma grande amizade. Paulinha, obrigada por sempre me apoiar, me escutar nos momentos de aflição, e por sempre ficar feliz com as minhas conquistas. Com você sempre ao meu lado, essa jornada foi muito mais leve! Amo você.

A Luiza Galo, que foi chegando devagar e conquistou um espaço enorme no meu coração. Obrigada por sempre se preocupar comigo, por sempre me ajudar nas horas de desespero e por estar sempre ao meu lado. Amo você.

A Gisele Ribeiro, a carioca que mal entrou no mestrado e começou a fazer coleta de dados, a treinar as idosas e embarcou nessa loucura comigo. Com a sua ajuda, esse trabalho foi possível de ser realizado e deixou esse período muito mais leve e divertido. Obrigada!

As meninas do laboratório, Aninha, Luana, Joice, Sabrine, Fer, Jerusa e Karini, e aos meninos do laboratório, John e Arthur, que sempre fizeram a rotina de laboratório ser menos cansativa e muito divertida, além de sempre ajudarem em qualquer aperto. Obrigada meninas e meninos, tanto pelos momentos acadêmicos quanto pelos momentos de lazer, corridas, noite do vinho, baladas, formatura e tantos outros eventos. Foi muito mais fácil com vocês por perto.

As minhas ex-colegas de laboratório Angélica Lodovico e Roberta Bohrer por todas as aulas de Matlab, por toda a paciência para responder as minhas dúvidas, e por sempre acreditar no meu potencial. Nossa amizade hoje ultrapassa o mundo acadêmico e agradeço todo dia por ter vocês em minha vida.

As minhas amigas da vida, Caroline Pasold e Karen Moura, por sempre estarem ao meu lado, me escutando nos momentos de fraqueza e cansaço, por entenderem que nem sempre eu podia estar presente nos encontros e por todo o apoio sempre. A amiga nerd aqui ama vocês!!

As idosas que participaram do estudo, por acreditarem no meu trabalho e por sempre deixarem as aulas mais leves e divertidas, mesmo usando um colete cheio de pesos. Sem vocês, essa pesquisa nunca seria possível.

A CAPES, pelo apoio financeiro durante estes 4 anos de doutorado (Código 001; Número de concessão 0548/2015; Número do processo 88887.091671/2014-01; Pós-Graduação e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Tecnologia Assistiva – PGPTA).

## RESUMO

As quedas são consideradas um problema de saúde pública e são mais frequentes em mulheres idosas e pré-frágeis. O exercício físico é utilizado para melhorar os fatores relacionados a quedas, como função muscular dos membros inferiores e funcionalidade. Uma alternativa aos programas convencionais de exercício para esta população, é o treinamento com jogos virtuais. No entanto, este tipo de treinamento nem sempre é efetivo na melhora dos fatores relacionados a quedas. Contudo, o aumento da intensidade de treinamento talvez possa otimizar os ganhos na função muscular e na funcionalidade, uma vez que maiores intensidades geram maiores adaptações musculares, independente da idade e do tipo de treinamento. Portanto, o objetivo do estudo foi comparar o efeito de diferentes quantidades de trabalho, pela manipulação da intensidade, no treinamento com jogos virtuais em fatores de risco de quedas em idosas pré-frágeis. Vinte idosas foram randomizadas em 2 grupos, um grupo realizou o treinamento com jogos virtuais em intensidade moderada (GM; n = 11) e o outro grupo realizou o treinamento com jogos virtuais “Your Shape” em intensidade vigorosa (GV; n = 9). Os treinamentos foram realizados em grupos, durante 12 semanas, com 3 sessões semanais com duração de 40 minutos cada sessão. A progressão do treinamento foi realizada pela manipulação do número de séries e repetições dos exercícios para ambos os grupos. No GV, a progressão também foi realizada pelo aumento de sobrecarga externa com o uso de um colete de pesos. A intensidade foi controlada pela percepção de esforço (PE), usando a escala de Borg de 6 a 20 (GM: 11 a 13 PE; GV: 14 a 16 PE). As participantes realizaram os testes funcionais de sentar e levantar 5 vezes, *Timed-Up and Go Test* (TUG) e caminhada de 10 metros, e os testes de função muscular por um dinamômetro isocinético a 60°/s e 180°/s, onde foram mensurados o pico de torque concêntrico, a potência média e o trabalho dos extensores e flexores de joelho e tornozelo. Após o período de treinamento, os grupos realizaram as avaliações pós-testes. O GM melhorou a potência média a 60°/s do pré para o pós-treinamento ( $p < 0,002$ ) dos extensores de joelho (15%), flexores de joelho (30%) e plantiflexores (86%), sem melhora deste parâmetro para o GV. O GM apresentou maior potência média no pós-treinamento comparado ao GV para os músculos extensores do joelho (20%) e flexores de joelho (23%) ( $p < 0,039$ ). Houve efeito principal do tempo para o pico de torque a 180°/s para extensores do joelho (GM: 8%; GV: 6%), flexores de joelho (GM: 22%; GV: 1%) e plantiflexores (GM: 43%; GV: 7%), bem como potência média (GM: 20%; GV: 9%) e trabalho (GM: 16%; GV: 13%) nos músculos flexores do joelho ( $p < 0,046$ ). Apenas o GM melhorou o desempenho no TUG do instante pré ( $10,0 \pm 0,32$  s) para o pós-treinamento ( $8,1 \pm 1,6$  s;  $p = 0,001$ ), enquanto ambos os grupos melhoraram o desempenho no teste de 10m de caminhada (GM: 8,5%; GV: 17,6%;  $p < 0,003$ ). O treinamento com o jogo virtual “Your Shape” leva a melhora da função muscular e funcionalidade em idosas pré-frágeis, tanto em intensidade moderada quanto em intensidade vigorosa. Portanto, a progressão da intensidade do treinamento com o jogo virtual *Your Shape* deve ser realizada pelo aumento de séries e repetições em intensidade moderada, sem a adição de sobrecarga externa, uma vez que o aumento do trabalho total, pela manipulação da intensidade com o uso de colete com pesos, neste jogo virtual não traz maiores benefícios nos fatores de risco de quedas em idosas pré-frágeis.

Palavras-chave: intensidade, jogos virtuais, idosos, pré-fragilidade

## ABSTRACT

Falls are a public health problem and are most often accompanied by elderly and pre-frail women. Physical exercise is used to improve risk factors for falls, such as lower limb muscle function and functional capacity. An alternative to exercise programs for this population is training with virtual games. However, this type of training is not always effective in decreasing risk of falls. Nevertheless, increased training intensity may be able to optimize gains in muscle function and functionality, since higher intensities generate greater muscle adaptations, regardless of age and type of training. Therefore, the aim of the present study was to compare the effect of different amounts of total work, by the manipulation of the intensity, in the exergame training on the risk factors of falls in pre-frail older women. Twenty older women were randomly assigned to 2 groups, one group underwent exergame training with “Your Shape” game in moderate intensity (GM; n = 11) and the other group in vigorous intensity (GV; n = 9). The training sessions were performed in groups, during 12 weeks, with 3 weekly sessions lasting 40 minutes each session. The training progression was made by the manipulation of the number of sets and repetitions for both groups. In GV, the progression was also performed by increasing the external load with the use of a weight vest. The training intensity was controlled by the rate of perceived exertion (RPE), using the Borg Scale 6-20 (GM: 11 a 13 RPE; GV: 14 a 16 RPE). The participants performed the 5 Times Sit to Stand Test, Timed-Up and Go Test (TUG) and 10-meter Walk Test, and muscular function tests through isokinetic dynamometer at 60°/s and 180°/s. Concentric peak torque, mean power and work of knee and ankle extensors and flexors were evaluated. After training period, the groups performed the post-tests. The GM improved the average power at 60°/s from pre- to post-training ( $p < .002$ ) on the knee extensors (15%), knee flexors (30%) and plantiflexors muscles (86%), with no improvements for the GV. The GM presented greater average power at post-training than VG for knee extensor (20%) and flexor muscles (23%) ( $p < .039$ ). There was main time effect of peak torque at 180°/s for knee extensor (GM: 8%; GV: 6%), knee flexor (GM: 22%; GV: 1%) and plantiflexor muscles (GM: 43%; GV: 7%), as well as average power (GM: 20%; GV: 9%) and work (GM: 16%; GV: 13%) on the knee flexor muscles ( $p < .046$ ). Only the GM improved TUG performance from pre- to post-training (pre=10.0±0.32 s; post=8.1±1.6 s,  $p = .001$ ), whereas both groups improved 10m-walk test performance (GM: 8,5%; GV: 17,6%;  $p < .003$ ). The exergame training with the virtual game “Your Shape” improved the parameters related to the risk of falls in pre-frail older women, both in moderate intensity and vigorous intensity. Therefore, the progression of training intensity with the virtual game Your Shape should be accomplished by increasing series and repetitions in moderate intensity, without the addition of external overload, since the increase in total work, by manipulating the intensity through a weight vest, in this exergame training does not bring greater benefits in the fall risk factors in pre-frail older women.

Key words: intensity, virtual game, older adults, pre-frailty

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO DE FRAGILIDADE E AS MANIFESTAÇÕES DO FENÓTIPO NO CICLO DE RETROALIMENTAÇÃO NEGATIVA.....	26
FIGURA 2 – FLUXOGRAMA DO ESTUDO.....	43
FIGURA 3 – COLETE COM PESOS UTILIZADO PARA ADIÇÃO DE SOBRECARGA EXTERNA NO GV.....	46
FIGURA 4 – AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO.....	48
FIGURA 5 – AVALIAÇÃO DA FORÇA DE MEMBROS INFERIORES.....	51

## LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 – Progressão de intensidade do treinamento com jogos virtuais no GM.....	47
TABELA 3.2 – Progressão de intensidade do treinamento com jogos virtuais no GV.....	47
TABELA 5.1 – Medidas antropométricas, classificação de fragilidade e número de quedas para GM e GV.....	60
TABELA 5.2 – Parâmetros de força dos extensores e flexores do joelho, plantiflexores e dorsiflexores a 60°/s e 180°/s para GM e GV.....	62
TABELA 5.3 – Testes funcionais realizados no pré e pós teste para GM e GV.....	63

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DOMÍNIOS DA INTENSIDADE: MEDIDAS ABSOLUTAS, RELATIVAS E SUBJETIVAS.....	35
QUADRO 2 - CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL PARA IDOSOS.....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS

**FC** – Frequência Cardíaca

**FC<sub>máx</sub>** – Frequência Cardíaca Máxima

**GM** – Grupo Intensidade Moderada

**GV** – Grupo Intensidade Vigorosa

**MET** – Quociente entre taxa metabólica associada à atividade física e taxa metabólica em repouso

**PE** – Percepção de Esforço

**RM** – Repetição Máxima

**VO<sub>2</sub>** – Consumo de Oxigênio

**VO<sub>2máx</sub>** – Consumo Máximo de Oxigênio

## APÊNDICES

A – FORMULÁRIO DE DADOS DE IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E SOCIODEMOGRÁFICOS.....	82
B – FENÓTIPO DE FRAGILIDADE.....	84
C – FUNÇÃO MUSCULAR E FUNCIONALIDADE.....	86
D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	89
E – GUIA DAS SESSÕES DE TREINAMENTO DO JOGO VIRTUAL <i>YOUR SHAPE</i> .....	93

## **ANEXOS**

1 – QUESTIONÁRIO MINESSOTA.....	94
2 – MINI-EXAME DE ESTADO MENTAL.....	96

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	18
1.1 OBJETIVOS E HIPÓTESES .....	22
1.1.2 Objetivos específicos .....	22
1.1.3 Hipóteses .....	23
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	23
2.1 FATORES INTRÍNSECOS DE RISCO DE QUEDAS E A PRÉ-FRAGILIDADE EM IDOSAS .....	23
2.2 RESPOSTAS AO TREINAMENTO COM JOGOS VIRTUAIS NOS PARÂMETROS RELACIONADOS AO RISCO DE QUEDAS.....	27
2.3 EFEITO DA INTENSIDADE EM DIFERENTES TREINAMENTOS NOS PARÂMETROS RELACIONADOS AO RISCO DE QUEDAS.....	32
2.4 CONCLUSÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	39
3 MÉTODOS .....	41
3.1 DESENHO DO ESTUDO .....	41
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	41
3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS .....	43
3.4 TREINAMENTO COM JOGOS VIRTUAIS .....	44
3.5 DESFECHO PRIMÁRIO .....	48
3.5.1 Equilíbrio dinâmico .....	48
3.6 DESFECHOS SECUNDÁRIOS .....	49
3.6.1 Função Muscular.....	49
3.6.2 Força e potência dos membros inferiores .....	50
3.6.3 Velocidade da marcha.....	51
3.7 AVALIAÇÕES DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO .....	52
3.7.1 Formulário com os dados de identificação, caracterização e sóciodemografia.....	52
3.7.2 Triagem do fenótipo fragilidade.....	52
3.7.3 Medidas antropométricas .....	54
3.7.4 Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) .....	55
3.7.5 Histórico de Quedas.....	56
3.7.6 Percepção de Esforço .....	56
4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	57
5 RESULTADOS .....	59
6 DISCUSSÃO .....	64

7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	70
8 CONCLUSÃO.....	71
9 REFERÊNCIAS.....	72
10 PRODUÇÕES CIENTÍFICAS .....	80
Effects of additional external load manipulation on perceptual and physiological responses during exergame – Motriz, 2018.....	80
Does exercise intensity increment in exergame promote changes in strength, functional capacity and perceptual parameters in pre-frail older women? A randomized controlled trial – Experimental Gerontology, 2019.....	81
11 APÊNDICES.....	82
APÊNDICE A - FICHA DE AVALIAÇÃO .....	82
APÊNDICE B – FENÓTIPO DE FRAGILIDADE .....	84
APÊNDICE C – FUNÇÃO MUSCULAR E FUNCIONALIDADE .....	86
APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	89
APÊNDICE E – GUIA DAS SESSÕES DE TREINAMENTO DO JOGO VIRTUAL <i>YOUR SHAPE</i> .....	93
12 ANEXOS .....	94
ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO MINNESOTA.....	94
ANEXO 2 – MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM) .....	96

# 1 INTRODUÇÃO

A síndrome da fragilidade, caracterizada pela diminuição da eficiência da homeostase e por declínios cognitivos, físicos e funcionais (FRIED et al., 2004), aumenta as chances de um idoso cair. Queda pode ser definida como um evento repentino no qual uma pessoa cai no chão, sem perda de consciência (WHO, 2007), e é considerada um problema de saúde pública. Trinta por cento das quedas requerem tratamento médico (STEVENS; RYAN; KRESNOW, 2006) com subseqüentes hospitalizações, aumentando a demanda de serviços de saúde pública e aumentando os gastos associados a estes serviços (HARTHOLT et al., 2010). Idosos frágeis têm 1,84 mais chances de sofrer uma queda futura do que idosos saudáveis, enquanto idosos pré-frágeis têm 1,25 mais chances de sofrer uma queda futura do que idosos saudáveis (KOJIMA, 2015). Ainda, mulheres têm maior chance de desenvolver a síndrome da fragilidade do que homens (FRIED et al., 2004), deixando esta população mais vulnerável.

Um dos declínios físicos advindos da síndrome da fragilidade é a diminuição da força muscular, que influencia negativamente a funcionalidade, ou seja, a capacidade de uma idosa em realizar atividades da vida diária, utilizando-se de habilidades diversas (DUARTE; ANDRADE; LEBRÃO, 2007), como levantar de uma cadeira e subir escadas (ROUBENOFF; HUGHES, 2000), de recuperar o equilíbrio após um tropeço (PIJNAPPELS et al., 2008a, 2008b) e de caminhar a uma velocidade acima de 1 m/s, aumentando, assim, o risco de quedas (AAGAARD et al., 2002; ABELLAN VAN KAN et al., 2010; DOHERTY, 2003; FRIED et al., 2001a). A diminuição da força muscular e o

declínio da funcionalidade são considerados fatores de risco de quedas (AOYAMA; SUZUKI; KUZUYA, 2015; TINETTI; SPEECHLEY; GINTER, 1988). Programas de exercícios físicos são recomendados para adaptações musculares e melhoras funcionais, diminuindo assim o risco de quedas, tanto em idosas frágeis quanto em idosas saudáveis. Para otimizar o treinamento físico em idosas frágeis, os programas de exercícios devem considerar uma carga de trabalho total ótima, combinando intensidade, volume e frequência semanal (CADORE et al., 2013).

Os exercícios mais utilizados para melhorar estes parâmetros nesta população são os exercícios resistidos, que aumentam, principalmente, a força muscular (LOPES et al., 2016; PERSCH et al., 2009), e os exercícios multicomponentes, que melhoram, principalmente, a funcionalidade (CADORE et al., 2013). Por outro lado, o treinamento com jogos virtuais têm sido utilizado como uma nova abordagem devido às repetições de tarefas complexas com estímulos visuais e auditivos (DEUTSCH et al., 2008), feedback imediato (DOS SANTOS MENDES et al., 2012) e ao encorajamento do comportamento de tarefas repetitivas graduado ao nível de competência do usuário (RIZZO; KIM, 2005; SVEISTRUP, 2004). Porém, os resultados deste tipo de treinamento são contraditórios. A funcionalidade de idosos frágeis da comunidade melhorou tanto após o treinamento com jogos virtuais durante 10 semanas, com sessões de 30 minutos (BISSON; CONTANT; SVEISTRUP, 2007), quanto após o treinamento com jogos virtuais durante 12 semanas, com sessões de uma hora (MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012). Assim como a funcionalidade de idosos institucionalizados melhorou após 6 semanas de treinamento, com duração de uma hora cada sessão (FU et al., 2015). No entanto, este mesmo

tipo de treinamento não foi capaz de melhorar o equilíbrio de idosos (FRANCO et al., 2012), nem a força muscular concêntrica e a funcionalidade de idosas (RODRIGUES et al., 2018). Possíveis explicações para a divergência de resultados podem ser o tipo de jogo e o console utilizados, os exercícios realizados e a falta de controle de intensidade do treinamento.

Uma maneira de obter melhores resultados na força muscular e na funcionalidade pode ser aumentar a quantidade de trabalho total, manipulando a quantidade de séries, de repetições e a sobrecarga, aumentando assim a intensidade do treinamento (ACSM, 2014). Pois, quando mensurada pelo gasto energético, a intensidade de uma sessão com jogos virtuais em idosos foi de leve a moderada (média de 2,3 METs) (GRAVES et al., 2010). E quando mensurada pela percepção de esforço (PE), a intensidade do treinamento com jogos virtuais foi moderada (11 a 13 PE) (RODRIGUES et al., 2018). A intensidade é um fator determinante na prescrição, progressão e benefícios advindos do exercício físico (ACSM, 2014). O aumento progressivo da intensidade é o aumento gradual do estresse na musculatura durante o treinamento físico (ACSM, 2014). O processo de adaptação muscular só irá ocorrer se for exercido continuamente uma magnitude maior de força para atender a demandas fisiológicas mais elevadas (ACSM, 2014). Ainda, independentemente do tipo de exercício, a intensidade vigorosa de exercício induz ao maior ganho de força muscular comparado a um treinamento similar em intensidade moderada em idosos (BIRD et al., 2009; FATOUROS et al., 2006; LOPES et al., 2016).

O aumento de intensidade nos jogos virtuais deve ser realizado de uma maneira que a característica do jogo virtual seja preservada. O uso de um

colete com pesos para adicionar a sobrecarga externa não muda a característica do jogo, além de ser uma forma segura de progressão de intensidade (DANIEL, 2012). Para assegurar que a adição de sobrecarga externa realmente aumente a intensidade, ela deve ser monitorada e controlada. A PE pode ser uma maneira de controlar o aumento da intensidade do treinamento com jogos virtuais, pois a PE é baseada na carga interna de indivíduos que percebem um exercício, sendo congruente com a carga externa utilizada. A adição de sobrecarga externa para aumentar a intensidade de uma sessão de exercício com jogos virtuais, aumentou a PE (WOLF et al., 2018). A PE também conseguiu identificar diferenças na intensidade entre os exercícios com jogos virtuais e caminhada e ciclismo (KRAFT et al., 2011; PERRON; GRAHAM; HALL, 2012). Além disso, a PE é reduzida após um período de treinamento com cargas constantes, o que mostra que ela é sensível em identificar adaptações decorrentes de exercícios (EKBLUM; GOLDBARG, 1971; GUTMANN et al., 1981).

O treinamento com jogos virtuais pode ser utilizado para melhorar os desfechos físicos em idosas. No entanto, muitas vezes a força muscular e a funcionalidade não melhoram após o período de treinamento. Uma maneira de melhorar estes fatores pode ser o aumento do trabalho total, pela manipulação da intensidade, uma vez que exercícios realizados em intensidade vigorosa podem promover maiores ganhos fisiológicos em relação a exercícios realizados em intensidade moderada (MONEDERO; MURPHY; O'GORMAN, 2017) em idosas pré-frágeis. O controle da intensidade do treinamento com jogos virtuais pode ser monitorado com o uso da PE, devido ao seu aumento após a adição de sobrecarga externa em exercícios com jogos virtuais, além

de ser sensível a adaptações decorrentes de exercícios (EKBLÖM; GOLDBARG, 1971; GUTMANN et al., 1981; WOLF et al., 2018). Portanto, os resultados do presente estudo ajudarão a compreender como os jogos virtuais podem ser utilizados em um programa de treinamento com ênfase na melhora dos fatores de risco de quedas em idosas pré-frágeis, com a devida prescrição e progressão de intensidade, controlado pela PE, para uma experiência segura e eficaz. Além disso, ajudarão a compreender se o aumento do trabalho total realizado, pela manipulação da intensidade, no treinamento com jogos virtuais trará maiores benefícios na força muscular e na funcionalidade de idosas pré-frágeis, devido às maiores adaptações musculares.

## **1.1 OBJETIVOS E HIPÓTESES**

### 1.1.1 Objetivo geral

Comparar o efeito de diferentes quantidades de trabalho, pela manipulação da intensidade, no treinamento com jogos virtuais na função muscular e na funcionalidade em idosas pré-frágeis.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar o efeito de diferentes quantidades de trabalho no treinamento com jogos virtuais no pico de torque, potência média e trabalho dos extensores e flexores de joelho e tornozelo de idosas pré-frágeis;

- Comparar o efeito de diferentes quantidades de trabalho no treinamento com jogos virtuais na velocidade da marcha, no equilíbrio dinâmico e na potência dos membros inferiores de idosas pré-frágeis.

### 1.1.3 Hipóteses

1. A maior intensidade de treinamento promoverá maiores ganhos na função muscular de idosas pré-frágeis;
2. A maior intensidade de treinamento promoverá maiores ganhos na funcionalidade de idosas pré-frágeis.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Para fundamentar as hipóteses de que a maior intensidade de treinamento promoverá maiores ganhos na função muscular e na funcionalidade de idosas pré-frágeis, esta revisão de literatura abordará os aspectos referentes aos fatores de risco de quedas e à pré-fragilidade. Também serão abordadas as respostas ao treinamento com jogos virtuais e as diferentes quantidades de trabalho pela manipulação da intensidade de treinamento nos fatores de risco de quedas.

### **2.1 FATORES INTRÍNSECOS DE RISCO DE QUEDAS E A PRÉ-FRAGILIDADE EM IDOSAS**

O crescimento da população idosa é considerado fenômeno mundial, devido às transições nas taxas de fecundidade e mortalidade (SIQUEIRA et

al., 2011). No Brasil, a transição nestas faixas tem levado à inversão da pirâmide etária (IBGE, 2010; LEBRÃO, 2009). Em 2060, uma em cada quatro pessoas terá 65 anos ou mais, o que corresponderá a cerca de 58 milhões de idosos, totalizando 25,5% da população do país (IBGE, 2018).

Nesta população, mulheres vivem, em média, sete anos a mais que os homens (IBGE, 2018). No entanto, são mais propensas a reportar pior autoavaliação de saúde e apresentam maior prevalência e incidência de incapacidade funcional, menor mobilidade e diminuição da força comparadas aos homens na mesma faixa etária (BALOGUN et al., 2017). A redução progressiva de força muscular ocorre devido a alterações dos aspectos neuromusculares, como a diminuição da taxa de disparo, diminuição do recrutamento das fibras musculares, redução do drive neural, denervação das fibras musculares esqueléticas de contração rápida, ou seja, as fibras do tipo II (KADI et al., 2004; VERDIJK et al., 2009), diminuição de proteínas contráteis e, como consequência, o aumento intramuscular de tecido conjuntivo e gorduroso (RICE et al., 1989). O declínio rápido associado a idade na força muscular leva a dificuldades na mobilidade, como caminhar, levantar de uma cadeira e subir escadas (VISSER et al., 2005), o que pode explicar porque as medidas de desempenho são superiores as medidas antropométricas na identificação de alto risco de quedas em idosos (BALOGUN et al., 2017).

As alterações na força muscular e na funcionalidade aumentam a incidência de quedas. A queda pode ser definida como um evento inesperado em que o indivíduo cai no chão ou nível inferior, não associado a perda da consciência (WHO, 2007). A prevalência de quedas em idosos no Brasil é de 27,6%, sendo maior entre as mulheres (40.1%) (SIQUEIRA et al., 2011),

tornando-se um dos maiores problemas de saúde pública entre os idosos (TINETTI; SPEECHLEY; GINTER, 1988). Além disso, mesmo quedas que não resultam em lesões físicas podem resultar na "síndrome de pós-queda" ou medo de cair, que consiste na perda de confiança e hesitação, com consequente perda de mobilidade e independência (LORD; SHERRINGTON; MENZ, 2001; PERRACINI; RAMOS, 2002).

Além de mulheres terem mais chances de cair, serem mais propensas a reportar pior autoavaliação de saúde e apresentarem maior prevalência e incidência de incapacidade funcional, menor mobilidade e diminuição da força comparadas aos homens, elas também têm maior chance de desenvolver a síndrome da fragilidade (FRIED et al., 2001a). A síndrome de fragilidade corresponde a um estado clínico de vulnerabilidade a estressores, sejam eles temperaturas ambientais extremas, exacerbações de uma doença crônica, ou uma lesão (FRIED et al., 2004), resultando na diminuição da eficiência da homeostase e maior risco de eventos adversos, como declínio cognitivo e funcional, quedas, hospitalização em longo prazo e mortalidade, aumentando os gastos com a saúde pública (FRIED et al., 2001a). Este estado clínico de vulnerabilidade é desenvolvido por combinações do envelhecimento, doenças e mudanças em fatores intrínsecos como aptidão física, que levam a declínios no condicionamento aeróbico, na força muscular, e concomitantes diminuições da velocidade da marcha, da taxa metabólica em repouso e, conseqüentemente, do gasto energético total. Paralelamente, os idosos ingerem uma quantidade inadequada de proteínas, desenvolvendo deficiências de micronutrientes, que aceleram a perda de massa muscular,

gerando assim um círculo vicioso (FIGURA 1) (CARMELLI et al., 1997; FRIED et al., 2001a; ROCKWOOD et al., 1999; WILLIAMS; LORD, 1997).

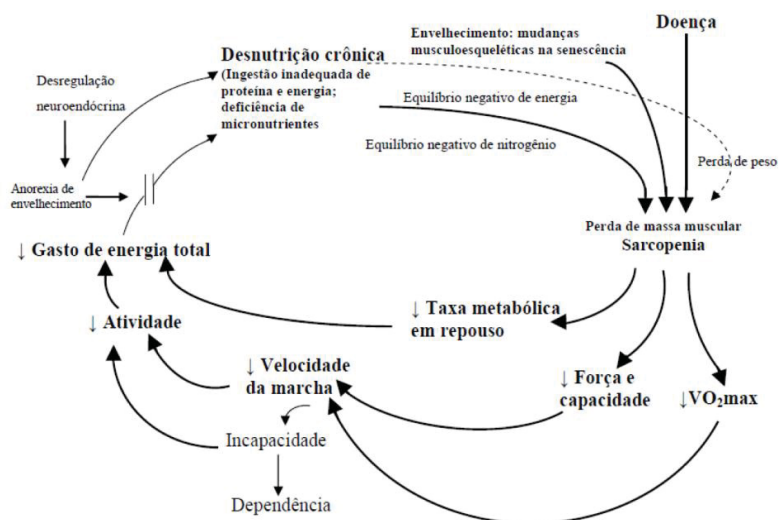


FIGURA 1 - CICLO DE FRAGILIDADE E AS MANIFESTAÇÕES DO FENÓTIPO NO CICLO DE RETROALIMENTAÇÃO NEGATIVA (MODIFICADA DE FRIED et al., 2001).

A falta de um consenso clínico do fenótipo da fragilidade leva a falta de padronização e mensuração das manifestações clínicas. Portanto, Fried e colaboradores (2001) criaram 5 critérios para diagnosticar a fragilidade, que englobam os parâmetros do fenótipo de fragilidade como perda da força e massa muscular, perda de peso, redução da capacidade aeróbia, declínio no equilíbrio e na mobilidade (FERRUCCI et al., 2004; FRIED; WATSON, 2003). São eles: diminuição de 5% ou mais do peso corporal no último ano; fraqueza muscular, mensurada pela força de preensão manual estratificado por sexo e IMC; auto relato de exaustão; diminuição da velocidade da marcha; e baixo nível de atividade física identificado pelo menor quartil para cada sexo.

Os idosos que não apresentam qualquer um dos critérios citados acima são considerados não-frágeis. A presença de 1 ou 2 critérios caracteriza os idosos como pré-frágeis. Por fim, os idosos que apresentam 3 ou mais critérios são considerados frágeis. A síndrome de fragilidade é um processo dinâmico com a possibilidade de transição entre os estágios de não fragilidade, pré-fragilidade e fragilidade devido a melhora dos fatores intrínsecos, como aumento da força muscular e da mobilidade (LABRA et al., 2015; MATSUDA; SHUMWAY-COOK; CIOL, 2010). A capacidade prognóstica desta caracterização tem sido validada e amplamente utilizada (ENSRUD et al., 2009).

Contudo, ressalta-se que as quedas e a síndrome da fragilidade não devem ser consideradas como um acontecimento inevitável do envelhecimento, uma vez que a melhora da função muscular e da funcionalidade podem reverter o estado de fragilidade e reduzir o risco de quedas. Programas de exercício que promovam adaptações musculares que influenciam positivamente a funcionalidade de idosos pré-frágeis são recomendados. Estes programas devem ser motivantes, envolver duas ou mais habilidades motoras e ter intensidade adequada para que estes ganhos ocorram. Esses aspectos serão abordados nos tópicos abaixo.

## **2.2 RESPOSTAS AO TREINAMENTO COM JOGOS VIRTUAIS NOS PARÂMETROS RELACIONADOS AO RISCO DE QUEDAS**

Os benefícios do exercício físico em retardar ou diminuir a dependência funcional na população idosa são reconhecidos (GATES et al., 2008; GINÉ-GARRIGA et al., 2014; ACSM, 2009). Idosos que se mantêm ou que venham

a se tornar ativos fisicamente têm risco reduzido de todas as causas de mortalidade quando comparados à idosos sedentários (MCDERMOTT; MERNITZ, 2006). O exercício parece ser benéfico na melhora das funções físicas, como sentar e levantar de uma cadeira, equilíbrio, agilidade e mobilidade em idosos (LIU; LATHAM, 2009; PERI et al., 2008; SHIMADA; UCHIYAMA; KAKURAI, 2003), mesmo se eles tiveram comportamento sedentário quando mais novos (MCDERMOTT; MERNITZ, 2006). O programa de exercícios para idosos devem ser multicomponentes para otimizar as melhoras na saúde, encorajar a continuidade do programa de exercício e melhorar a função muscular e a funcionalidade, diminuindo, assim, o risco de quedas (MCDERMOTT; MERNITZ, 2006).

Programas de exercício com jogos virtuais para idosos têm sido uma nova abordagem para a melhora dos aspectos físicos e funcionais (BISSON; CONTANT; SVEISTRUP, 2007; DUQUE et al., 2013; FU et al., 2015; MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012). As vantagens de programas de exercícios com jogos virtuais são (1) a repetição de tarefas complexas dirigidas por estímulos visuais e auditivos, os quais criam uma interação dinâmica entre jogador e tarefa (DEUTSCH et al., 2008), (2) feedback imediato sobre a performance e resultados que podem facilitar o aprendizado motor (DOS SANTOS MENDES et al., 2012), (3) além da oportunidade de interação com eventos que podem simular o mundo real de uma forma segura (HOLDEN, 2005; RIZZO, 2002) e ao encorajamento do comportamento de tarefas repetitivas graduado ao nível de competência do usuário (RIZZO; KIM, 2005; SVEISTRUP, 2004).

Assim, este treinamento pode ser uma ferramenta importante para potencializar a melhora dos fatores relacionados ao risco de quedas de idosos. Bisson, Contant e Sveistrup (2007) dividiram 24 idosos em 2 grupos, onde um grupo fez exercícios de equilíbrio com feedback visual e o outro fez exercícios com jogos virtuais, 2 sessões por semana com duração de 30 minutos, durante 10 semanas, sem controle de intensidade, e encontraram melhora na mobilidade, independentemente do tipo do treinamento. Maillot, Perrot e Hartley (2012) compararam idosos que realizaram o treinamento virtual durante 12 semanas, sendo 2 sessões semanais com duração de 1 hora, com idosos que não realizaram nenhum treinamento (grupo controle) e encontraram melhoras na funcionalidade e na aptidão cardiorrespiratória no grupo treinamento. A intensidade do treinamento foi mensurada, porém não foi mencionada no estudo. Ainda, o treinamento com jogos virtuais em idosos institucionalizados com histórico de quedas melhorou tanto a força muscular, quanto o equilíbrio quando comparado ao treinamento de equilíbrio convencional após 6 semanas (FU et al., 2015), porém sem controle da intensidade. Assim como Duque e colaboradores (2013), que realizaram um treinamento com jogos virtuais para idosos com histórico de quedas, durante 6 semanas, com 2 sessões semanais e duração de 30 minutos cada, e encontraram diminuição do risco de quedas, além da melhora no equilíbrio estático desta população.

Por outro lado, não foi encontrada melhora no equilíbrio de idosos após 10 semanas se treinamento com jogos virtuais específicos para equilíbrio, quando comparado ao grupo controle (JORGENSEN et al., 2012). Contudo, a intensidade não foi mensurada neste estudo. Franco e colaboradores (2012)

também não encontraram melhora no equilíbrio e na marcha de idosos após um treinamento com jogos virtuais combinado com exercícios feitos em casa durante 3 semanas. Gschwind e colaboradores (2015) compararam a força muscular de idosos após o treinamento com jogos virtuais com o Microsoft Kinect, onde foram adicionadas caneleiras de 1 kg a 3 kg nos exercícios de força, com o treinamento de dança virtual no tapete. A força isométrica dos extensores de joelho aumentou apenas no grupo que realizou o treinamento com o Microsoft Kinect e adição de sobrecarga externa. No entanto, vale ressaltar que o volume de treinamento, a progressão da intensidade e os exercícios realizados foram diferentes entre os grupos, mudando assim o trabalho total realizado. Enquanto o grupo que realizou o treinamento com o Microsoft Kinect fez 60 minutos de exercícios de força semanais com aumento da intensidade pela adição de caneleiras, o grupo que realizou a dança com tapete treinou 20 minutos por semana, sem exercícios específicos para o aumento de força e sem progressão da intensidade. Rodrigues e colaboradores (2018) encontraram melhora do pico de torque excêntrico dos flexores de joelho a 180°/s, porém não encontraram melhora da funcionalidade após um treinamento com jogos virtuais durante 12 semanas, com três sessões semanais, utilizando um jogo de dança com o Microsoft Kinect, na intensidade de 11 a 13 na PE.

Há poucos estudos que avaliaram os benefícios físicos e funcionais do treinamento com jogos virtuais em idosos frágeis e pré-frágeis. Gomes e colaboradores (2018) realizaram 14 sessões de um treinamento com jogos virtuais duas vezes por semana com idosos frágeis e pré-frágeis e compararam os resultados com um grupo controle. Os autores encontraram efeito principal

do tempo no equilíbrio e na marcha, com efeito mais pronunciado no grupo que realizou o treinamento. Além disso, os idosos frágeis obtiveram maior melhora nestes parâmetros quando comparados aos idosos pré-frágeis que participaram do estudo, porém sem diferença significativa. A intensidade do treinamento foi verificada, porém não foi informada. Por fim, Daniel (2012) realizou um estudo piloto durante 15 semanas com um grupo controle, um grupo que realizou um treinamento sentado e um grupo que realizou um treinamento com jogos virtuais. O grupo que realizou o treinamento com jogos virtuais fez uma progressão de intensidade com adição de sobrecarga externa vestindo um colete com pesos. Não foi realizada análise estatística no estudo, porém o autor relata melhora na funcionalidade nos grupos que realizaram exercício físico, independente da modalidade. A adição de sobrecarga externa pelo uso de um colete com pesos segue o princípio de que as fibras musculares devem receber estímulos que provoquem adaptações musculares. O aumento regular e progressivo da sobrecarga, ou seja, do trabalho total realizado, faz com que a força muscular aumente. Conseqüentemente, outros parâmetros relacionados a quedas também podem melhorar, como a funcionalidade.

Assim, as respostas ao treinamento com jogos virtuais nos parâmetros relacionados ao risco de quedas em idosos pré-frágeis ainda não são conclusivas, porém são promissoras. Pode-se verificar que a maioria dos estudos não controlaram a intensidade do treinamento com jogos virtuais. A manipulação da intensidade nos treinamentos com jogos virtuais faz-se necessária, pois ela está relacionada com os benefícios do exercício físico, independente da idade (FIATARONE et al., 1990; KRAEMER et al., 2002). O aumento da intensidade dos jogos virtuais leva a maiores cargas de trabalho

que, por sua vez, podem aumentar as adaptações musculares neste tipo de treinamento.

### **2.3 EFEITO DA INTENSIDADE EM DIFERENTES TREINAMENTOS NOS PARÂMETROS RELACIONADOS AO RISCO DE QUEDAS**

A intensidade do exercício físico é um dos fatores que influencia a natureza e a magnitude dos efeitos do treinamento (ACSM, 2014), pelo aumento do trabalho total realizado. A intensidade é um processo multifacetado, que requer consideração tanto da informação fisiológica quanto da informação psicológica do indivíduo para atividades específicas (ESTON; WILLIAMS; FAULKNER, 2009).

As formas mais comuns de mensurar a intensidade do exercício são medidas objetivas, como gasto energético, expresso pelo quociente entre taxa metabólica associada à atividade física e taxa metabólica em repouso (MET) e a frequência cardíaca (FC), além de medidas subjetivas, como a PE. A PE é definida como a intensidade subjetiva do esforço, da tensão, desconforto e fadiga experienciada durante o exercício (ROBERTSON; NOBLE, 1997). É uma medida de intensidade de exercício de baixo custo e de fácil entendimento, uma vez que as pessoas têm pouca dificuldade em reportar numericamente o exercício a que foram submetidos (NORTON; NORTON; SADGROVE, 2010). Esta medida é altamente correlacionada com o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e a frequência cardíaca máxima ( $FC_{máx}$ ) em exercícios incrementais (BAILDON; ULMER, 1994; LEUNG; LEUNG; CHUNG, 2004; SHIGEMATSU et al., 2004). Porém, estes resultados podem não seguir o mesmo padrão durante o exercício contínuo. Por exemplo, trinta minutos de

treinamento em circuito em uma FC fixa ainda assim induziu aumento da PE durante o exercício (AZEVEDO et al., 2016). Além disso, exercícios contínuos em idosos com Alzheimer mostrou uma correlação negativa entre PE e FC (YU; DEMOREST; VOCK, 2015). Ainda, não foi encontrada correlação entre PE e FC no teste contínuo de caminhada de 12 minutos, onde nos últimos 6 minutos do teste a FC entrou em um platô, enquanto a PE aumentou em idosos da comunidade que sofreram acidente vascular cerebral (ENG et al., 2002). Isto pode ser explicado pela carga interna ser percebida maior à medida em que o exercício progride, mesmo com a manutenção da carga externa. Esta falta de relação entre FC e PE em exercício contínuo sugere que a PE é gerada independentemente de respostas fisiológicas aferentes (MARCORA, 2009; SMIRMAUL et al., 2013).

A PE e a FC podem ser mensuradas em todo tipo de atividade física, tanto em baixos níveis de intensidade, como sentar, a níveis extremos de alta intensidade, como atividades para atletas condicionados (NORTON; NORTON; SADGROVE, 2010). Assim, são utilizados domínios para diferenciar estas atividades e suas respectivas intensidades. O domínio sedentário é raramente quantificado, porém, em termos gerais, é usualmente utilizado para incorporar todas as atividades sentadas (NORTON; NORTON; SADGROVE, 2010), que apresentem um gasto metabólico menor que 1,6 METs (PATE; O'NEILL; LOBELO, 2008) para a população de jovens e adultos, como dirigir, assistir televisão, ficar em pé em um fila. O domínio leve compreende atividades domésticas ou tarefas ocupacionais, como lavar a louça, passar roupa, cozinhar e trabalhar sentado em frente a um computador (AINSWORTH et al., 2000; GUNN et al., 2002; HUANG, 2004). Estas atividades apresentam

gasto calórico entre 1,6 e 2,9 METs, uma intensidade relativa de 40 a 55% da  $FC_{máx}$  e PE entre 8 e 10 na escala de Borg de 6 a 20 (NORTON; NORTON; SADGROVE, 2010). Estas atividades são as maiores determinantes na variabilidade total do gasto energético, uma vez que são realizadas, em média, entre 6 a 7 horas do tempo acordado. O domínio moderado varia entre 3 e 5,9 METs, intensidade relativa de 55 a 70% da  $FC_{máx}$  e PE entre 10 e 13 na escala de Borg de 6 a 20. Caminhar por 10 minutos ou mais é a atividade mais comum considerada neste domínio.

O domínio vigoroso compreende atividades que variam de 6 a 9 vezes o gasto metabólico de repouso, ou seja, 6 a 8,9 METs, além de envolver a quebra da homeostase dos sistemas fisiológicos. Em termos de intensidade relativa, atividades vigorosas ficam entre 70 a 90% da  $FC_{máx}$  e PE entre 14 e 16 na escala de Borg de 6 a 20. Por fim, o domínio de alta intensidade compreende atividades que tenham intensidade relativa de, no mínimo, 90% da  $FC_{máx}$ , intensidade absoluta de, no mínimo, 9 METs e PE maior ou igual a 17 na escala de Borg de 6 a 20. É mais comum em exercícios para atletas jovens e não podem ser suportadas por mais de 10 minutos (QUADRO 1).

<b>Categoria de Intensidade</b>	<b>Medidas Objetivas</b>	<b>Medidas Subjetivas</b>	<b>Medidas Descritivas</b>
<b>SEDENTÁRIA</b>	< 1.6 METS < 40% FC <sub>máx</sub> < 20% FCR < 20% VO <sub>2</sub> <sub>máx</sub>	PE (6-20): < 8 PE (CR10): < 1	Atividades que envolvem normalmente ficar sentado e deitado e envolvem poucos movimentos adicionais e baixo requerimento de energia
<b>LEVE</b>	1.6 < 3 METS 40% < 55% FC <sub>máx</sub> 20% < 40% FCR 20% < 40% VO <sub>2</sub> <sub>máx</sub>	PE (6-20): 8-10 PE (CR10): 1-2	Uma atividade aeróbica que não causa uma mudança percebida na taxa de respiração; Uma intensidade que pode ser sustentada por pelo menos 60 minutos
<b>MODERADA</b>	3 < 6 METS 55% < 70% FC <sub>máx</sub> 40% < 60% FCR 40% < 60% VO <sub>2</sub> <sub>máx</sub>	PE (6-20): 11-13 PE (CR10): 3-4	Uma atividade aeróbica que é capaz de ser conduzida enquanto mantém a conversação ininterrompida Uma intensidade que pode durar entre 30 a 60 minutos
<b>VIGOROSA</b>	6 < 9 METS 70% < 90% FC <sub>máx</sub> 60% < 85% FCR 60% < 85% VO <sub>2</sub> <sub>máx</sub>	PE (6-20): 14-16 PE (CR10): 5-6	Uma atividade aeróbica na qual a conversação não pode ser mantida sem interrupções Uma intensidade que pode durar 30 minutos
<b>ALTA</b>	≥ 9 METS ≥ 90% FC <sub>máx</sub> ≥ 85% FCR ≥ 85% VO <sub>2</sub> <sub>máx</sub>	PE (6-20): ≥ 17 PE (CR10): ≥ 7	Uma intensidade que não pode ser mantida por mais de 10 minutos

QUADRO 1 – DOMÍNIOS DA INTENSIDADE DE EXERCÍCIO: MEDIDAS ABSOLUTAS, RELATIVAS E SUBJETIVAS (MODIFICADO DE NORTON et al., 2010).

O *American College of Sports Medicine (ACSM)* recomenda que idosos sedentários façam exercício físico em intensidade moderada cinco vezes por semana, ou exercício físico em intensidade vigorosa três vezes por semana (NELSON et al., 2007). No entanto, poucos estudos determinaram a intensidade de exercícios com jogos virtuais. Graves e colaboradores (2010) mensuraram a intensidade pelo gasto energético e (FC) comparada entre uma sessão de jogos de vídeo game inativos portáteis, jogos virtuais ativos utilizando o Wii Fit (atividades de yoga, condicionamento muscular, equilíbrio e aeróbico) e caminhada em esteira. Foi encontrado que tanto o gasto energético quanto a FC eram maiores durante a performance no Wii Fit

comparado ao vídeo game inativo portátil, porém menores do que a caminhada em esteira. Ainda, o gasto energético da atividade aeróbia do Wii Fit foi moderado (3.2 METs), enquanto a FC ficou abaixo da intensidade recomendada para manter a capacidade cardiorrespiratória (57% FC<sub>máx</sub>). Rodrigues e colaboradores (2018) mensuraram a intensidade de um treinamento de 12 semana de jogos virtuais em idosas pela PSE, e verificaram que a intensidade foi moderada (11 a 13 PE). Os autores encontraram melhora apenas no pico de torque excêntrico dos flexores de joelho a 180°/s, sem melhora da funcionalidade.

Usualmente, exercícios físicos na faixa de intensidade moderada nem sempre trazem melhoras nos parâmetros relacionados ao risco de quedas. Rosario e colaboradores (2016) aplicaram um treinamento multicomponente em idosos com exercícios de equilíbrio, agilidade e força, em intensidade entre 12 e 13 PE da escala de Borg 6 a 20, e não encontraram melhora nos parâmetros de risco de quedas como pico de torque ativo e passivo do tornozelo, nem na performance no teste de mobilidade. Assim como Carter e colaboradores (2001), que não encontraram melhora na força e no equilíbrio em idosas após 10 semanas de treinamento multicomponente com intensidade leve, onde as idosas não podiam entrar em fadiga em cada série de exercício. Independentemente da idade ou da condição de saúde de um idoso, a melhora contínua requer aumento progressivo de resistência quando o idoso se torna mais forte (KRAEMER et al., 2002).

Por outro lado, os benefícios para a saúde advindos da prática regular de atividades vigorosas são conhecidos na literatura (WARBURTON; NICOL; BREDIN, 2006). Estudos reportaram benefícios adicionais para a saúde em

relação a prática regular de atividade moderada (BIRD et al., 2009; FATOUROS et al., 2006; HESS; WOOLLACOTT, 2005; LOPES et al., 2016). Dez semanas de treinamento resistido de intensidade vigorosa ( $\geq 80\%$  1 RM) traz melhora no equilíbrio para idosos com deficiência de equilíbrio (HESS; WOOLLACOTT, 2005). Lopes e colaboradores (2016) realizaram um treinamento resistido de 12 semanas em intensidade vigorosa (80% 1 RM) em idosos e encontraram melhora na força dinâmica, força isométrica e equilíbrio dinâmico. Outro resultado importante, é a diminuição mais acentuada do índice de massa corporal (IMC), da soma das dobras cutâneas e o aumento da adiponectina, advindos do treinamento de intensidade vigorosa (80 a 85% de 1 RM) quando comparados ao treinamento resistido em intensidade moderada (FATOUROS et al., 2006). Além disso, somente o treinamento resistido em intensidade vigorosa foi capaz de manter essas mudanças no destreino (FATOUROS et al., 2006). Bird e colaboradores (2009) realizaram um treinamento resistido de 16 semanas com intensidade vigorosa (14 a 17 na escala de Borg 6-20) e encontraram melhora na força muscular, na funcionalidade e no equilíbrio.

Por isso, manipular a intensidade do treinamento com jogos virtuais pode ser uma alternativa na tentativa de melhorar os parâmetros relacionados ao risco de quedas, uma vez que a progressão da intensidade pelo aumento da sobrecarga é um fator importante para fortalecer a musculatura em todas as idades, mesmo nos mais frágeis (FIATARONE et al., 1994, 1990). Soltani e colaboradores (2017) manipularam a intensidade de uma sessão de um jogo virtual de natação pela velocidade de execução normal e rápida para verificar a ativação muscular dos membros superiores em jovens. Foi encontrado que

a ativação muscular dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial e trapézio superior para todas as técnicas de nado foi maior na velocidade rápida. Wolf e colaboradores (2018) compararam a ativação muscular, a FC e PE durante dois jogos virtuais realizados com e sem sobrecarga adicional com mulheres jovens. Foi verificado que a adição de sobrecarga promoveu maior intensidade, identificada pelo aumento da PE. Estes resultados mostram que a EMG e a PE são ferramentas sensíveis em identificar o aumento da intensidade neste tipo de treinamento. Ainda, a PE é sensível em identificar adaptações ao exercício, uma vez que a PE é reduzida após um período de treinamento com carga constante (EKBLUM; GOLDBARG, 1971; GUTMANN et al., 1981). Assim, a PE pode ser uma boa ferramenta para controle de intensidade de treinamento, garantindo que o aumento das séries, repetições e da sobrecarga gerará maior trabalho total e, conseqüentemente, maior carga interna.

Assim, a adição da sobrecarga externa com o intuito de aumentar o trabalho total realizado pela manipulação da intensidade dos jogos virtuais pode ser uma alternativa eficaz. A adição de sobrecarga externa pode ser realizada pelo uso de um colete com pesos. Quando um colete com pesos é usado e a quantidade de sobrecarga aumenta ao longo do tempo, os grandes grupos musculares que realizam o exercício são fortalecidos progressivamente (DANIEL, 2012; WOLF et al., 2018), além de não mudarem a característica do jogo virtual utilizado.

Portanto, exercícios físicos realizados em intensidade vigorosa são mais eficazes na melhora da força muscular e da funcionalidade em idosos. Nos exercícios com jogos virtuais, o aumento da intensidade é uma alternativa possível e relevante para que haja melhora nos fatores intrínsecos de risco de

quedas. Este aumento de intensidade pode ser realizado com a adição de sobrecarga externa pelo uso de coletes com pesos, pois eles não mudam a característica do jogo virtual. É importante ressaltar que a intensidade do exercício físico deve ser progredida de forma sistematizada, para que a sobrecarga seja suficiente para gerar novos estímulos e adaptações musculares.

## **2.4 CONCLUSÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Mulheres idosas apresentam maior declínio de força muscular e de funcionalidade comparadas aos homens idosos. Estes declínios são fatores intrínsecos que aumentam o risco de quedas e o desenvolvimento da síndrome da fragilidade. Porém, o treinamento físico pode melhorar estes parâmetros e diminuir a frequência das quedas, além de retardar o desenvolvimento da fragilidade nesta população.

O treinamento com jogos virtuais tem se mostrado como uma possibilidade de diminuir os fatores de risco de quedas, devido a possibilidade de realizar tarefas repetitivas graduado ao nível do usuário, pelo *feedback* imediato da performance e pela interação entre jogador e tarefa. No entanto, os resultados após o treinamento com jogos virtuais não são conclusivos em relação às melhoras dos fatores de risco de quedas em idosas pré-frágeis. Uma possível explicação para a falta de melhora destes parâmetros pode ser a intensidade de leve a moderada dos jogos virtuais, uma vez que exercícios realizados em intensidade vigorosa promovem maior ganho de força muscular comparado a exercícios em intensidade moderada, independentemente da

idade dos participantes. Assim, o aumento do trabalho total pela manipulação da intensidade do treinamento talvez promova maiores ganhos nestes parâmetros.

Uma vez que as respostas fisiológicas aumentam em intensidade vigorosa e diminuem em intensidade moderada nos jogos virtuais, a manipulação das séries e repetições, e a adição de sobrecarga externa adicional pelo uso de um colete com pesos, podem promover quantidades diferentes de trabalho total que, por sua vez, podem mudar as respostas musculares do treinamento com jogos virtuais em idosas pré-frágeis.

## **3 MÉTODOS**

### **3.1 DESENHO DO ESTUDO**

Este é um ensaio clínico randomizado, simples cego, desenvolvido para comparar os efeitos do treinamento com jogos virtuais realizado com diferentes quantidades de trabalho manipuladas pelo aumento da intensidade na função muscular e funcionalidade de idosas. As participantes foram randomizadas em dois grupos, através de sorteio utilizando uma abordagem aleatória on-line (randomized.org), e se exercitaram em intensidade moderada (GM) ou vigorosa (GV). Após aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Dom Bosco (1.990.679), este estudo foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos, com o número RBR-97JM74.

### **3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

As participantes foram convidadas a participarem do estudo por meio de divulgação na televisão, internet e unidades básicas de saúde. Foram incluídas na pesquisa idosas com idade igual ou superior a 60 anos, que foram classificadas como idosas pré-frageis por apresentarem um ou dois critérios do fenótipo de fragilidade proposto por Fried e colaboradores (2001), além de apresentarem atestado médico de condições de saúde para participarem do estudo. Foram excluídas da pesquisa idosas com alterações que impossibilitassem o preenchimento dos questionários sociodemográficos, nível de atividade física e histórico de quedas, ou a compreensão das orientações, além da realização dos testes funcionais e dos exercícios com jogos virtuais.

Dentre eles, déficits cognitivos, neurológicos, musculoesqueléticos e cardíacos. A cognição foi verificada por meio do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) classificados de acordo com o grau de escolaridade (BRUCKI et al., 2003), para evitar qualquer problema com a compreensão dos exercícios que foram realizados. Ainda, foram excluídas das análises as participantes que tiveram uma frequência < 60%.

A amostragem aleatória foi utilizada para a seleção amostral das idosas classificadas como pré-frágeis. Para o cálculo amostral foi utilizado o Programa G\*Power 3.1 e o desfecho primário *Timed Up and Go Test*. O cálculo foi realizado *a priori* e foi baseado no estudo de Alfieri e colaboradores (2010), com idosos da comunidade em que foi evidenciado um tamanho de efeito de 0,30 (efeito pequeno) após a comparação de duas intervenções (treinamento multicomponente x treinamento de equilíbrio) no *Timed Up and Go Test* para avaliação da mobilidade funcional. Além disso, foram considerados os seguintes parâmetros: (i) F test (ANOVA); (ii) Medidas repetidas, com medidas intra e entre sujeitos; (iii) erro amostral máximo de 5% (iv) nível de confiança de 95%; (v) poder amostral de 70%; (vi) Quantidade de grupos = 2; (vii) Quantidade de medidas = 2; (viii) Correlação entre as medidas repetidas = 0,5; (ix) Correção do erro de não-esfericidade = 1. Desta forma, a amostra mínima deste estudo foi de 20 idosas. Em seguida foram acrescentados 50% para possíveis perdas de dados ou recusas de participação, totalizando o valor amostral necessário 30 de idosas.

Cinquenta e quatro idosas da comunidade da cidade de Curitiba – PR entraram em contato com os pesquisadores. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, trinta e quatro idosas foram distribuídas aleatoriamente

em dois grupos que treinaram em intensidade moderada (GM) ou vigorosa (GV) (FIGURA 2). Todas as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE D). Doze participantes descontinuaram a intervenção devido às seguintes razões: problemas pessoais (n=6), lesões não relacionadas a intervenção (n=1), doenças (n=1), quedas (n=1) e a adição de carga externa no colete de pesos (n=3). Os dados de 20 participantes foram avaliados.

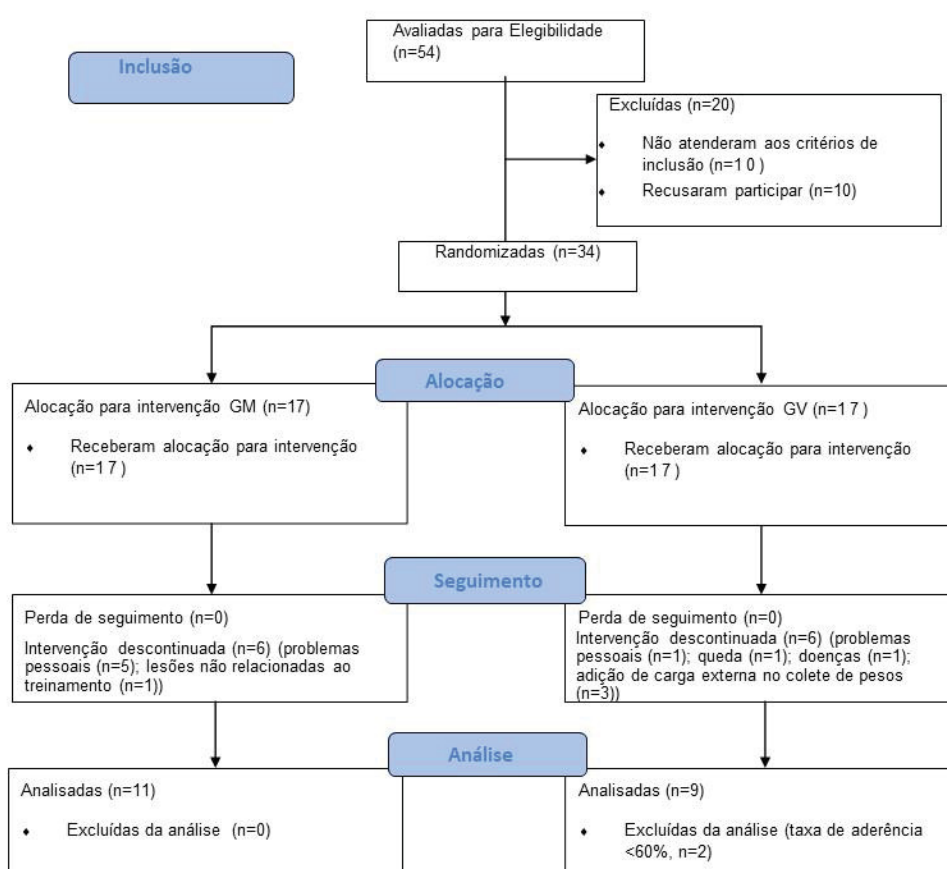


FIGURA 2 – FLUXOGRAMA DO ESTUDO

### 3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Todas as avaliações e treinamentos foram realizados por pesquisadores não-cegos, vinculados ao Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM). As participantes foram avaliadas em 2 sessões de testes,

separadas por, no mínimo, 48 horas. Na primeira sessão as participantes responderam ao Mini-Exame de Estado Mental (MEEM) e realizaram as medidas de massa corporal, altura, índice de massa corporal (IMC) e circunferência abdominal. Além disso, foi relatado o histórico de quedas e realizada a triagem do fenótipo de fragilidade. Foram realizados os testes funcionais Timed-up And Go (TUG), sentar e levantas 5 vezes, caminhada de 4 metros e caminhada de 10 metros. Na segunda sessão, as participantes realizaram o teste dinamômetro isocinético, para avaliar a força concêntrica dos extensores e flexores de joelho e tornozelo. Dois dias após as 12 semanas de treinamento, as participantes foram avaliadas em 2 sessões de testes, separadas por, no mínimo, 48 horas, nas quais realizaram os testes funcionais e o teste dinamômetro isocinético, respectivamente.

### **3.4 TREINAMENTO COM JOGOS VIRTUAIS**

O treinamento com jogos virtuais foi realizado durante 12 semanas, com 3 sessões semanais com duração de 40 minutos. O equipamento utilizado foi o Xbox 360 (Microsoft Inc., Redmond, WA, USA), composto por Console e Kinect Microsoft® e o jogo utilizado foi o *Your Shape*. Este jogo é composto por atividades recreativas, exercícios de força, aeróbicos, equilíbrio e de relaxamento.

Assim, os dois grupos realizaram rotinas de treinamento idênticas, em que foram estruturadas em 4 partes, todas realizadas com os jogos virtuais: (1) 05 minutos de aquecimento por meio de atividade lúdica ("*Gym Games*"); (2) 20 minutos de exercícios com enfoque na força muscular ("*Toning*"); (3) 10 minutos de exercícios com enfoque no condicionamento cardiorrespiratório

("Cardio"); e (4) 05 minutos de desaquecimento, relaxamento e alongamento muscular ("Zen") (APÊNDICE E).

O treinamento foi realizado em grupo e o programa de treinamento teve enfoque principalmente na musculatura dos membros inferiores, como agachamento, agachamento lateral, afundo, flexão de joelho, flexão e extensão de quadril. De modo complementar, foi trabalhada a musculatura de membros superiores e tronco. Os exercícios de condicionamento cardiorrespiratório envolviam boxe e deslocamento lateral e anteroposterior. O professor guiava todas as sessões para verificar a intensidade e controlar os movimentos e as posturas durante a execução dos exercícios. Uma das participantes calibrava o dispositivo de captura do movimento toda sessão. Os dois grupos compareceram em todas as sessões no mesmo dia e horário, porém em locais diferentes.

Os dois grupos realizaram 4 séries de 8 repetições de exercícios de força na primeira semana, entre a 2ª e a 6ª semana realizaram 4 séries de 12 repetições, entre a 7ª e a 9ª semana realizaram 6 séries de 12 repetições e entre a 10ª e a 12ª realizaram 6 séries de 16 repetições. Os intervalos de descanso foram de 30 segundos e 90 segundos entre as séries e os exercícios, respectivamente. Esta manipulação foi utilizada para aumentar a sobrecarga para o GM durante o período de treinamento para manter a PE na zona alvo (entre 11 e 13 PE na escala de Borg de 6-20) (BORG, 1998) (Tabela 1). No entanto, além da manipulação das séries e repetições, a sobrecarga no GV foi aumentada pela adição de carga externa a um colete (FIGURA 3), a fim de manter a PE de treinamento na zona alvo (entre 14 e 16 PE) (NORTON; NORTON; SADGROVE, 2010). A média do incremento de sobrecarga externa

no colete foi de 3% da massa corporal (MC) na primeira semana, 5% da MC entre a 2ª e 6ª semana, 8% da MC entre a 7ª e a 9ª semana e 10% da MC entre a 10ª e a 12ª semana (Tabela 2). No geral, quando uma participante do GM reportava a PE abaixo ou acima da zona alvo na sessão de treinamento, as repetições eram aumentadas ou diminuídas para manter a intensidade de treinamento na zona desejada. Uma abordagem similar foi utilizada para manter a intensidade de treinamento na zona alvo no GV, na qual a sobrecarga externa era adicionada ou removida quando necessário. Os ajustes de repetições e sobrecarga externa eram realizados individualmente para as participantes em todas as sessões de treinamento. As participantes repostavam sua PE no final do aquecimento, dos exercícios de força e exercícios cardiorrespiratórios.



FIGURA 3 – COLETE COM PESOS UTILIZADO PARA ADIÇÃO DE SOBRECARGA EXTERNA NO GV (FONTE: O AUTOR).

TABELA 3.1 – Progressão de intensidade do treinamento com jogos virtuais no GM

Semanas	Séries (nº)	Repetições (nº)	Intensidade (Borg 6-20)	Manipulação da Sobrecarga
1	04	08	Leve (11)	Familiarização – Sem adição de sobrecarga externa
2 a 6	04	12	Leve a moderado (11-13)	Sem adição de sobrecarga externa
7 a 9	06	12	Leve a moderado (11-13)	Sem adição de sobrecarga externa
10 a 12	06	16	Leve a moderado (11-13)	Sem adição de sobrecarga externa

TABELA 3.2 – Progressão de intensidade do treinamento com jogos virtuais no GV

Semanas	Séries (nº)	Repetições (nº)	Intensidade (Borg 6-20)	Manipulação da Sobrecarga
1	04	08	Intenso (14)	Familiarização – 3% MC
2 a 6	04	12	Intenso (14-16)	5% MC
7 a 9	06	12	Intenso (14-16)	8% MC
10 a 12	06	16	Intenso (14-16)	10% MC

MC – Massa corporal

## 3.5 DESFECHO PRIMÁRIO

### 3.5.1 Equilíbrio dinâmico

O teste Time Up and Go (TUG) tem como objetivo avaliar o equilíbrio dinâmico (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991) (APÊNDICE C). Consiste em levantar-se de uma cadeira sem a ajuda dos braços e andar em ritmo confortável e seguro a uma distância de três metros, dar a volta em um cone, retornar e sentar. Ao iniciar o teste, a participante permaneceu com o tronco apoiado no encosto da cadeira e, ao final, encostou novamente. O tempo foi cronometrado (em segundos) após o comando verbal “já” para iniciar o teste, até o momento em que a participante apoiou novamente o tronco na cadeira. O teste foi realizado uma vez para familiarização e uma segunda vez para tomada de tempo (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991) (FIGURA 5). Foram considerados os seguintes escores para risco de quedas no TUG: 60-69 anos: >8,1s; 70-79 anos: >9,2s; 80-99 anos: >11,3s (BOHANNON, 2013).



FIGURA 4 – AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO (SPOSITO et al., 2013)

## 3.6 DESFECHOS SECUNDÁRIOS

### 3.6.1 Função Muscular

A avaliação da função muscular foi realizada para caracterizar parâmetros de pico de torque, potência média e trabalho muscular da flexão e extensão do tornozelo e do joelho (APÊNDICE C). Foi utilizado o dinamômetro Biodex Multi-joint System (Biodex Medical Systems. Inc.. Shirley. NY. USA). A aquisição do sinal de torque foi realizada a uma frequência de 100 Hz.

Para a avaliação dos extensores e flexores do tornozelo, a participante foi posicionada sentada com o membro inferior a ser testado com um suporte na região distal da coxa e a planta do pé apoiada em uma placa rígida, em seguida, a articulação do joelho foi alinhada com o eixo mecânico do dinamômetro, conforme descrito no manual do equipamento. A participante foi mantida na posição adequada por dois cintos torácicos e um pélvico e faixas de velcro sobre a porção distal da coxa e área dos metatarsos na região dorsal do pé, e foi orientada a segurar nos apoios laterais da cadeira para melhorar a estabilização.

Para a avaliação dos extensores e flexores do joelho, a participante foi posicionada sentada, com o quadril flexionado a 85° e o eixo da articulação do joelho foi alinhado ao eixo da máquina. Cintos foram presos no tronco e no quadril da participante, que foi orientada a segurar nos apoios laterais da cadeira para melhorar a estabilização.

O teste foi realizado de acordo com as recomendações de Brown e Weir (2001), na qual uma semana antes das avaliações, as participantes foram familiarizadas com o equipamento e testes, realizando 3 tentativas de

contrações concêntricas do quadríceps, dos isquiotibiais, dos flexores e extensores do tornozelo, com descanso de 2 minutos entre as tentativas e entre os grupos musculares, nas velocidades de 60°/s e 180°/s.

No dia da avaliação propriamente dita, o protocolo foi composto por três repetições dos extensores e flexores do tornozelo e do joelho do membro dominante, onde as idosas foram instruídas a realizar o movimento com o máximo de força e o mais rápido possível. A participante realizou o teste concêntrico primeiro na velocidade de 60°/s e logo após um descanso de 2 minutos, realizou na velocidade de 180°/s. Foi considerado o maior valor de pico de torque em cada velocidade.

### 3.6.2 Força e potência dos membros inferiores

O teste de Sentar e Levantar da Cadeira Cinco Vezes (FTSTS) pode ser utilizado para estimar a força e potência de membros inferiores e possui forte correlação com risco de quedas (BOHANNON, 2006; BUATOIS et al., 2008) (APÊNDICE C). O teste consiste no tempo necessário para que a participante execute cinco vezes o gesto de se levantar e sentar em uma cadeira estofada e sem braços o mais rápido possível. A participante iniciou o teste na posição sentada, com os braços posicionados cruzados a frente do tronco, o tronco apoiado no encosto da cadeira. Em seguida, a participante realizou as cinco repetições o mais rápido possível. O tempo foi cronometrado a partir do sinal “vai” na posição sentada até o término da execução das cinco repetições na posição em pé por meio de um cronômetro digital (BOHANNON, 2012; WHITNEY et al., 2005) (FIGURA 4). A força e potência dos membros inferiores

foram consideradas adequadas pelos pontos de corte descritos por Bohannon (2012): 60 a 69 anos:  $\leq 11,4s$ ; 70 a 79 anos:  $\leq 12,6s$ ; 80 a 89:  $\leq 12,7s$ .



FIGURA 5 – AVALIAÇÃO DA FORÇA DE MEMBROS INFERIORES (SPOSITO et al., 2013)

### 3.6.3 Velocidade da marcha

O teste de 10 metros também avalia a velocidade da marcha, uma vez que velocidades mais baixas da marcha indicam maior risco de quedas (APÊNDICE C). A distância de 10 metros foi demarcada no chão com fita crepe em quatro posições: ponto inicial, 2 metros, 8 metros e 10 metros (final). A participante foi posicionada sobre o ponto inicial, e após o comando verbal “já” do avaliador, caminhou por uma distância de 10 metros em linha reta, até o ponto final. A participante foi orientada a caminhar de um cone ao outro na sua velocidade usual, “como se estivesse indo ao supermercado”. Além disso, nenhum tipo de incentivo ou instrução foi dado às participantes a fim de não influenciar nos resultados (ROGERS et al., 2003). Foi cronometrado o tempo necessário para caminhar entre os seis metros intermediários (2m e 8m), sendo os dois metros iniciais e finais utilizados para aceleração e desaceleração (ROGERS et al., 2003).

O teste foi realizado 3 vezes e a média da velocidade nas três tentativas foi utilizada. A distância de 6 metros foi dividida pelo tempo utilizado para completar o percurso fornecendo a medida da velocidade da marcha (m/s). A velocidade da marcha considerada adequada foi  $\geq 1$  m/s.

### **3.7 AVALIAÇÕES DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO**

#### **3.7.1 Formulário com os dados de identificação, caracterização e sóciodemografia**

Este formulário apresenta questões abertas e fechadas, relacionadas com os dados de identificação, características sóciodemográficas, como escolaridade, situação conjugal, ocupação e residência, condição clínica e de saúde das participantes, como se possui alguma doença, quais medicamentos utiliza e sua frequência, condição da visão, audição, uso de órteses e se já realizou alguma cirurgia (APÊNDICE A).

#### **3.7.2 Triagem do fenótipo fragilidade**

As participantes foram submetidas à avaliação do fenótipo fragilidade proposto por Fried e colaboradores (2001). As informações foram registradas em fichas individualizadas (APÊNDICE B), sendo considerada pré-frágil aquela que se encaixou em um ou dois dos critérios abaixo descritos.

i) Perda de peso: A perda de peso não intencional de 4,5kg ou  $\geq 5\%$  do peso corporal no último ano. Este item foi avaliado por meio do autorrelato da idosa,

com a pergunta: “No último ano, você perdeu mais de 4,5 kg involuntariamente (ou seja, não devido à dieta ou exercício)?”. Se sim, foi pontuado no critério;

ii) Fraqueza: A força de preensão manual foi avaliada pela força de preensão manual. A classificação para este critério foi baseada na força de preensão manual ajustada pelo IMC e estratificado por sexo, sendo o ponto de corte:

- Mulheres: IMC  $\leq$  23 kg/m<sup>2</sup> Força de preensão  $\leq$  17 kgf; IMC 23.1-26 kg/m<sup>2</sup> Força de preensão  $\leq$  17.3 kgf; IMC 26.1-29 kg/m<sup>2</sup> Força de preensão  $\leq$  18 kgf; IMC  $>$  29 kg/m<sup>2</sup> Força de preensão  $\leq$  21 kgf.

iii) Exaustão: Autorrelato de exaustão identificada pela leitura de duas frases: “Eu sinto que tenho que fazer esforço para fazer tarefas habituais” e “Eu não consigo levar minhas coisas adiante”. Foi perguntado “Qual a frequência em que a senhora se sentiu assim na semana passada?”. As alternativas eram: (0) raramente ou nunca (1 dia), (1) um pouco do tempo (1 a 2 dias), (2) uma quantidade moderada de tempo (3 a 4 dias) ou (3) a maioria do tempo. Foi pontuado o critério para as participantes que responderam “2” ou “3” para cada uma das questões.

iv) Diminuição da velocidade da marcha: Calculada por meio do tempo gasto em segundos para percorrer 4 metros com velocidade habitual da marcha (“Como se a Sra. estivesse caminhando normalmente na rua”), adotando o ponto de corte ajustado pelo sexo e altura (Mulheres: altura  $\leq$  159 cm:  $\geq$  7 s, e altura  $>$  159 cm:  $\geq$  6 s).

v) Baixo nível de atividade física: Identificado por meio do questionário *Minnesota Leisure Time Activity* (ANEXO 1), considerando critério de fragilidade o gasto energético por semana inferior a 270 kcal para mulheres.

### 3.7.3 Medidas antropométricas

As medidas antropométricas avaliadas foram estatura, massa corporal, circunferência abdominal e IMC. Para avaliação da estatura, foi utilizado um estadiômetro portátil com resolução de 1 mm (E210, WISO, São José, Brasil). Os idosos foram orientados a ficar descalços e posicionados anatomicamente, com a cabeça e o tronco posicionados o mais ereto possível, cabeça orientada paralelamente ao solo e com o peso corporal distribuído igualmente em ambos os pés. Após o posicionamento adequado, o cursor foi posicionado a um ângulo de 90° em relação à escala, tocando o ponto mais alto da cabeça da participante (GUEDES; GUEDES, 2006) (APÊNDICE A).

A massa corporal foi avaliada por meio de pesagem em uma balança digital, com resolução de 100g (MODELO, MARCA, CIDAD E PAÍS). A participante foi posicionada anatomicamente, descalça e com roupas leves para a pesagem, com o rosto direcionado para frente e peso distribuído em ambos os pés (GUEDES; GUEDES, 2006) (APÊNDICE A).

Para classificação do IMC, foram utilizados os pontos de corte recomendados pela Organização Pan-Americana (QUADRO 2).

Índice de Massa Corporal	Status do peso
> 23,0	Abaixo do peso
23,0 – 27,9	Peso normal
28,0 – 30,0	Pré-obesidade
≥ 30,0	Obesidade

QUADRO 2 - CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL PARA IDOSOS. FONTE: ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE (2003)

#### 3.7.4 Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)

Para avaliação da cognição das idosas foi utilizado o Mini Exame do Estado Mental – MEEM (ANEXO 2). Este teste é composto por questões agrupadas em 7 categorias: orientações de tempo, local, memória imediata, atenção e cálculo, evocação, linguagem e capacidade construtiva visual. A pontuação varia de zero (0) a trinta (30) (BERTOLUCCI *et al.*, 1994; FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975), sendo que baixos valores sugerem quadros de perda cognitiva (PETROIANU *et al.*, 2010). A pontuação do MEEM utilizada no presente estudo foi sugerida por Brucki e colaboradores, sendo 20 pontos para analfabetos; 25 pontos para 1-4 anos de escolaridade; 26 pontos para 5-8 anos; 28 pontos para 9-11 anos, e por fim, 29 pontos para indivíduos com escolaridade superior a 11 anos (BRUCKI *et al.*, 2003).

### 3.7.5 Histórico de Quedas

Para avaliação do histórico de quedas a participante foi questionada sobre a ocorrência de quedas nos últimos 12 meses, incluindo aspectos relacionados ao local da queda, frequência de quedas, as consequências da queda (APÊNDICE A). Neste estudo, a queda foi definida como um evento inesperado em que o indivíduo cai no chão ou nível inferior, sem a perda da consciência (WHO, 2007).

Sendo assim, foi perguntado a participante: “a Sra. (nome) apresentou algum episódio de queda nos últimos doze meses?” (BENTO et al., 2010). Em seguida, se a resposta fosse positiva, era perguntado quantas quedas ocorreram, se esta ocorreu dentro de casa, em casa na área externa, fora de casa em local conhecido ou fora de casa em local desconhecido. Ainda, foi perguntado o porquê a queda ocorreu (tropeço, escorregão, síncope, tontura ou outros).

### 3.7.6 Percepção de Esforço

A PE foi medida para o controle da intensidade dos grupos durante o período de treinamento, utilizando a Escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20). Ao início de cada sessão de treinamento da primeira semana as participantes receberam instruções de como reportar a percepção de esforço geral: "Durante o exercício queremos avaliar a sua percepção de esforço, ou seja, quão difícil, pesado e árduo você sente o exercício. A percepção de esforço depende de quão difícil está para você exercitar com suas pernas ou braços, quão difícil está para respirar, e a sua sensação geral de cansaço para

o exercício. Ele não depende de dor muscular, ou seja, a dor e sensação de queimação em seus músculos de pernas ou braços. Olhe para esta escala de classificação; queremos usar esta escala de 6 a 20, onde 6 significa “nenhum esforço, praticamente em repouso” e 20 significa esforço máximo” (ANEXO 9). Nove corresponde ao exercício “muito leve”. Para uma pessoa normal e saudável é como caminhar lentamente em seu próprio ritmo por alguns minutos. Treze na escala é exercício de “ligeiramente cansativo”, mas que ainda se sente bem para continuar. Dezesete na escala (“muito cansativo”) é um exercício muito vigoroso. Uma pessoa saudável pode ainda realizar, mas ele realmente tem que esforçar-se. Você se sente muito pesado e muito cansado. Dezenove na escala é exercício exaustivo”. Para a maioria das pessoas este é o exercício mais intenso que já experimentou. Tente avaliar suas sensações de esforço tão honesta quanto possível, sem pensar sobre a carga de trabalho (por exemplo, frequência cardíaca, velocidade, potência e nível de intensidade da máquina de exercício). Não subestime sua percepção de esforço. É sua própria sensação de esforço que é importante, não como ela se compara a outras pessoas. O que as pessoas pensam não é importante. Olhe atentamente para a escala e suas expressões e, em seguida, dê um número. Alguma dúvida?” (BORG, 1998).

## **4 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade foi verificada pelo teste de Levene. As variáveis de idade, altura, massa corporal e IMC foram comparadas entre os grupos por meio do teste t independente. Todas as variáveis foram comparadas entre os grupos

GM e GV no momento pré treinamento por meio de uma ANOVA independente para verificar se havia diferenças no momento inicial do treinamento. As variáveis de função muscular de pico de torque dos flexores de joelho, trabalho e potência média de todos os grupos musculares a 60°\s, pico de torque dos extensores e flexores de joelho e plantiflexores, e do trabalho e potência média de todos os grupos musculares a 180°\s, além das variáveis de funcionalidade do TUG e caminhada de 10 metros foram comparadas entre os grupos por meio de uma ANOVA two-way de modelos mistos, sendo um fator grupo (moderado x vigoroso) e um fator tempo (pré e pós treinamento). Quando necessário, o teste *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado com propósito de comparações múltiplas. As variáveis da função muscular de pico de torque dos extensores de joelho, plantiflexores e dorsiflexores a 60°\s e dorsiflexores a 180°\s, além do teste funcional de sentar e levantar 5 vezes foram comparados entre os grupos por meio de uma ANCOVA, com o fator pré-treinamento como covariável. O tamanho do efeito quando houve interações foi calculado pelo *partial eta squared* ( $\eta_p^2$ ). O tamanho do efeito utilizado para efeito principal do tempo foi determinado baseado no cálculo de Cohen's *d* para comparações em pares (NAKAGAWA; CUTHILL, 2007) com os valores de referência: ( $\leq 0.2$ ) trivial; ( $> 0.2$ ) pequeno; ( $>0.5$ ) moderado e ( $>0.8$ ) grande efeito. A significância para todos os testes foi  $< 0,05$ . A análise estatística foi realizada usando o programa SPSS 22.0 (Chicago, IL).

## 5 RESULTADOS

Os grupos não diferiram nas medidas de idade e estatura ( $p < 0,05$ ). No entanto, o GM apresentou maior massa corporal ( $p = 0,008$ ) e IMC ( $p = 0,037$ ). No GM, duas participantes foram classificadas como pré-frágeis por enquadrarem-se em dois critérios (exaustão e nível de atividade física). Nove participantes foram classificadas por enquadrarem-se em apenas um critério de fragilidade (fraqueza, exaustão e nível de atividade física), sendo que nenhuma participante se enquadrou nos critérios de perda de peso e velocidade da marcha. No GV, todas as participantes enquadraram-se no critério de exaustão. Três participantes enquadraram-se em dois critérios de fragilidade (fraqueza e perda de peso), sendo que nenhuma participante se enquadrou no critério de velocidade da marcha e nível de atividade física. No GM, duas idosas caíram nos últimos 12 meses, enquanto no GV uma idosa caiu nos últimos 6 meses (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Medidas antropométricas, classificação de fragilidade e número de quedas para GM e GV

	Moderado n = 11	Vigoroso n = 9	p
Idade (anos)	69,7±5,6	69,1±5,0	0,801
Estatura (cm)	160,5±7,0	155,9±9,3	0,222
Massa corporal (kg)	76,8±15,3	61,2±5,9	0,008
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29,7±5,3	25,6±2,4	0,037
Critérios de Fragilidade			
Perda de peso	-	11,1% (1)	-
Fraqueza	9,09% (1)	22,2% (2)	-
Exaustão	81,8% (9)	100% (9)	-
Velocidade da marcha	-	-	-
Nível de atividade física	9,09% (1)	-	-
Quedas 12 meses	2	0	-

Houve interação entre grupo e tempo da potência média dos extensores de joelho ( $F_{(1,16)} = 13,601$ ;  $p = 0,002$ ;  $\eta_p^2 = 0,459$ ; poder = 0,933) e flexores de joelho ( $F_{(1,16)} = 5,246$ ;  $p = 0,036$ ;  $\eta_p^2 = 0,247$ ; poder = 0,576) a 60°/s. O GM teve o aumento da potência média de 22% nos extensores de joelho e 30% nos flexores do pré-teste para o pós-teste. Ainda, o GM apresentou maior potência média no pós-teste comparado ao GV para extensão de joelho (20%) e flexão de joelho (23%). Além disso, também foi encontrada interação entre grupo e tempo da potência média nos plantiflexores ( $F_{(1,16)} = 5,739$ ;  $p = 0,029$ ;  $\eta_p^2 = 0,264$ ; poder = 0,614). Tanto o GM quanto o GV melhoraram do pré-teste para o pós-teste (GM: 86%; GV: 31,6%). Foi encontrado efeito principal do tempo no trabalho dos plantiflexores (GM: 37%,  $d = 0,7$ ; GV: 29%,  $d = -0,66$ ). A ANCOVA mostrou que não houve diferença entre os grupos no pós-teste para o pico de torque de extensores de joelho ( $F_{(1,15)} = 4,360$ ;  $p = 0,054$ ),

plantiflexores ( $F_{(1,15)} = 0,606$ ;  $p = 0,448$ ) e dorsiflexores ( $F_{(1,15)} = 0,437$ ;  $p = 0,519$ ). Estes resultados estão apresentados na tabela 5.2.

Não foram encontradas interações para nenhum parâmetro de força dos músculos testados a 180°/s. Porém, houve efeito principal do tempo para o pico de torque dos extensores de joelho (GM: 8%;  $d = 0,43$ ; GV: 6%;  $d = 0,30$ ), flexores de joelho (GM: 22%;  $d = -0,83$ ; GV: 1%;  $d = -0,04$ ) e plantiflexores (GM: 43%;  $d = -0,96$ ; GV: 7%;  $d = -0,19$ ). Ainda, houve efeito principal do tempo para a potência média dos flexores de joelho (GM: 20%,  $d = -0,35$ ; GV: 9%,  $d = -0,35$ ) e trabalho dos flexores de joelho (GM: 16%,  $d = -0,20$ ; GV: 13%,  $d = -0,53$ ). O teste da ANCOVA não mostrou diferenças entre os grupos para o pico de torque dos dorsiflexores no pós-teste ( $F_{(1,15)} = 1,51$ ;  $p = 0,237$ ). Estes resultados também estão apresentados na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Parâmetros de força dos extensores e flexores do joelho, plantiflexores e dorsiflexores a 60°/s e 180°/s para GM e GV

	60°/s						180°/s					
	Moderado			Vigoroso			Moderado			Vigoroso		
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
EXTENSORES DE JOELHO	Pico de Torque (N/Kg)*	100,0±15,9	115,2±22,6	119,2±17,2	120,2±21,3	70,5±16,6	76,3±20,2	78,7±11,7	83,7±18,2			
	Potência Média (W)	44,6±8,5	54,4±11,6 <sup>ab</sup>	44,4±5,1	43,7±5,8	92,8±26,0	98,2±27,1	80,2±15,3	83,7±16,4			
	Trabalho (J)	245,0±83,0	285,2±85,3	248,3±25,2	232,9±49,1	202,7±60,0	215,4±56,7	176,1±26,6	191,9±33,3			
FLEXORES DE JOELHO	Pico de Torque (N/Kg)*	55,3±19,3	58,8±14,1	60,6±14	58,0±16,6	38,9±10,6	47,5±10,0	48,6±12,5	49,1±8,7			
	Potência Média (W) *	22,3±6,1	29,1±7,9 <sup>ab</sup>	23,6±5	22,4±4,1	44,1±19,4	53,1±12,7	40,0±11,7	43,7±9,4			
	Trabalho (J) *	148,4±44,4	164,0±36,7	139,1±23,4	133,5±27,7	107,6±49,4	125,3±29,1	96,6±25,2	108,8±19,7			
PLANTIFLEXORES	Pico de Torque (N/Kg)*	33,5±13,1	58,3±17,8	57,9±21,1	69,0±15,0	25,3±11,9	36,1±10,6	35,2±13,5	37,6±9,3			
	Potência Média (W)	11,4±5,9	21,2±4,2 <sup>a</sup>	13,6±7,1	17,9±6,3 <sup>a</sup>	19,2±12,2	27,3±5,7	22,7±5,7	23,7±9,3			
	Trabalho (J) †	65,7±35,6	89,9±33,6	74,8±29,1	96,5±34,4	48,9±28,9	67,4±16,5	57,9±25,9	60,9±22,9			
DORSIFLEXORES	Pico de Torque (N/Kg)	20,5±3,0	24,8±14,2	25,2±3,9	23,9±4,8	19,8±3,6	22,7±6,4	30,6±12,9	30,0±9,2			
	Potência Média (W)	9,7±1,9	9,9±3,2	8,9±3,4	9,1±2,3	14,7±2,4	14,7±5,1	14,9±6,5	14,3±3,9			
	Trabalho (J)	51,6±6,8	54,5±17,6	48,8±13,6	50,9±13,3	43,5±3,2	39,5±11,5	46,2±12,1	43,8±8,2			

†efeito principal do tempo a 60°/s; \* efeito principal do tempo a 180°/s (p < 0,046); a: diferença entre os grupos (p < 0,02); b: diferente do GV no pós-teste (p <

0,039)

Foi encontrada interação entre grupo e tempo no TUG ( $F_{(1,18)} = 15,27$ ;  $p = 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,459$ ; poder = 0,958), onde apenas o GM reduziu o tempo de realização do teste do pré-teste para o pós-teste (19%). Ainda, foi encontrado efeito principal do tempo na velocidade durante o teste de caminhada de 10 metros (GM: 8,5%,  $d = 0,32$ ; GV: 17,6%,  $d = 1,36$ ). O teste ANCOVA não apresentou diferença entre os grupos no teste de sentar e levantar 5 vezes no pós-teste ( $F_{(1,17)} = 0,059$ ;  $p = 0,811$ ). Estes resultados estão apresentados na tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Testes funcionais realizados no pré e pós teste para GM e GV

	Moderado		Vigoroso	
	Pré	Pós	Pré	Pós
TUG (s)	10,0±2,4	8,1±1,6 <sup>a</sup>	8,3±0,95	8,5±0,93
Caminhada de 10 metros (m/s)*	1,30±0,32	1,41±0,24	1,36±0,15	1,60±0,21
Sentar e Levantar 5 vezes (s)	16,7±4,0	10,3±3,2	13,0±2,9	8,4±1,6

\*: efeito principal do tempo ( $p < 0,003$ ); a: diferente do pré-teste ( $p < 0,001$ )

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de diferentes quantidades de trabalho, pela manipulação da intensidade, no treinamento com jogos virtuais em parâmetros relacionados ao risco de quedas em idosas pré-frágeis. O aumento do pico de torque, da potência média e do trabalho dos extensores e flexores de joelho e tornozelo suportam a efetividade do programa de treinamento com jogos virtuais na melhora da função muscular, principalmente na intensidade moderada. Além disso, o treinamento com jogos virtuais em intensidade moderada melhorou a performance no teste TUG.

A potência média dos flexores de joelho a 60°/s foi maior no momento pós-treinamento no GM comparado ao momento pré-treinamento. Ainda, foi maior no momento pós-treinamento comparado ao GV. Este aumento na potência no GM pode ser explicado pela característica dos jogos virtuais, uma vez que o avatar impõe uma velocidade moderada de execução dos movimentos (2 segundos na fase excêntrica e 2 segundos na fase concêntrica). No entanto, o uso do colete com sobrecarga externa adicional pode ter aumentado o tempo de aceleração e desaceleração do movimento, diminuindo assim a velocidade de execução do GV. Não há estudos que verificaram o efeito do treinamento com jogos virtuais na potência em idosos, porém a melhora encontrada no GM (30%) corrobora com os estudos que encontraram melhora da potência após treinamento de força em idosos (HENWOOD; RIEK; TAAFFE, 2008; IZQUIERDO et al., 2001). A capacidade de gerar força por unidade de tempo é um fator importante na prevenção de quedas, uma vez que esta capacidade está relacionada com a recuperação de equilíbrio após um tropeço ou um escorregão, algumas das principais causas de quedas nesta população (CASEROTTI;

SIMONSEN, 2001; PORTER, 2006). Assim, o aumento da potência média nesta população é de interesse clínico, uma vez que idosas pré-frágeis têm maior chance de cair comparadas a idosas não-frágeis (FRIED et al., 2001a).

O pico de torque dos extensores e flexores de joelho e dos plantiflexores a 180°/s aumentou em ambos os grupos. Este aumento pode ter ocorrido nesta velocidade isocinética devido ao menor valor inicial comparado ao valor inicial na velocidade de 60°/s, uma vez que o pico de torque em velocidade mais alta de execução é menor em relação a velocidade mais baixa de execução (TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001). Além disso, no processo de envelhecimento ocorre a denervação das fibras de contração rápida e reinervação destas fibras pelas unidades motoras de contração lenta (KADI et al., 2004; VERDIJK et al., 2009), dificultando a geração de torques mais altos em velocidades mais altas. A melhora encontrada na capacidade de gerar mais torque é importante, uma vez que a força é um parâmetro inversamente relacionado ao risco de quedas, principalmente em idosas pré-frágeis (FRIED et al., 2001b). Os ganhos de força no presente estudo (1% a 43%) corroboram com os ganhos de força isométrica de estudos que realizaram treinamentos de força em idosos saudáveis (BIRD et al., 2009; LOPES et al., 2016). No entanto, o aumento do pico de torque do presente estudo não corrobora com estudo prévio que realizou um treinamento de 12 semanas com jogos virtuais no jogo de dança em intensidade moderada (11 a 13 PE) com idosas saudáveis (RODRIGUES et al., 2018). Os autores não encontraram melhora no pico de torque concêntrico em nenhum grupo muscular após o período de treinamento. Esta discrepância pode estar relacionada ao jogo utilizado e a progressão de exercícios realizada. No presente estudo, o jogo envolvia exercícios sistematizados, com progressão

baseada no aumento de séries e repetições, além da sobrecarga externa adicional para o GV. No entanto, no estudo de Rodrigues e colaboradores (2018), o jogo envolvia coreografias de dança, com a progressão realizada pela dificuldade das coreografias e a adição de uma superfície instável, enfatizando que a progressão do treinamento com jogos virtuais pelo aumento da dificuldade do jogo não é suficiente para melhorar os parâmetros relacionados a quedas. Assim, a progressão sistematizada mostrou-se possível de ser realizada no treinamento com jogos virtuais e eficaz na melhora da função muscular de idosas pré-frágeis.

Ainda, no presente estudo foi encontrado aumento da potência média e do trabalho a  $180^\circ/s$  tanto no GM quanto no GV, corroborando com estudo prévio que realizou treinamento de força com idosos institucionalizados e encontrou melhora da potência média nesta mesma velocidade (HRUDA; HICKS; MCCARTNEY, 2003). Estes aumentos encontrados no presente estudo podem ser explicados pelo aumento da capacidade de gerar maior pico de torque e da velocidade de execução dos movimentos do jogo virtual. Por outro lado, a falta de resultados em ambas as velocidades para os músculos dorsiflexores pode ser explicada pela falta de exercícios que envolviam o movimento de dorsiflexão durante o período de treinamento. Assim, a melhora da função muscular em ambos os grupos de treinamento, mostra que a adição de sobrecarga externa não pode ser responsável pela melhora dos desfechos primários no GV, uma vez que ambos os grupos treinaram com a mesma progressão de séries e repetições e obtiveram resultados positivos na função muscular. Portanto, a melhora da função muscular em idosas pré-frágeis é independente da intensidade no treinamento com jogos virtuais, rejeitando, assim, a hipótese 1 de

que a maior intensidade de treinamento promoveria maiores ganhos na função muscular de idosas pré-frágeis.

Mesmo com discretas diferenças no ganho de função muscular entre os grupos, a funcionalidade foi positivamente influenciada tanto no GM quanto no GV. Ambos os grupos aumentaram a velocidade da marcha no teste de caminhada de 10 metros. O aumento na capacidade de produzir força e gerar torque podem ter influenciado as participantes a caminharem mais rápido. De fato, mesmo um pequeno aumento na força muscular pode produzir um grande efeito na funcionalidade e na mobilidade (HORTOBÁGYI et al., 2003). Uma discreta redução de 0,1 m/s na velocidade da marcha habitual foi associada a uma diminuição de 10% na habilidade de realizar as atividades instrumentais da vida diária (HORTOBÁGYI et al., 2003). No presente estudo, o treinamento com jogos virtuais aumentou a velocidade da marcha, independente da intensidade (GM = 0,11 m/s; GV = 0,24 m/s). Estes resultados estão em concordância com o aumento da velocidade da marcha em idosas que realizaram treinamento com jogos virtuais (GARCIA et al., 2016). Além disso, os valores encontrados de velocidade habitual da marcha no momento pós-treinamento no presente estudo (GM: 1,41; GV: 1,6), são maiores do que os valores de velocidade rápida da marcha encontrados por Garcia e colaboradores (2016) (1,4 s).

Ainda, a performance no teste TUG melhorou do momento pré para o momento pós-treinamento no GM. Os ganhos na função muscular e a melhora da velocidade da marcha refletiram na melhora do equilíbrio dinâmico neste grupo. Isto pode ser explicado pelo fato do teste TUG incluir movimentos que necessitam de força muscular, como levantar e sentar da cadeira, da velocidade da marcha para concluir o teste em menor tempo, além de equilíbrio para mudar

de direção durante o teste. A melhora de 19% na performance do teste TUG no presente estudo é maior do que a encontrada por Garcia e colaboradores (2016), que realizaram um estudo piloto de treinamento com jogos virtuais que englobava exercícios de atenção, inibição de resposta e passos rápidos (13%). Essa diferença entre os estudos é importante, uma vez que as idosas do estudo de Garcia e colaboradores (2016) eram, em média, 10 anos mais velhas do que as participantes do presente estudo. A melhora encontrada no presente estudo foi maior do que a melhora encontrada após treinamento de força vigoroso a (14 a 17 PE) (14%) (BIRD et al., 2009). Por outro lado, no presente estudo não houve melhora na performance do teste de sentar e levantar 5 vezes, mesmo com o aumento da potência média em ambos os grupos. Isto pode ter ocorrido pela diferença entre os grupos no momento pré-treinamento. No entanto, é possível ressaltar que o GM, ao início no treinamento, apresentava risco de quedas (>15 s) (BUATOIS et al., 2008). Ao fim do período de treinamento, o GM não apresentou risco de quedas neste teste, além de ambos os grupos apresentarem força e potência de membros inferiores adequadas para a faixa de idade ( $\leq 11,4$  s) (BOHANNON, 2012). Assim, as melhoras no equilíbrio dinâmico e na velocidade da marcha sugerem que o treinamento com jogos virtuais, independentemente da intensidade, pode minimizar os efeitos do envelhecimento na funcionalidade de idosas, diminuindo assim o risco de quedas, rejeitando a hipótese 2 de que a maior intensidade de treinamento promoveria maiores ganhos na funcionalidade de idosas pré-frágeis.

O achado principal do estudo é que o treinamento realizado tanto na intensidade moderada quanto na intensidade vigorosa, induz a melhoras similares na força muscular e funcionalidade. Como ambos os grupos treinaram

com a progressão de séries e repetições, a adição de sobrecarga externa não pode ser responsável pela melhora dos desfechos no GV. Por isso, o treinamento com jogos virtuais na intensidade moderada, com progressão do volume, em idosas pré-frágeis mostrou-se suficiente para a melhora da função física e da funcionalidade, não sendo necessário realizar o treinamento em intensidade vigorosa, nem realizar a progressão da intensidade do treinamento com sobrecargas externas,. Além disso, o treinamento com jogos virtuais em intensidade moderada promove a continuidade da prática de exercícios devido a sentimentos mais elevados de prazer em relação a intensidade vigorosa (SANTOS et al., 2019). Esta diferença nos parâmetros perceptuais e as pequenas diferenças nas melhoras dos parâmetros físicos e funcionais entre os grupos mostra que a essência dos jogos virtuais pode estar mais relacionada a parâmetros cognitivos do que físicos, e que a manipulação da intensidade pode não ser o fator principal na prescrição deste tipo de treinamento.

Assim, o treinamento com jogos virtuais pode ser prescrito como um treinamento ou como parte de programas de treinamentos com ênfase nos fatores de risco de quedas para idosas pré-frágeis, devido a melhora da função muscular e da funcionalidade encontrada no presente estudo. A prescrição do treinamento com o jogo virtual *Your Shape* deve conter progressão pelo aumento das séries e repetições, sem adição de sobrecarga externa, mantendo a intensidade no domínio moderado, controlado pela PE (11 a 13 PE) em idosas pré-frágeis. Ainda, aspectos cognitivos devem ser avaliados antes e após este tipo de treinamento, pois a essência dos jogos virtuais pode estar mais relacionada a cognição do que a função física.

## 7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O desenho experimental do estudo simples-cego aumentou a possibilidade de viés de expectativa. Além disso, os avaliadores podem ter tido diferentes interpretações de pequenas modificações ou de abordagem das participantes. No entanto, o fato dos dois grupos terem melhoras semelhantes, um resultado não esperado, mostra que os avaliadores foram imparciais. A participação de apenas mulheres no estudo limita a aplicação dos resultados para outras populações, como por exemplo homens idosos. Por outro lado, mulheres idosas são mais propensas a desenvolver a síndrome da fragilidade do que homens (FRIED et al., 2001a). Além disso, o programa de intervenção melhorou a velocidade da marcha, o que é correlacionado com a capacidade de realizar as atividades de autocuidado (JUDGE; DAVIS; OUNPUU, 1996). Outra limitação é a falta de uma medida de mecanismo fisiológico para verificar as adaptações neuromusculares do treinamento em ambos os grupos, o que poderia explicar porque o GV não obteve maiores ganhos na função muscular e funcionalidade comparado ao GM. A alta taxa de desistência do programa também pode ser considerada uma limitação do estudo, porém os valores altos de poder nas nossas análises minimizam a taxa de erro do tipo II. Não foi possível reavaliar as participantes que desistiram durante o treinamento, sendo impossível realizar a análise de intenção de tratar. Por fim, os ganhos de função muscular devem ser interpretados com cautela, uma vez que apenas um tipo de jogo foi utilizado como estímulo para o treinamento.

## 8 CONCLUSÃO

O treinamento com o jogo virtual *Your Shape* leva a melhora da função muscular e funcionalidade em idosas pré-frágeis, tanto em intensidade moderada quanto em intensidade vigorosa. Portanto, a progressão da intensidade do treinamento com o jogo virtual *Your Shape* deve ser realizada pelo aumento de séries e repetições em intensidade moderada, sem a adição de sobrecarga externa, uma vez que o aumento do trabalho total, pela manipulação da intensidade, neste jogo virtual não traz maiores benefícios nos fatores de risco de quedas em idosas pré-frágeis.

## 9 REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 93, n. July 2002, p. 1318–1326, 2002.
- ABELLAN VAN KAN, G. et al. Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. **The journal of nutrition, health & aging**, v. 13, n. 10, p. 881–889, 3 fev. 2010.
- AINSWORTH, B. E. et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. Supplement, p. S498–S516, 2000.
- ALFIERI, F. M. et al. Functional mobility and balance in community-dwelling elderly submitted to multisensory versus strength exercises. **Clinical interventions in aging**, v. 5, p. 181–185, 2010.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription - Ninth Edition**. [s.l: s.n.].
- AOYAMA, M.; SUZUKI, Y.; KUZUYA, M. Muscle Strength of Lower Extremities Related to Incident Falls in Community-Dwelling Older Adults. **Journal of Gerontology & Geriatric Research**, v. 4, n. 2, p. 1–5, 2015.
- AZEVEDO, A. DE et al. Perception of effort monitors internal load during compounded circuit training. **Motriz**, v. 22, n. 1, p. 90–93, 2016.
- BAILDON, R. W. A.; ULMER, H. V. Time course of effort perception (RPE) and influence of strain. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 13, n. 1, p. 25–29, 1994.
- BALOGUN, S. et al. Prospective associations of low muscle mass and function with 10-year falls risk, incident fracture and mortality in community-dwelling older adults. **Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 21, n. 7, p. 843–848, 2017.
- BIRD, M. L. et al. Effects of resistance and flexibility exercise interventions on balance and related measure in older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 17, n. 3, p. 444–454, 2009.
- BISSON, E.; CONTANT, B.; SVEISTRUP, H. Functional Balance and Dual-Task Reaction Times in Older Adults Are Improved by Virtual Reality and Biofeedback Training. **CyberPsychology & Behavior**, v. 10, n. 1, p. 16–23, 2007.
- BOHANNON, R. W. Reference Values for the Five-Repetition Sit-to-Stand Test: A Descriptive Meta-Analysis of Data from Elders. **Perceptual and Motor Skills**, v. 103, n. 1, p. 215–222, 2006.
- BOHANNON, R. W. Measurement of sit-to-stand among older adults. **Topics in Geriatric Rehabilitation**, v. 28, n. 1, p. 11–16, 2012.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. [s.l.] Human Kinetics, 1998.
- BRONNER, S.; PINSKER, R.; NOAH, J. A. Physiological and psychophysiological responses in experienced players while playing different

- dance exer-games. **Computers in Human Behavior**, v. 51, p. 34–41, 2015.
- BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP PROCEDURES RECOMMENDATION I: ACCURATE ASSESSMENT OF MUSCULAR STRENGTH AND POWER. **JEP online**, v. 4, n. 3, p. 1–21, 2001.
- BUATOIS, S. et al. Five times sit to stand test is a predictor of recurrent falls in healthy community-living subjects aged 65 and older. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 56, n. 8, p. 1575–1577, 2008.
- CADORE, E. L. et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass , power output , and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. **Rejuvenation Research**, 2013.
- CARMELLI, D. et al. Correlates of change in cognitive function in survivors from the western collaborative group study. **Neuroepidemiology**, v. 16, p. 285–295, 1997.
- CARTER, N. D. et al. Results of a 10 week community based strength and balance training programme to reduce fall risk factors: a randomised controlled trial in 65 -- 75 year old women with osteoporosis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 5, p. 348–351, 2001.
- CASEROTTI, P.; SIMONSEN, E. B. Contraction-specific differences in maximal muscle power during stretch- shortening cycle movements in elderly males and females. **Eur J Appl Physiol**, v. 84, p. 206–212, 2001.
- CHODZKO-ZAJKO, W. et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. **MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE**, v. 41, p. 1510–1530, 2009.
- DANIEL, K. Wii-Hab for Pre-Frail Older Adults. **Rehabilitation Nursing**, v. 37, n. 4, p. 195–201, 2012.
- DEUTSCH, J. E. et al. Use of a Low-Cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for Rehabilitation of an Adolescent With Cerebral Palsy Case Report. **Physical Therapy**, v. 88, p. 1196–1207, 2008.
- DOHERTY, T. J. Invited review: Aging and sarcopenia. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 95, n. 4, p. 1717–27, out. 2003.
- DOS SANTOS MENDES, F. et al. Motor learning , retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson ' s disease – effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal , controlled clinical study. **Physiotherapy**, v. 98, p. 217–223, 2012.
- DUARTE, Y. A. DE O.; ANDRADE, C. L.; LEBRÃO, M. L. O Índex de Katz na avaliação da funcionalidade dos idosos. **Rev Esc Enferm USP**, v. 41, n. 2, p. 317–325, 2007.
- DUQUE, G. et al. Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. **Clinical Interventions in Aging**, v. 13, n. 8, p. 257–263, 2013.
- EKBLOM, B.; GOLDBARG, A N. The influence of physical training and other factors on the subjective rating of perceived exertion. **Acta physiologica Scandinavica**, v. 83, p. 399–406, 1971.
- ENG, J. J. et al. Functional walk test in individuals with stroke: Relation to perceived exertion and myocardial exertion. **Stroke**, p. 756–761, 2002.

ENSRUD, K. E. et al. A comparison of frailty indexes for the prediction of falls, disability, fractures, and mortality in older men. **Journal of American Geriatrics Society**, v. 57, n. 3, p. 492–498, 2009.

ESTON, R. G.; WILLIAMS, J. G.; FAULKNER, J. A. Control of exercise intensity using heart rate, perceived exertion and other non-invasive measures. In: **Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data. Volume 2: Physiology**. [s.l.: s.n.]. p. 237–71.

FATOUROS, I. O. et al. Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 634–642, 2006.

FERRUCCI, L. et al. Designing Randomized, Controlled Trials Aimed at Preventing or Delaying Functional Decline and Disability in Frail, Older Persons: A Consensus Report. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 52, p. 625–634, 2004.

FIATARONE, M. et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. **The New England Journal of Medicine**, v. 331, n. 2, p. 134–135, 1994.

FIATARONE, M. A. et al. High-Intensity Strength Training in Nonagenarians. **Jama**, v. 263, n. 22, p. 3029–3034, 1990.

FRANCO, J. R. et al. The effect of the Nintendo Wii Fit and exercise in improving balance and quality of life in community dwelling elders. **Technology and Health Care**, v. 20, p. 95–115, 2012.

FRIED, L. P. et al. Frailty in Older Adults : Evidence for a Phenotype. **Journal of Gerontology: Medical Sciences**, v. 56, n. 3, p. 146–157, 2001a.

FRIED, L. P. et al. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 56, n. 3, p. M146–M157, 2001b.

FRIED, L. P. et al. Untangling the Concepts of Disability, Frailty, and Comorbidity: Implications for Improved Targeting and Care. **Journal of Gerontology: Medical Sciences**, v. 59, n. 3, p. 255–263, 2004.

FRIED, L. P.; WATSON, J. Frailty and failure to thrive. In: **Principles of geriatric medicine and gerontology**. [s.l.: s.n.]. p. 1387–1402.

FU, A. S. et al. Effectiveness of Exergaming Training in Reducing Risk and Incidence of Falls in Frail Older Adults with a History of Falls. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 96, n. 12, p. 2096–2102, 2015.

GARCIA, J. A. et al. A Bespoke Kinect Stepping Exergame for Improving Physical and Cognitive Function in Older People: A Pilot Study. **GAMES FOR HEALTH JOURNAL: Research, Development, and Clinical Applications**, v. 5, n. 6, p. 1–7, 2016.

GATES, S. et al. Multifactorial assessment and targeted intervention for preventing falls and injuries among older people in community and emergency care settings: Systematic review and meta-analysis. **Bmj**, v. 336, n. 7636, p. 1–9, 2008.

GINÉ-GARRIGA, M. et al. Physical Exercise Interventions For Improving

Performance-Based Measures Of Physical Function In Community-Dwelling, Frail Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Archives of Physical Medicine And Rehabilitation**, v. 95, p. 753–769, 2014.

GOMES, G. C. V. et al. Feasibility, safety, acceptability, and functional outcomes of playing Nintendo Wii Fit Plus™ for frail elderly: Study protocol for a feasibility trial. **Maturitas**, 2018.

GRAVES, L. E. F. et al. The Physiological Cost and Enjoyment of Wii Fit in Adolescents , Young Adults , and Older Adults. **Journal of physical activity & health**, v. 7, n. 3, p. 393–401, 2010.

GSCHWIND, Y. J. et al. The effect of sensor-based exercise at home on functional performance associated with fall risk in older people – a comparison of two exergame interventions. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 12, n. 11, p. 1–9, 2015.

GUNN, S. M. et al. Determining energy expenditure during some household and garden tasks. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 5, p. 895–902, 2002.

GUTMANN, M. C. et al. Perceived exertion-heart rate relationship during exercise testing and training in cardiac patients. **Journal of Cardiac Rehabilitation**, v. 1, n. 1, p. 52–59, 1981.

HARTHOLT, K. A. et al. Trends in fall-related hospital admissions in older persons in the Netherlands. **Archives of Internal Medicine**, v. 170, n. 10, p. 905–911, 2010.

HENWOOD, T. R.; RIEK, S.; TAAFFE, D. R. Strength Versus Muscle Power-Specific Resistance Training in Community-Dwelling Older Adults. **Journal of Gerontology**, v. 63, n. 1, p. 83–91, 2008.

HESS, J. A.; WOOLLACOTT, M. Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 28, n. 8, p. 582–590, 2005.

HOLDEN, M. K. Virtual Environments for Motor Rehabilitation: Review. **CyberPsychology & Behavior**, v. 8, n. 3, p. 187–211, 2005.

HORTOBÁGYI, T. et al. Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 58, n. 5, p. M453–M460, 2003.

HOWE, C. A. et al. of the Latest Active Video Games in Young Adults. **Journal of physical activity & health**, v. 17, p. 171–177, 2015.

HRUDA, K. V; HICKS, A. L.; MCCARTNEY, N. Training for Muscle Power in Older Adults: Effects on Functional Abilities. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 2, p. 178–189, 2003.

HUANG, H. A Check list for Assessing the Risk of Falls Among the Elderly. **Journal of Nursing Research**, v. 12, n. 2, p. 131–142, 2004.

IBGE. Censo demográfico de 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. 2010.

IBGE. Projeção da população do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade para o período 2010-2060. 2018.

- IZQUIERDO, M. et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. **Journal of applied physiology**, v. 90, p. 1497–1507, 2001.
- JORGENSEN, M. G. et al. Efficacy of Nintendo Wii Training on Mechanical Leg Muscle Function and Postural Balance in Community- Dwelling Older Adults : A Randomized Controlled Trial. **Journal of Gerontology A Biol Sci Med Sci**, n. 16, p. 1–8, 2012.
- JUDGE, J. O.; DAVIS, R. B.; OUNPUU, S. Step Length Reductions in Advanced Age The Role of Ankle and Hip Kinetics. **Journal of Gerontology**, v. 51, n. 6, p. 303–312, 1996.
- KADI, F. et al. AND ELDERLY WOMEN AND MEN. n. January, p. 120–127, 2004.
- KOJIMA, G. Frailty as a Predictor of Future Falls Among Community-Dwelling Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 12, p. 1027–1033, 2015.
- KRAEMER, W. J. et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, 2002.
- KRAFT, J. A. et al. Heart rate and perceived exertion during self-selected intensities for exergaming compared to traditional exercise in college-age participants. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1736–1742, 2011.
- LABRA, C. DE et al. Effects of physical exercise interventions in frail older adults : a systematic review of randomized controlled trials. **BMC Geriatrics**, v. 15, n. 154, p. 1–16, 2015.
- LEBRÃO, M. L. Epidemiologia do envelhecimento. **BIS. Boletim do Instituto de Saúde**, v. 47, p. 23–26, 2009.
- LEUNG, R. W.; LEUNG, M.-L.; CHUNG, P.-K. Validity and Reliability of a Cantonese-Translated Rating of Perceived Exertion Scale among Hong Kong Adults. **Perceptual and Motor Skills**, v. 98, n. 2, p. 725–735, 2004.
- LIU, C.; LATHAM, N. K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. **Cochrane Database of Systematic Review**, v. 3, p. CD002759, 2009.
- LOPES, P. B. et al. Strength and Power Training Effects on Lower Limb Force , Functional Capacity , and Static and Dynamic Balance in Older Female Adults . PubMed Commons. 2016.
- LORD, S. R.; SHERRINGTON, C.; MENZ, H. B. Falls in older people: Risk factors and strategies for prevention. In: **Cambridge University Press**. [s.l: s.n.]. p. 1–16.
- MAILLOT, P.; PERROT, A.; HARTLEY, A. Effects of Interactive Physical-Activity Video-Game Training on Physical and Cognitive Function in Older Adults. **Psychology and Aging**, v. 27, n. 3, p. 589–600, 2012.
- MARCORA, S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles , heart , and lungs. **Journal of applied**

**physiology**, v. 106, p. 2060–2062, 2009.

MATSUDA, P. N.; SHUMWAY-COOK, A.; CIOL, M. A. The Effects of a Home-Based Exercise Program on Physical Function in Frail Older Adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 33, p. 78–84, 2010.

MCDERMOTT, A. Y.; MERNITZ, H. Exercise and Older Patients: Prescribing Guidelines. **American Family Physician**, v. 74, n. 3, p. 437–444, 2006.

MONEDERO, J.; MURPHY, E. E.; O’GORMAN, D. J. Energy expenditure and affect responses to different types of active video game and exercise. **Plos One**, v. 12, n. 5, p. 1–13, 2017.

NAKAGAWA, S.; CUTHILL, I. C. Effect size , confidence interval and statistical significance : a practical guide for biologists. **Biology Review**, v. 82, p. 591–605, 2007.

NELSON, M. E. et al. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, p. 000–000, 2007.

NORTON, K.; NORTON, L.; SADGROVE, D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 5, p. 496–502, 2010.

O’DONOVAN, C.; HUSSEY, J. Active video games as a form of exercise and the effect of gaming experience : a preliminary study in healthy young adults. **Physiotherapy**, v. 98, n. 3, p. 205–210, 2012.

PATE, R. R.; O’NEILL, J. R.; LOBELO, F. The Evolving Definition of “Sedentary”. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 36, n. 4, p. 173–178, 2008.

PERI, K. et al. Does functionally based activity make a difference to health status and mobility? A randomised controlled trial in residential care facilities (The Promoting Independent Living Study; PILS). **Age and Ageing**, v. 37, p. 57–63, 2008.

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

PERRON, R. M.; GRAHAM, C. A.; HALL, E. E. Comparison of Physiological and Psychological Responses to Exergaming and Treadmill Walking in Healthy Adults. **GAMES FOR HEALTH JOURNAL: Research, Development, and Clinical Applications**, v. 1, n. 6, p. 411–415, 2012.

PERSCH, L. N. et al. Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: A randomized controlled trial. **Clinical Biomechanics**, v. 24, n. 10, p. 819–825, 2009.

PIJNAPPELS, M. et al. Identification of elderly fallers by muscle strength measures. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 5, p. 585–592, 2008a.

PIJNAPPELS, M. et al. Tripping without falling; lower limb strength, a limitation for balance recovery and a target for training in the elderly. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, n. 2, p. 188–196, 2008b.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed ‘up and go’: a test of basic

- functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 1, n. 39, p. 142–148, 1991.
- PORTER, M. M. Power training for older adults. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**, v. 31, p. 87–94, 2006.
- RICE, C. L. et al. Arm and leg composition determined by computed tomography in young and elderly men. **Clinical Physiology**, v. 9, n. 3, p. 207–220, 1989.
- RIZZO, A. S. Virtual reality and disability : emergence and challenge. **Disability & Rehabilitation**, v. 24, n. 11, p. 567–569, 2002.
- RIZZO, A. S.; KIM, G. J. A SWOT Analysis of the Field of Virtual Reality Rehabilitation. **Presence**, v. 14, n. 2, p. 119–146, 2005.
- ROBERTSON, R. J.; NOBLE, B. J. **Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications.** **Exercise and sport sciences reviews**, 1997.
- ROCKWOOD, K. et al. A brief clinical instrument to classify frailty in elderly people. **The Lancet**, v. 353, p. 205–206, 1999.
- RODRIGUES, E. V. et al. Effects of Dance Exergaming on Depressive Symptoms, Fear of Falling, and Musculoskeletal Function in Fallers and Nonfallers Community-Dwelling Older Women. **Rejuvenation Research**, p. rej.2017.2041, 2018.
- ROGERS, M. E. et al. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. **Preventive Medicine**, v. 36, n. 3, p. 255–264, 2003.
- ROSARIO, J. T. et al. Effects of a Functional Training and Calf Stretching on risk for falls in older people. **Journal of Aging and Physical Activity**, 2016.
- ROUBENOFF, R.; HUGHES, V. A. Sarcopenia: Current Concepts. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 12, p. M716–M724, 1 dez. 2000.
- SANTOS, G. O. R. et al. Does exercise intensity increment in exergame promote changes in strength , functional capacity and perceptual parameters in pre-frail older women ? A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 116, p. 25–30, 2019.
- SHIGEMATSU, R. et al. Rate of Perceived Exertion as a Tool to Monitor Cycling Exercise Intensity in Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 11, p. 3–9, 2004.
- SHIMADA, H.; UCHIYAMA, Y.; KAKURAI, S. Specific effects of balance and gait exercises on physical function among the frail elderly. **Clinical Rehabilitation**, v. 17, p. 472–479, 2003.
- SIQUEIRA, F. V. et al. Prevalence of falls in elderly in Brazil: a countrywide analysis. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 9, p. 1819–1826, 2011.
- SMIRMAUL, B. P. C. et al. The psychobiological model : a new explanation to intensity regulation and ( in ) tolerance in endurance exercise. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 27, n. 2, p. 333–340, 2013.
- SOLTANI, P. et al. Muscle activation behavior in a swimming exergame: Differences by experience and gaming velocity. **Physiology and Behavior**, v.

181, n. August, p. 23–28, 2017.

SPOSITO, L. A. C. et al. Experiência de treinamento com Nintendo Wii sobre a funcionalidade, equilíbrio e qualidade de vida de idosas. **Motriz. Revista de Educacao Fisica**, v. 19, n. 2, p. 532–540, 2013.

STEVENS, J. A.; RYAN, G.; KRESNOW, M. Fatalities and injuries from falls among older adults--United States, 1993-2003 and 2001-2005. **MMWR. Morbidity and mortality weekly report**, v. 55, n. 45, p. 1221–1224, 2006.

SVEISTRUP, H. Motor rehabilitation using virtual reality. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v. 8, p. 1–8, 2004.

TERRERI, A. S. A. P.; GREVE, J. M. D.; AMATUZZI, M. M. Avaliação isocinética no joelho do atleta. **Rev Bras Med Esporte**, v. 7, n. 2, p. 62–66, 2001.

TINETTI, M. E.; SPEECHLEY, M.; GINTER, S. F. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. **The New England Journal of Medicine**, v. 319, p. 1701–1707, 1988.

VERDIJK, L. B. et al. Skeletal muscle hypertrophy following resistance training is accompanied by a fiber type-specific increase in satellite cell content in elderly men. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 64, n. 3, p. 332–9, mar. 2009.

VISSER, M. et al. Muscle Mass , Muscle Strength , and Muscle Fat Infiltration as Predictors of Incident Mobility Limitations in Well-Functioning Older Persons. **Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES**, v. 60A, n. 3, p. 324–333, 2005.

WARBURTON, D. E. R.; NICOL, C. W.; BREDIN, S. S. D. Health benefits of physical activity: the evidence. **CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne**, v. 174, n. 6, p. 801–9, 2006.

WHITNEY, S. L. et al. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. **Physical therapy**, v. 85, n. 10, p. 1034–1045, 2005.

WHO. **World Health Organization global report on falls prevention in older age**. [s.l.: s.n.].

WILLIAMS, P.; LORD, S. R. Effects of group exercise on cognitive functioning and mood in older women. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, v. 21, n. 1, p. 45–52, 1997.

WOLF, R. et al. Effects of additional external load manipulation on perceptual and physiological responses during exergame. **Motriz**, v. 24, n. 4, p. 1–5, 2018.

YU, F.; DEMOREST, S. L.; VOCK, D. M. Testing a modified perceived exertion scale for Alzheimer's disease. **PsyCh Journal**, v. 4, n. 1, p. 38–46, 2015.

# 10 PRODUÇÕES CIENTÍFICAS






## Effects of additional external load manipulation on perceptual and physiological responses during exergame – Motriz, 2018

Motriz, Rio Claro, v.24, Issue 4, 2018, e101884

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-65742018000400XX>

Original Article (short paper)

### Effects of additional external load manipulation on perceptual and physiological responses during exergame

Renata Wolf<sup>1</sup> , André Luiz Félix Rodacki<sup>1</sup> , Mateus Corrêa Silveira<sup>1</sup> , Eddy Krueger<sup>2</sup> , Gleber Pereira<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, UFPR, Department of Physical Education, Curitiba, PR, Brazil; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina, UEL, Neural Engineering and Rehabilitation Laboratory, Londrina, PR, Brazil

**Abstract — Aims:** This study tested whether performing exergames with and without additional external load could induce to different internal load demand for young adults. **Methods:** Fifteen young women ( $24.4 \pm 4.06$  years) participated in the study. Electromyography (EMG) activity, heart rate (HR) and overall and local rating of perceived exertion (RPE) were determined in “Just Dance” and “Ski” exergames without additional external load and with additional external load of 5% of body mass attached bilaterally to the ankles in “Just Dance” and using a weight vest in “Ski”. **Results:** EMG, HR and overall RPE presented similar responses between loads in both exergames ( $p > .05$ ). However, local RPE differentiate internal load only in “Just Dance”, with higher values with additional load (with additional load:  $11.2 \pm 2.1$  RPE; without additional load:  $10.3 \pm 1.4$  RPE;  $p = .037$ ). **Conclusion:** Therefore, performing exergames with an additional external load of 5% of young women body mass did not induce different internal load demand in “Just Dance” and “Ski” exergames compared to performing such games without external load. However, the greater local RPE in “Just Dance” exergame after adding the external load suggests that a higher amount of load (i.e., > 5% of body mass) to this population may generate different internal load demand.

**Keywords:** external load; perceptual responses; physiological responses.

# Does exercise intensity increment in exergame promote changes in strength, functional capacity and perceptual parameters in pre-frail older women? A randomized controlled trial – Experimental Gerontology, 2019

Experimental Gerontology 116 (2019) 25–30



Contents lists available at ScienceDirect

Experimental Gerontology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/expgero](http://www.elsevier.com/locate/expgero)



## Short report

### Does exercise intensity increment in exergame promote changes in strength, functional capacity and perceptual parameters in pre-frail older women? A randomized controlled trial



G.O.R. Santos<sup>a,1</sup>, R. Wolf<sup>1</sup>, M.M. Silva, A.L.F. Rodacki, G. Pereira

*Rua Coração de Maria, 92, BR 116, Km 95, Cep 80210-132 Curitiba, PR, Brazil*

#### ARTICLE INFO

Section Editor: Emanuele Marzetti

#### Keywords

Exergame  
Perceived exertion  
Muscle strength  
Functional capacity  
Affect  
Pre-frailty

#### ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effects of two exercise intensities on exergame training program in muscle strength, functional capacity and perceptual parameters in pre-frail older women. Thirty-four women (69.5 ± 5.4 years) were randomly assigned to either moderate- (MG: 11–13 perceived exertion) or vigorous-exercise intensity group (VG: 14–16 perceived exertion). Muscle strength and functional capacity were evaluated before and after 3 months of training. The affective responses were measured once a week and perceived benefit was evaluated after training period. The MG improved the average power at 60°/s from pre- to post-training ( $p < 0.002$ ) on the knee extensor (pre = 100.0 ± 15.9 W; post = 115.2 ± 22.6 W), flexor (pre = 22.3 ± 6.1 W; post = 29.1 ± 7.9 W) and plantiflexor muscles (pre = 11.4 ± 5.9 W; post = 21.2 ± 4.2 W). MG presented greater average power at post-training than VG for knee extensor (20%) and flexor muscles (23%) ( $p < 0.039$ ). There was main time effect of peak torque at 180°/s for knee extensor (pre = 74.15 ± 14.28 N-m/kg; post = 81.31 ± 18.4 N-m/kg), flexor (pre = 43.01 ± 12.43 N-m/kg; post = 48.3 ± 9.11 N-m/kg) and plantiflexor muscles (pre = 29.2 ± 13.76 N-m/kg; post = 36.87 ± 9.7 N-m/kg) as well as average power (pre = 41.15 ± 15.67 W; post = 48.42 ± 11.8 W) and work (pre = 99.92 ± 38.53 J; post = 117.03 ± 25.56 J) on the knee flexor muscles ( $p < 0.046$ ). MG improved timed up and go performance from pre- to post-training (pre = 10.0 ± 0.32 s; post = 8.1 ± 1.6 s,  $p = 0.001$ ), whereas both groups improved 10 m-walk performance (pre = 1.33 ± 0.25 s, post = 1.5 ± 0.24 s;  $p = 0.003$ ). Positive affect (2.64 ± 0.02) and pleasure (15.8 ± 0.6) for MG were greater than VG at post-training (2.36 ± 0.03;  $p < 0.001$ ; 14.4 ± 0.5;  $p < 0.03$ ). Therefore, regardless of the exercise intensity, exergame training improved muscle strength and functional capacity in pre-frail older women. However, positive affect and pleasure were reported only when older women practiced exergame with moderate exercise intensity.

# 11 APÊNDICES

## APÊNDICE A - FICHA DE AVALIAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Circunferência Abdominal: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

<b>Escolaridade</b> <input type="checkbox"/> Analfabeto <input type="checkbox"/> 1-4 anos <input type="checkbox"/> 5-8 anos <input type="checkbox"/> >8 anos <input type="checkbox"/> Superior Incomp <input type="checkbox"/> Superior completo <input type="checkbox"/> Pós-graduação	<b>Situação conjugal</b> <input type="checkbox"/> Casado ou união consensual <input type="checkbox"/> Divorciado <input type="checkbox"/> Separado <input type="checkbox"/> Viúvo <input type="checkbox"/> Solteiro	<b>Ocupação</b> <input type="checkbox"/> Aposentado com outra ocupação <input type="checkbox"/> Aposentado sem outra ocupação <input type="checkbox"/> Trabalhos domésticos <input type="checkbox"/> Trabalho fora do domicílio	<b>Residência</b> <input type="checkbox"/> Sozinho <input type="checkbox"/> Filhos <input type="checkbox"/> Outros familiares <input type="checkbox"/> Empregada doméstica <input type="checkbox"/> Cuidadores Outros _____
--	--	---	---

Doença(s)	Medicamento(s)
<input type="checkbox"/> Hipertensão <input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Osteoporose <input type="checkbox"/> Dislipidemia <input type="checkbox"/> Artrose <input type="checkbox"/> Problema na tireoide <input type="checkbox"/> Visão/Cataratas <input type="checkbox"/> Deficiência Auditiva  Outros: _____ _____ _____	Número de medicamentos: _____ <input type="checkbox"/> Hormônio: _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Diurético: _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Antidepressivo: _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Pressão Arterial: . _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Anti-inflamatórios: _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Analgésicos: _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Cardiovasculares: _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Vitaminas: _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Suplementos: _____ Frequência: _____ <input type="checkbox"/> Outros: _____

VISÃO	AUDIÇÃO	CIRURGIAS
( ) Visão normal	( ) Audição normal	( ) Sim
( ) Déficit visual	( ) Déficit auditivo	( ) Não
( ) Usa corretivos	( ) Usa corretivos	Qual? _____
Uso de órteses: ( ) Não ( ) Sim. Qual? _____		
Uso de próteses: ( ) Não ( ) Sim. Qual? _____		

## HISTÓRICO DE QUEDAS

**- A sra apresentou algum episódio de queda nos últimos 12 meses?**

- ( ) SIM  
( ) NÃO

SE SIM, responder as questões abaixo:

**1) NÚMERO DE QUEDAS NESTE PERÍODO:** \_\_\_\_\_

**2) ONDE OCORREU A QUEDA?**

Dentro de casa? ( ) SIM ( ) NÃO

Em casa, no quintal ou área externa? ( ) SIM ( ) NÃO

Fora de casa em local conhecido? ( ) SIM ( ) NÃO

Fora de casa em local desconhecido? ( ) SIM ( ) NÃO

**3) POR QUE VOCÊ CAIU?**

Tropeçou? ( ) SIM ( ) NÃO

Escorregou? ( ) SIM ( ) NÃO

Escurecimento da visão / síncope? ( ) SIM ( ) NÃO

Tontura / vertigem? ( ) SIM ( ) NÃO

Outros:

---

## APÊNDICE B – FENÓTIPO DE FRAGILIDADE

### 1) Perda de peso

No último ano, você perdeu mais de 4,5 kg involuntariamente (ou seja, não devido à dieta ou exercício)?

**SIM**

**NÃO**

### 2) Fraqueza = Força de Preensão Manual e Índice de Massa Corporal

Composição corporal	Peso:.....kg	Altura:.....cm
	Circ. Panturrilha:.....cm	Circ. Abdominal:.....cm
Força muscular	Preensão manual	.....kgf
		.....kgf
		.....kgf

### 3) Exaustão

- A senhora sentiu que teve que fazer esforço para fazer tarefas habituais?"  
 **SIM**                       **NÃO**

- A senhora consegue levar as suas coisas adiante?". Se sim, é pontuado no critério.  
 **SIM**                       **NÃO**

### 4) Velocidade da marcha

Velocidade da marcha	Teste de 04 metros	.....segundos
		.....segundos
		.....segundos

## 5) Nivel de atividade física

- Resultado Minnesota: \_\_\_\_\_ kcal

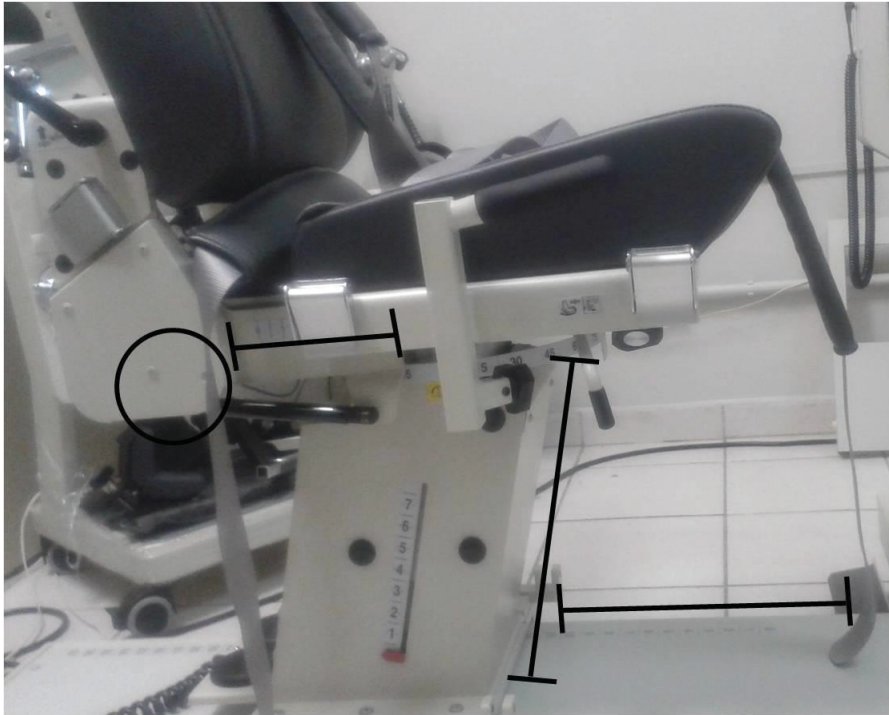
## APÊNDICE C - FUNÇÃO MUSCULAR E FUNCIONALIDADE

Dominância (chutar a bola 3x): \_\_\_\_\_

Posicionamento no Biodex:

### JOELHO:





**TORNOZELO:**





APTIDÃO FÍSICA	TESTE	RESULTADO
Potência de membros inferiores	Sentar e levantar da cadeira	.....seg.
Agilidade e velocidade (TUG)	Sentado e caminhar 3m	.....segundos
Velocidade da Marcha	Teste de 10 metros	.....segundos
		.....segundos
		.....segundos

## APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

*Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para participar deste estudo.*

Nós, Natália Boneti Moreira, Arthur Pitta, Renata Wolf, e orientadores Paulo César Barauce Bento, André Luiz Feliz Rodacki e Gleber Pereira, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando a Senhora, com 60 anos ou mais e que apresentem perda de peso sem motivo, ou fraqueza muscular, ou exaustão, ou diminuição da velocidade da marcha, ou baixo nível de atividade física, a participar de um estudo intitulado “Fatores associados ao risco para quedas em idosos: Efeitos de diferentes intervenções sobre os aspectos perceptuais, cognitivos, clínicos e funcionais”. Lembrando, que é por meio das pesquisas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.

a) O objetivo desta pesquisa é verificar o efeito de diferentes intervenções (Educativa, Jogos virtuais, Treinamento de Força e Multicomponente) sobre os aspectos perceptuais, cognitivos, clínicos e funcionais associados aos fatores de risco para quedas em idosas pré-frágeis de Curitiba – Paraná.

b) Caso você participe da pesquisa, será necessário a Sra. comparecer ao Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM) para realizar as avaliações sobre características pessoais (idade, peso, altura, medicamentos, doenças), nível de atividade física, histórico de quedas, medo de cair, cognição, memória, percepção do risco de quedas, bem como sua funcionalidade (equilíbrio, força, marcha, mobilidade funcional) e parâmetros da musculatura por meio da avaliação com ultra-som. Será necessário também a Sra. comparecer ao Centro de Pesquisa de Exercício e Esporte (CEPEE) para realizar os testes incrementais de esteira e com vídeo-game. Após estas avaliações, a Sra. será sorteada para um determinado grupo (educacional, jogos virtuais, fortalecimento muscular ou multicomponente) e realizará três meses de intervenção, em seguida, será realizada uma nova avaliação seguindo os mesmos critérios da avaliação inicial.

c) Para tanto você deverá comparecer no CECOM e no CEPEE, ambos localizados na Rua Coração de Maria, 92, Jardim Botânico para a realização da avaliação clínica, cognitiva, física e funcional. Esta avaliação será realizada em 04 encontros que terão duração de 01 hora e que serão agendados de acordo com a sua disponibilidade. Para a realização da intervenção a Sra. deverá comparecer 03 vezes por semana durante 03 meses, e cada sessão terá duração de aproximadamente 50 minutos e será composta pelas atividades proposta de acordo com seu grupo podendo conter atividades educacionais (Grupo Educacional), exercícios com videogame (Grupo Jogos virtuais), exercícios com videogame e musculação (Grupo Treinamento de Força) ou exercícios que envolvem diversos aspectos físicos, como força e equilíbrio (Grupo Multicomponente). As atividades de intervenção serão realizadas na Reitoria da Universidade Federal do Paraná, localizada na Praça Santos Andrade. Após o período de intervenção a Sra. deverá

Rubricas:

Paulo C.B. Bento (Pesquisador Responsável) \_\_\_\_\_

comparecer ao CECOM para realizar a reavaliação e receber o seu laudo sobre os testes realizados.

d) É possível que a Sra. experimente algum desconforto ou dor muscular leve, principalmente relacionado aos exercícios físicos realizados, contudo, as dores musculares devem passar em até 24 horas, e com o decorrer do processo de intervenção possivelmente a Sra. se adaptará não sentindo mais dores.

e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser: Constrangimento por meio de questionários, contudo, para minimizar tais efeitos a entrevista será realizada de maneira individualizada por pesquisadores previamente treinados. Durante, logo após a realização dos testes clínicos e funcionais, ou após a realização dos exercícios a Sra. poderá sentir dor muscular leve ou correr o risco de quedas, que deverão desaparecer nas 24 horas seguintes as atividades realizadas. Contudo, todos os exercícios serão prescritos considerando a sua faixa etária e suas características pessoais, e qualquer intercorrência prevista ou não neste projeto durante a sua execução será de responsabilidade dos pesquisadores, e os mesmos a direcionarão para tratamento particular e individualizado sem nenhum custo.

f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: A Sra. terá a oportunidade de participar de programas de exercícios físicos específicos e desfrutar de seus benefícios clínicos, físicos e cognitivos, por meio das atividades propostas e convívio social com os participantes e pesquisadores. Além disso, as atividades realizadas poderão incentivar e proporcionar estratégias benéficas para o cuidado ao idoso e disponibilizará novas ferramentas para uma avaliação ampla do idoso no cenário brasileiro.

g) Os pesquisadores, Natália Boneti Moreira (4199880-1882), Arthur Pitta (41995520-7155), Renata Wolf (4199634-9583), e orientadores Paulo César Barauce Bento, André Luiz Feliz Rodacki e Gleber Pereira (413360-4322), do Departamento de Educação Física da Universidade Federal, lhe assegurarão a assistência durante toda pesquisa, bem como para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

h) Caso queira entrar em contato com o comitê de ética, responsável pela aprovação desta pesquisa, poderá contatar o Comitê de Ética e pesquisa da Faculdade Dom Bosco pelo telefone (41) 3218 – 5582. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, com “munus público”, que existe nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos - Res. CNS n.º 466/12).

i) Você também, se desejar, poderá optar por tratamento alternativo ao que está sendo proposto. Desta forma, caso a Sra. deseje poderá escolher outro grupo de atividades entre eles Educacional, Jogos virtuais, Treinamento de força e Multicomponente.

j) A sua participação neste estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa tem liberdade para aceitar ou recusar a participação, agora, ou em

Rubricas:

Paulo C.B. Bento (Pesquisador Responsável)\_\_\_\_\_

qualquer momento, e poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre esclarecido assinado.

k) Caso a Sra. sofra qualquer tipo de dano resultante de sua participação nesta pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, têm direito à indenização prescrita por lei por parte do pesquisador.

l) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos responsáveis que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **confidencialidade** seja mantida.

m) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro. Você terá a garantia de que problemas como: dores musculares decorrentes do estudo serão tratados por meio de atendimento particular sob responsabilidade dos pesquisadores.

n) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, \_\_\_\_\_ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidada a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi também que sou livre para interromper a investigação do projeto e para encerrar a minha própria participação no estudo a qualquer momento, sem precisar justificar minha decisão.

Eu CONCORDO VOLUNTARIAMENTE em participar deste estudo.

Curitiba, 20 de Março de 2017

\_\_\_\_\_  
Pesquisador: Natália Boneti Moreira

\_\_\_\_\_  
Pesquisador: Arthur Pitta

\_\_\_\_\_  
Pesquisador: Renata Wolf

\_\_\_\_\_  
Pesquisador: Paulo C. B. Bento

\_\_\_\_\_  
Pesquisador: André L.F. Rodacki

\_\_\_\_\_  
Pesquisador: Gleber Pereira

**OBS:** este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante de pesquisa.

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Dom Bosco

Telefone: (41) 3218 – 5582 e-mail: [cep@dombosco.sebsa.com.br](mailto:cep@dombosco.sebsa.com.br)

**APÊNDICE E – GUIA DAS SESSÕES DE TREINAMENTO DO JOGO VIRTUAL  
YOUR SHAPE**

SEMANA	JOGOS	SESSÃO
1	Loop a hoop easy, Toning 1.1, Cardio 1.1, Zen.	- 2 1 -
2	Loop a hoop easy, Toning 1.1, Cardio 1.1, Zen.	- 2 1 -
3	Loop a hoop easy, Toning 1.1, Cardio 1.1, Zen.	- 2 1 -
4	Loop a hoop easy, Toning 2.1, Cardio 1.1, Zen	- 1 1 -
5	Light Race easy, Toning 2.1, Cardio 1.1 Zen	- 2 1 -
6	Light Race easy Toning 2.2, Cardio 1.1 Zen	- 1 2 -
7	Light Race easy Toning 2.2 Cardio 1.1 Zen	- 1 2 -
8	Light Race medium Toning 2.3 Cardio 1.1 Zen	- 4 2 -
9	Light Race medium Toning 2.3 Cardio 1.1 Zen	- 4 3 -
10	Virtual Smash medium Toning 2.1 Cardio 1.1 Zen	- 4 3 -
11	Virtual Smash medium Toning 2.1 Cardio 1.1 Zen	- 4 3 -
12	Virtual Smash medium Toning 2.1 Cardio 1.1 Zen	- 4 3 -

## 12 ANEXOS

### ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO MINNESOTA

QUESTIONÁRIO MINNESOTA					
Atividade	Você realizou esta atividade?		1ª semana	2ª semana	Tempo por ocasião
	Não	Sim	(Média de vezes da última semana)	(Média de vezes da penúltima semana)	(minutos)
<b>Seção A: Caminhada</b>					
010 Caminhada recreativa					
020 Caminhada para o trabalho					
030 Uso de escadas quando o elevador está disponível					
040 Caminhada ecológica					
050 Caminhada com mochila					
115 Ciclismo recreativo/por prazer					
125 Dança – salão, quadrilha e/ou discoteca, danças regionais					
135 Dança/ginástica – aeróbia, balé					
140 Hipismo/andando a cavalo					
<b>Seção B: Exercício de condicionamento</b>					
150 Exercícios domiciliares					
160 Exercício em clube/em academia					
180 Combinação de caminhada/corrida leve					
200 Corrida					
210 Musculação					
<b>Seção C: Atividades aquáticas</b>					
280 Natação em piscina (pelo menos 15 metros)					
295 Natação na praia					
<b>Seção E: Esportes</b>					
390 Boliche					
400 Voleibol					
410 Tênis de mesa					
420 Tênis individual					

430 Tênis de duplas					
480 Basquete sem jogo (bola ao cesto)					
490 Jogo de basquete					
500 Basquete como juiz					
520 Handebol					
530 Squash					
540 Futebol					
<b>Seção F: Atividades no jardim e na horta</b>					
550 Cortar a grama dirigindo um carro de cortar grama					
560 Cortar a grama andando atrás do cortador de grama motorizado					
570 Cortar a grama empurrando o cortador de grama manual					
580 Tirando o mato e cultivando o jardim/horta					
590 Afofar, cavando e cultivando a terra no jardim					
600 Trabalho com ancinho na grama					
610 Remoção de neve/terra com pá					
<b>Seção G: Atividades de reparos domésticos</b>					
620 Carpintaria em oficina					
630 Pintura interna de casa ou colocação de papel de parede					
640 Carpintaria do lado de fora da casa					
650 Pintura exterior de casa					
<b>Seção H: Pesca</b>					
660 Pesca na margem do rio					
670 Pesca em correnteza com botas					
<b>Seção I: Outras atividades</b>					

## ANEXO 2 – MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)

### MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

**Orientação Temporal Espacial** – questão 2.a até 2.j pontuando 1 para cada resposta correta, máximo de 10 pontos.

**Registros** – questão 3.1 até 3.d pontuação máxima de 3 pontos.

**Atenção e cálculo** – questão 4.1 até 4.f pontuação máxima 5 pontos.

**Lembrança ou memória de evocação** – 5.a até 5.d pontuação máxima 3 pontos.

**Linguagem** – questão 5 até questão 10, pontuação máxima 9 pontos.

#### Identificação do cliente

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento/idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Escolaridade: Analfabeto ( ) 0 à 3 anos ( ) 4 à 8 anos ( ) mais de 8 anos ( )

Avaliação em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_

Pontuações máximas	Pontuações máximas
<b>Orientação Temporal Espacial</b> 1. Qual é o (a) Dia da semana?__ 1 Dia do mês? _____ 1 Mês? _____ 1 Ano? _____ 1 Hora aproximada?__ 1 2. Onde estamos? Local? _____ 1 Instituição (casa, rua)?__ 1 Bairro? _____ 1 Cidade? _____ 1 Estado? _____ 1	<b>Linguagem</b> 5. Aponte para um lápis e um relógio. Faça o paciente dizer o nome desses objetos conforme você os aponta _____ 2 6. Faça o paciente. Repetir "nem aqui, nem ali, nem lá". _____ 1 7. Faça o paciente seguir o comando de 3 estígios. "Pegue o papel com a mão direita. dobre o papel ao meio. Coloque o papel na mesa". _____ 3 8. Faça o paciente ler e obedecer ao seguinte: FECHHE OS OLHOS. _____ 1 09. Faça o paciente escrever uma frase de sua própria autoria. (A frase deve conter um sujeito e um objeto e fazer sentido). (Ignore erros de ortografia ao marcar o ponto) _____ 1 10. Copie o desenho abaixo. Estabeleça um ponto se todos os lados e ângulos forem preservados e se os lados da interseção formarem um quadrilátero. _____ 1
<b>Registros</b> 1. Mencione 3 palavras levando 1 segundo para cada uma. Peça ao paciente para repetir as 3 palavras que você mencionou. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. -Vaso, carro, tijolo _____ 3	
<b>3. Atenção e cálculo</b> Sete seriado (100-7=93-7=86-7=79-7=72-7=65). Estabeleça um ponto para cada resposta correta. Interrompa a cada cinco respostas. Ou soletrar a palavra MUNDO de trás para frente. _____ 5	
<b>4. Lembranças (memória de evocação)</b> Pergunte o nome das 3 palavras aprendidas na questão 2. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. _____ 3	