

**Daniela Maria da Cruz dos Anjos**

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA,  
CAPACIDADE FUNCIONAL E ÍNDICES PLASMÁTICOS DE MEDIADORES  
INFLAMATÓRIOS E O EFEITO DO TREINAMENTO AERÓBICO EM IDOSAS  
DIABÉTICAS DA COMUNIDADE**

Belo Horizonte

2014

**Daniela Maria da Cruz dos Anjos**

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA,  
CAPACIDADE FUNCIONAL E ÍNDICES PLASMÁTICOS DE MEDIADORES  
INFLAMATÓRIOS E O EFEITO DO TREINAMENTO AERÓBICO EM IDOSAS  
DIABÉTICAS DA COMUNIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciências da Reabilitação.

**Área de Concentração:** Desempenho Funcional Humano

**Linha de Pesquisa:** Saúde e Reabilitação do Idoso

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leani Souza Máximo Pereira

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Noce Kirkwood

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosângela Corrêa Dias

Belo Horizonte

2014

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir concluir esse trabalho, e pela oportunidade de conviver com pessoas tão especiais.

“Ora, aquele que é poderoso para fazer abundantemente além daquilo que pedimos ou pensamos, segundo o poder que nos opera...” Efésios 3.20

A todas as voluntárias que participaram desta pesquisa, pela imensa colaboração para realização desse estudo. Obrigada pela generosidade.

À professora Leani Souza Máximo Pereira, pela confiança, dedicação e orientação nesse trabalho. Além de ser um exemplo como gerontóloga, fisioterapeuta, professora e pesquisadora é uma pessoa que faz tudo com muito entusiasmo e amor. Ela fez muita diferença na minha trajetória e me motivou a ser uma professora cada vez mais dedicada, não tenho palavras para agradecer toda a confiança e a oportunidade de fazer parte do seu grupo de orientados.

À professora Renata Noce Kirkwood, pelo convívio, por ter acompanhado tão proximamente esse trabalho com muita disponibilidade e preciso auxílio na sua condução. Minha profunda admiração pela grande profissional que é.

À professora Rosângela Corrêa Dias, pela serenidade, sugestões científicas e discussões tão importantes na qualificação do doutorado e durante toda a trajetória da pesquisa.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação pelo aprendizado ofício de professor e científico, em especial as também amigas Lygia Paccini Lustosa e Danielle Gomes Pereira, por todo auxílio, incentivo e apoio nos momentos de dificuldade.

À Daniele Sirineu Pereira, pela determinação, exemplo e coragem na condução da sua pesquisa. Foi um grande aprendizado para mim conviver e trabalhar com você. Obrigada por tudo.

Ao Bruno de Souza Moreira, pela amizade, companheirismo e parceria. Além de ter sido um prazer e uma alegria a nossa convivência. Ele foi aquele companheiro que realmente participou de todas as etapas do trabalho, coleta, análise estatística, escrita do artigo. Enfim, não tenho palavras para descrever o quão importante ele foi para a realização desse trabalho.

A todos os colegas de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação pelo convívio e importante contribuição nessa Jornada.

A todos os colegas do Ladire, esse trabalho não seria possível sem essa parceria. Foi uma equipe grande e fundamental da qual eu não quero correr o risco de deixar de citar alguém, realmente o meu imenso agradecimento a todos pela fundamental contribuição. Destaco aqueles que entram no programa junto comigo e dividiram todas as alegrias e dificuldades da caminhada são: Alexandra Miranda Assumpção, Bárbara Zille de Queiroz e Diogo Carvalho Felício.

Aos meus pais, pelo amor e compreensão, eles sempre foram os grandes incentivadores dos meus projetos. À minha mãe, que além do apoio emocional, participou efetivamente do trabalho, correção de planilha, agendou coletas e tudo mais. Sem eles não poderia ter tido essa trajetória. Ao meu irmão Bruno Anjos, por todo apoio correções e palpites ortográficos.

Ao Helbert Oliveira, pelo amor, compreensão e companheirismo. Nos momentos difíceis sempre foi à parte alegre e divertida da minha vida.

Enfim, foram quatro anos e eu agradeço a todos que conviveram comigo nesse período pela paciência e compreensão. Fica uma sensação que estão faltando muitos agradecimentos, foi uma longa caminhada. A minha eterna gratidão por todos que participaram dessa caminhada e contribuíram para a realização desse sonho.

## RESUMO

A grande prevalência de diabetes tipo 2 (DM2) em idosos, especialmente em mulheres idosas, expõe essa população a um maior declínio na capacidade funcional e alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha. Disfunções nessas variáveis alteram a independência e a qualidade de vida de idosas com DM2. Fatores associados ao envelhecimento tais como a presença de um processo inflamatório subclínico crônico, com aumento das citocinas inflamatórias e a obesidade podem contribuir para a sarcopenia, diminuição da capacidade funcional e o agravamento da doença em idosas com DM2. O exercício físico pode atenuar o processo inflamatório crônico decorrente do envelhecimento, no entanto, não há consenso sobre qual a modalidade e parâmetros de exercício que seriam os mais adequados para influenciar os mediadores inflamatórios. O treinamento aeróbico de intensidade moderada pode induzir a liberação interleucina 6 (IL-6) muscular com propriedades anti-inflamatórias e a liberação de outras citocinas antiinflamatórias podendo ter efeito na sarcopenia, capacidade funcional e na redução da gordura corporal em idosas diabéticas. Sendo assim o objetivo geral desta tese foi analisar os parâmetros espaço-temporais da marcha, capacidade funcional e níveis plasmáticos de marcadores inflamatórios e o efeito de exercícios aeróbicos em idosas diabéticas da comunidade. A pesquisa foi dividida em três estudos. Os estudos I e II foram estudos observacionais com corte transversal e para o estudo III foi realizado um estudo quasi-experimental (pré e pós-teste). O Estudo I teve como o objetivo analisar, por meio da análise estatística dos componentes principais (ACP) e análise discriminante, os parâmetros espaciais e temporais da marcha de dois grupos de idosas da comunidade, com e sem diabetes mellitus. Foram avaliadas 221 idosas, sendo 98 diabéticas ( $71,4 \pm 4,9$  anos) e 123 não diabéticas ( $71,4 \pm 4,9$  anos). Sete parâmetros espaço-temporais da marcha (velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo, base de suporte, tempo de oscilação, tempo de apoio e tempo de duplo apoio) foram registrados usando o sistema *GAITRite*®. A análise discriminante foi realizada após ACP com procedimento *stepwise* para determinar a hierarquia entre as componentes (CPs) em termos de importância relativa para

discriminar os grupos. As CPs mais discriminantes foram interpretadas usando o gráfico denominado *biplot*. A ACP resultou em 4 componentes que explicaram 99,6% da variância dos dados. A análise discriminante indicou que apenas as componentes 1 (CP1, dimensão ritmo) e 3 (CP3, dimensão equilíbrio) foram estatisticamente significativas entre grupos. A CP1 teve maior contribuição das variáveis velocidade, cadência e tempo de apoio e a CP3 das variáveis base de suporte e tempo de duplo apoio. As idosas com diabetes tendem a manter menor ritmo da marcha com menor velocidade e cadência e maior tempo na fase de apoio do que idosas sem diabetes. A tentativa de manter a marcha estável foi associada ao aumento da base de suporte. O *biplot* mostrou que a velocidade da marcha é a variável que mais contribuiu para discriminar idosas diabéticas das não diabéticas. No Estudo II o objetivo foi verificar o impacto do tempo de diagnóstico do DM2 nos parâmetros espaço-temporais da marcha e na capacidade funcional de idosas. Participaram do estudo 82 idosas DM2, divididas em 2 grupos: (1) 49 idosas (71,3 ± 4,8 anos) com menos de 10 anos de diagnóstico e (2) 33 idosas (70 ± 4,5 anos) com 10 anos ou mais de diagnóstico de DM2. As variáveis espaço-temporais da marcha foram avaliadas por meio do sistema *GAITRite®* e a funcionalidade pelos testes: sentar e levantar por cinco vezes (TSL-5x), e *Timed Up and Go*. Os resultados mostraram que apenas as variáveis velocidade da marcha (122,9 cm/s vs 112,3 cm/s,  $p=0,001$ ) e comprimento do passo (62,4 cm vs 59,2 cm,  $p=0,006$ ) eram significativamente diferentes entre os grupos. Em relação aos testes funcionais TUG e TSL-5x, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de idosas diabéticas com tempo de diagnóstico inferior a 10 anos e tempo de diagnóstico igual ou superior a 10 anos. O Estudo III teve como objetivo verificar o efeito de um programa de exercício aeróbico na capacidade funcional e nas concentrações plasmáticas de marcadores inflamatórios em idosas com DM2. Participaram do estudo 29 idosas DM2 com média de idade de 70,5 ± 3,9 anos. O programa de treinamento aeróbico foi realizado três vezes por semana durante 10 semanas como preconizado pelo *American College of Sports Medicine*. A capacidade funcional foi avaliada por meio do TUG, velocidade usual da marcha em 10 metros (VM10M), TSL-5x, força de preensão palmar (FP) e teste de apoio unipodal (AU). A análise das concentrações plasmáticas dos marcadores

inflamatórios foi realizada pelo método de ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*), por meio do kit DuoSet ELISA (*R&D Systems, Minnesota, MN*) para os receptores solúveis do fator de necrose tumoral alfa (sTNFR1 e sTNFR2) e kits de alta sensibilidade (*Quantikine<sup>®</sup>HS, R&D Systems Minneapolis*) para a IL-6 e interleucina-10 (IL-10). Após a intervenção, as idosas DM2 reduziram o tempo de execução do TUG em  $1,3 \pm 1,2s$  ( $p < 0,001$ ) e do TSL-5x em  $1,8 \pm 2,6s$  ( $p < 0,001$ ). Além disso, observou-se um aumento da VM10M em  $0,14 \pm 0,2$  m/s ( $p = 0,001$ ) e da FP em  $2,2 \pm 3,3$  kgf ( $p = 0,001$ ). Não houve diferença significativa no teste de AU e nos marcadores inflamatórios avaliados entre a linha de base e após a intervenção. Esses achados apontaram que, a velocidade foi o parâmetro que melhor discriminou a marcha das idosas diabéticas e que a duração da doença tem impacto nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosas DM2. Além disso, o treinamento aeróbico teve um efeito positivo na capacidade funcional das idosas DM2.

**Palavras chave:** diabetes tipo 2, marcha, idosos, capacidade funcional, exercícios, citocinas.

## ABSTRACT

The high prevalence of diabetes mellitus type 2 (DM2), especially among elderly women, exposes this population to a higher decline in functional capacity and alterations in spatiotemporal gait parameters. Dysfunctions on these variables alter independence and quality of life of elderly women with DM2. Factors associated to ageing such as the presence of a chronic subclinical inflammatory process, with elevated inflammatory cytokines levels and obesity can lead to sarcopenia, reduction in functional capacity and worsening of the disease in elderly women with DM2. Physical exercise can attenuate the chronic inflammatory process related to ageing, however, there is no consensus about which exercise modality and parameters would be more adequate to influence inflammatory mediators. Aerobic treatment of moderate intensity may induce the liberation of muscular interleukin 6 (IL-6) with anti-inflammatory properties and induce the liberation of other anti-inflammatory cytokines which can influence on sarcopenia, functional capacity and reduction of fat mass in diabetic elderly women. This way, the general objective of this thesis was to analyze spatiotemporal gait parameters, functional capacity and plasma levels of inflammatory markers and the effect of aerobic exercises in community-dwelling diabetic elderly women. The research was divided in three studies. I and II were observational cross sectional studies and study III had a quasi-experimental (pre-post test) design. The objective of study I was to analyze, through main component statistical analysis and discriminant analysis, spatiotemporal gait parameters of two groups of community-dwelling elderly women, with and without diabetes mellitus. 221 elderly were assessed, being 98 diabetic ( $71.4 \pm 4.9$  years) and 123 non-diabetic ( $71.4 \pm 4.9$  years). Seven spatiotemporal gait parameters (gait speed, cadency, step length, base of support, oscillation time, time of support and time of double limb support) were registered using *GAITRite*® system. Discriminant analysis was conducted after PCA with *stepwise* procedures to determine hierarchy between components (CPs) in terms of relative importance to discriminate groups. The most discriminant CPs were interpreted using a biplot graph. PCA resulted in 4 components which explained 99.6% of data variance. Discriminant analysis



indicated that only components 1 (CP1, rhythm dimension) and 3 (CP3, balance dimension) were statistically significant between groups. CP1 had higher contribution of speed, cadency and time of support variables and CP3 of base of support and double limb support variables. Elderly women with diabetes tend to maintain a smaller gait rhythm with slower speed and cadency and a higher time on the support phase when compared to non-diabetic women. The attempt to maintain gait stability was associated to an increase of the base of support. Biplot graph showed that gait speed is the variable that most contributed to discriminate diabetic from non-diabetic elderly women. On study II the objective was to verify the impact of DM2 time of diagnosis on spatiotemporal gait parameters and functional capacity of elderly women. 82 elderly with DM2 participated in the study, divided in two groups: (1) 49 elderly ( $71.3 \pm 4.8$  years) with less than 10 years of diagnosis and (2) 33 elderly ( $70 \pm 4.5$  years) with 10 or more years of DM2 time of diagnosis. Spatiotemporal gait parameters were assessed by *GAITRite*® system and functionality using the following tests: 5 times sit to stand test (STS-5x) and Timed Up and Go. Results showed that only gait speed ( $122.9$  cm/s vs  $112.3$  cm/s,  $p=0.001$ ) and step length ( $62.4$  cm vs  $59.2$  cm,  $p=0.006$ ) were statistically different among the groups. In relation to functional tests TUG and STS-5x, there were no statistically significant differences between the groups of diabetic elderly with less than ten years of diagnosis and those with ten or more years of diagnosis. The objective of study III was to verify the effect of an aerobic exercise program on functional capacity and plasmatic concentrations of inflammatory markers on DM2 elderly women. 29 elderly with DM2 and mean age of  $70.5 \pm 3.9$  were enrolled in the study. The aerobic program was conducted three times a week during ten weeks as suggested by the *American College of Sports Medicine*. Functional capacity was assessed by TUG, usual gait speed in 10 meters (GS 10M), handgrip strength (HGS) and Unipedal support test (UST). The analysis of plasmatic concentrations of inflammatory markers was conducted using ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*) method, through DuoSet ELISA (*R&D Systems, Minnesota, MN*) kit for soluble receptors of tumour necrosis factor alpha (sTNFR1 e sTNFR2) and high sensibility kits for IL-6 and interleukin10 (IL-10). After intervention, elderly with DM2 reduced time of execution of TUG in  $1.3 \pm 1.2$ s ( $p < 0.001$ ) and STS-5x in  $1.8 \pm 2.6$ s ( $p < 0.001$ ).

Besides, increases in GS10M of  $0.14 \pm 0.2$  m/s ( $p = 0.001$ ) and in HGS of  $2.2 \pm 3.3$  kgf ( $p = 0.001$ ) were observed. There were no significant differences on UST and on the inflammatory markers assessed between baseline and post intervention. These findings suggest that, speed is the parameter that best discriminate diabetic elderly gait and duration of disease impacts spatiotemporal gait parameters of elderly with DM2. Furthermore, aerobic training had a positive effect on functional capacity of elderly with DM2.

Key words: Diabetes Mellitus Type 2, gait, aged, functioning, exercise, cytokines.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Envelhecimento Populacional e Diabetes <i>Mellitus</i> .....	14
1.2 Marcha em Idosos Diabéticos.....	16
1.3 Capacidades Funcional em Idosos Diabéticos.....	19
1.4 Impacto do Tempo de Diagnóstico do Diabetes <i>Mellitus</i> nas complicações em órgãos e sistemas.....	20
1.5 Inflamação Crônica e Diabetes.....	21
1.6 Treinamento Aeróbico.....	23
1.7 Justificativa.....	24
1.8 Objetivos do Estudo .....	25
1.8.1 Objetivo Geral.....	25
1.8.2 Objetivos Específicos .....	26
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
2.1 Delineamento dos Estudos e Aspectos Éticos.....	27
2.2 Amostra.....	27
2.2.1 Critérios de Inclusão.....	28
2.2.2 Critérios de Exclusão.....	28
2.3 Instrumentos de Medida.....	29
2.3.1 Miniexame do Estado Mental.....	29
2.3.2 Dados Sociodemográficos, Clínicos e Antropométricos.....	29
2.3.3 Fenótipo de Fragilidade .....	30

2.3.4 Parâmetros Espaço-temporais da Marcha.....	32
2.3.5 Capacidade Funcional .....	33
2.3.6 Dosagens dos Níveis Plasmáticos de sTNFR1, sTNFR2, IL-6 e 10.....	34
2.3.7 Treinamento Aeróbico.....	35
2.4 Procedimentos.....	35
2.4.1 Procedimentos: Estudo I.....	36
2.4.2 Procedimentos: Estudo II .....	36
2.4.3 Procedimentos: Estudo III.....	37
2.5 Análise Estatística.....	39
<b>3 ARTIGO 1 .....</b>	<b>44</b>
<b>4 ARTIGO 2 .....</b>	<b>61</b>
<b>5 ARTIGO 3 .....</b>	<b>82</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>102</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>135</b>

## PREFÁCIO

A presente tese de doutorado foi elaborada de acordo com as normas estabelecidas pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais. Sua estrutura compreende 9 tópicos.

O primeiro tópico contém a introdução, os objetivos e a pergunta da tese. A introdução descreve a problematização do tema e os achados previamente descritos na literatura fornecendo uma visão global da pesquisa realizada. No segundo tópico, a metodologia utilizada está descrita detalhadamente. O terceiro, quarto e quinto tópicos contêm os artigos científicos, produtos finais desta tese, redigidos e formatados de acordo com as normas dos periódicos científicos, a saber: ***“Influence of diabetes mellitus on spatiotemporal gait parameters of community-dwelling elderly women: Application of principal component analysis”*** submetido para o ***Brazilian Journal of Physical Therapy***, ***“Impact of type 2 diabetes mellitus time of diagnosis on elderly women gait and functional status”*** submetido para ***Topics in Geriatric Rehabilitation*** e ***“Efeito do exercício aeróbico na capacidade funcional e nos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios em idosas diabéticas”*** a ser submetido para ***Physiotherapy***, após a defesa da tese. No sexto tópico são apresentadas as considerações finais relacionadas aos resultados encontrados. Em seguida estão incluídas as referências bibliográficas utilizadas na parte inicial da tese e os anexos. No final desta tese encontra-se o mini-curriculo da doutoranda com as atividades acadêmicas desenvolvidas e a produção científica deste período.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Envelhecimento Populacional e Diabetes *Mellitus*

O envelhecimento é um fenômeno mundial, e no Brasil vem acontecendo de forma intensa e acelerada. O Brasil será o sexto país do mundo em número de idosos, com mais de 30 milhões de idosos em 2020. Estima-se que em 2050, 20% da população total terá 60 ou mais (CARVALHO e RODRIGUES, 2008). O crescimento da renda, a industrialização e mecanização da produção, o sedentarismo e a globalização de hábitos não saudáveis produziram rápida transição nutricional (MONTEIRO *et al.*, 2000), expondo a população cada vez mais ao risco de doenças crônicas não transmissíveis, dentre elas destaca-se o diabetes *mellitus* tipo 2 (SCHMIDT *et al.*, 2011).

O diabetes *mellitus* consiste em uma síndrome metabólica de etiologia múltipla, decorrente da falta de insulina, produzida pelas células  $\beta$  pancreáticas, e/ou da incapacidade do hormônio exercer adequadamente seus efeitos (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014). Com o envelhecimento, ocorre uma maior disfunção das células  $\beta$  pancreáticas, diminuição de massa magra, aumento de gordura principalmente na região abdominal e diminuição da atividade física pelos idosos, que conjuntamente contribuem para a resistência insulínica (KIM *et al.*, 2006).

A preservação da massa muscular é fundamental para permitir a homeostase da glicose e evitar o desenvolvimento de doenças crônico-metabólicas (PARK *et al.*, 2006). A perda progressiva de massa e da força muscular que ocorre no envelhecimento denomina-se sarcopenia. A sarcopenia predispõe o aparecimento de doenças crônico-metabólicas. O músculo esquelético é responsável por 80% da captação de glicose após a ingestão de alimentos (PARK *et al.*, 2006). Sendo assim, o declínio da massa muscular pode não ser apenas a causa, mas pode ser também uma consequência do DM2 (LEENDERS *et al.*, 2013; PARK *et al.*, 2009). Todos esses fatores podem explicar a grande prevalência do DM2 em idosos.

A hiperglicemia crônica pode levar o diabético a desenvolver inúmeras complicações em órgãos e sistemas, que acarretam prejuízos à capacidade funcional, autonomia e qualidade de vida do diabético. As inúmeras e graves complicações provenientes do diabetes como aterosclerose, neuropatia,

retinopatia, nefropatia, dentre outras, faz com que pequenos aumentos em sua incidência tenham grandes implicações na saúde da população (SCHMIDT *et al.*, 2009).

De acordo com projeções da Organização Mundial da Saúde, em 2030, haverá 366 milhões de indivíduos com diabetes no mundo, sendo 11,3 milhões no Brasil (WILD *et al.*, 2004). No final da década de 1980, um estudo multicêntrico estimou que 7,6% da população brasileira entre 30 e 69 anos apresentavam diagnóstico de diabetes (MALERBI & FRANCO, 1992). Em 2012, a Federação Internacional de Diabetes estimou que a prevalência de diabetes no Brasil é de 10,3%. A prevalência do diabetes não variou de acordo com o sexo, etnia e nível de educação, mas aumentou marcadamente com a idade com um aumento de 2,7% para aqueles com 30 a 39 anos e de 17,4% para aqueles com 60 a 69 anos (BERTOLDI *et al.*, 2012). Estimativas apontam que aproximadamente 20% das pessoas com 65 anos ou mais são diabéticas e este número pode crescer com o passar das décadas, sendo que nessa faixa etária existe uma maior porcentagem de mulheres acometidas pela doença (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). A maior prevalência no sexo feminino pode ser explicada em parte pelo fenômeno da feminização da velhice verificada no envelhecimento populacional mundial (VERAS, 2009). Esse fenômeno caracteriza-se pelo aumento mais expressivo do contingente feminino em relação ao masculino no envelhecimento populacional (VERAS, 2009). Além disso, as mulheres no Brasil apresentam expectativa de vida maior que os homens, 78,3 anos contra 71 (IBGE, 2013). Contudo, embora vivam mais, as mulheres passam por um período de debilidade física, o que as fazem ser mais dependente de cuidados (LIMA & BUENO, 2009).

Indivíduos diabéticos tendem a ter um processo de envelhecimento mais acelerado (MORLEY *et al.*, 2008; KIM *et al.*, 2006), apresentam maior risco de mortalidade prematura e de desenvolver síndromes geriátricas quando comparados com idosos sem diabetes (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014; ARAKI & ITO *et al.*, 2004). Além disso, a perda da homeostasia, relatada no processo de envelhecimento, pode ser acelerada em pessoas com diabetes, aumentando a vulnerabilidade e o risco de desenvolver a síndrome da fragilidade (MORLEY *et al.*, 2008). A fragilidade é uma síndrome

clínica, de natureza multifatorial, caracterizada pela perda de reserva fisiológica e da capacidade homeostática do organismo resistir a eventos estressores, resultante do declínio acumulativo fisiológico, composto principalmente por sarcopenia, desregulação neuroendócrina e disfunção imunológica (FRIED *et al.*, 2008). Em geral, a presença de fragilidade depende da deterioração da função muscular e nervosa, da anemia, da redução da reserva cardiopulmonar e da perda de função executiva comuns no processo de envelhecimento (ABELAN *et al.*, 2008). O diabetes tende a causar problema em cada um desses sistemas, sendo a resistência à insulina apontada como um fator chave no declínio fisiológico (MORLEY *et al.*, 2008).

Os indivíduos diabéticos apresentam um declínio da funcionalidade motora e um pior desempenho em testes de função física e de mobilidade funcional (VAZ *et al.*, 2013; IJZERMAN *et al.*, 2012; ALVARENGA *et al.*, 2010), e alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha em relação aos não diabéticos (KO *et al.*, 2011; ALLET *et al.*, 2008; BRACH *et al.*, 2008; PETROFSKY, LEE & BWEIR, 2005).

## **1.2 Marcha em Idosos Diabéticos**

A marcha é um ato motor caracterizado por movimentos rítmicos que mantém o corpo em locomoção progressiva à frente (ROSE *et al.*, 1994). Embora a marcha seja um movimento inconsciente e quase automático, trata-se de uma tarefa motora complexa que depende do bom funcionamento e manutenção de múltiplos sistemas fisiológicos que devem trabalhar de maneira altamente coordenada e integrada (GURALNIK *et al.*, 2001). Sendo assim, a deambulação é um produto da interação harmônica entre os seus vários sistemas controladores: neurológico, vestibular, sensorial, musculoesquelético e cardiopulmonar.

As alterações da marcha são problemas frequentes à medida que se envelhece. As mudanças da marcha em idosos são adaptações neuromusculares em resposta às deficiências relacionadas à idade como o



declínio na força muscular, na amplitude de movimento, na função vestibular, na acuidade visual e na função cardiopulmonar (MCGIBBON, 2003). As principais alterações da marcha relacionadas à idade são a redução da velocidade e do comprimento do passo e o aumento do tempo de permanência na fase de duplo apoio (KOVACS, 2005; MENZ *et al.*, 2004; MCGIBBON, 2003). Além disso, a fase de balanço em idosos é frequentemente menor em comparação a dos jovens, pois requer uma maior participação dos sistemas de controle do equilíbrio para manter o apoio unipodal (WINTER, 1991).

Doenças crônicas, como o diabetes, afetam ainda mais o padrão da marcha do idoso e podem resultar em sequelas permanentes, comprometendo a autonomia e a independência funcional dos idosos (RAMOS, 2003). Os indivíduos diabéticos deambulam mais devagar, com menor comprimento do passo, menor cadência e possuem uma base de suporte mais larga, principalmente ao deambularem sobre superfícies irregulares (KO *et al.*, 2011; ALLET *et al.*, 2008; BRACH *et al.*, 2008; PETROFSKY, LEE & BWEIR, 2005). Estudos prévios relatam que as alterações sensoriais contribuem para a disfunção da marcha nos diabéticos (MENZ *et al.*, 2004; DINGWELL *et al.*, 2001). As alterações sensoriais presentes nos diabéticos são frequentemente decorrentes da neuropatia diabética (ND). A prevalência da ND varia de 13 a 47% em estudos populacionais (GABIR *et al.*, 2000; SANDS *et al.*, 1997) e a prevalência aumenta em pacientes com maior tempo de doença (SANDS *et al.*, 1997).

Vários autores (DUCIC, SHORT & DELLON, 2004; KATOULIS *et al.*, 1997) observaram associação entre neuropatia e alterações na marcha. Ducic, Short & Dellon (2004) demonstraram uma relação entre perda de sensibilidade nos pés e desequilíbrio postural. Destacaram ainda que a neuropatia e as alterações visuais são responsáveis por alterações na marcha e maior risco de quedas. Entretanto, é importante resaltar que Petrofisky *et al.* (2005) encontraram mudanças no padrão da marcha em diabéticos sem alterações sensoriais e concluíram que os pacientes com diabetes apresentam alterações na marcha muito antes da perda objetiva da sensibilidade. Yavuzer *et al.* (2006) conduziram um estudo transversal com 66 indivíduos de ambos os sexos, sendo 20 com ND ( $61 \pm 8,5$  anos), 26 sem ND ( $58,2 \pm 9,5$  anos) e 20 sem DM

(60,9 ± 5,9 anos). Quando compararam diabéticos neuropáticos, não neuropáticos e grupo controle, não observaram diferença significativa na velocidade da marcha e no comprimento do passo entre os diabéticos com e sem ND. Uma diferença nestes parâmetros foi encontrada apenas ao comparar os diabéticos com e sem ND com o grupo controle. Ko *et al.* (2011), ao analisar a marcha de 186 idosos utilizando os três grupos citados anteriormente, encontraram que os participantes com DM2 sem sinais de neuropatia exibem padrões de marcha menos eficientes quando comparados ao grupo controle. Portanto, os estudos supracitados apontam que alguns parâmetros da marcha em diabéticos estão alterados mesmo na ausência de sinais de neuropatia.

A redução da mobilidade dos pés tem sido identificada como fator chave na alteração da biomecânica e cinemática da marcha. Deschamps *et al.* (2013) compararam a cinemática dos segmentos articulares dos pés de 39 voluntários divididos em 3 grupos (13 DM sem ND, 13 DM com ND e 13 controles saudáveis). Ambos os grupos com diabetes (com e sem ND) apresentaram valores significativamente menores de mobilidade do tornozelo em comparação com o grupo controle, sendo que as maiores mudanças foram encontradas na fase de propulsão em ambos os grupos e na fase de balanço no grupo DM com ND. Esses resultados demonstram a existência de alterações cinemáticas nos segmentos dos pés durante fases da marcha em diabéticos com e sem neuropatia.

Como já discutido, os indivíduos com DM2 apresentam alterações nos parâmetros da marcha comparados aos não diabéticos independentemente do sexo, peso e altura (KO *et al.*, 2011; YAVUZER *et al.*, 2006). Tais alterações podem estar relacionadas a outros fatores de risco como idade avançada, tempo de evolução da doença, disfunção cognitiva, hiperglicemia crônica, obesidade, sedentarismo e inflamação subclínica crônica (MATY *et al.*, 2010; MORLEY, 2008).

### 1.3 Capacidades Funcional em Idosos Diabéticos

Uma das disfunções mais sérias que podem acometer o idoso é a incapacidade funcional (ARAKI, 2009), especialmente em idosos diabéticos (VOLPATO *et al.*, 2002; GREEG *et al.*, 2002). O DM2 está relacionado a uma variedade de incapacidades funcionais e vários estudos têm demonstrado que o DM2 está associado com a perda da mobilidade funcional (LEENDERS *et al.*, 2013; IJZERMAN *et al.*, 2012; ORR *et al.*, 2006; VOLPATO *et al.*, 2003). Essa mobilidade funcional limitada abrange amplas atividades de vida diária e pode ter grande impacto em atividades funcionais básicas como levantar da cadeira, caminhar e subir escadas.

Vários fatores podem ser responsáveis pela mobilidade funcional limitada em indivíduos idosos com DM2, dentre eles: diminuição da acuidade visual, da força muscular, doença arterial periférica e polineuropatia periférica (VINIK *et al.*, 2008; VAN, 2008; ANDERSEN *et al.*, 2004). Os idosos são menos estáveis do que os jovens quando expostos a privação visual (HAY *et al.*, 1996) e o processo de envelhecimento pode ter um impacto maior em DM2.

O DM2 está associado à perda de força muscular nas articulações do tornozelo e joelho. A inatividade leva a perda de massa e força muscular que resulta em uma diminuição da atividade e vice versa. Esse fato resultará em uma espiral negativa, de modo que o aumento da fraqueza muscular demandará um maior esforço para ser ativo (ANDERSEN *et al.*, 2004).

Leenders *et al.* (2012) com o objetivo de investigar o impacto do DM2 na massa, força muscular e capacidade funcional em uma população idosa, realizaram um estudo com 60 homens com DM2 ( $70 \pm 1$  anos) e 32 controles normoglicêmicos ( $70 \pm 1$  anos) e encontraram que os diabéticos apresentavam um acelerado declínio da massa e força muscular e da capacidade funcional quando comparados com os normoglicêmicos.

A ND está associada com a mobilidade reduzida e a perda de massa e força muscular (VAN, 2008). As ND graves são acompanhadas por fraqueza muscular em membros inferiores. No entanto, vários estudos têm demonstrado que diabéticos sem ND têm diminuição da massa e força muscular quando

comparados a indivíduos saudáveis (ANDREASSEN *et al.*, 2009; ANDREASSEN *et al.*, 2006; ANDERSEN *et al.*, 2006 ). Dessa maneira, a contribuição da ND para a redução da mobilidade e diminuição da força muscular precisa ser melhor esclarecida.

IJerman *et al.*(2011) com o objetivo de determinar os efeitos do DM2 e da ND sobre a mobilidade, força muscular e qualidade de vida relacionado à saúde, conduziram um estudo com 98 indivíduos com DM2 e ND ( $67 \pm 8$  anos), 39 sujeitos com DM2 e sem ND ( $62 \pm 7$  anos) e 19 controles sem DM2 e sem ND ( $68 \pm 5$  anos). Ambos os grupos com DM2 apresentaram força muscular reduzida em relação ao grupo controle. A força muscular foi correlacionada com os testes de mobilidade, bem como a mobilidade reduzida foi associada à perda de qualidade de vida. Não foram observadas diferenças significativas na força muscular e mobilidade quando comparados os grupos com DM2 (com e sem ND). Portanto, indivíduos com DM2, com e sem NP, têm menor força muscular nos membros inferiores e pior mobilidade funcional quando comparados a indivíduos saudáveis. Esses resultados demonstram ainda que a força muscular e a mobilidade funcional estão alteradas mesmo na ausência de sinais de neuropatia.

#### **1.4 Impacto do Tempo de Diagnóstico do Diabetes *Mellitus* nas complicações em órgãos e sistemas**

O tempo de diagnóstico do DM2 está associado com um aumento da prevalência de doenças macro e microvasculares, arteriosclerose, retinopatia, nefropatia, neuropatia, desordens digestivas, infecção e fraqueza muscular (AMERICAM DIABETES ASSOCIATION, 2014, YOUNG *et al.*,1993, CAVANAGH,SIMONEAU & ULBRECHT,1993) A ND é uma das mais frequentes complicações do DM. As complicações da ND são extremamente variáveis afetando o sistema nervoso simpático e autonômico, e conseqüentemente, a destruição do corpo ao longo dos anos. Os danos aos nervos periféricos ocorrem em 25% das pessoas diabéticas com mais de 10

anos de diagnóstico, 50% após 20 anos e 70% após 30 anos (SHAW & ZIMNET, 1999; SIMMONS, RICHARDSON & POZOS, 1997).

O tempo de diagnóstico do DM2 é um fator de risco de fácil detecção e fortemente associado à ND que deve ser considerado na avaliação clínica e funcional dos pacientes.

### **1.5 Inflamação Crônica e Diabetes**

O envelhecimento está associado a uma atividade inflamatória subclínica e crônica, caracterizado pelo aumento sistêmico, de duas a quatro vezes, dos níveis plasmáticos de mediadores inflamatórios, tais como interleucina-1 (IL-1), fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) e seus receptores solúveis, interleucina-6 (IL-6), proteínas de fase aguda, dentre outros (FRANCESCHI *et al.*, 2000).

O TNF- $\alpha$  é um dos principais mediadores da resposta inflamatória, sendo responsável por muitos de seus efeitos sistêmicos. É considerado uma citocina “precoce” do processo inflamatório por iniciar e coordenar a resposta de fase aguda e induzir a produção de uma segunda onda de citocinas da resposta inflamatória (MAKHATADZE, 1998). O TNF- $\alpha$  estimula a produção de receptores solúveis (sTNFR), que agem como seus inibidores naturais, regulando sua função biológica. Por serem moléculas mais estáveis na circulação, os receptores solúveis constituem marcadores mais confiáveis da atividade do TNF- $\alpha$  e, assim, da resposta inflamatória (COELHO *et al.*, 2008; ADERKA *et al.*, 1992). Segundo alguns autores, o TNF- $\alpha$  estaria por trás das alterações inflamatórias relacionadas à idade, levando a perda de massa e força muscular por sua ação catabólica (PENIX *et al.*, 2004; ROUBENOFF, 2003) e ao desenvolvimento da resistência à insulina e síndrome metabólica (ROUBENOFF, 2007; REID & LI, 2001).

A IL-6 é uma citocina multifuncional e encontra-se envolvida no controle e coordenação de respostas inflamatórias e imunológicas, além de atuar nos sistemas hematopoiético, nervoso e endócrino e participar também do

metabolismo ósseo (KRABBE *et al.*, 2004; ERSHLER & KELLER, 2000). É produzida por diferentes tipos celulares, incluindo as células musculoesqueléticas (MAGGIO *et al.*, 2006). Já a interleucina-10, é uma citocina anti-inflamatória, essencial para o controle e resolução do processo inflamatório desencadeado e mantido por outros mediadores (MOORE *et al.*, 2001).

O aumento da atividade inflamatória e as alterações nos parâmetros da marcha, principalmente o declínio da velocidade, são comuns com o envelhecimento (WIJSMAN ; MAIER; DE CRAEN,2011; HOLLMAN, MCDADE & PEDERSON, 2011; STAR, EVERS & SAITO, 2009; CALLISAYA *et al.*, 2008; MAGGIO *et al.*, 2006; BRUUNSGAARD, PEDERSEN & PEDERSEN, 2001). Um estudo transversal e longitudinal com 333 idosos com 70 anos ou mais (61% de mulheres) encontrou na avaliação inicial uma associação inversa entre velocidade da marcha e níveis de IL-6. No acompanhamento longitudinal, após ajustar por idade, sexo, escolaridade e comorbidades, foi observado que o aumento de uma unidade na base de log da IL-6 estava associado com um declínio na velocidade da marcha de 0,98 cm/s em um ano (VERGHESE *et al.*, 2011). Os autores concluíram que o aumento nos níveis de IL-6 está associado com pior desempenho da marcha em idosos residentes na comunidade e pode predizer o risco de declínio da velocidade da marcha no envelhecimento.

Altos níveis plasmáticos de proteína C reativa, TNF- $\alpha$  e IL-6, são apontados como fortes preditores de incapacidade e mortalidade em indivíduos idosos (GALLUCCI *et al.*, 2007; CESARI *et al.*, 2004; ROUBENOFF *et al.*, 2003) e também relacionados à síndrome da fragilidade (WALSTON *et al.*, 2005). Uma hipótese do papel exercido pela inflamação no desenvolvimento da incapacidade física baseia-se nos efeitos catabólicos das citocinas pró-inflamatórias sobre os músculos (miocinas) com redução da massa e força muscular (YOU & NICKLAS, 2006). O desequilíbrio na produção e liberação desses marcadores tem sido associado ao desenvolvimento ou agravamento de condições crônicas relacionadas à idade, como diabetes mellitus.

A inflamação subclínica crônica que acompanha o envelhecimento é um preditor independente de mortalidade e está associada à obesidade e ao DM2 (LIM *et al.*, 2008). Estudos prévios já demonstraram que as citocinas pró-inflamatórias, incluindo a IL-6 e o TNF- $\alpha$  estão aumentadas em indivíduos com

DM2 (MULLER *et al.*, 2002; FERNANDEZ-REAL *et al.*, 1998), o que contribui para a aceleração e progressão da doença e, conseqüentemente, para o declínio e incapacidade funcionais (TAAFFE *et al.*, 2000).

Os marcadores inflamatórios como a IL-6 estão elevados em obesos e indivíduos com resistência à insulina (TAAFFE *et al.*, 2000). O aumento plasmático de IL-6 tem sido apontado como preditivo do desenvolvimento de DM2 em vários estudos prospectivos (MULLER *et al.*, 2002; TAAFFE *et al.*, 2000; FERNANDEZ-REAL *et al.*, 1998). Também os receptores do TNF- $\alpha$  (TAAFFE *et al.*, 2000) e, em menor escala, o próprio TNF- $\alpha$ , foram encontrados elevados em pacientes com DM2 (MULLER *et al.*, 2002). Postula-se que este aumento também seja responsável pelo declínio funcional acelerado e a alteração na marcha em idosos diabéticos.

O músculo esquelético pode ser considerado como um órgão endócrino, uma vez que sua contração estimula a produção e liberação de citocinas em outros órgãos e tecidos. A literatura reporta a existência de uma associação inversa entre marcadores inflamatórios e atividade física (CALLE & FERNANDEZ, 2010). Algumas citocinas como a IL-6 são liberadas pelo músculo em resposta ao exercício; a IL-6 produzida pelo músculo tem efeito anti-inflamatório em oposição à IL-6 produzida pelo tecido adiposo (PETERSEN & PEDERSEN, 2006). Além disso, a IL-6 derivada do músculo promove a liberação de outras citocinas como a IL-10 (anti-inflamatória) e inibe a produção do TNF- $\alpha$  (pró-inflamatório) (STEWART *et al.*, 2007; DRENTH *et al.*, 2005).

## **1.6 Treinamento Aeróbico**

A *American Diabetes Association* (2014) recomenda que indivíduos com diabetes façam exercícios físicos regulares três vezes por semana priorizando grandes grupos musculares. É recomendado que os diabéticos realizem pelo menos 150 minutos por semana de atividade aeróbica e na ausência de complicações devem também ser encorajados a realizar treino de resistência duas vezes por semana. De acordo com a *American Diabetes Association* e *American College Sports Medicine* (2011), os principais benefícios do exercício

físico para o DM2 incluem a melhora do controle glicêmico, a redução do risco de eventos cardiovasculares, a perda de peso e a promoção de bem estar. Em relação aos idosos diabéticos, é recomendado que aqueles que possuem expectativa de vida e estão funcionalmente e cognitivamente preservados devem seguir as mesmas recomendações feitas para os adultos jovens. Como os idosos DM2 têm risco aumentado de síndromes geriátricas, incapacidade e dependência funcional, a importância do exercício físico regular é ainda maior (ARAKI & ITO, 2009).

Programas de exercícios físicos regulares podem melhorar os níveis dos marcadores inflamatórios (HOPPS, CANINO & CAIMI, 2011), prevenir a incapacidade funcional (ARAKI & ITO, 2009) e aumentar a velocidade da marcha em DM2 (ALLET *et al.*, 2010). Porém, as evidências científicas desses benefícios para a população idosa são fracas. Os idosos diabéticos são frequentemente excluídos das pesquisas pela heterogeneidade clínica e funcional. Logo, o efeito dessa intervenção na população idosa diabética tem sido pouco pesquisado.

O treinamento aeróbico de moderada intensidade pode produzir a IL-6 muscular com propriedades anti-inflamatórias (HOPPS, CANINO & CAIMI, 2011) e ter efeito na capacidade funcional e na redução da gordura corporal.

### **1.7 Justificativa**

A grande prevalência de DM2 em idosos, especialmente em mulheres idosas, expõe essa população a um maior risco de complicações em órgãos e sistemas e mortalidade prematura (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014; ARAKI & ITO *et al.*, 2004). Os diabéticos tipo 2 podem apresentar um declínio na capacidade funcional e alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha que acarretam prejuízos na sua independência, autonomia e qualidade de vida (VAZ *et al.*, 2013; IJZERMAN *et al.*, 2012; ALVARENGA *et al.*, 2010; KO *et al.*, 2011; ALLET *et al.*, 2008).

A avaliação dos parâmetros espaciais e temporais da marcha tem sido usada por profissionais da reabilitação para identificar distúrbios da marcha,



fazer diagnóstico, monitorar a evolução de pacientes e determinar a efetividade de intervenções terapêuticas (MENZ *et al.*, 2004). O conhecimento das alterações da marcha, da mobilidade funcional e da força muscular de membros inferiores de idosas diabéticas sem sinais clínicos neuropatia em diferentes períodos da doença crônica poderá contribuir para o diagnóstico funcional precoce, e dessa forma, prevenir desfechos adversos como quedas, hospitalização e morte. Tal conhecimento possibilitará ainda que os profissionais da área de saúde aprimorem suas intervenções terapêuticas preventivas, curativas e/ou reabilitadoras para idosos com diabetes.

A inflamação subclínica crônica que acompanha o envelhecimento está associada à obesidade e ao DM2 (LIM *et al.*, 2008). As citocinas pró-inflamatórias, incluindo a IL-6 e o TNF- $\alpha$  estão aumentadas em DM2 (MULLER *et al.*, 2002; FERNANDEZ-REAL *et al.*, 1998), contribuindo para a aceleração e progressão da doença e, conseqüentemente, para o declínio e incapacidade funcionais (TAAFFE *et al.*, 2000).

O treinamento aeróbico de intensidade moderada pode produzir a IL-6 muscular com propriedades anti-inflamatórias e ter efeito na capacidade funcional e na redução da gordura corporal em idosas diabéticas. Desse modo, verificar o efeito do exercício aeróbico na capacidade funcional e nas concentrações plasmáticas dos marcadores inflamatórios pode ampliar o conhecimento sobre os benefícios desta modalidade de exercício no cuidado de idosos diabéticos tipo 2.

## **1.8 Objetivos do Estudo**

### **1.8.1 Objetivo Geral**

Analisar os parâmetros espaço-temporais da marcha, capacidade funcional e níveis plasmáticos de marcadores inflamatórios e o efeito de exercícios aeróbicos em idosas diabéticas da comunidade.

### 1.8.2 Objetivos Específicos

1. Analisar os parâmetros espaço-temporais da marcha - velocidade (cm/s), cadência (passos/minuto), comprimento do passo (cm), base de suporte (cm), tempo de oscilação (s), tempo de apoio (s) e tempo de duplo apoio (s) de idosas comunitárias com e sem diabetes *mellitus* tipo 2 .
2. Determinar qual(is) parâmetro(s) espaço-temporal(is) da marcha discrimina(m) idosas diabéticas de não diabéticas.
3. Verificar o impacto do tempo de diagnóstico do diabetes *mellitus* tipo 2 nos parâmetros espaço-temporais da marcha e na capacidade funcional de idosas diabéticas da comunidade.
4. Avaliar o efeito de um programa de treinamento aeróbico de 10 semanas na capacidade funcional e nas concentrações plasmáticas dos receptores solúveis do TNF- $\alpha$  (sTNFR1 e sTNFR2), IL-6 e IL-10 em uma amostra de idosas diabéticas tipo 2 residentes na comunidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi dividida em três estudos:

Estudo I: “Influência do diabetes mellitus nos parâmetros espaço-temporais da marcha de idosas residentes na comunidade: aplicação da análise de componentes principais”.

Estudo II: “Impacto do tempo de diagnóstico do diabetes mellitus tipo 2 na marcha e capacidade funcional de idosas”.

Estudo III: “Efeito dos exercícios aeróbicos na capacidade funcional e nos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios em idosas diabéticas”.

## **2.1 Delineamento dos Estudos e Aspectos Éticos**

Para os Estudos I e II, foram conduzidos estudos observacionais com corte transversal. Os estudos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, sendo o Estudo I sob o parecer nº ETIC 442/08 (ANEXO A) e o Estudo II sob o parecer nº ETIC 0144.0.203.000-10 (ANEXO B). Antes da coleta de dados, as idosas foram esclarecidas sobre as pesquisas, seus objetivos e procedimentos, e aquelas que concordaram em participar dos estudos, assinaram Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A e B).

Para o Estudo III, foi conduzido um estudo quasi-experimental (pré e pós-teste). Esse estudo é parte de um ensaio clínico, o qual foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) sob o identificador RBR9v9cwf. As idosas diabéticas participaram de um programa de treinamento aeróbico, três vezes por semana durante 10 semanas. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, sob o parecer nº ETIC 038/10 (ANEXO C). Todas as voluntárias assinaram o TCLE (APÊNDICE C).

## **2.2 Amostra**

A amostra foi composta por idosas residentes em Belo Horizonte e região metropolitana, foi selecionada por conveniência e recrutada por meio de folhetos de convocação em centros de convivência para idosos, contato telefônico a partir de listas de espera de projetos de atividade física e anúncios em jornais locais e ônibus.

A presença de DM2 foi determinada por autorrelato, em resposta a pergunta: “O seu médico já lhe disse que você tem diabetes?”. Para participar do grupo de diabéticos, além da resposta afirmativa a pergunta, a participante

deveria estar em uso de medicamentos para diabetes e atender a pelo menos uma das seguintes condições: (1) glicemia em jejum  $\geq 126\text{mg/dL}$  ou (2) glicemia pós-prandial  $\geq 200\text{mg/dL}$  (exames laboratoriais realizados em até seis meses antes da pesquisa).

### **2.2.1 Critérios de Inclusão**

Foram incluídas nos estudos mulheres idosas com 65 anos ou mais residentes na comunidade com marcha independente (sem ajuda ou dispositivo auxiliar para a deambulação). Além desses critérios, para o Estudo III foram incluídas apenas as idosas DM2 sedentárias. Foram consideradas sedentárias aquelas que não realizaram atividade física regular, três vezes por semana, por no mínimo 40 minutos, nos três meses anteriores ao recrutamento.

### **2.2.2 Critérios de Exclusão**

Os critérios de exclusão foram: alterações cognitivas detectáveis pelo Miniexame do Estado Mental (MEEM) considerando os pontos de corte brasileiros de acordo com a escolaridade (BERTOLUCCI *et al.*, 1994), sintomas neuropáticos avaliados pelo Escore de Sintomas Neuropáticos (ESN) (MOREIRA *et al.*, 2005), presença de marcha claudicante e doenças neurológicas, ortopédicas ou reumáticas que afetassem a marcha. As idosas diabéticas que responderam de forma afirmativa a pergunta: “A senhora tem experimentado dor ou desconforto nas pernas?” foram excluídas do estudo. (APÊNDICE D).

Somados a esses critérios, para o Estudo III, foram também excluídas: presença de doenças inflamatórias ou infecciosas em fase aguda uso de drogas imunossupressoras, amputações de membros inferiores, cirurgias ou fraturas nos membros inferiores nos últimos seis meses, presença de doenças ou sequelas neurológicas, presença de arritmia não controlada e fibrilação atrial crônica, participação em outros programas de atividade física e frequência inferior a 85% nas sessões de treinamento.

## **2.3 Instrumentos de Medida**

### **2.3.1 Miniexame do Estado Mental**

O MEEM foi utilizado para rastreio de comprometimento cognitivo. No presente estudo, foi utilizada a versão proposta por Bertolucci *et al.* (1994) (ANEXO D). Este instrumento é composto por diversas questões que avaliam funções cognitivas específicas, tais como: orientação temporal e espacial, registro, atenção e cálculo, memória de evocação, aspectos de linguagem e capacidade construtiva visual (FOLSTEIN, FOLSTEIN & MCHUGH, 1975). O escore do MEEM varia de 0 a 30 pontos com os valores maiores indicando melhor desempenho. No entanto, o escore total do MEEM é substancialmente influenciado pelo nível educacional, o que justifica a adoção de diferentes pontos de corte de acordo com a escolaridade (BERTOLUCCI *et al.*, 1994). A ausência de comprometimento cognitivo foi determinada por valores iguais ou maiores a 13 pontos para analfabetos, 18 pontos para idosos com um a sete anos de escolaridade e 26 pontos para aquelas com oito ou mais anos de escolaridade (BERTOLUCCI *et al.*, 1994).

### **2.3.2 Dados Sociodemográficos, Clínicos e Antropométricos**

Os dados sociodemográficos e as informações relativas às condições clínicas das idosas foram obtidos para caracterização da amostra por meio de um questionário elaborado pelos pesquisadores, contendo os seguintes dados sociais e demográficos: idade, estado conjugal e escolaridade. As seguintes variáveis clínicas foram coletadas: autorrelato do número de medicamentos usados regularmente nos últimos três meses e autorrelato da presença ou ausência de comorbidades diagnosticadas por um médico (doença do coração, hipertensão arterial, derrame/acidente vascular encefálico, diabetes *mellitus*, câncer/tumor, artrite/reumatismo, doença pulmonar crônica, depressão,

osteoporose, incontinência urinária, doença de Parkinson, labirintite e doença vascular periférica) (APÊNDICE D).

As variáveis antropométricas foram medidas segundo os protocolos clássicos de medidas: o índice de massa corporal (IMC), determinado pela relação entre a massa corporal e o quadrado da altura ( $\text{kg/m}^2$ ), a circunferência da cintura (CC), mensurada pela menor curvatura no nível da cicatriz umbilical (CHODZKO-ZAJKO, 2009), a circunferência do quadril (CQ), mensurada pela maior medida de circunferência do quadril ao nível do trocânter maior do fêmur e o índice cintura-quadril (ICQ), expressa pela relação entre CC e CQ. Utilizou-se balança e fita métrica padrão.

### 2.3.3 Fenótipo de Fragilidade

O fenótipo de fragilidade foi determinado conforme os critérios propostos por Fried *et al.*(2001). Foram propostos cinco critérios para operacionalizá-lo: (1) perda de peso não intencional, (2) exaustão, (3) diminuição da força de preensão, (4) lentidão de marcha, (5) nível de atividade física (ANEXO E). As participantes que pontuaram 3 ou mais critérios foram consideradas como frágeis, 1 ou 2 critérios como pré-frágeis e aquelas que não pontuaram em nenhum critério como não frágeis.

#### *Perda de peso não intencional*

Esse indicador foi avaliado pela pergunta “No último ano, a senhora perdeu peso involuntariamente? Se sim, quantos quilos aproximadamente?”. Se a resposta fosse positiva e maior do que 5% do peso corporal, este critério de fragilidade era considerado positivo.

#### *Exaustão*

Esse indicador foi avaliado pelo auto-relato de vitalidade por meio das questões 7 e 20 da *Center for Epidemiological Studies – Depression* (CES-D): “Sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas habituais” e

“Não conseguiu levar adiante suas coisas” (FRIED *et al.*, 2001). A CES-D, escala composta por 20 itens sobre humor, sintomas somáticos, interações com os outros e funcionamento motor, apresenta respostas em escala *Likert* (0 = nunca ou raramente, 1 = às vezes, 2 = na maioria das vezes, 3 = sempre). As idosas que obtiveram escore 2 ou 3 em qualquer uma das duas questões preencheram o critério de fragilidade quanto à exaustão.

#### *Diminuição da força de preensão*

Esse indicador foi avaliado pelo dinamômetro manual do tipo *JAMAR*<sup>®</sup> (*SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer, modelo SH5001 – KOREA*), seguindo as diretrizes da *American Society of Hand Therapists* (FIGUEIREDO *et al.*, 2007) e os resultados estimados sobre a força muscular corporal global (RANTANEN *et al.*, 1994). Foram obtidas três medidas em quilograma-força (Kgf), considerando-se a média dessas medidas. Os pontos de corte para este critério foram ajustados pelo Índice de Massa Corporal (IMC).

#### *Lentidão de marcha*

Calculou-se a lentidão de marcha pelo tempo gasto, em segundos, para percorrer, em velocidade auto-selecionada habitual, uma distância de 4,6 metros, em uma distância total de 8,6 metros, sendo que os dois metros iniciais e os dois metros finais foram desconsiderados para o cálculo do tempo gasto na marcha, devido às fases de aceleração e desaceleração. Para a realização do teste, as idosas utilizaram seu calçado habitual e foram orientadas a deambular após um comando verbal dado pelo examinador. A média das três medidas coletadas com uso de um cronômetro foi usada para análise.

#### *Nível de atividade física*

Esse critério foi avaliado pelo *Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire* que apresenta questões relacionadas ao nível de atividade física

do idoso. Esse questionário mede em kilocalorias, a partir do dispêndio de energia nas duas últimas semanas, ajustado de acordo com o sexo. São avaliados atividades e exercícios como caminhadas, aparar grama, jardinagem, correr, andar de bicicleta, exercícios aeróbicos, natação, ginástica.

### **2.3.4 Parâmetros Espaço-temporais da Marcha**

Para avaliar os parâmetros espaço-temporais da marcha foi utilizado o sistema *GAITRite®* (*CIR Systems Inc., Clifton, NJ, USA*), que consiste em uma passarela eletrônica emborrachada com 18.432 sensores de pressão embutidos que delimitam uma área ativa de 4,88 metros de comprimento por 61 centímetros de largura. À medida que o indivíduo deambula sobre a área ativa do tapete, a pressão mecânica dos pés sobre o tapete ativa os sensores e o sistema registra a geometria e a configuração relativa de cada pegada por meio de algoritmos. Uma vez formada a pegada, a mesma é dividida em áreas quadriláteras, o que permite a identificação das regiões plantares do pé (antepé, mediopé e retopé) e do centróide de cada região. A partir dessas regiões centróides são calculadas as relações espaciais e temporais de cada pegada (*CIR SYSTEMS I, 2006*).

Este equipamento é conectado a um computador que através de *software* próprio permite o registro de diversos parâmetros espaciais e temporais da marcha, além da visualização da distribuição da pressão plantar durante os ciclos da marcha e do deslocamento do centro de pressão plantar. O sistema *GAITRite®* apresenta alta validade concorrente quando comparado ao padrão-ouro, o sistema tridimensional de análise de movimento (*WEBSTER, WITTEWER & FELLER, 2005*) e possui excelente confiabilidade teste-reteste em idosos (*MENZ et al., 2004*). Os parâmetros da marcha considerados neste estudo foram: (1) velocidade, distância percorrida dividida pelo tempo de deambulação, em centímetros/segundo; (2) cadência, número de passos por minuto; (3) comprimento do passo, medido ao longo da linha de progressão, sendo a distância do centro do calcanhar da pegada em questão ao centro do calcanhar da pegada anterior do pé oposto, expresso em centímetros; (4) base



de suporte, distância vertical do centro do calcanhar de uma pegada até a linha de progressão formada por duas pegadas consecutivas do pé oposto, expressa em centímetros; (5) tempo de apoio, parte do ciclo da marcha com suporte de peso, expresso em segundos; (6) tempo de oscilação, parte do ciclo da marcha sem suporte de peso, expresso em segundos; (7) tempo de duplo apoio, corresponde aos dois períodos do ciclo da marcha em que ambos os pés estão em contato com o solo, expresso em segundos.

### 2.3.5 Capacidade Funcional

A capacidade funcional foi avaliada por meio dos testes *Timed Up and Go* (TUG), velocidade usual da marcha em 10 metros (VM10M), teste de sentar e levantar por cinco vezes (TSL-5x), força de preensão palmar (FP) e teste de apoio unipodal (AU).

O TUG é um teste sensório-motor efetivo para avaliar a mobilidade e quantificar o desempenho locomotor (HERMAN, GILADI & HAUSDORFF, 2010). O tempo gasto para completar o teste está fortemente relacionado com o nível de capacidade funcional em idosos (HERNAN, GILADI & HAUSDORFF, 2011). Este teste possui validade concorrente de moderada a alta quando correlacionado com a velocidade da marcha ( $r = -0,61$ ) e com a Escala de Equilíbrio de Berg ( $r = -0,81$ ) e possui alta confiabilidade intra e interexaminadores (ambas CCI = 0,99) (PODSIADLO & RICHARDSON, 1991).

A velocidade da marcha é uma ferramenta de avaliação simples, confiável, válida, segura, que mede diferentes aspectos do processo de envelhecimento, correlaciona-se com a capacidade funcional e o equilíbrio, bem como reflete mudanças fisiológicas e funcionais (ABELLAN VAN KAN et al., 2009). Para avaliar a VM10M, as participantes foram orientadas a deambular na velocidade de marcha usual (autosselecionada), em um percurso de 10 metros. Um comando verbal foi dado para o início do procedimento e registrado o tempo para completar os seis metros centrais do percurso, identificados lateralmente por fitas adesivas. Para evitar viés de aceleração e desaceleração, os dois metros iniciais e finais do percurso foram

desconsiderados. O teste de VM10M tem demonstrado boa confiabilidade intra e interexaminadores (CCI = 0,78 e 0,93, respectivamente) (SHINKAI *et al.*, 2000).

O TSL-5x é considerado como uma medida funcional de força muscular dos membros inferiores (BOHANNON, 2012). Ele mensura o tempo necessário para o indivíduo completar a tarefa de passar da posição sentada para de pé, por cinco vezes, na maior velocidade possível, sem usar os membros superiores. O TSL-5x apresenta alta confiabilidade teste-reteste (CCI = 0,81) (BOHANNON, 2012).

Os membros superiores têm um papel fundamental na realização das atividades de vida diária. A FP é um importante pré-requisito para uma boa função dos membros superiores e sua medida tem sido usada como uma estimativa da força muscular global de um indivíduo (MASSY-WESTROPP *et al.*, 2011). A literatura mostra que a média de três medidas da FP tem boa confiabilidade teste-reteste (CCI = 0,89 para a mão direita e CCI = 0,93 para a mão esquerda) (FIGUEIREDO *et al.*, 2007).

O teste de AU tem como objetivo avaliar o equilíbrio estático ao medir o tempo que um indivíduo permanece com apenas um pé apoiado no solo (BOHANNON *et al.*, 1984). Tem sido demonstrada a existência de relação entre o AU e importantes variáveis como o desempenho da marcha, o risco de quedas e a autossuficiência nas atividades instrumentais de vida diária (BOHANNON *et al.*, 1984).

### **2.3.6 Dosagens dos Níveis Plasmáticos de sTNFR1, sTNFR2, IL-6 e IL-10**

A análise das concentrações plasmáticas dos marcadores inflamatórios foi realizada pelo método de ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*), por meio do kit DuoSet ELISA (R&D Systems, Minnesota, MN) para o sTNFR1 e sTNFR2 e kits de alta sensibilidade (*Quantikine<sup>®</sup>HS*, R&D Systems Minneapolis) para a IL-6 e IL-10, segundo as instruções do fabricante. Os limites inferiores de detecção dos ensaios para sTNFRs, IL-6 e IL-10 foram, respectivamente, 5 pg/mL, 0,15 pg/mL e 0,75 pg/mL. As leituras das amostras foram feitas por um leitor de microplacas ajustados para 490 nm e correção de comprimento de onda a 650 nm.

### 2.3.7 Treinamento Aeróbico

O programa de treinamento aeróbico teve duração de dez semanas, totalizando trinta sessões realizadas três vezes por semana, sob supervisão direta de fisioterapeutas treinados. O protocolo do treinamento aeróbico consistiu de cinco minutos de aquecimento (*warm up*), 40 minutos de atividade aeróbica, que incluiu caminhada e exercícios livres de membros superiores e inferiores e cinco minutos de recuperação (*cool down*) como preconizado pelo *American College of Sports Medicine* (2009). No período de aquecimento e recuperação, a frequência cardíaca foi mantida em até 60% da frequência cardíaca máxima prevista para a idade (FC<sub>máx</sub>) e durante a atividade aeróbica foi mantida entre 65% e 80% da FC<sub>máx</sub>.

Para garantir a manutenção da FC na faixa de treinamento adequada, as participantes foram monitoradas por meio de cardiofrequencímetros (*POLAR FT1*). Medidas de pressão arterial e frequência cardíaca foram realizadas no início e ao final de cada sessão de exercícios. Para as participantes em uso de beta-bloqueadores, a FC<sub>máx</sub> foi ajustada pela porcentagem que atenua a FC<sub>máx</sub> prevista pela idade, por meio da fórmula:  $(\text{dosagem diária} + 95,8) / 9,74$ .

## 2.4 Procedimentos

Os procedimentos e coleta de dados dos estudos foram realizados no Laboratório de Dor e Inflamação em Reabilitação e Estudos do Envelhecimento e no Laboratório de Análise do Movimento da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. Todos os estudos iniciaram após a leitura e assinatura do TCLE (APÊNDICE A, B e C).

Como foram três estudos distintos, as particularidades referentes aos procedimentos e coleta de dados de cada estudo estão descritas separadamente.

#### **2.4.1 Procedimentos: Estudo I**

Primeiramente, foi avaliada a elegibilidade das participantes para a pesquisa e, logo após, foi aplicado um questionário para a obtenção dos dados sociodemográficos e clínicos e realizada as medidas antropométricas das participantes. As variáveis antropométricas coletadas foram: massa corporal, altura, comprimento de ambos os membros inferiores (do trocânter maior do fêmur até o solo, passando pelo maléolo lateral) e o número do calçado, sendo as duas últimas variáveis obtidas para registro no sistema *GAITRite*®. O IMC também foi calculado.

Em seguida, para a avaliação da marcha, as participantes foram orientadas a deambular por seis vezes sobre o tapete na velocidade autosselecionada usando seus calçados habituais. Para evitar a influência da aceleração e desaceleração da marcha, as idosas iniciaram e finalizaram a deambulação a dois metros das bordas do tapete. O percurso foi demarcado por cones. Foi utilizada como comando verbal, a seguinte instrução: “Por favor, ande até o cone da forma que a senhora anda normalmente, vai!”.

#### **2.4.2 Procedimentos: Estudo II**

Participaram do estudo idosas diabéticas tipo 2, que foram selecionadas por conveniência e recrutadas através de busca ativa entre as voluntárias diabéticas do Estudo I. Inicialmente, foram realizados os mesmos procedimentos do Estudo I, acrescida ao questionário clínico uma pergunta sobre o tempo de diagnóstico da doença. As variáveis antropométricas coletadas foram: massa corporal, altura, CC, CQ e comprimento de ambos os membros inferiores. O IMC e o ICQ foram calculados. As idosas apresentaram o exame de glicemia de jejum dos últimos três meses e foram também avaliadas quanto aos cinco critérios de Fried *et al* (2001) para a classificação da fragilidade. Em seguida, foram avaliados os parâmetros espaço-temporais da marcha por meio do sistema *GAITRite*® e o desempenho nos testes TUG e TSL-5x.

Para a aplicação do TUG, utilizou-se uma cadeira com braços com altura de 46 cm. As idosas foram instruídas a não utilizar os membros superiores como auxílio para se levantar e a caminhar de forma segura. O teste foi realizado com o uso dos calçados habituais das idosas. As participantes receberam informações sobre a forma de execução do teste e, após a instrução verbal “vai”, começaram o teste. Foi cronometrado o tempo gasto para realizar a tarefa de levantar-se a partir da posição sentada em uma cadeira, deambular três metros, girar 180°, retornar e sentar-se novamente na cadeira. As participantes realizaram o teste duas vezes, sendo a primeira vez para familiarização com o teste.

Para a realização do TSL-5x, foi utilizada uma cadeira com altura de 46 cm. As idosas foram orientadas a levantar e sentar da cadeira por cinco vezes, o mais rápido possível, com os braços cruzados na região torácica. O cronômetro foi acionado assim que as costas da idosa perderam o contato com o encosto da cadeira e foi desativado quando a idosa se sentou e encostou as costas no encosto da cadeira após o quinto levantamento. As participantes realizaram o teste duas vezes, sendo a primeira vez para familiarização com o teste.

### **2.4.3 Procedimentos: Estudo III**

Como nos demais estudos, foram realizadas a avaliação sociodemográfica e clínica e as medidas antropométricas nas idosas com DM2 elegíveis para o estudo segundo os critérios de inclusão e exclusão do mesmo. Em seguida, de acordo com a disponibilidade das participantes, foram agendadas as coletas de sangue para mensuração das dosagens dos marcadores inflamatórios e a avaliação da capacidade funcional.

A coleta de sangue foi realizada no Laboratório de Dor e Inflamação em Reabilitação e Estudos do Envelhecimento em dias distintos da avaliação física. O sangue foi coletado em repouso, entre 8:00h e 10:00h da manhã, para minimizar possíveis efeitos de mudanças circadianas, antes (com intervalo de 48 horas após a realização dos testes físicos) e após o programa de treinamento (no mínimo 72 horas após a última sessão de exercício).

Para a avaliação da capacidade funcional, as participantes foram orientadas a usar calçados e roupas apropriadas para a realização dos testes. A ordem de realização dos testes funcionais foi aleatorizada para cada participante.

A capacidade funcional foi avaliada por meio dos testes TUG, VM10M, TSL-5x, FP e AU. O procedimento para a execução do TUG e TSL-5x foram os mesmos descritos anteriormente no Estudo II. Para a avaliação da VM10M, a idosa foi instruída a permanecer em pé com os dois pés atrás da linha de partida e iniciar a marcha após um comando verbal específico, em velocidade autosselecionada, por um percurso de 10 metros (FRITZ & LUSARDI, 2009). Para evitar os efeitos de aceleração e desaceleração, os dois metros iniciais e finais do percurso foram desconsiderados.

A FP foi medida de forma isométrica (esforço máximo mantido durante seis segundos), no membro superior dominante, por meio do dinamômetro JAMAR® (*SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer, modelo SH5001 – KOREA*), seguindo as diretrizes da *American Society of Hand Therapists* (FIGUEIREDO *et al.*, 2007). Cada idosa foi posicionada sentada em uma cadeira com encosto, sem apoio para os braços, ombro aduzido e neutramente rodado, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em posição neutra e punho entre 0° e 30° de extensão e 0° e 15° de desvio ulnar. Os escores foram calculados pela média de três tentativas, com intervalo de repouso de 60 segundos entre as mesmas. Para assegurar a consistência durante o teste, as idosas foram encorajadas verbalmente com direcionamentos padronizados para fazerem esforço máximo ao apertar a alavanca (MASSY-WESTROPP *et al.*, 2011).

O teste de AU foi aplicado no membro inferior dominante, estando as idosas com os olhos abertos. Foram coletadas três tentativas e a média aritmética dessas tentativas foi apresentada nos resultados. A idosa foi questionada sobre a perna dominante a partir da seguinte pergunta: “Se a senhora tivesse que chutar uma bola com qual perna o faria?”. As idosas foram instruídas a levantar a perna não dominante, sem alterar a base de suporte e sem tocar a perna de apoio. Foi mensurado o tempo, em segundos, que a idosa conseguia ficar sobre apoio unipodal até completar o máximo de 30

segundos. A cronometragem era interrompida, caso a idosa deslocasse o pé de apoio, tocasse a outra perna ou encostasse o pé no chão.

Após completar o processo de avaliação, as idosas iniciaram o programa de treinamento aeróbico. O programa foi realizado três vezes por semana, por um período de 10 semanas, sob a orientação direta de pesquisadores treinados. Medidas de pressão arterial foram realizadas no início e ao final de cada sessão de exercícios, sendo determinado um valor máximo de 160/90 mmHg para a realização da sessão. Quando necessário, foram realizadas orientações e encaminhamento médico para o controle da pressão arterial. Com o objetivo de aumentar a adesão ao programa de exercício foi implementada a reposição das faltas. Após 10 semanas, as voluntárias foram reavaliadas seguindo os mesmos procedimentos das avaliações iniciais.

## 2.5. Análise Estatística

Para analisar os parâmetros espaço-temporais da marcha de idosas com e sem DM2 foram utilizadas a análise de componentes principais (ACP) e análise discriminante seguidas pela interpretação do gráfico *biplot*.

A ACP tem como objetivo reduzir a dimensionalidade dos dados, a dependência temporal e a variabilidade entre os parâmetros espaciais e temporais da marcha, por meio da combinação linear das variáveis, resultando em um número menor de variáveis, não correlacionadas entre si, denominadas componentes principais, que retém informações importantes das variáveis originais (MOREIRA, 2012; CHAU, 2001). O primeiro passo da análise foi dar a todas as variáveis a mesma importância; portanto, as variáveis foram padronizadas para ter média zero e variância um. Os 221 indivíduos ( $n$ ) e os sete parâmetros espaço-temporais da marcha ( $p$ ) (velocidade, cadência, comprimento do passo, base de suporte, tempo de oscilação, tempo de apoio e tempo de duplo apoio) estavam contidas em uma matriz de análise  $X = (n \times p)$ . Esta matriz foi transformada em uma matriz de covariância com objetivo de agregar informações de como as variáveis se correlacionam (RENCHE, 2002). Em seguida, a matriz de covariância foi transformada em componentes

principais (CPs) pelo método de decomposição em valor singular, que transforma as variáveis padronizadas correlacionadas em CPs não correlacionadas que são realinhadas na direção da variação máxima dos dados (BRANDON & DELUZIO, 2011; ASTEPHEN & DELUZIO, 2004). O objetivo é transformar uma matriz de dados altamente dimensional em um grupo de dados alternativos de menor dimensão, sem perder informação dos dados originais (MOREIRA, 2012).

As CPs estão alinhadas de acordo com sua contribuição; a primeira componente principal (CP1) contribui mais para a explicação da variância seguida pela segunda (CP2), terceira (CP3) e assim por diante. Como cada CP está estruturada de acordo com a importância de cada variável para aquela CP específica, é possível interpretar as primeiras CPs baseado nos pesos das variáveis nas CPs. Quanto maior o peso, mais influência aquela variável específica tem na CP, indicando a direção da quantidade máxima de variação daquela CP específica (KIRKWOOD *et al.*, 2013; JOLLIFFE, 2004). Portanto, cada CP representa uma característica especial dos dados, permitindo ao pesquisador interpretar o seu significado clínico (ASTEPHEN & DELUZIO, 2004).

Além das CPs, a análise gera os escores dos indivíduos. Cada indivíduo tem um escore para cada variável em cada componente. O escore é obtido pela multiplicação do valor original da variável pelo peso da variável na componente. Então, o escore do indivíduo na componente é a somatória dos escores de todas as variáveis naquela componente. Esses escores representam a distância que cada indivíduo está da média de cada componente. Quanto maior o escore, mais próximo o indivíduo está daquela característica específica da componente, enquanto escores menores significam o oposto (MOREIRA, 2012). Portanto, os escores são importantes para comparar características entre grupos (BRANDON & DELUZIO, 2011). No presente estudo, para simplificar a interpretação, apenas os parâmetros espaço-temporais da marcha com carga vetorial  $\geq 0,4$  foram considerados relevantes para interpretar a componente (WEBSTER, WITTEWER & FELLER, 2005).

Em seguida, foi realizada uma análise discriminante com procedimento *stepwise* para determinar a hierarquia entre as CPs em termos de importância relativa para discriminar os grupos.



As CPs mais discriminantes foram interpretadas usando o gráfico denominado *biplot*, que é uma técnica que usa a decomposição em valor singular da matriz para a representação gráfica das componentes, das variáveis em estudo e dos escores dos indivíduos ou grupos, em duas dimensões (JOLLIFFE, 2004). O *biplot* é método de representação gráfica de uma matriz que permite o exame visual da aproximação dimensional dos dados (KIRKWOOD *et al.*, 2013; GABRIEL, 1971). Para exemplificar e melhorar a compreensão sobre o *biplot*, o Gráfico 1 mostra um exemplo simplificado de um *biplot* construído a partir dos resultados de uma análise de componentes principais. Neste exemplo, uma matriz  $X$ , com  $n$  (indivíduos)  $\times$   $p$  variáveis (variáveis A, B, C e D), está representada. Os eixos do *biplot* representam as duas primeiras componentes, CP1 e CP2, da matriz  $X$ . Os vetores representam as variáveis e suas relações com as componentes 1 e 2, a origem dos vetores corresponde a média de todas as variáveis e o escore médio do Grupo 1 e do Grupo 2 está representado por um círculo e um quadrado, respectivamente.

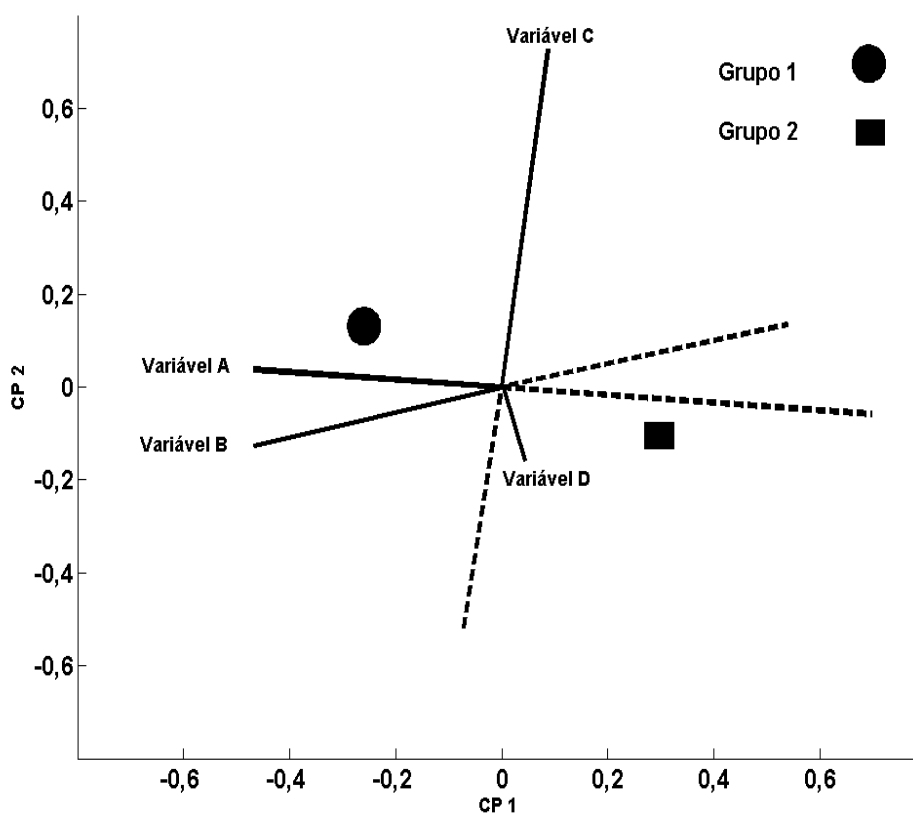


GRÁFICO 1 – Exemplo de um *biplot* construído a partir dos resultados de uma análise de componentes principais (MOREIRA, 2012).

A interpretação do *biplot* envolve observar o comprimento, a proximidade e a direção dos vetores das variáveis (KIRKWOOD *et al.*, 2013; MOREIRA, 2012). De acordo com a literatura, o comprimento do vetor aproxima-se da variância da variável original (GABRIEL & ODOROFF, 1990). Dessa maneira, vetores mais longos indicam maior variância. No exemplo, a variável C tem a maior variância. Ao contrário, quando o comprimento do vetor é muito pequeno significa que a variância é pequena, além de ser uma indicação que a variável não está bem representada no espaço bidimensional das CP1 e CP2 (RAWLINGS, PANTULA & DICKEY, 1998). No exemplo, a variável D possivelmente seria melhor representada por outras componentes. O ângulo entre dois vetores de variáveis representa a correlação entre essas variáveis (DE WIT *et al.*, 2009). Então, quanto mais próximo os vetores estão um do outro (ângulo  $< 90^\circ$ ), maior a correlação. Ângulos de  $90^\circ$  ou  $270^\circ$  (vetores perpendiculares) indicam que as variáveis têm pequena ou nenhuma correlação, enquanto ângulos de  $0^\circ$  ou  $180^\circ$  (vetores colineares) refletem uma correlação de 1 ou -1, respectivamente. No exemplo, as variáveis A e B mostram forte correlação positiva. Já a direção dos vetores em relação aos eixos indica a componente que cada variável está mais fortemente relacionada. No exemplo, as variáveis A e B apresentam valores negativos altos na direção da CP1, enquanto a variável C apresenta valor positivo alto na direção da CP2. Portanto, as variáveis A e B contribuem mais para a componente 1 e a variável C mais para a componente 2 (KIRKWOOD *et al.*, 2013; MOREIRA, 2012).

O *biplot* da ACP também exibe a proximidade espacial ou distância entre grupos e destes com as variáveis (KIRKWOOD *et al.*, 2013; MOREIRA, 2012). No exemplo, o Grupo 1 está próximo das variáveis A e B e a projeção perpendicular do Grupo 1 nessas variáveis está na direção do vetor das variáveis (linha cheia), o que significa valores maiores. Entretanto, se a projeção perpendicular cai na direção oposta dos vetores, ou seja, na extensão dos vetores (linha pontilhada), o valor médio para esse grupo nessas variáveis específicas é menor. Se o pesquisador entende que a CP1 captura a dimensão “saúde”, o Grupo 1 seria considerado mais saudável comparado com o Grupo 2. Além disso, a projeção dos grupos nos vetores das variáveis mostra que os Grupos 1 e 2 estão mais distantes um do outro ao longo do vetor da variável A. Deste modo, a variável A é a mais importante na separação dos grupos

(KIRKWOOD *et al.*, 2013; MOREIRA, 2012). Portanto, o *biplot* da ACP é uma ferramenta importante para determinar as características gerais dos dados (RAWLINGS, PANTULA & DICKEY, 1998).

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados. Para comparar os parâmetros espaço-temporais da marcha e o desempenho nos testes funcionais (TUG e TSL-5x) entre os grupos de diabéticas, G1 (idosas com menos de 10 anos de diagnóstico de DM2) e G2 (idosas com 10 anos ou mais de diagnóstico de DM2), foram realizados a Análise de Variância Multivariada (MANOVA) e o teste de Mann-Whitney, respectivamente. A correção de Bonferroni foi usada para corrigir as múltiplas comparações a fim de evitar o erro Tipo I.

Para comparar os desfechos pré e pós-intervenção, foi utilizado o teste *t* pareado para as variáveis com distribuição normal (variáveis antropométricas, TUG, VM10M e AU), e nos casos em que a hipótese nula de normalidade foi rejeitada, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon (TSL-5x, FP, sTNFR1, sTNFR2, IL-6 e IL-10). Todos os dados foram analisados com nível de significância de 0,05. Os programas *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS – versão 19) e *Matrix Laboratory* (MATLAB – versão R2010A) foram usados nas análises.

**Preview**

**From:** rbfisio-se@ufscar.br, rbfisio-aw@ufscar.br

**To:** danielacruzanos@gmail.com

**CC:** danielacruzanos@gmail.com, brunosouzamoreira@gmail.com, daniela.sirineu@gmail.com, danisirineu@yahoo.com.br, rcorreadias8@gmail.com, renata.kirkwood@gmail.com, leanismp.bh@terra.com.br

**Subject:** Brazilian Journal of Physical Therapy - Manuscript ID RBFIS-2014-0021

**Body:** 20-Jan-2014

Dear Prof. Anjos:

Your manuscript entitled "INFLUENCE OF DIABETES MELLITUS ON SPATIOTEMPORAL GAIT PARAMETERS OF COMMUNITY-DWELLING ELDERLY WOMEN: APPLICATION OF PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Brazilian Journal of Physical Therapy.

Your manuscript ID is RBFIS-2014-0021.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <http://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <http://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Brazilian Journal of Physical Therapy.

Sincerely,  
Brazilian Journal of Physical Therapy Editorial Office

**Date Sent:** 20-Jan-2014

### 3 ARTIGO 1

**Title:** Influence of diabetes mellitus on spatiotemporal gait parameters of community-dwelling elderly women: Application of principal component.

**Abstract:** Gait alterations are verified in individuals with diabetes mellitus. These results were obtained by statistical methods that do not take into account the inter-relationships between the spatiotemporal gait parameters. The principal component analysis has been used to extract information of highly correlated data such as gait variables. The purpose of this study was to analyze, through the principal component analysis and discriminant analysis, spatiotemporal gait parameters of two groups of community-dwelling elderly women, with and without diabetes mellitus. A total of 98 diabetic elderly ( $71.4 \pm 4.9$  years) and 123 non-diabetic elderly ( $71.4 \pm 4.9$  years) participated on this study. Seven spatiotemporal gait parameters were registered using *GAITRite*® system. The principal component analysis (PCA) resulted in 4 components which explained 99.6% of the data variance. Discriminant analysis indicated that only principal components 1 (PC1) and 3 (PC3) were significantly different between the groups. PC1 was heavily weighted by the variables velocity, cadence and stance time (rhythm dimension) and PC3 by the variables base of support and double support time (balance dimension). Elderly with diabetes mellitus tend to maintain slower gait rhythm with lower velocity and cadence and increased stance time. The attempt to maintain a stable gait in diabetic group was associated to an increase on the base of support. Gait velocity was the spatiotemporal parameter that best discriminated between diabetic and non-diabetic elderly women.

**Keywords:** Diabetes mellitus, gait, elderly, gait velocity.

Autores: Daniela Maria da Cruz dos Anjos, Bruno de Souza Moreira, Daniele Sirineu Pereira, Rosângela Corrêa Dias, Renata Noce Kirkwood, Leani Souza Máximo Pereira.

**Revista Brasileira de Fisioterapia /Brazilian Journal of Physical Therapy** (<http://www.rbf-bjpt.org.br/>).

## 1.Introduction

Diabetic individuals tend to have an accelerated ageing process, increased risk of disability, and earlier decline in motor function than non-diabetic individuals.<sup>1</sup> Furthermore, diabetic patients present with gait alterations when compared to healthy individuals:<sup>2,3</sup> they walk at a slower speed, with shorter step length, and with lower cadence and have a larger base of support when walking on irregular surfaces.<sup>4-6</sup>

Previous studies have reported that sensory alterations contribute to gait dysfunctions in elderly diabetic patients.<sup>7,8</sup> However, Yavuzer et al.<sup>9</sup> conducted a cross-sectional study comparing 20 patients with diabetic neuropathy (DN), 26 patients without DN, and 20 controls without diabetes mellitus (DM) and found no significant differences in gait between patients with and without DN. However, there was a difference in gait velocity and step length between diabetic patients (with and without DN) and the control group. The patients' age range was wide and the results were not stratified by age. Similarly, Ko et al.<sup>5</sup> analyzed the gait of 186 elderly patients (divided into the same three groups) and found that patients with DM and no signs of neuropathy exhibited less-efficient gait patterns compared to healthy controls. Together, these studies suggest that for patients with diabetes, some gait parameters are atypical even in the absence of neuropathy.

There is evidence of differences in gait between diabetic and non-diabetic individuals in the existing literature.<sup>2-6,9</sup> However, these studies are limited because they had a relatively small sample size, included participants in a restricted age range (i.e., middle age), and analyzed a small number of gait parameters.<sup>2-6,9</sup> In addition, the statistical methods used in them did not consider the inter-correlation between spatiotemporal gait variables, which increases the likelihood of failing to observe an independent effect of the variables.<sup>10</sup> Thus, multivariate techniques, such as principal

component analysis (PCA), are a more appropriate statistical approach when analyzing gait parameters.

Against this background, the objective of this study was to compare, through PCA and discriminant analysis, spatiotemporal gait parameters in elderly women with and without DM. Once the components were identified, a discriminant analysis was applied to determine which spatiotemporal gait parameters best discriminated between the two groups. Determining which spatiotemporal gait parameters are characteristic of diabetic elderly women will contribute to a better understanding of their walking characteristics, aid in improved functional diagnosis, potentially prevent adverse outcomes (e.g., hospitalization resulting from a fall), and improve therapeutic interventions.

## **2.Methods**

### **2.1 Study Design and Ethical Aspects**

This was designed as a cross-sectional observational study. The research protocol was approved by the Ethics Committee of the Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil, under the number ETIC 442/08. All participants were informed about the contents of the study and signed a written informed consent prior to inclusion.

### **2.2 Sample**

Sample selection was carried out by convenience. Participants were recruited from health centers, elderly groups, databases of other research and extension projects that were registered at Universidade Federal de Minas Gerais, and through publicity in local newspapers and buses. Two hundred and twenty-one elderly women ( $71.4 \pm 4.8$  years) were divided into two groups: DM ( $n = 98$ ) and without DM ( $n = 123$ ). Placement in the DM group was determined by self-report (i.e., an answer of “yes” to the question “Has your doctor told you that you have diabetes?”) and the presence of at

least one of the following: (1) fasting glucose levels  $\geq 126$  mg/dL; (2) post-meal glucose levels  $\geq 200$  mg/dL (laboratory tests should be performed at most 6 months before the research); or (3) use of glucose control medication. Inclusion criteria were being at least 65 years old and an independent gait (i.e., walking without assistance/devices such as cane, crutch or walker) and exclusion criteria were cognitive impairment detected by the Mini-Mental State Examination<sup>11</sup>, neuropathic symptoms assessed by the Score of Neuropathic Symptoms (SNS)<sup>12</sup>, use of orthosis or prosthesis in lower limbs and presence of neurological, orthopedic, or rheumatic diseases that could affect gait.

### **2.3 GAITRite® system**

Spatiotemporal gait parameters were obtained by GAITRite® system (MAP/CIR INK, Haverton, PA, USA), which consists of a rubber electronic mat 5.74 m long, 91 cm wide, and 0.6 cm thick, and includes 18,432 embedded pressure sensors. The GAITRite® system includes software for recording and editing multiple gait parameters. It has high concurrent validity,<sup>13</sup> and excellent test-retest reliability for the elderly population.<sup>14</sup> Seven gait parameters were assessed in the present study: (1) velocity - distance walked (cm) divided by walking time (s); (2) cadence - steps per minute; (3) step length - the distance between the heel center of a footprint to the heel center of the previous footprint on the opposite foot, in cm; (4) base of support - vertical distance from heel center of a footprint to the line of progression formed by two consecutive footprints of the opposite foot, in cm; (5) stance time - the weight-bearing portion of each gait cycle, in s; (6) swing time - the non-weight-bearing portion of the cycle, in s; and (7) double support time - two periods of the cycle when both feet are in contact with the floor, in s.



## 2.4 Procedure

Eligibility criteria were first assessed, and followed by a questionnaire that measured sociodemographic and clinical data. Anthropometric measures were also collected. For the subsequent gait assessment, the participants were asked to walk on the mat six times at their typical pace while wearing comfortable shoes. To avoid the influence of acceleration and deceleration, the participants were asked to start and finish walking 2 m from the edge of the mat. The walking course was delimited by cones. The following instruction was given: “Please walk to the cone in the same way you usually walk. Go!”

## 2.5 Statistical Analysis

Sociodemographic, clinical and anthropometric data were analyzed using the mean difference between groups with a 95% confidence interval. Principal component analysis (PCA) was used to analyze spatiotemporal gait parameters. The objective of this analysis is to maximize variance by linear combination of variables, resulting in a smaller number of variables (components). Components are not correlated and retain important information from the original variables. The data matrix  $n \times p$  was represented by the 221 subjects ( $n$ ) and seven spatiotemporal gait parameters ( $p$ ). PCA transforms the  $n$  observations of the  $p$  correlated variables into  $n$  observations of new variables  $k$  ( $k \leq p$ ) that correspond to the non-correlated principal components (PCs).<sup>14</sup> This new group of  $k$  variables (or PCs) is ranked in descending order by the amount of variance explained.

First, the variables were standardized by dividing each by its standard deviation and then subtracting from the individual mean to maximize variance.<sup>15</sup> Next, the matrix  $n \times p$  was transformed into a covariance matrix to determine how these variables are correlated. The components were realigned into a new coordinate system according to

their relative contribution. A lack of correlation means that the components measure different characteristics and it is possible to interpret the components on the basis of each variable's weight in each PC. Variables with higher weight contribute more to data than those with lower weight. In addition, each component structure may have a negative or positive value: if one variable is positive and the other negative, then as the value of one increases, the value of the other decreases. A cut-off point of at least 90% of the variance explained was used to determine which components would be used in the analysis.<sup>16</sup> Then, a discriminant analysis was conducted on the retained components to determine which could identify the groups with and without DM.

The most discriminant PCs were interpreted using a graph called biplot, a technique that uses the singular decomposition of the matrix value to graphically represent the components, variables, and scores of individual participants or groups, in two dimensions.<sup>13</sup> The axes of the biplot are represented by the discriminant components and the variables are represented as vectors and aligned in the direction of the component of greater value<sup>17</sup>. The vectors meet at a central point that is considered the average point of all variables. The perpendicular projection of the average score of the groups on the variables' vector provides the approximate value of the group in relation to that determined variable. When the projection falls on the positive direction of the variables' vector (solid line), the group's values for that variable are high.<sup>13</sup> Conversely, if the projection falls on the negative side or at the extension of the variables' vector (dotted line), the values for that variable are low. The main objective of the biplot is to show the distance between groups in relation to each other and in relation to the variables in order to facilitate interpretation of the groups' behavior and which variables better differentiate the groups.<sup>16</sup> The significance level was set at 0.05.

### 3.Results

Both groups were similar in age and height, but significantly differed in terms of BMI, number of comorbidities, and number of medications used (Table 1). Table 2 shows each group's performance on the spatiotemporal gait parameters.

The PCA revealed four components explaining 99.6% of the total variance: CP1 explained 55.5%; CP2, 17.9%; CP3, 13.6%; and CP4, 12.6%. The discriminant analysis resulted in a non-significant Box's M test ( $p = 0.27$ ), indicating equality between the covariance matrices of the groups. The precision of the classification of Function 1 was 67% and the coefficient of canonical correlation showed that the discriminant function was strongly loaded on CP3 followed by CP1 (coefficients of 0.71 and 0.55, respectively).

To interpret CPs, only the gait variables with weights above 0.40 were considered.<sup>16</sup> CP1 showed greater contribution of the variables velocity (-0.47) and cadence (-0.47), each with negative vectors, and stance time (+0.48), with a positive vector. CP1 thus appears to be a measure of decreased gait rhythm characterized by a reduction in velocity and cadence, and an increase in stance time. CP3 showed greater contribution of the variables base of support (+0.73) and double support time (-0.74), which represent the balance dimension (Table 3).

In order to determine which of the variables from CP1 and CP3 had the greatest contribution, standardized coefficients of the discriminant canonical function were extracted from a separate discriminant analysis. Only gait velocity (1.12) and double support time (0.80) remained in the final model, and gait velocity showed greater discriminant power. The biplot shows substantial distance between the groups and confirms gait velocity as the most important variable in terms of discriminating between diabetic and non-diabetic elderly women (Figure 1).

#### 4. Discussion

DM prevalence increases with age and is especially frequent in women aged 70–79 years.<sup>18</sup> The sample in the current study was composed of only women due to the observed feminization of the world's ageing population.<sup>19</sup> Our objective was to compare spatiotemporal gait parameters in elderly women with and without DM, and to determine which variable would best discriminate between the two groups.

Because the groups were similar in terms of age and height, the influence of these factors on observed gait differences can be excluded. The DM group had a higher BMI, had a greater number of comorbidities, and used more medication, indicating overall worse health. These factors were verified by the descriptive analysis and are associated with the analyzed gait parameters. A similar association was also found by Branch et al.,<sup>6</sup> in a cross-sectional study involving 558 diabetic elderly patients (mean age = 79 years) that used a linear regression model to assess the association between DM and gait alterations, and to examine potential exploratory factors of this association. Branch et al.<sup>6</sup> found that DM was associated with a lower velocity, and that this association was explained by, among others, health status (indicated by chronicity, number of medications, and comorbidities), cognition, mood, muscle strength, lower-limb blood circulation, physical activity, and BMI. Health status and lower-limb muscle strength explained 66% of the variance, while BMI explained 33%.

In the current study, the diabetic group showed poorer performance on the rhythm dimension than did the non-diabetic group (marked by a gait of lower velocity and cadence and increased stance time). CP1 was qualified as a rhythm dimension as the word rhythm expresses how the event flows along time. In relation to CP3 (the balance dimension), the diabetic group showed an increased base of support during ambulation, whereas the non-diabetic group showed an increase in double support time.

Consistent with the gait alternations observed here, Richardson et al.<sup>20</sup> assessed the gait of diabetic individuals in challenging conditions and observed that diabetic patients increased both base of support and double support time. Base of support is related to balance control, and is the most commonly used strategy to improve stability.<sup>21</sup> Because of its importance for the prevention of instabilities and falls, changes in these variables should be detected early in elderly adults in order to avoid adverse consequences.

Previous studies have shown a decrease in performance on spatiotemporal gait parameters such as velocity, step length, and single support time in diabetic individuals with and without DN when compared to healthy controls.<sup>2-9</sup> In addition to the typical changes related to ageing, elderly individuals with DM can show sensory and motor alterations that are related to worsened mobility, gait performance, and balance.<sup>2,7</sup> Additionally, elderly individuals with DM have less muscle strength, more co-contraction of the knee and ankle muscles during the stance phase, and higher shifts of the center of pressure.<sup>5</sup> The diabetic group in this study also was in worse overall health, which contributed to a slower and cautious gait strategy.

The diabetic group showed a slower gait rhythm and searched for more stability during walking by increasing the base of support. The gait characteristic of lower-velocity walking in diabetic individuals is well documented in the literature,<sup>2-6,9</sup> with some studies suggesting that less-efficient gait patterns can be detected at disease onset and prior to the appearance of classical neuropathic signs,<sup>5</sup> although this conclusion is not universally accepted.<sup>2</sup>

Some spatiotemporal gait parameters can influence others. For example, gait velocity can affect step length, step time, and cadence.<sup>21</sup> One advantage of the statistical analysis used in this study is that it reduces the number of variables by forming

subgroups of new variables and grouping them by correlation. This allows for a more reliable method of representing a dynamic and functional event such as human gait.<sup>22</sup>

Gait velocity was the parameter that best discriminated between the diabetic and non-diabetic groups. It reflects functional and physiological changes,<sup>23</sup> and is significantly correlated with balance,<sup>24</sup> hospitalization,<sup>25</sup> and mortality.<sup>26</sup> In addition, gait velocity alterations predict overall health, risk of falling<sup>2</sup>, and fear of falling.<sup>27</sup> Specific gait training improves gait velocity, balance, muscle strength, and joint mobility in diabetic elderly individuals, as well as reduces the risk of falling and the fear of falling.<sup>28</sup> Therefore, training may also prevent functional disability. The literature thus shows that gait velocity is a modifiable parameter eligible for intervention for this population.<sup>28</sup>

Measurement of spatiotemporal gait parameters is conducted by rehabilitation professionals in order to identify gait alterations, make diagnoses, monitor patient progress, and determine the effectiveness of therapeutic interventions.<sup>13</sup> Acquiring knowledge about gait pattern alterations that occur in elderly individuals with DM is essential for developing effective preventive strategies related to mobility and functional problems and for preventing falls.

Generalization of the present findings is limited to those without mobility restrictions because only elderly women with independent gait were included. Moreover, the study design does not allow cause and effect determination. Future research is needed to better elucidate the cause(s) of gait alterations in older adults with diabetes and to extend these findings to elderly diabetic men, as the sex factor affects spatiotemporal gait parameters.<sup>29</sup>

We conclude that elderly women with DM present with a slower gait rhythm that is characterized by lower velocity and cadence and higher stance time. The

maintenance of stability in the diabetic group is associated with an increase in the base of support. Gait velocity was the spatiotemporal parameter that best discriminated diabetic elderly women from those without diabetes.

## References

1. Morley JE. Diabetes, sarcopenia, and frailty. *Clin Geriatr Med* 2008; 24: 455-469.
2. Allet L, Armand S, Golay A, Monnin D, de Bie RA, de Bruin ED. Gait characteristics of diabetes patients: systematic review. *Diabetes Metab Res Rev*. 2008; 24: 173-191.
3. Kwon OY, Minor SD, Maluf KS, Mueller MJ. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. *Gait Posture*. 2003; 18: 105-113.
4. Petrofsky JS, Lee S, Bweir S. Gait characteristics in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Appl Physiol*. 2005; 93: 640-647.
5. Ko SU, Stenholm S, Chia CW, Simonsick EM, Ferrucci L. Gait pattern alterations in older adults associated with type 2 diabetes in the absence of peripheral neuropathy-results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Gait Posture*. 2011; 34: 548-552.
6. Brach JS, Talkowski JB, Strotmeyer ES, Newman AB. Diabetes mellitus and gait dysfunction: possible explanatory factors. *Phys Ther*. 2008;88: 1365-1374.
7. Menz HB, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85: 245-252.

8. Dingwell JB, Cavanagh PR. Increased variability of continuous overground walking in neuropathic patients is only indirectly related to sensory loss. *Gait Posture*. 2001; 14: 1-10.
9. Yavuzer G, Yetkin I, Toruner FB, Koca N, Bolukbasi N. Gait deviations of patients with diabetes mellitus: looking beyond peripheral neuropathy. *Eura Medicophys*. 2006; 42: 127-33.
10. Deluzio KJ, Wyss UP, Zee B, Sorbie CS. Principal component modeling of kinematic and kinetic gait measures: assessment of unit-compartment patients. Ninth Biennial Conference; Vancouver: Canadian Society for Biomechanics; 1996.
11. Bertolucci PH, Brucki SM, Campacci SR, Juliano Y. The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status. *Arq Neuropsiquiatr*. 1994; 52: 1-7.
12. Moreira RO, Castro AP, Papelbaum M, et al. Translation into Portuguese and assessment of the reliability of a scale for the diagnosis of diabetic distal polyneuropathy. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2005; 49: 944-50.
13. Webster KE, Wittwer JE, Feller JA. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait Posture*. 2005; 22: 317-321.
14. Menz HB, Latt MD, Tiedemann A, Mun San Kwan M, Lord SR. Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait Posture*. 2004; 20: 20-25.
15. Jolliffe IT. *Principal component analysis*. 2nd ed. New York: Springer; 2004.
16. Deluzio KJ, Astephen JL. Biomechanical features of gait waveform data associated with knee osteoarthritis: an application of principal component analysis. *Gait Posture*. 2007; 25: 86-93.



17. Kirkwood RN, Brandon SCE, Moreira BS, Deluzio KJ. Searching for stability as we age: The PCA-Biplot approach. *IJSMR*.2013; 2: 255-262.
18. Barros MB, Francisco PM, Zanchetta LM, César CL. [Trends in social and demographic inequalities in the prevalence of chronic diseases in Brazil. PNAD: 2003- 2008]. *Cien Saude Colet*. 2011;16:3755-68.
19. Veras R. Population aging today: demands, challenges and innovations. *Rev Saude Publica*. 2009; 43: 548-554.
20. Richardson JK, Thies SB, DeMott TK, Ashton-Miller JA. A comparison of gait characteristics between older women with and without peripheral neuropathy in standard and challenging environments. *J Am Geriatr Soc*. 2004; 52: 1532-1537.
21. Jordan K, Challis JH, Newell KM. Walking speed influences on gait cycle variability. *Gait Posture*. 2007; 26: 128-134.
22. Kovacs CR. Age-related changes in gait and obstacle avoidance capabilities in older adults: a review. *J Appl Gerontol*. 2005; 24: 21-34.
23. Fritz S, Lusardi M. White paper: walking speed: the sixth vital sign. *J Geriatr Phys Ther*. 2009; 32: 46-49.
24. Brach JS, VanSwearingen JM, Newman AB, Kriska AM. Identifying early decline of physical function in community-dwelling older women: performance-based and self-report measures. *Phys Ther*. 2002; 82: 320-328.
25. Montero-Odasso M, Schapira M, Soriano ER, Varela M, Kaplan R, Camera LA, Mayorga LM. Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005; 60: 1304-1309.

26. Hardy SE, Perera S, Roumani YF, Chandler JM, Studenski SA. Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2007; 55: 1727-1734.
27. Maki BE. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *J Am Geriatr Soc.* 1997; 45: 313-320.
28. Allet L, Armand S, de Bie RA, et al. The gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomised controlled trial. *Diabetologia.* 2010; 53: 458-466. 8.
29. Callisaya ML, Blizzard L, Schmidt MD, McGinley JL, Srikanth VK. Sex modifies the relationship between age and gait: a population-based study of older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2008; 63: 165-170.

Table 1: Descriptive characteristics and mean difference between groups (95% confidence interval) at the beginning of the study (n = 221).

Participant Characteristics	Group		Difference
	Diabetic (n = 98)	Non-Diabetic (n = 123)	Diabetic minus Non-Diabetic
Age (years)	71.4 (4.9)	71.4 (4.9)	0 (-1.3 to 1.3)
Height (cm)	155.2 (6.6)	153.7 (5.7)	1.5 (-0.1 to 3.1)
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	<b>29.2 (4.5)</b>	<b>26.9 (4.3)</b>	<b>2.3 (1.1 to 3.5)</b>
Comorbidity (N)	<b>3.7 (1.6)</b>	2.4 (1.7)	1.3 (0.9 to 1.7)
Medication (N)	<b>4.5 (2.0)</b>	<b>2.6 (1.8)</b>	<b>1.9 (1.4 to 2.4)</b>

Bolded values indicate statistically significant differences.

Table 2: Performance of each group on spatiotemporal gait parameters assessed by the GAITRite® system (n = 221).

Gait parameters	Group			
	Diabetic		Non-Diabetic	
	(n = 98)		(n = 123)	
Velocity (cm/s)	118.8	(16.10)	127.8	(16.70)
Cadence (n° steps/min)	117.5	(8.60)	119.8	(7.70)
Step length (cm)	60.6	(5.60)	63.9	(6.10)
Base of support (cm)	8.1	(2.60)	7.6	(2.70)
Swing time (s)	0.4	(0.04)	0.4	(0.03)
Stance time (s)	0.6	(0.04)	0.6	(0.05)
Double support time (s)	0.2	(0.03)	0.2	(0.04)

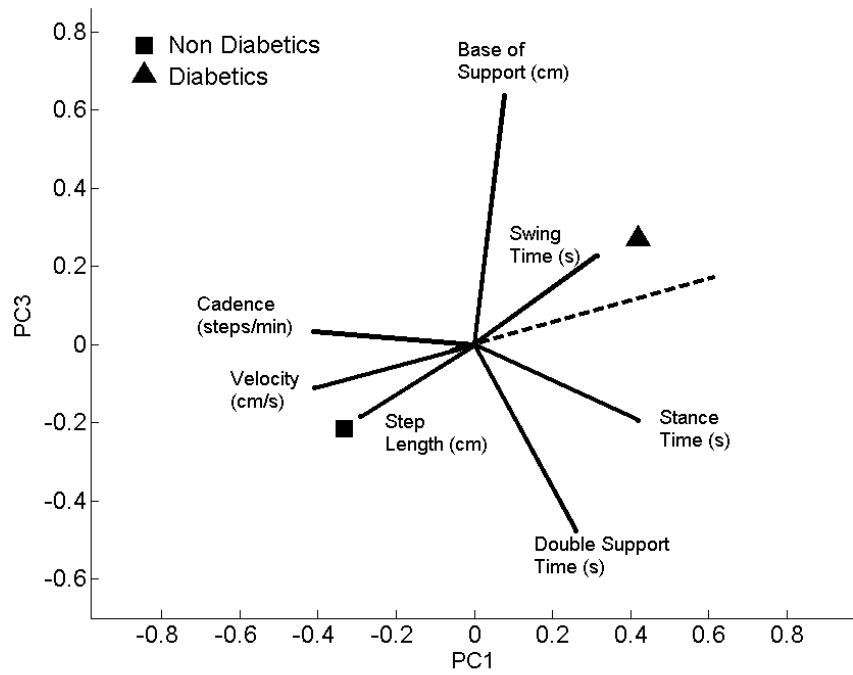
Table 3: PC1 and PC3 coefficient patterns and the projection from each group's average score onto the variables' vectors in the biplot.

Gait parameters	Loading Vectors					
	PC1	D	ND	PC3	D	ND
Velocity (cm/s)	-	-	+			
Cadence (n° steps/min)	-	-	+			
Base of support (cm)				+	+	-
Stance time (s)	+	+	-			
Double support time (s)				-	-	+
Interpretation of the components		Rhythm		Balance		

D: diabetic group; ND: non-diabetic group.

**Figure Caption**

Figure 1: PCA-biplot with the average scores from the diabetic and non-diabetic groups (n = 221).



Submissions Being Processed for Author Daniela Maria da Cruz Anjos, MSc

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Display 10 results per page.

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
<a href="#">Action Links</a>		Title: Impact of type 2 diabetes mellitus time since diagnosis on elderly women gait and functional status	Aug 16, 2013	Aug 16, 2013	Submitted to Journal

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Display 10 results per page.

<< Author Main Menu

## 4 ARTIGO 2

**Title:** Impact of type 2 diabetes mellitus time since diagnosis on elderly women gait and functional status

**Abstract:** The aim of this study was to verify the impact of diabetes mellitus 2 (DM2) time since diagnosis on spatiotemporal gait parameters and functional status of elderly women. 82 diabetic elderly women participated, divided in two groups (1) less than 10 years of DM2 diagnosis (2) 10 or more years of DM2 diagnosis. Variables were assessed through *GAITRite*®, Timed Up and Go and sit to stand tests. DM2 time since diagnosis has an impact on gait speed and step length, but not on functional status of the elderly women.

**Keywords:** Diabetes mellitus, gait, elderly, frail elderly, functional status.

Authors: Daniela C Anjos, MSc; Bruno S Moreira, MSc; Daniele S Pereira, Ph.D; Alexandra M A Picorelli, MSc; Diogo C Felício, MSc; Danielle A G Pereira, Ph.D; Renata N Kirkwood, Ph.D; Rosângela C Dias Ph.D; Leani S M Pereira, Ph.D.

. Revista *Topics in Geriatric Rehabilitation* <http://journals.lww.com/topicsingeriatricrehabilitation>).

## INTRODUCTION

Type 2 diabetes mellitus (DM2) is highly prevalent among the elderly.<sup>1</sup> In persons with diabetes, risk factors such as age, glycemic control, associated morbidities, and time since diagnosis are determinants of the emergence of complications that lower functional status, autonomy and quality of life.<sup>2</sup> A metabolic syndrome with a complex etiology, DM2 is due to the inability of insulin to correctly carry out its functions, resulting in high levels of blood glucose.<sup>1</sup> Chronic hyperglycemia lead to numerous complications in organs and systems, disability, and premature mortality. One of the most common complications of DM2 is diabetic neuropathy (DN), which affects 50% of all patients, being more frequent with aging and longer disease duration.<sup>1,3,4</sup>

DN prevalence varies between 13% and 47% in population studies,<sup>5,6,7,8</sup> and its incidence is approximately 2% per year among the recently diagnosed DM2 population.<sup>6</sup> These values increase to 6–10% per year in patients with longer disease duration.<sup>7</sup> Neuromuscular damages related to DN can cause differences in gait biomechanics between persons with and without DM2, such as smaller hip movement on the sagittal plane and higher percentage of knee flexion during the gait cycle.<sup>9</sup> In addition, patients with DM2, even those without DN, tend to have worse motor function and worse performance in physical capacity<sup>1,10</sup> and functional mobility tests<sup>11</sup> than non-diabetic individuals.

Persons with diabetes tend to have a faster aging process,<sup>10</sup> which puts them at a higher risk of developing frailty syndrome earlier than do non-diabetic individuals.<sup>10,12</sup> Frailty is a clinical syndrome with a multifactorial etiology, characterized by the loss of physiological reserve and homeostatic capacity of the organism to resist stressors (physical or psychological); it comprises mainly sarcopenia, neuroendocrine dysregulation, and immunological dysfunction.<sup>13-16</sup> An objective definition of frailty



was proposed by Fried et al.<sup>14</sup> and includes five components: (1) unintentional weight loss, (2) self-reported exhaustion, (3) weakness, (4) slowness, and (5) low activity levels. Generally, frailty depends on muscular and neuronal deterioration, anemia, cardiac and lung reserve reduction, and loss of executive function, common during the aging process.<sup>13</sup> DM2 tends to cause problems in each of these systems, insulin resistance being a key factor in physiological decline.<sup>12</sup>

Aging, chronic hyperglycemia, associated diseases, DN, frailty syndrome, and time since diagnosis can lead to a decline in functional status<sup>12,16</sup> and gait alterations in DM2 patients when compared to those without diabetes.<sup>17-27</sup> Diabetic individuals walk at a lower speed, have a smaller step length and cadence, and mainly have a larger base of support when walking on irregular surfaces. In addition, they present an irregular plantar pressure distribution.<sup>17,21,22,23,24</sup>

Previous studies show that sensory alterations and DN contribute to gait dysfunctions in elderly diabetic individuals.<sup>17-27</sup> However, individuals with DM2 without DN show disturbances in gait parameters when compared to non-diabetic individuals regardless of sex, age, weight and height.<sup>9,27</sup> In other words, individuals with DM2 present alterations in gait parameters even before the beginning of the clinical signs of neuropathy, which could be related to other risk factors such as alterations in plantar pressure and the time of disease development.

Time since diagnosis of DM2 is a risk factor of easy detection and strongly associated with DN.<sup>5</sup> Measurement of the spatiotemporal gait parameters of diabetic elderly women using a valid and reliable instrument such as the *GAITRite*® system<sup>28</sup> can precisely document changes in gait parameters for this population. Knowledge of the gait, mobility, and lower-limb strength alterations of diabetic elderly women without signs of DN in different periods of the chronic disease can contribute to an early

functional diagnosis, allowing prevention of adverse outcomes like falls and hospitalization resulting from them. This could also contribute to the development of interventions, cures, and rehabilitation techniques for this population.

Hence, the objective of this study was to verify the impact of time since diagnosis on spatiotemporal gait parameters and functional status of community-dwelling elderly women with DM2.

## **METHODS**

A cross-sectional study was conducted. The sample was composed of elderly diabetic women without race and/or socioeconomic distinction. This study was approved by the Ethics Committee on Research of Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil (number ETIC 442/08). All volunteers signed an informed consent form.

Participants were 82 elderly diabetic women. They were divided into two groups: G1, consisting of 49 elderly women diagnosed with DM2 less than 10 years prior to the time of the study and G2, consisting of 33 elderly women with ten or more years of DM2 diagnosis. Participants were selected using convenience sampling, and recruited in Belo Horizonte and the metropolitan region in Minas Gerais, Brazil. Inclusion criteria were as follows: being women with DM2, using hypoglycemic medication, being 65 years or older, living in the community, and having independent gait (able to walk without help or use of walking aids). Exclusion criteria were as follows: cognitive impairment (detected by the Mini Mental State Examination (MMSE), considering Brazilian cut off points according to level of education)<sup>29</sup>; neuropathic symptoms, assessed by the Score of Neuropathic Symptoms (SNS)<sup>30</sup>;

intermittent gait; and presence of neurological, orthopedic, or rheumatic diseases that could affect gait.

### **Instruments**

Spatiotemporal gait parameters were obtained through the *GAITRite*® system (MAP/CIR INK, Haverton, PA, USA), which consists of an electronic rubbery mat 5.74 m long, 91 cm wide, and 0.6 cm thick and including 18.432 pressure sensors. As individuals walk on the mat, the mechanical pressure of the foot activates the sensors, capturing feet geometry as well as their relative distribution in a two-dimensional plan. The *GAITRite*® system has its own software to register and edit data on several gait parameters. It has been shown to have high concurrent validity<sup>28</sup> and excellent test-retest reliability for elderly individuals,<sup>31</sup> with intraclass correlation coefficients (ICCs) of 0.91 (gait speed), 0.88 (step length), and 0.82 (cadence).<sup>31</sup> Gait parameters of interest for this study were (1) speed - distance walked (cm) divided by time of walking, expressed in centimeters/second; (2) cadence - number of steps per minute; (3) step length - measured along the progression line, the distance between the center of the heel and the same point of the last step heel from the opposite foot, expressed in centimeters; (4) base of support - vertical distance from the center of the heel of one footprint until the progression line formed by the two consecutive footprints of the opposite foot, expressed in centimeters; (5) stance time - part of gait cycle with weight support, expressed in seconds; (6) swing time - part of gait cycle without weight support, expressed in seconds; and (7) double support time - two periods of the cycle when both feet are in contact with the floor, expressed in seconds.

Functional mobility was assessed using the Timed Up and Go test (TUG). Time spent to complete the test has been shown to have a strong correlation with functional

status<sup>32</sup>. This test has moderate to high concurrent validity, indicated by its correlations with gait speed ( $r = -0.61$ ) and score on the Berg Balance Scale ( $r = -0.81$ ) and shows high intra- and inter-rater reliability ( $ICC = 0.99$ ).<sup>32,33</sup>

The Five Times Sit to Stand Test (STS) is considered a functional measure of lower-limb strength.<sup>34</sup> In this test, the individual must stand and sit five times as fast as possible with arms folded across the chest. The STS has high test-retest reliability ( $ICC = 0.92$ ).<sup>34</sup>

Frailty phenotype was determined according to the criteria proposed by Fried et al.<sup>14</sup> Unintentional weight loss was assessed using the questions “Have you lost weight unintentionally last year?” and “If yes, how many kilos, approximately?” If the positive answer is higher than 5% of body weight, this frailty criterion is considered positive. Exhaustion was assessed in terms of self-reported vitality, using questions 7 and 20 of the Center for Epidemiological Studies – Depression (CES-D) scale: “I felt that everything I did was an effort” and “I could not get going”.<sup>14</sup> These questions are answered on a Likert scale (0 = never or rarely, 1 = sometimes, 2 = usually, 3 = always). Elderly participants who scored 2 or 3 for one or both questions were considered positive for this frailty criterion. Reduction in grip strength (weakness) was assessed using the JAMAR dynamometer (SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer, model SH5001 – 973, Yangdeok, Dong, PO Box 426, Masan Free Trade Zone, Masan 630-728, Korea), following the guidelines of the American Society of Hand Therapists.<sup>36</sup> Cut-off points for this criterion were adjusted based on BMI. Slow walking speed was assessed by the time spent to walk, at regular pace, 4.6 meters. Low physical activity was measured using the Brazilian version of the Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire,<sup>35</sup> which measures, in kilocalories, energy expenditure during the last two weeks. Participants who scored positively on 3 or more of the above criteria were

considered frail (F), those scoring 1 or 2 were considered pre-frail (PF), and those who met none of the above criteria were considered non-frail (NF).

## **Procedures**

Participants were first assessed regarding inclusion and exclusion study criteria. Then, a semi-structured questionnaire was applied to characterize the sample of the elderly women who satisfied eligibility criteria.

The questionnaire, which asked about sociodemographic, clinical data as well as time of diabetes diagnosis, was administered by trained researchers. Comorbidities were assessed through the question, “Has a doctor told you that you have one of the following health problems yet?” The following conditions were listed: heart disease, hypertension, stroke/cerebrovascular accident/ischemia, cancer/malignant tumor, arthritis or rheumatism, lung disease (bronchitis or emphysema), depression, osteoporosis, urinary incontinence, Parkinson’s disease, labyrinthitis, and peripheral vascular disease. The possible answers were yes or no. Elderly participants were also assessed for the five frailty criteria according to Fried et al.<sup>14</sup> Then spatiotemporal gait parameters were assessed through the *GAITRite*® system, and functional performance was examined using the TUG and STS tests.

For gait assessment, participants were requested to walk six times on the mat at a self-selected pace, using their usual shoes. The beginning and end of the course were delimited by cones placed 2 m from the edge of the mat for initial acceleration and final deceleration. The following instruction was given: “Please walk to the cone in the same way you usually walk. Go!”

For the TUG test, a chair with armrests and 46 cm height, and a chronometer were used. Participants were asked to wear their usual shoes. Before the beginning of

the exam, the patient received information about the test procedure, and, after the verbal command “go,” they started. Participants began with their backs against the backrest and feet parallel to the ground. When the chronometer started, they stood up from the chair, walked along a 3-m track, and returned to the chair as fast as possible. They performed the test twice, being the first trial used for learning (they could not take any help during the test).

For the Five Times STS test, the same chair, and chronometer were used, and participants were also asked to perform this test while wearing their usual shoes. Each participant was oriented to stand and sit from the chair five times, as fast as possible, with arms folded across the chest. The chronometer started the moment the participant’s back moved from the chair and stopped when her back touched the chair backrest after the fifth raise. Participants performed the test twice, first for learning. The results of the second trial were used for analysis.

### **Statistical Analysis**

Quantitative variables were assessed for normality using the Shapiro-Wilk test. Normally distributed clinical and anthropometric variables were analyzed with an independent *t* test; if the assumption of normality was not met a non-parametric Mann-Whitney test was used. Frailty level was analyzed by a chi-square test. To compare spatiotemporal gait variables and performance on functional tests (TUG and STS) between groups, a multivariate analysis of variance (MANOVA) and Mann-Whitney tests were performed, respectively. For all analyses, correction for multiple comparisons was performed using Bonferroni’s method, to avoid Type I error. The significance threshold was set at 0.05.

## RESULTS

Descriptive data of the 82 diabetic elderly women, 49 with less than 10 years of diagnosis ( $71.4 \pm 4.8$  years) (G1) and 33 with 10 or more years of diagnosis ( $70 \pm 4.5$  years) (G2) are presented in Table 1. Clinical and anthropometric data as well as frailty level did not significantly differ between the groups ( $p > 0.05$ ).

Table 2 shows values for spatiotemporal gait parameters and for TUG and STS tests for both groups. A MANOVA was conducted with the dependent variables: speed, cadence, step length, base of support, stance time, swing time, and double support time. Group (G1 and G2) was considered the independent variable. According to Wilks' criteria, dependent variables were significantly affected by the variable group ( $p = 0.019$ ). Next, a post-hoc univariate analysis with Bonferroni correction was conducted for dependent variables to determine which of them contributed to the observed multivariate difference. Results demonstrated that only gait speed and step length significantly differed between G1 and G2. On average, G1 participants walked at a higher speed (122.9 cm/s vs. 112.3 cm/s) and had increased step length (62.4 cm vs. 59.2 cm) than G2 participants. Performance on the TUG and STS tests did not significantly differ between the two groups (Table 2).

## DISCUSSION

Diabetes is highly prevalent in the aging population.<sup>1</sup> It increases with age and is more prevalent in women aged 70 to 79 years old than in men of a similar age range.<sup>2</sup> We chose to use a convenience sample of elderly women with DM2 to conduct the present study, in accordance with the recent phenomenon of feminization of population aging in Brazil and other countries.<sup>37</sup> The objective of this study was to verify the impact of time of DM2 diagnosis (less than or equal to or more than 10 years) on

spatiotemporal gait parameters and functional status of community-dwelling elderly female patients.

Both groups of elderly women with DM2 in this study were similar in age, frailty level, fasting glucose levels, height, BMI, number of comorbidities and medications in use. In addition, elderly individuals with DM2 with signs of DN<sup>29</sup> and cognitive impairment detected by the MMSE<sup>28</sup> were excluded. Thus, we were able to exclude the influence of these variables on the differences in gait pattern and functional status between the assessed groups.

Both groups did not show alterations in functional status and were statistically similar. The functional status tests used in this study are internationally known and considered classic measures of muscle strength and functional mobility.<sup>37</sup> One possible explanation for the lack of impact of the time since diagnosis was the exclusion of elderly adults with clinical signs of DN. There is a prevalence of sensory previous to motor commitment on DN.<sup>38</sup> The similarity in functional status between the groups can also be explained by the similarity in frailty levels and glucose control. Sarcopenia and deficiency in executive function are the main factors leading to frailty in elderly women with diabetes.<sup>12</sup> According to the Fried et al. criteria<sup>14</sup> used to classify the current participants, sarcopenia was determined on the basis of the item reduction in grip strength standardized by BMI. However, pre-frail or frail older adults may not always score positively on this item, and this item cannot capture strength changes. In relation to the time of disease development and presence of frailty, only 10 (12.2%) out of the 82 elderly women with DM2 were classified as frail; this small number could be insufficient to demonstrate the effect of time on the development of the disease. The assessed elderly participants were community dwelling, active, and independent, and they had chronic comorbidities and more controlled glucose levels. This differentiated



profile can also be considered as an explanation of why elderly patients with DM2 and the same course of disease but different time since diagnosis do not exhibit changes in functional status.

The most important finding of this study was the significant difference between the groups of elderly participants assessed by *GAITRite*® system. The group with 10 or more years of diagnosis showed lower gait speed and smaller step length. This finding indicates that gait is the most sensitive parameter for detecting functional alterations in groups of diabetic individuals with longer time of disease development.

Diabetes can affect gait before the onset of neuropathies and other functional commitments associated with mobility.<sup>27</sup> When analyzing gait in a cross-sectional study with 186 participants divided into three groups (diabetic with DN, diabetic without DN, and a healthy control group), Ko et al.<sup>9</sup> showed that diabetic individuals without neuropathy signs exhibited less-efficient gait patterns than the control group. Similarly, Yavuzer et al.<sup>27</sup> conducted a cross-sectional study with 46 diabetic individuals (men and women) between 44 and 80 years old with average time since diagnosis of 16.4 years (20 with DN and 26 without). They showed that gait speed and step length significantly differed only between diabetic and non-diabetic individuals regardless of the presence of DN. This finding suggests that gait alterations emerge before the signs of peripheral neuropathy, and a longer time since diagnosis can be a good indicator of these alterations.

Reductions in gait speed and stride length and increases in base of support, and double support time are common alterations during physiological aging and are used as strategies to increase stability.<sup>39,40,41</sup> The present groups were similar in age and clinical and anthropometric conditions; thus time since diagnosis appeared to have an impact on the gait alterations observed.

Although time since diagnosis was not associated with functional status, the literature is already consistent on the silent role of chronic hyperglycemia maintenance in diabetic patients.<sup>42</sup> Older adults with diabetes tend to experience a faster aging process,<sup>10</sup> exhibit a decline in motor function, and perform more poorly on physical capacity<sup>1,10</sup> and mobility tests<sup>11</sup> than their non-diabetic counterparts.

Given the present findings, alterations in gait speed and step length, easily measured variables, can be considered the first functional alterations to manifest themselves in diabetic patients with a long time since diagnosis.

The literature shows that a reduction in step length leads to head and pelvis instability in the vertical and anteroposterior direction, affecting the stability of gait cycle.<sup>43</sup> Difference in gait speed between G1 and G2 can be considered clinically significant, as suggested by Perera et al.<sup>44</sup> in a study of significant changes in physical performance tests.<sup>44</sup> Alterations in gait speed can predict health status,<sup>45,46</sup> risk of falling, and fear of falling.<sup>47</sup>

Specific gait training can improve gait speed, balance, muscle strength, and joint mobility of lower limbs elderly adults with diabetes.<sup>48</sup> It can also reduce risk of falling and fear of falling and thereby prevent functional disability.<sup>48</sup> Thus, gait speed can be improved through intervention in elderly adults with DM2.<sup>48</sup>

One of the strengths of this study was the measurement of spatiotemporal gait parameters in diabetic elderly women by using a valid and reliable instrument such as the *GAITRite*® system<sup>30</sup>, which can document changes with higher precision than other existing measures can.

Spatiotemporal gait parameters are generally measured by trained rehabilitation professionals in order to identify gait disturbances, make diagnoses, monitor patient progress, and determine the effectiveness of therapeutic interventions such as

exercises.<sup>31</sup> Acquiring knowledge about gait pattern changes that occur in diabetic elderly women prior to other functional alterations is critical for the development of strategies to effectively prevent mobility and function decline as well as risk of falls. Thus, we see that health professionals, especially those specializing in rehabilitation, should include in their routine assessment of diabetic elderly women spatiotemporal gait parameters such as gait speed and step length, mainly because of the increase in the time of disease evolution.

This study has some limitations. The use of convenience sampling can limit the generalizability of the findings. The cross-section design does not allow determination of causality. Additional research is needed to understand the factors causing gait alterations in diabetic elderly individuals.

We conclude that in this sample, time of DM2 diagnosis had a negative impact on gait speed and step length for elderly participants without signs of neuropathy assessed by *GAITRite*® system. On the other hand, it did not influence functional mobility (TUG) and lower-limb strength (STS).

## References

1. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2011. *Diabetes care*. 2011; 34:S11-S61.
2. Barros MBA, Cesar CLG, Carandina L, Torre GD. Desigualdades sociais na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD-2003. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2006; 11:911-926.

3. Miller DK, Lui LY, Perry HM, Kaiser FE, Morley JE. Reported and measured physical functioning in older inner-city diabetic African Americans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1999;54: M230–M236.
4. Corsinovi L, Bo M, Aimonino NR, et al. Predictors of falls and hospitalization outcomes in elderly patients admitted to an acute geriatric unit. *Arch Gerontol Geriatr.* 2009;49: 142–145.
5. Shaw JE, Zimmet PZ. The epidemiology of diabetic neuropathy. *Diabet Rev.* 1999; 7:245-252.
6. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. Intensive blood-glucose control with sulphonylureias or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes. *Lancet.* 1998; 352:837-852.
7. Sands ML, Shetterly SM, Franklin GM, Hamman RF. Incidence of distal symmetric (sensory) neuropathy in NIDDM: The San Luis Valley diabetes study. *Diabetes Care.* 1997; 20:322-329.
8. Gabir MM, Hanson RL, Dabelea D, et al. Plasma glucose and prediction of microvascular disease and mortality: evaluation of 1997 American Diabetes Association and 1999 World Health Organization criteria for diagnosis of diabetes. *Diabetes Care.* 2000; 23:1113-1118.
9. Ko SU, Stenholm S, Chia CW, Simonsick EM, Ferrucci L. Gait pattern alterations in older adults associated with type 2 diabetes in the absence of peripheral neuropathy--results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Gait Posture.* 2011; 34: 548-552.

10. Abellan van Kan G, Rolland Y, Bergman H, Morley JE, Kristchevsky SB, Vellas B. The I.A.N.A Task Force on frailty assessment of older people in clinical practice. *J Nutr Health Aging*. 2008; 12:29–37.
11. Alvarenga PP, Pereira DS, Anjos DM. Functional mobility and executive function in elderly diabetics and non-diabetics. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14:491-496.
12. Morley JE. Diabetes, Sarcopenia, and Frailty. *Clin Geriatr Med*. 2008; 24: 455-469.
13. Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59:255-263.
14. Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001; 56:146 –156.
15. Gobbens RJ, Luijkx KG, Wijnen-Sponselee MT, Schols JM. Towards an integral conceptual model of frailty. *J Nutr Health Aging*. 2010; 14:175-181.
16. Maty SC, Fried LP, Volpato S, Williamson J, Brancati FL, Blaum CS. Patterns of disability related to diabetes mellitus in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59: 148-153.
17. Allet L, Armand S, Golay A, Monnin D, de Bie RA, de Bruin ED. Gait Characteristics of diabetes patients: systematic review. *Diabetes Metab Res Rev* 2008; 24: 173-191.
18. Kwon OY, Minor SD, Maluf KS, Mueller MJ. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. *Gait Posture* .2003; 18:105–113.

19. Mueller MJ, Minor SD, Sahrman SA, Schaaf JA, Strube MJ. Differences in the gait characteristics of patients with diabetes and peripheral neuropathy Compared with age-matched controls. *Phys Ther* .1994; 74: 299–308.
20. Petrofsky JS, Lee S, Bweir S. Gait characteristics in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Appl Physiol*. 2005; 93: 640–647.
21. Dingwell JB, Cusumano JP, Sternad D, Cavanagh PR. Slower speeds in patients with diabetic neuropathy lead to improved local dynamic stability of continuous overground walking. *J Biomech* .2000; 33: 1269–1277.
22. Brach JS, Talkowski JB, Strotmeyer ES, Newman AB. Diabetes mellitus and gait dysfunction: possible explanatory factors. *Phys Ther*. 2008; 88:1365-1374.
23. Menz HB, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*.2004; 85:245–252.
24. Dingwell JB, Cavanagh PR. Increased variability of continuous overground walking in neuropathic patients is only indirectly related to sensory loss. *Gait Posture*. 2001; 14: 1–10
25. Hiltunen LA. Does glucose tolerance affect elderly persons' balance, gait or muscle strength? *Cent Eur J Public Health*. 2001; 9: 22–25.
26. Courtemanche R, Teasdale N, Boucher P, Fleury M, Lajoie Y, Bard C. Gait problems in diabetic neuropathic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996; 77: 849–855.
27. Yavuzer G, Yetkin I, Toruner FB, Koca N, Bolukbasi N. Gait deviations of patients with diabetes mellitus: Looking beyond peripheral neuropathy. *Eura Medicophys* 2006; 42: 127-33.

28. Bertolucci PH, Brucki SM, Campacci SR, Juliano Y. The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status. *Arq Neuropsiquiatr.* 1994;52:1-7.
29. Moreira RO, Castro AP, Papelbaum M, et al. Translation into Portuguese and assessment of the reliability of a scale for the diagnosis of diabetic distal polyneuropathy. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2005; 49: 944-50.
30. Webster KE, Wittwer JE, Feller JA. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait Posture.* 2005;22:317-321.
31. Menz HB, Latt MD, Tiedemann A, Mun San Kwan M, Lord SR. Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait Posture.* 2004; 20: 20-25.
32. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 39:142-148.
33. Bohannon R. Reference values for the Timed Up and Go Test: a descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther.* 2006;29:64-68.
34. Bohannon RW. Measurement of Sit-to-Stand among older adults. *Topics in Geriatric Rehabilitation.* 2012; 28: 11-16.
35. Figueirido IM, Sampaio RF, Mancini MC, Silva FC, Souza MA. Test of grip strength using the Jamar dynamometer. *Acta Fisiatr.* 2007; 14: 104-110.
36. Lustosa LP, Pereira DS, Dias RC, Britto RR, Parentoni AN, Pereira LM. Translation and Cultural adaptation of the Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire in community-dwelling older people. *Geriatrics & Gerontologia* 2011;5: 57-67.

37. World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health (Short Version). Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2001.
38. Meijer JW, Smit AJ, Sonderent EV, Groothofft JW, Eisma WH, Links TP. Symptom scoring systems to diagnose distal polyneuropathy in diabetes: the Diabetic Neuropathy Symptom score. *Diabetic Med* 2002;19:962-965.
39. Kovacs CR. Age-Related Changes in Gait and Obstacle Avoidance Capabilities in Older Adults: A Review. *J Appl Gerontol*. 2005;24: 21-34.
40. McGibbon CA. Toward a better understanding of gait changes with age and disablement: neuromuscular adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* .2003;31:102-108.
41. Menz HB, Latt MD, Tiedemann A, Mun San KM, Lord SR. Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait Posture*. 2004;20:20-25.
42. Pirart J. Diabetes Mellitus and its degenerative complications: a prospective study of 4,400 patients observed between 1947–1973. *Diabetes Care*. 1978;1:168-188.
43. Latt MD, Menz HB, Fung VS, Lord SR. Walking speed, cadence and step length are selected to optimize the stability of head and pelvis accelerations. *Exp Brain Res*. 2008;184:201-209.
44. Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2006; 54:743-749.
45. Fritz S, Lusardi M. White paper: “Walking Speed: the sixth vital sign”. *J Geriatr Phys Ther*. 2009;32:46-49.



46. Purser JL, Weinberger M, Cohen HJ, et al. Walking speed predicts health status and hospital costs for frail elderly male veterans. *J Rehabil Res Dev.* 2005;42:535-46.
47. Guimaraes RM, Isaacs B. Characteristics of the gait in old people who fall. *Int Rehabil Med.* 1980;2:177-180.
48. Allet L, Armand S, de Bie RA, et al. The gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomised controlled trial. *Diabetologia.* 2010; 53:458–466.

Table 1. Descriptive data of elderly women with type 2 diabetes (DM2), with less than 10 years and more than 10 years of disease diagnosis

Variables	G1	G2	<i>p</i>
	<10 years of DM2 (n = 49)	≥10 years of DM2 (n = 33)	
<b>Age (years)</b> , mean (SD)	71.4 (4.8)	70.0 (4.5)	0.169 <sup>§</sup>
Min - Max	65 - 83	65 - 82	
<b>Fasting glucose (mg/dl)</b> , mean (SD)*	120.8 (28.2)	136.8 (46.7)	0.120 <sup>§</sup>
Min - Max	88 - 209	76 - 285	
<b>Frailty level</b>			0.111 <sup>‡</sup>
<b>Non-Frail</b> , number (%)	11 (22.4)	5 (15.2)	
<b>Pre-Frail</b> , number (%)	35 (71.4)	21 (63.6)	
<b>Frail</b> , number (%)	3 (6.1)	7 (21.2)	
<b>Mass (Kg)</b> , mean (SD)	7.3 (12.2)	68.7 (12.1)	0.335 <sup>†</sup>
Min - Max	49 - 99	47 - 99	
<b>Height (cm)</b> , mean (SD)	154.9 (6.2)	152.8 (7.2)	0.156 <sup>†</sup>
Min - Max	141 - 167	140 - 167	
<b>BMI (Kg/m<sup>2</sup>)</b> , mean (SD)	29.7 (4.8)	29.3 (4.2)	0.694 <sup>†</sup>
Min - Max	20.4 - 39.1	22.5 - 41.2	
<b>Number of comorbidities</b> , mean (SD)	3.6 (1.5)	3.7 (1.7)	0.776 <sup>§</sup>
Min - Max	1 - 7	0 - 7	
<b>Number of medications</b> , mean (SD)	4.2 (2.0)	4.8 (1.9)	0.097 <sup>§</sup>
Min - Max	1 - 10	2 - 10	

DM2: type 2 diabetes mellitus; SD: standard deviation; BMI: body mass index

\*Data of one participant with ≥10 years of DM2 missing for this variable.

†Independent *t* test significant for  $p < 0.017$

‡ Chi-square test significant for  $p < 0.05$

§ Mann-Whitney test significant for  $p < 0.0125$

Table 2. Differences in spatiotemporal gait parameters and performance on TUG and STS between groups.

Variables	G1	G2	<i>p</i>
	<10 years of DM2 ( <b>n = 49</b> )	≥10 years of DM2 ( <b>n = 33</b> )	
<b>Speed</b> ( <i>cm/s</i> ), mean (SD)	122.9 (12.3)	112.3 (15.1)	<b>0.001</b> *
Min - Max	93.4 - 159.0	76.2 - 146.3	
<b>Cadency</b> ( <i>steps/minute</i> ), mean (SD)	118.1 (6.5)	113.7 (8.8)	0.010*
Min - Max	106.9 - 132.8	95.1 - 132.6	
<b>Step length</b> ( <i>cm</i> ), mean (SD)	62.4 (5.0)	59.2 (5.3)	<b>0.006</b> *
Min - Max	52.1 - 78.3	46.3 - 68.2	
<b>Base of support</b> ( <i>cm</i> ), mean (SD)	8.4 (2.5)	7.4 (2.5)	0.076*
Min - Max	3.6 - 14.1	1.9 - 12.2	
<b>Oscillation time</b> ( <i>s</i> ), mean (SD)	0.40 (0.02)	0.42 (0.04)	0.015*
Min - Max	0.35 - 0.45	0.34 - 0.50	
<b>Time of support</b> ( <i>s</i> ), mean (SD)	0.62 (0.04)	0.64 (0.05)	0.011*
Min - Max	0.53 - 0.70	0.56 - 0.77	
<b>Time of double support</b> ( <i>s</i> ), mean (SD)	0.22 (0.03)	0.23 (0.04)	0.232*
Min - Max	0.16 - 0.30	0.14 - 0.33	
<b>TUG</b> ( <i>s</i> ), mean (SD)	10.0 (1.2)	10.7 (2.0)	0.042 <sup>†</sup>
Min - Max	8.2 - 13.6	6.6 - 16.5	
<b>STS</b> ( <i>s</i> ), mean (SD)	13.9 (2.4)	14.7 (3.9)	0.279 <sup>†</sup>
Min - Max	8.1 - 21.2	3.6 - 24.6	

DM2: type 2 diabetes mellitus; SD: standard deviation; STS: sit-to-stand test; TUG: Timed Up and Go test.

\* MANOVA significant for  $p < 0.007$

<sup>†</sup> Mann-Whitney test significant for  $p < 0.025$

## 5 ARTIGO 3

**Título:** Efeito do exercício aeróbico na capacidade funcional e nos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios em idosas diabéticas

**Resumo:**

**Objetivo:** Verificar o efeito de um programa de exercício aeróbico na capacidade funcional e nas concentrações plasmáticas de marcadores inflamatórios em idosas diabéticas tipo 2.

**Desenho do Estudo:** Estudo quasi-experimental (pré e pós-teste).

**Setting:** idosas da comunidade de Belo Horizonte, MG, Brasil.

**Participantes:** 29 idosas diabéticas tipo 2 com média de idade de 70,5 ( $\pm$  3,9) anos.

**Intervenção:** O programa de treinamento aeróbico foi realizado três vezes por semana durante 10 semanas, consistiu de cinco minutos de aquecimento (*warm up*), 40 minutos de atividade aeróbica, que incluiu caminhada e exercícios livres de membros superiores e inferiores e cinco minutos de recuperação (*cool down*) como preconizado pelo *American College of Sports Medicine*.

**Principais medidas de desfecho:** A capacidade funcional foi avaliada por meio do *Timed Up and Go* (TUG), velocidade usual da marcha em 10 metros (VM10M), teste de sentar e levantar por cinco vezes (TSL-5x), força de preensão palmar (FP) e teste de apoio unipodal (AU). A análise das concentrações plasmáticas dos receptores solúveis do fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) (sTNFR1 e sTNFR2), interleucina-6 (IL-6) e interleucina-10 (IL-10).

**Resultados:** Houve melhora estatisticamente significativa no desempenho das idosas no TUG, VM10M, TSL-5x e FP. Nenhum dos marcadores inflamatórios avaliados apresentou diferença estatisticamente significativa entre a linha de base e após a intervenção.

**Conclusão:** Exercícios aeróbicos foram capazes de melhorar a capacidade funcional de idosas diabéticas tipo 2, mas não foram suficientes para alterar os níveis dos marcadores inflamatórios avaliados. Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) <http://www.ensaiosclinicos.gov.br/> (identificador RBR9v9cwf).

**Palavras chaves:** Exercícios aeróbicos, diabetes tipo 2, idosos, citocinas, capacidade funcional.

Autores: Daniela Maria da Cruz dos Anjos, Daniele Sirineu Pereira, Bruno de Souza Moreira, Renata Noce Kirkwood, Rosângela Corrêa dias, Leani Souza Máximo Pereira.

Revista **Physiotherapy** (<http://www.physiotherapyjournal.com/>).

## Introdução

O diabetes mellitus tipo 2 é uma importante condição de saúde na população idosa. Aproximadamente 20% das pessoas com 65 anos ou mais são diabéticas e este número pode crescer com o passar das décadas [1]. A hiperglicemia crônica pode levar o idoso diabético a desenvolver inúmeras complicações em órgãos e sistemas, que podem resultar em incapacidade funcional. Além disso, idosos com diabetes apresentam maior risco de mortalidade prematura e de desenvolver síndromes geriátricas quando comparados com idosos sem diabetes [1,2].

Por outro lado, a inflamação subclínica crônica que acompanha o processo de envelhecimento é um preditor independente de incapacidade e mortalidade e está associada à obesidade e ao diabetes tipo 2 [3,4]. Estudos prévios já demonstraram que as citocinas pró-inflamatórias tais como a interleucina-6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), estão aumentadas em diabéticos tipo 2 (DM2) [5,6], o que contribui para a aceleração e progressão da doença e, conseqüentemente, para o declínio da capacidade funcional [7].

A *American Diabetes Association* recomenda que indivíduos com diabetes façam exercícios físicos regulares três vezes por semana priorizando grandes grupos musculares [1]. Dentre os benefícios do exercício físico para os DM2 estão a melhora do controle glicêmico, a redução do risco de eventos cardiovasculares, a perda de peso e a promoção de bem estar [1]. Em idosos com DM2 a importância do exercício físico regular é ainda maior [2].

A literatura descreve uma associação inversa entre marcadores inflamatórios e atividade física [8]. O músculo esquelético pode ser considerado como um órgão endócrino sua contração estimula a liberação de citocinas em outros órgãos e tecidos [8]. A IL-6 produzida pelo músculo (miocina) tem efeito antiinflamatório em oposição

à IL-6 produzida pelo tecido adiposo [9]. Além disso, a IL-6 derivada do músculo promove a liberação de outras citocinas como a IL-10 (anti-inflamatória) e inibe a produção do TNF- $\alpha$  (pró-inflamatório) [10,11].

Programas de exercícios físicos regulares em DM2 podem reduzir os níveis dos marcadores inflamatórios [12], prevenir a incapacidade funcional [2] e melhorar a velocidade da marcha [13] de DM2. Entretanto, as evidências científicas desses benefícios para a população idosa diabética ainda são escassas.

O treinamento aeróbico de intensidade moderada pode induzir a IL-6 muscular com propriedades anti-inflamatórias [12] melhorando a capacidade funcional e reduzindo a gordura corporal em idosas diabéticas [2]. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de um programa de treinamento aeróbico na capacidade funcional e nas concentrações plasmáticas dos receptores solúveis do TNF- $\alpha$  (sTNFR1 e sTNFR2), IL-6 e IL-10 em uma amostra de idosas com diabetes mellitus 2 residentes na comunidade.

## **Métodos**

### **Desenho do Estudo**

Foi conduzido um estudo quasi-experimental (pré e pós-teste) com idosas DM2. O presente estudo é parte de um ensaio clínico, o qual foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) sob o identificador RBR9v9cwf. O protocolo da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (n° ETIC 038/2010). Todas as voluntárias assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

## **Amostra**

Participaram do estudo 29 idosas DM2 ( $70,5 \pm 3,9$  anos), selecionadas por conveniência e recrutadas em centros de saúde, grupos de idosos e através de publicidade em jornais locais e ônibus. Os critérios de inclusão foram: mulheres DM2, em uso de hipoglicemiantes, com idade  $\geq 65$  anos, residentes na comunidade e sedentárias. Foram consideradas sedentárias aquelas que não realizaram atividade física regular, três vezes por semana, por no mínimo 40 minutos, nos três meses anteriores ao início da pesquisa [14]. Os critérios de exclusão foram: alterações cognitivas detectáveis pelo Miniexame do Estado Mental, presença de doenças inflamatórias ou infecciosas em fase aguda, uso de drogas imunossupressoras, amputações de membros inferiores, cirurgias ou fraturas nos membros inferiores nos últimos seis meses, presença de doenças ou sequelas neurológicas, presença de arritmia não controlada e fibrilação atrial crônica, participação em outros programas de atividade física e frequência inferior a 85% nas sessões de treinamento.

## **Instrumentos de Medidas**

Para a caracterização da amostra, foi aplicado um questionário para a obtenção dos dados sociodemográficos, clínicos e foi realizada as seguintes medidas antropométricas: índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC), circunferência do quadril (CQ) e o índice cintura-quadril (ICQ). Os valores da glicemia em jejum (mg/dL) foram obtidos por resultados de exames laboratoriais realizados em até três meses antes do início do treinamento e usados somente para caracterizar a amostra.



## Capacidade Funcional

A capacidade funcional foi avaliada por meio dos testes *Timed Up and Go* (TUG) [15], velocidade usual da marcha em 10 metros (VM10M) [16], teste de sentar e levantar por cinco vezes (TSL-5x) [17], força de preensão palmar (FP) [18] e o teste de apoio unipodal (AU) [19].

O TUG consiste em cronometrar o tempo para realizar a tarefa de levantar (sem apoio) de uma cadeira padrão de 46 cm de altura (tendo como referência a altura do chão), caminhar por três metros, girar, voltar e sentar na mesma cadeira. Este teste possui alta confiabilidade intra e interexaminadores (CCI = 0,99; CCI = 0,99) [15].

Para a avaliação da VM10M, a idosa foi instruída a caminhar por um percurso de 10 metros em velocidade auto selecionada [16]. O teste de VM10M tem demonstrado boa confiabilidade intra e interexaminadores (CCI = 0,93 e 0,78, respectivamente) [16].

Para a realização do TSL-5x também foi utilizada uma cadeira com altura de 46 cm. As idosas foram orientadas a levantar e sentar de uma cadeira por cinco vezes, o mais rápido possível, com os braços cruzados na região torácica e o teste foi cronometrado. O TSL-5x apresenta alta confiabilidade teste-reteste (CCI = 0,81) [17].

A FP foi medida de forma isométrica (esforço máximo mantido durante seis segundos), no membro superior dominante, por meio do dinamômetro JAMAR<sup>®</sup> (*SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer*, modelo SH5001 – KOREA), seguindo as diretrizes da *American Society of Hand Therapists* [18].

O teste de AU foi aplicado no membro inferior dominante das idosas com os olhos abertos. Foi mensurado o tempo, em segundos, que a idosa conseguia ficar sobre apoio unipodal até completar o máximo de 30 segundos. A cronometragem foi interrompida, caso a idosa deslocasse o pé de apoio, tocasse a outra perna ou encostasse o pé no chão [19].

### **Dosagens dos Níveis Plasmáticos de sTNFR1, sTNFR2, IL-6 e IL-10**

A análise das concentrações plasmáticas foi realizada pelo método de ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*), por meio do kit DuoSet ELISA (R&D Systems, Minnesota, MN) para o sTNFR1 e sTNFR2 e kits de alta sensibilidade (Quantikine<sup>®</sup>HS, R&D Systems Minneapolis) para a IL-6 e IL-10, segundo as instruções do fabricante. Os limites inferiores de detecção dos ensaios para sTNFRs, IL-6 e IL-10 foram, respectivamente, 5 pg/mL, 0,15 pg/mL e 0,75 pg/mL. As leituras das amostras foram feitas por um leitor de microplacas ajustados para 490 nm e correção de comprimento de onda a 650 nm.

### **Treinamento Aeróbico**

O programa de treinamento aeróbico teve duração de dez semanas, totalizando trinta sessões realizadas três vezes por semana, sob supervisão direta de fisioterapeutas treinados. O protocolo do treinamento aeróbico consistiu de cinco minutos de aquecimento (*warm up*), 40 minutos de atividade aeróbica, que incluiu caminhada e exercícios livres de membros superiores e inferiores e cinco minutos de recuperação (*cool down*) como preconizado pelo *American College of Sports Medicine* (2009) [14]. No período de aquecimento e recuperação, a frequência cardíaca foi mantida em até 60% da frequência cardíaca máxima prevista para a idade (FC<sub>máx</sub>) e durante a atividade aeróbica foi mantida entre 65% e 80% da FC<sub>máx</sub>. Para garantir que a frequência cardíaca estivesse dentro dos limites de treinamento adequados, as participantes foram monitorizadas com cardiofrequencímetro. Medidas de pressão arterial e frequência cardíaca foram realizadas no início e ao final de cada sessão de exercícios. Para as participantes em uso de beta-bloqueadores, a FC<sub>máx</sub> foi ajustada pela porcentagem que atenua a FC<sub>máx</sub> prevista pela idade, por meio da fórmula:  $(\text{dosagem diária} + 95,8) / 9,74$ . Durante o período de treinamento, as voluntárias foram

orientadas a manter suas atividades habituais e não iniciar outros programas de atividade física.

### **Análise Estatística**

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados. Para comparar os desfechos pré e pós-intervenção, foi utilizado o teste *t* pareado para as variáveis com distribuição normal (variáveis antropométricas, TUG, VM10M e AU), e nos casos em que a hipótese nula de normalidade foi rejeitada, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon (TSL-5x, FP, sTNFR1, sTNFR2, IL-6e IL-10). Os dados foram analisados com nível de significância de 0,05.

### **Resultados**

As características descritivas da amostra no início do estudo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características descritivas das idosas com diabetes mellitus tipo 2 no início do estudo (n = 29).

<b>Variáveis</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Mínimo – Máximo</b>
<b>Idade</b> (anos)	70,5 (3,9)	65 – 83
<b>Altura</b> (cm)	154,7 (6,6)	141 – 166
<b>Massa</b> (kg)	68,9 (11,9)	49 – 99
<b>Índice de massa corporal</b> (kg/m <sup>2</sup> )	28,7 (4,1)	22,3 – 37,3
<b>Circunferência da cintura</b> (cm)	98,6 (10,8)	80 – 127,5
<b>Circunferência do quadril</b> (cm)	103,6 (8,4)	87 – 116
<b>Índice cintura-quadril</b>	0,95 (0,07)	0,77 – 1,10
<b>Tempo de diagnóstico</b> (anos)	7,7 (9,1)	0,08 – 34
<b>Glicemia em jejum</b> (mg/dL)	121,7 (28,9)	88 – 188
<b>Escolaridade</b> (anos)	6,8 (4,5)	3 – 17
<b>Miniexame do Estado Mental</b> (escore)	26,3 (2,3)	21 – 30
<b>Doenças crônicas</b> (número)	3,9 (1,7)	1 – 7
<b>Medicamentos</b> (número)	4,3 (2,0)	1 – 9

DP: desvio-padrão.

A Tabela 2 mostra as médias e desvios-padrão dos testes funcionais antes e depois do treinamento aeróbico. Houve melhora estatisticamente significativa no desempenho dos testes TUG, VM10M, TSL-5x e FP. Após a intervenção, as idosas diabéticas reduziram o tempo de execução do TUG em 1,3 ( $\pm$  1,2) segundos e do TSL-5x em 1,8 ( $\pm$  2,6) segundos. Além disso, observou-se um aumento da VM10M em 0,14 ( $\pm$  0,2) m/s e da FP em 2,2 ( $\pm$  3,3) kgf. Não houve diferença significativa pré e pós-intervenção para o desempenho no teste de AU ( $p = 0,274$ ).

Tabela 2. Comparação dos testes de capacidade funcional pré e pós-intervenção (n = 29).

Testes funcionais	Pré-intervenção Média (DP)	Pós-intervenção Média (DP)	p-valor
<b>TUG</b> (s)	10,2 (1,5)	8,9 (1,4)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup></b>
<b>VM10M</b> (m/s)	1,19 (0,2)	1,33 (0,2)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup></b>
<b>TSL-5x</b> (s)	13,8 (2,5)	12,0 (1,3)	<b>0,001<sup>b</sup></b>
<b>FP</b> (kgf)	20,6 (5,0)	22,8 (6,1)	<b>0,001<sup>b</sup></b>
<b>AU</b> (s)	15,5 (9,4)	17,7 (9,6)	0,274 <sup>a</sup>

TUG: *Timed Up and Go*; VM10M: velocidade usual da marcha em 10 metros; TSL-5x: teste de sentar e levantar por cinco vezes; FP: força de preensão palmar; AU: apoio unipodal; s: segundos; m/s: metros por segundo; kgf: quilograma-força; DP: desvio-padrão.

<sup>a</sup>Teste *t* pareado; <sup>b</sup>Teste de Wilcoxon.

Na Tabela 3, apresentamos a comparação dos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios pré e pós-intervenção. Nenhum dos marcadores inflamatórios avaliados apresentou diferença estatisticamente significativa após o treinamento aeróbico proposto ( $p > 0,05$ ).

Tabela 3. Comparação dos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios pré e pós-intervenção (n = 29).

<b>Marcadores Inflamatórios</b>	<b>Pré-intervenção Média (DP)</b>	<b>Pós-intervenção Média (DP)</b>	<b>p-valor</b>
sTNFR1 (pg/mL)	1145,0 (540,7)	1114,3 (475,1)	0,991 <sup>a</sup>
sTNFR2 (pg/mL)	2965,0 (1205,1)	3254,0 (1533,3)	0,112 <sup>a</sup>
IL-6 (pg/mL)	2,1 (3,4)	1,9 (2,2)	0,299 <sup>a</sup>
IL-10 (pg/mL)	12,3 (19,9)	6,5 (11,6)	0,787 <sup>a</sup>

sTNFR1: receptor solúvel do tipo 1 do TNF $\alpha$ ; sTNFR2: receptor solúvel do tipo 2 do TNF $\alpha$ ; IL-6: interleucina-6; IL-10: interleucina-10; pg/mL: picogramas por mililitro.

<sup>a</sup>Teste de Wilcoxon.

Em relação às medidas antropométricas, observou-se melhora significativa após o programa de exercício aeróbico de 10 semanas no IMC [28,7 ( $\pm$  4,1) kg/m<sup>2</sup> pré-intervenção e 28,4 ( $\pm$  4,3) kg/m<sup>2</sup> pós-intervenção;  $t(28) = 4,009$ ,  $p < 0,001$ ] e na CQ [103,6 ( $\pm$  8,4) cm pré-intervenção e 100,2 ( $\pm$  8,4) cm pós-intervenção;  $t(28) = 4,058$ ,  $p < 0,001$ ], mas não na CC [98,6 ( $\pm$  10,8) cm pré-intervenção e 97,5 ( $\pm$  11,1) cm pós-intervenção;  $t(28) = 1,303$ ,  $p = 0,203$ ] e no ICQ [0,95 ( $\pm$  0,07) pré-intervenção e 0,97 ( $\pm$  0,09) pós-intervenção;  $t(28) = -1,872$ ,  $p = 0,072$ ].

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito treinamento aeróbico na capacidade funcional e nas concentrações plasmáticas dos receptores solúveis do TNF- $\alpha$  (sTNFR1 e sTNFR2), IL-6 e IL-10 em uma amostra de idosas DM2. A amostra foi constituída somente por mulheres idosas com média de idade de 70,5 anos, tendo em vista que prevalência do diabetes tipo 2 é significativamente maior em mulheres na faixa etária de 70 a 79 anos [20] e os efeitos do treinamento podem ser diferentes nos gêneros. Por outro lado, contempla também o fenomeno da feminização da velhice no qual a prevalência da diabetes é alta.

Uma das mais sérias afecções que podem acometer o idoso é a incapacidade funcional [2], especialmente idosas diabéticas [21,22]. As mulheres com diabetes têm 1,6 vezes mais risco de incapacidade nas atividades básicas de vida diária e 2,3 vezes mais risco de limitações na marcha. Em um estudo prospectivo realizado com mulheres diabéticas com 65 anos ou mais, Gregg *et al.* [22] demonstraram que o diabetes estava associado de 2 a 2,5 vezes com o aumento da incapacidade funcional para realizar atividades domésticas ou caminhar por dois a três quarteirões. No presente estudo, ao final de 10 semanas de treinamento aeróbico, as idosas DM2 apresentaram melhora na capacidade funcional traduzida pela melhora no desempenho dos testes funcionais TUG, VM10M, TSL-5x e FP, demonstrando o benefício do protocolo proposto. A melhora das idosas na capacidade funcional foi detectada por testes funcionais confiáveis e que expressam vários domínios envolvidos para o desempenho da funcionalidade. A literatura aponta que os testes usados são preditivos de incapacidade funcional, declínio cognitivo, quedas, institucionalização, hospitalização e morte [16,23]. Verificou-se no presente estudo um aumento médio de 0,14 m/s na velocidade da marcha após a intervenção. Tal mudança excede o limiar de 0,1 m/s considerado como clinicamente significativo [24] mostrando a efetividade do tratamento proposto.

Idosos diabéticos frequentemente apresentam alteração do equilíbrio, aumento do tempo de reação e, conseqüentemente, maior risco de quedas do que indivíduos controle da mesma faixa etária [25]. Não houve no presente estudo após a intervenção com os exercícios aeróbicos uma melhora significativa no teste de apoio unipodal, esse teste avalia somente o equilíbrio estático, o equilíbrio dinâmico não foi avaliado por meio de um teste específico. Entretanto, o TUG por ser um teste sensório motor, permite uma avaliação ampla da mobilidade e, alguns autores consideram esse teste

também para avaliar o equilíbrio dinâmico[16]. Dessa forma, se considerarmos a melhora funcional do desempenho das idosas no TUG podemos inferir que uma melhora no equilíbrio dinâmico também foi alcançada. Por outro lado o equilíbrio é uma tarefa do controle motor que envolve a detecção sensorial dos movimentos do corpo, a integração das respostas sensório-motoras e a execução das respostas músculo esqueléticas. Uma abordagem terapêutica adequada para as alterações de equilíbrio deveria ser com um programa de treinamento com exercícios direcionados para as alterações de equilíbrio dentro das especificidades de cada idosa e isso não foi realizado. [26,27].

Com relação aos mediadores inflamatórios os resultados dos estudos anteriores não apresentaram um consenso. Alguns estudos [28, 29] apontam que a atividade física não está associada com a redução dos mediadores inflamatórios. Entretanto, outras pesquisas apontam que o treinamento aeróbico diminui a indução dos biomarcadores da inflamação e podem reduzir o risco de doenças e mortes cardiovasculares em diabéticos [12,30,31].No presente estudo, não foi observado alterações significativas nas citocinas inflamatórias avaliadas após a intervenção aeróbica. Balducci *et al.* [30] investigaram o efeitos de 12 meses de treinamento físico de diferentes modalidades de exercícios nos marcadores inflamatórios de indivíduos DM2 ou com síndrome metabólica. Participaram do estudo 82 voluntários divididos em 4 grupos: (A) controle sedentário (61,1±7.1 anos); (B) receberam aconselhamento para atividade física de baixa intensidade (62.5±7,1 anos); (C) Treinamento aeróbico (64.3±8.1 anos) ; (D) treinamento aeróbico e de resistência (60.6±9.3 anos), todas as modalidades de intervenção visando o mesmo gasto calórico. Após os 12 meses de treinamento nos 3 grupos de exercícios os indivíduos apresentaram redução da IL-6 e do TNF- $\alpha$  e da proteína C-reativa. A redução foi significativa apenas nos grupos (C) e (D) e em especialmente no grupo (D) independente da perda de peso

corporal. Desse modo, um longo período de treinamento aeróbico somado a treinamento de resistência é mais eficaz na redução de biomarcadores inflamatórios do que apenas o treinamento aeróbico apesar de gastos calóricos comparáveis.

Sixt *et al.* [32] avaliaram os efeitos de uma intervenção multifatorial com foco no treinamento físico aeróbico na disfunção e estrutura endotelial, nos níveis plasmáticos da inflamação e biópsia musculoesqueléticas incluindo a expressão gênica de mRNA, em 4 semanas e após 6 meses de intervenção em DM2 com doença coronariana acelerada. Após 4 semanas, a função endotelial permaneceu inalterada, no entanto, valores mais baixos de glicemia de jejum, HbA1c, proteína C-reativa, colesterol total e LDL foram observadas. Seis meses de intervenção levaram a uma melhora significativa da função endotelial coronária e houve melhora dos marcadores da hiperglicemia, sensibilidade da insulina, dos marcadores inflamatórios e na biópsia do musculoesquelético [32].

Há uma diversidade de estudos de intervenção com diabéticos com vários fatores de confusão (idade, sexo, IMC, condição de saúde), as intervenções são diferentes entre os grupos, os treinamentos com exercícios apresentam diferenças no tipo, duração e intensidade de treinamento e as amostras são bem diversificadas por isso, os resultados são contrastantes. Hopps, Camini e Caimi [12] realizaram um estudo de revisão sobre os efeitos do exercício nos marcadores inflamatórios em DM2 e concluíram que o treinamento aeróbico e o de resistência e, sobretudo, os dois exercícios combinados, diminuem os marcadores inflamatórios. Sendo assim, parece ser necessário um treinamento contínuo de moderada a elevada intensidade e a longo prazo para melhorar nos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios em adultos diabéticos [12], e talvez seja necessário também em idosos diabéticos.



. O exercício físico traz benefícios claros para os diabéticos, embora este grupo frequentemente demonstre baixa tolerância ao exercício devido a sua reduzida capacidade aeróbica [33], são 13 a 19% menos ativos que idosos não diabéticos e apresentam baixa adesão a programas de exercícios físicos [34]. Sendo assim, os idosos diabéticos muitas vezes apresentam o IMC aumentado com diminuição da massa magra[33]. Com o intuito de reverter esse quadro o exercício aeróbico regular é recomendado para os diabéticos tipo 2 [1]. Sendo assim, o treinamento aeróbico foi a modalidade de exercício escolhida nesse estudo. Além do mais, de acordo com estudos prévios o treinamento aeróbico de moderada intensidade pode induzir a liberação da IL-6 muscular (miocina) com propriedades anti-inflamatórias [12] e ter efeito na sarcopenia, capacidade funcional e na redução da gordura corporal.

Há na literatura ausência de consenso sobre os parâmetros (intensidade, duração, frequência) dos programas de treinamento aeróbico propostos para idosos diabéticos tipo 2 com o intuito de melhorar a capacidade funcional e reduzir os níveis plasmáticos de marcadores pró inflamatórios. No presente estudo optou-se por um programa de treinamento curto (10 semanas) passíveis de serem aplicados na prática clínica. Essa justificativa está pautada nos argumentos de que os idosos diabéticos independentemente da sua capacidade funcional, tem um baixo nível de participação em programas de atividade física [34], e aqueles com sobrepeso ou obesos apresentam reduzida capacidade aeróbica principalmente relacionada com a idade avançada e o sexo feminino [35].

Nesse estudo após o programa de exercício aeróbico as idosas apresentaram uma diminuição significativa no IMC e na circunferência do quadril, porém não ocorreu mudança na circunferência da cintura e nos níveis plasmáticos dos marcadores

inflamatórios avaliados. Outros estudos também evidenciaram que o treinamento aeróbico diminuiu a massa corporal em diabéticos [33, 36].

O tecido adiposo é uma importante fonte de citocinas pró-inflamatórias, evidências atuais apontam fortemente que a inflamação crônica é compatível com o processo do envelhecimento está associada a massa de gordura corporal aumentada [31]. As citocinas pró-inflamatórias circulantes não são apenas ligadas com obesidade total, mas especialmente a obesidade abdominal [31,37].

As idosas diabéticas do presente estudo não reduziram a circunferência da cintura de forma significativa, persistindo a obesidade abdominal, não foram orientadas com relação a diminuição da alimentação e não receberam nenhum aconselhamento sobre a doença. Possivelmente 10 semanas de exercícios aeróbicos não foram suficientes para reduzir a gordura abdominal e desse modo também não alteraram os marcadores inflamatórios.

Pesquisas futuras devem ser realizadas com o objetivo de estabelecer parâmetros adequados de treinamento aeróbico necessários para melhorar os níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios em idosas diabéticas assim como o tempo mínimo de duração do treinamento para que esses efeitos aconteçam.

Algumas limitações devem ser consideradas. A amostra foi constituída por idosas fisicamente independentes e isso limita a generalização dos resultados para a população idosa em geral. Idosas fisicamente dependentes exibem um perfil inflamatório caracterizado por níveis de citocinas mais elevados e podem responder de forma diferenciada ao treinamento aeróbico. Além disso, a amostra foi de conveniência e composta apenas por mulheres, o que limita a validade externa do estudo. As doenças subclínicas não foram controladas e esses fatores poderiam afetar a produção de mediadores inflamatórios. As concentrações das citocinas em resposta aguda ao

exercício não foi avaliada, limitando também a interpretação sobre o comportamento na liberação de citocinas em idosas DM2.

O ponto forte desse estudo foi pesquisar o efeito do treinamento aeróbico na capacidade funcional e nos níveis plasmáticos de marcadores inflamatórios em uma amostra de idosas que frequentemente é excluída dos estudos. Com o envelhecimento populacional cresce o número de indivíduos com diabetes e diante desse contexto, uma atenção maior deve ser dada pelos pesquisadores para verificar o efeito das intervenções a curto prazo, não invasivas, que possibilitem a melhora funcional e inflamatória das idosas com DM2.

Concluindo os resultados demonstraram que 10 semanas de treinamento com exercícios aeróbicos foi capaz de melhorar o desempenho funcional de idosas diabéticas tipo 2 e o IMC, mas não foram suficientes para alterar a circunferência de cintura e os níveis dos marcadores inflamatórios avaliados. Estudos futuros devem ser incentivados devido a relevância que o tema ocupa no envelhecimento populacional.

### **Referências Bibliográficas**

1. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2014. *Diabetes Care* 2014; 37: 14-80.
2. Araki A, Ito H. Diabetes mellitus and Geriatric syndromes. *Geriatr Gerontol Int* 2009; 9: 105-14.
3. Wang Z, Nakayama T. Inflammation, a link between obesity and cardiovascular disease. *Mediators Inflamm* 2010;2010:1-17.
4. Lim S, Choi SH, Jeong IK, Kim JH, Moon MK, Park KS, Lee HK, Kim YB, Jang HK. Insulin-sensitizing effects of exercise on adiponectin and retinol-binding protein-4 concentrations in young and middle-aged women. *J Clin Endocrinol Metab* 2008; 93:2263–68

5. Muller S, Martin S, Koenig W, Hanifi-Moghaddam P, Rathmann W, Haastert B et al. Impaired glucose tolerance is associated with increased serum concentrations of interleukin 6 and co-regulated acute-phase proteins but not TNF- $\alpha$  or its receptors. *Diabetologia* 2002; 45: 805–12.
6. Fernandez-Real JM, Broch M, Ricart W, Casamitjana R, Gutierrez C, Vendrell J, Richart C. Plasma levels of the soluble fraction of tumor necrosis factor receptor 2 and insulin resistance. *Diabetes* 1998; 47:1757–1762.
7. Taaffe DR, Harris TB, Ferrucci L, Rowe JW, Seeman TE. Cross-sectional and prospective relationships of interleukin-6 and C-reactive protein with physical performance in elderly persons: MacArthur Studies of Successful Aging. *J Gerontol Med Sci* 2000;55A:M709–M715
8. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract* 2010; 4:259–269.
9. Petersen AM, Pedersen BK. The role of IL-6 in mediating the anti-inflammatory effects of exercise. *J Physiol Pharmacol* 2006; 57:43–51
10. Drenth JP, Van Uum SH, Van Deuren M, Pesman GJ, Van der Ven-Jongekrijg J, Van der Meer JW. Endurance run increases circulating IL-6 and IL-1ra but downregulates ex vivo TNF- $\alpha$  and IL-1 beta production. *J Appl Physiol* 2005 79:1497–503.
11. Stewart LK, Flynn MG, Campbell WW, Craig BA, Robinson JP, Timmermann KL, McFarlin BK, Coen PM, Talbert E. The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39:1714–1719.
12. Hopps E, Canino B, Caimi G. Effects of exercise on inflammation markers in type 2 diabetic subjects. *Acta Diabetol* 2011 48:183-89.

13. Allet L, Armand S, de Bie A, Golay A, Monnin D, Aminian K *et al.* The Gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomized controlled trial. *Diabetologia* 2010; 53:458-466.
14. Chodzko-Zajko WJ *et al.* American College of Sports medicine position stand exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and exercise* 2009; 41: 1510-530.
15. Herman, T., Giladi, N., & Hausdorff, J.M.. Properties of the 'timed up and go' test: more than meets the eye. *Gerontology* 2011; 57, 203-10.
16. Vanswearingen JM, Brach JS. Making geriatric assesment work: selecting useful measure. *Physical Therapy* 2001;81:1233-252.
17. Bohannon RW. Measurement of sit-to-stand among older adults. *Topics in Geriatric Rehabilitation* 2012 ;28:11-16.
18. Figueiredo MI, Sampaio RF, Mancini MC, Silva, FCM, Souza mapTeste de força de preensão utilizando o dinamômetro. *Acta Fisiatr* 2007; 14:. 104-110.
19. Richard W, Bohannon PT. Single Limb Stance Time. A descriptive Meta-analysis of data from individuals at least 60 years of age. 2006; 22(1):70-77.
20. Barros MBA, Cesar CLG, Carandina L, Torre GD. Desigualdades sociais na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD-2003. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2006; 11:911-26.
21. Volpato S, Blaum C, Resnick H *et al.* Comorbidities and impairments explaining the association between diabetes and lower extremities disabilities. *Diabetes Care* 2002; **25**: 678–83.
22. Gregg EW, Mangione CM, Cauley JA, Thompson TJ, Schwartz AV, Ensrud KE, Nevitt MC. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Diabetes*

- and incidence of functional disability in older women. *Diabetes Care* 2002; 25: 61–67.
23. De Buyser SL, Petrovic M, Taes YE, Toye KR, Kaufman JM, Goemaere S. Physical function measurements predict mortality in ambulatory older men. *Eur J Clin Invest* 2013; 43:379-86.
24. Chui K, Hood E, Klima D. Meaningful change in walking speed. *Topics in Geriatric Rehabilitation* 2012; 28: 97-103.
25. Vaz MM, Costa GC, Reis JG, Junior WM, Albuquerque de Paula FJ. Postural control and functional strength in patients with type 2 diabetes mellitus and without peripheral neuropathy. *Arch Med Rehabil* 2013; 94: 2465-70.
26. Allet L, Armand S, de Bie RA, Golay A, Monnin D, Aminian K, Staal JB, de Bruin ED. The gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 2010; 53:458–66.
27. Bonnet C, Carello C, Turvey MT . Diabetes and postural stability: review and hypotheses. *J Mot Behav* 2009; 41: 172–190.
28. Andersson J, Jansson JH, Hellsten G, Nilsson TK, Hallmans G, Boman K. Effects of heavy endurance physical exercise on inflammatory markers in non-athletes. *Atherosclerosis* 2010; 209:601–605
29. Nicklas BJ, Ambrosius W, Messier SP, Miller GD, Penninx, BWJH, Loeser RF et al. (2004) Dietinduced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial. *Am J Clin Nutr* 2004;79:544–51.
30. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli Pet al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the

- metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2010; 20:608–17.
31. You T, Nicklas BJ. Chronic Inflammation: Role of Adipose Tissue and Modulation by Weight Loss. *Current Diabetes Reviews*, 2006; 2: 29-37.
  32. Sixt S, Beer S, Blüher M, Korff N, Peschel T, Sonnabend Met al.. Long- but not short-term multifactorial intervention with focus on exercise training improves coronary endothelial dysfunction in diabetes mellitus type 2 and coronary artery disease. *European Heart Journal* 2010; 31: 112–19.
  33. Marcus RL, Smith S, Morrell G, Addison O, Dibble LE, Wahoff-Stice D, LaStayo PC. Comparison of Combined Aerobic and High-Force Eccentric Resistance Exercise With Aerobic Exercise Only for People With Type 2 Diabetes Mellitus. *Physical Therapy* 2008; 88: 1345-354.
  34. Zhao G, Ford ES, Li C, Balluz LS. Physical Activity in U.S. Older adults with Diabetes Mellitus: Prevalence and Correlates of Meeting Physical Activity Recommendations. *JAGS* 2011; 59:132-137.
  35. Ribisl PM, Lang W, Jaramillo SA, et al. Exercise capacity and cardiovascular/metabolic characteristics of overweight and obese individuals with type 2 diabetes: the Look AHEAD clinical trial. *Diabetes Care*. 2007; 30: 2679–684.
  36. Kadoglou NP, Iliadis F, Angelopoulou N, Perrea D, Ampatzidis G, Liapis CD, et al. The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007; 14: 837-43.
  37. You T, Berman DM, Ryan AS, Nicklas BJ. Effects of hypocaloric diet and exercise training on inflammation and adipocyte lipolysis in obese postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89:1739-46.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O envelhecimento é um fenômeno mundial e atual, que acontece de forma heterogênia e individual e expõe a população a um maior risco de doenças crônicas como o diabetes tipo 2 e pode levar a perda da capacidade funcional, da independência e autonomia. Esse cenário leva a uma necessidade de mudanças dentro do contexto da atenção à saúde, maior assistência e capacitação dos profissionais da área de saúde na área da geriatria e gerontologia. O objetivo dessa Tese foi analisar os parâmetros espaço-temporais da marcha, capacidade funcional e níveis plasmáticos de marcadores inflamatórios e o efeito de exercícios aeróbicos em idosas diabéticas da comunidade.

A avaliação dos parâmetros espaciais e temporais da marcha são usados por profissionais da reabilitação para identificar distúrbios da marcha, realizar diagnóstico, monitorar a evolução de pacientes e determinar a efetividade de intervenções terapêuticas. As idosas diabéticas desse estudo apresentaram menor ritmo de marcha e aumentaram a base de suporte para melhorar a estabilidade durante a deambulação. Dentre os parâmetros espaço-temporais da marcha avaliados a velocidade da marcha discriminou as idosas diabéticas das idosas não diabéticas. A literatura já vem demonstrando que os diabéticos deambulam mais devagar do que os não diabéticos. O que esse trabalho vem ressaltar é que essa diferença acontece precocemente mesmo em idosas ativas, independentes funcionalmente, sem claudicação ou neuropatias diabéticas. Os resultados desse estudo mostraram também que em idosas diabéticas tipo 2 quanto maior o tempo de diagnóstico da doença menor a velocidade da marcha. O tempo de diagnóstico é um fator de risco facilmente identificável por profissionais de saúde que devem ficar atentos às mudanças físico-funcionais dessa população. O conhecimento dessas alterações pode contribuir para o diagnóstico funcional precoce, e dessa forma, prevenir desfechos adversos como quedas, hospitalização e morte.

Tal conhecimento pode permitir que os profissionais da área de saúde aprimorem suas intervenções terapêuticas preventivas, curativas e/ou



reabilitadoras para idosos com diabetes. Futuros estudos com o objetivo de identificar as causas das alterações da marcha em diabéticos são necessários.

O treinamento aeróbico é recomendado aos diabéticos como parte do tratamento da doença, porque ele é efetivo para o controle glicêmico e auxilia no controle da massa corporal. Nessa pesquisa o programa de exercício aeróbico realizado pelas idosas teve como objetivos de verificar o seu impacto na capacidade funcional e nos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios. Optou-se por um programa de treinamento a curto prazo tendo vista que os indivíduos diabéticos apresentam baixa aderência na participação em programas de exercícios. As idosas diabéticas que participaram do programa de exercícios aeróbicos apresentaram ganhos na capacidade funcional traduzidos por melhor desempenho nos testes funcionais, principalmente na velocidade da marcha. Porém, após a realização dos exercícios aeróbicos propostos as idosas diabéticas tipo 2 não apresentaram mudanças nos níveis plasmáticos dos marcadores inflamatórios avaliados mesmo apresentando mudança na composição corporal. É importante considerar que talvez o tempo de intervenção tenha sido curto para causar mudanças nos marcadores inflamatórios, já que também não apresentaram redução na obesidade abdominal. Futuros estudos são necessários para determinar a efetividade do programa de exercícios aeróbicos na mudança dos marcadores inflamatórios em diabéticos.

Devemos também considerar que o fato da amostra ser composta por idosas fisicamente independente, limita a generalização dos resultados para idosos em geral e principalmente aqueles mais fragilizados e com dependência funcional. Idosos funcionalmente dependentes podem apresentar um pior perfil inflamatório e responder de forma diferente ao programa de exercício aeróbico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, C.A. *et al.* The north-west diabetes foot care study: Incidence of, and risk factors for, new diabetic foot ulceration in a community-based patient cohort. **Diabetic Medicine: a Journal of the British Diabetic Association**, v.19, n.5, p. 377-384, May. 2002.

ABELLAN VAN KAN, G. *et al.* The I.A.N.A Task Force on frailty assessment of older people in clinical practice. **The Journal of nutrition, health & aging**, v.12, n.1, p.29–37, Jan. 2008.

ADERKA, D. *et al.* Variation in serum levels of the soluble TNF receptors among healthy individuals. **Lymphokine and cytokine research**, v. 11, n. 3, p. 157-159, June 1992.

ALMEIDA, O.P.; ALMEIDA, A.S. Confiabilidade da versão Brasileira da Escala de depressão em geriatria (GDS) versão brasileira. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v.57, n.2B, p. 421-426, June.1999.

ANDERSEN, H. *et al.* Muscle strength in type 2 diabetes. **Diabetes**, v.53, n.6, p.1543-1548, June.2004.

ALLET, L. *et al.* The gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomised controlled trial. **Diabetologia**, v.53, n.3, p.458-466, Mar. 2010.

ALLET, L. *et al.* Gait characteristics of diabetes patients: systematic review. **Diabetes Metabolism Research Reviews**, v.24, n.3, Apr. 2008.

ALVARENGA, P.P.; PEREIRA, D.S.; ANJOS, D.M. Functional mobility and executive function in elderly diabetics and non-diabetics. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.14, n.6, p. 14:491-496, Dec..2010.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of Medical Care in diabetes-2014. **Diabetes Care**, v.37, s.1, p. s14-80, Jan.2014.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of Medical Care in diabetes-2011. **Diabetes Care**, v.34,s.1,p. S11-S61, Jan. 2011.

ANDERSSON, J. *et al.* Effects of heavy endurance physical exercise on inflammatory markers in non-athletes. **Atherosclerosis**, v.209,n.2, p. 601–605, Apr. 2010.

ANDREASSEN, C.S. *et al.* Accelerated atrophy of lower leg and foot muscle – a follow – up study of long – resonance imaging ( MRI). **Diabetologia**, v.52, n.6, p.1182 – 1191, June.2009.

ARAKI, A.; ITO H. Diabetes mellitus and Geriatric syndromes. **Geriatrics & Gerontology International**, v.9, n.2, p. 105-14, jun. 2009.

ALLET, L. *et al.* Gait Characteristics of diabetes patients: systematic review. **Diabetes Metabolism Research AND Reviews**, v.24, p. 173-191,Jan. 2008.

ASTEPHEN, J.L.; DELUZIO, K. J. A multivariate gait data analysis technique: application to Knee osteoarthritis. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part H, Journal of Engineering in Medicine**, v.218, n,4, p.271-279,2004.

BALDUCCI, S. *et al.* Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. **Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD**, v.20,n.8, p. 608–617, Oct. 2010.

BARROS, M.B.A. *et al.* Desigualdades sociais na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD-2003. **Ciências Saúde & Coletiva**. Rio de Janeiro v.11, n.4, p.911-916, Dec.2006.

BARROS, M.B. [Trends in social and demographic inequalities in the prevalence of chronic diseases in Brazil. PNAD: 2003- 2008]. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.16, n.9, Sep. 2011.

BERTOLD, A. D. et al. Epidemiology , management , complications and cost associated with type 2 diabetes in Brazil: a comprehensive literature review. **Globalization and Health**, v.9, n.3, p.62, Dec.2013.

BERTOLUCCI, P.H. *et al.* The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v.52,n.1,p. 1-7, Mar. 1994.

BOHANNON RW. Measurement of sit-to-stand among older adults. **Topics in Geriatric Rehabilitation**,v.28, n.1, p. 11-16, Mar. 2012.

BOHANNON, R.W. Reference values for the Timed up and go test: a descriptive meta-analysis. **Jornal of Geriatric Physical Therapy**, v.29,n.2, p. 64-68, 2006.

BOHANNON, R.W. *et al.* Decrease in Timed Balance Test Score with Aging. **Physical Therapy**, v.64, n.7, p.1067 – 1070, Jul.1984.

BONNET C, CARELLO C, TURVEY MT . Diabetes and postural stability: review and hypotheses. **Journal of Motor Behavior**,v.41,n. 2, p. 172–190, Mar. 2009.

BRACH,J.S. *et al.* Diabetes mellitus and gait dysfunction: Possible Diabetes mellitus and mellitus and gait dysfunction: possible explanatory factors. **Physical Therapy**, v.88,n.11,p.1365-1374, Nov.2008.

BRANDON, S.C;DELUZIO, K.J. Robust features of knee osteoarthritis in joint moments are independent of reference frame selection. **Clinical Biomechanics ( Bristol, Avon)**, v.26, n.1. p.65-70, 2011.

CALLE, M.C.; FERNANDEZ, M.L. Effects of resistance training on the inflammatory response. **Nutrition Research Practice**, v.4, n.4, p.259–269, aug.2010.

CAVANAGH, P. R.; SIMONEAU, G.G; ULBRECHT, J.S. Ulceration, unsteadiness, and uncertainty: The biomechanical consequences of diabetes mellitus. **Journal of Biomechanics**, v.26, suppl.1, p.23 -40. 1993.

CESARI, M. *et al.* Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people—results from the health, aging and body composition study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.53, n.10, p. 1675–1680, Oct. 2005.

CHODZKO-ZAJKO, W.J. *et al.* American College of Sports medicine position stand exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and exercise**, v.41, n.7,p. 1510-1530, Jul.2009.

CIR Systems I. The GAITRite electronic walkway measurements & definitions, 2006.

CALLISAYA, M.L. *et al.* Sex modifies the relationship between age and gait: a population-based study of older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v.63, n.2, p.165-170, Feb. 2008.

COELHO, A. K. *et al.* Prevalence of undernutrition in elderly patients hospitalized in a geriatric unit in Belo Horizonte, MG, Brazil. **Nutrition**, v.22, n.10, p. 1005-1011, Oct. 2006.

CARVALHO, J. A. M.; RODRIGUEZ-WONG, L. L. A transição da estrutura etária da população brasileira na primeira metade do século XXI. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 597-605, 2008.

CESARI, M. *et al.* Inflammatory markers and physical performance in older persons: the InCHIANTI Study. **Journal of Gerontology Medical Sciences**, v. 59A, n. 3, p. 242-248, 2004.

CHAU, T. A review of analytical techniques for gait data. Part 1: Fuzzy, statistical and fractal methods. **Gait & Posture**, v.13, n.1, p.49-66,2001.

DELUZIO, K.J. *et al.* Principal component modeling of kinematic and kinetic gait measures: Assessment of unit-compartment patients. Ninth Biennial Conference; Vancouver: **Canadian Society for Biomechanics**; 1996.

DELUZIO, K.J; ASTEPHEN, J.L. Biomechanical features of gait waveform data associated with knee osteoarthritis: an application of principal component analysis. **Gait & Posture**, v.25, n.1, p. 86-93, Jan.2007.

DE WINT, L. *et al.* The use of a biplot in studying outcomes after stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 23, n.9, p.825-830, 2009.

DESCHAMPS, K. *et al.* Comparison of foot segmental mobility and coupling during gait between patients with diabetes mellitus with and without neuropathy

and adults without diabetes. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v.28 ,n.7 , p. 813-9, aug.2013.

DINGWELL, J.B.; CAVANAGH, P.R. Increased variability of continuous overground walking in neuropathic patients is only indirectly related to sensory loss. **Gait & Posture**, v. 14, n.1 p. 1-10, jul.2001.

DUCIC, I., SHORT, K.W., DELLON, A.L. Relationship between loss of GABIR, M.M. *et al.* Plasma glucose and prediction of microvascular disease and mortality: evaluation of 1997 American Diabetes Association and 1999.

DRENTH, J.P. *et al.* Endurance run increases circulating IL-6 and IL-1ra but downregulates ex vivo TNF-alpha and IL-1 beta production. **Journal of Applied Physiology**, v.79, n.5, p. 1497–1503, Nov. 2005.

ERSHLER, W.B.; KELLER, E.T. *et al.* Age – associated increased interleukin-6 gene expression, late –life disease, and frailty. **Annual Review of Medicine**, v.51, p.245-270, 2000.

FERNANDEZ-REAL, J.M . *et al.* Plasma levels of the soluble fraction of tumor necrosis factor receptor 2 and insulin resistance. **Diabetes**, v. 47, n.11, p. 1757–1762, Nov. 1998.

FIGUEIREDO, M.I. *et al.* Teste de força de prensão utilizando o dinamômetro. **Acta Fisiátrica**, v.14, n.2, p. 104-110, 2007.

FOLSTEIN, M. F. *et al.* Minimal state. A practical method for grading the cognitive status of patients for the clinician. **Journal of psychiatric research**, v. 12, p. 189-198, 1975.

FRANCESCHI, C. *et al.* Inflamm-aging. **Annals New York Academy of Sciences**, v. 908, p. 244-254, 2000.

FRIED, L. P. *et al.* Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **The Journals of Gerontology**, v. 56A, n.3, p. 146 –156, Mar. 2001.

FRIED, L. P. *et al.* Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 59, n.3, Mar.2004.

FRITZ, S.; LUSARDI, M. White paper: "Walking Speed: the sixth vital sign". **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 32, n.2, p. 46-49. 2009.

GABIR, M.M. *et al.* Plasma glucose and prediction of microvascular disease and mortality: evaluation of 1997 American Diabetes Association and 1999 World Health Organization criteria for diagnosis of diabetes. **Diabetes Care**, v.23, n.8, p.1113-1118, Aug.2000.

GABRIEL, K.R.; ORDOROFF, C. L. Biplots in biomedical research. **Statistics in Medicine**, v.9, p.469-485,1990.

GALLUCCI, M. *et al.* Associations of the plasma interleukin- 6 (IL-6) levels with disability and mortality in the elderly in Treviso Longeva ( TRELONG) Study. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Suppl., v.1, P.193-198, 2007.

GREGG, E.W. *et al.* The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. Diabetes and incidence of functional disability in older women. **Diabetes Care**, v.25, n.1, p. 61–67, Jan. 2002.

GURALNIK, J.M. *et al.* Progressive versus catastrophic loss of the ability to walk: implications for the prevention of mobility loss. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 49, n.11,p. 1463-70, Nov. 2001.

HAY, L. *et al.* Availability of visual and proprioceptive afferent message and postural control in elderly adults. **Experimental brain research**, v.108, n.1, p.129 -139, Feb, 1996.

HERMAN, T.; GILADI, N.; HAUSDORFF, J.M. Properties of the 'timed up and go' test: more than meets the eye. **Gerontology**, v. 57, n.3, p. 203-210, 2011.

HOLLMAN, J.H.; MCDADE, E.M.; PETERSEN, R.C. Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. **Gait & Posture**, v.34, n.1, p. 111-118, May, 2011.

HOPPS, E.; CANINO, B.; CAIMI, G. Effects of exercise on inflammation markers in type 2 diabetic subjects. **Acta Diabetologica**, v.48, n.3, p. 183-189, Sep. 2011.

INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Teen/ Notícias. Disponível em < <http://teen.ibge.gov.br/noticias-teen>> Acesso em 5 de Fevereiro .2014

IJZERMAN, T.H. *et al.* Lower extremity muscle strength is reduced in people with type 2 diabetes, with and without polyneuropathy, and is associated with impaired mobility and reduced quality of life. **Diabetes Research And Clinical Prattice**, v.95, n.3, p.345-351, Mar.2012

YAVUZER, G. *et al.* Gait deviations of patients with diabetes mellitus: Looking beyond peripheral neuropathy. **Europa Medicophysica**, v.42, n.2, p. 127-133, June. 2006.

JOLLIFFE IT. **Principal component analysis**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Springer; 2004.

KRABBE, K.S. *et al.* Inflammatory mediators in the elderly. **Experimental Gerontology**, v.39, n.5, p.687-699, 2004.

KATOULIS, E.C. *et al.* Gait abnormalities in diabetic neuropathy. **Diabetes Care**, v.20, n.12, p. 1904–1907, dec.1997.

KIM, M.J. Diabetes mellitus in older. **The Aging Male**, v.9, n.3, p.139-147, Sep.2006.

KIRKWOOD, R.N. *et al* Searching for stability as we age: The PCA-Biplot approach. **International Journal of Statistics in Medical Research**, v.2,n.4, p. 255-262.2013

KO, S.U. *et al.* Gait pattern alterations in older adults associated with type 2 diabetes in the absence of peripheral neuropathy--results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. **Gait & Posture**, v.93, p. 640-647, Oct.2011.

KWON, O.Y. *et al.* Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. **Gait & Posture**, v. 18, n.11 p. 105–113, aug.2003.

LEENDERS, M. *et al.* Patients with type 2 diabetes show a Greater decline in muscle mass, muscle strength, and functional capacity with aging. **Journal of**



**the American Medical Directors Association**, v.14, n.8, p.585-592, Aug.2013.

LIM, S. *et al* Insulin-sensitizing effects of exercise on adiponectin and retinol-binding protein-4 concentrations in young and middle-aged women. **The Journal of clinical endocrinology and metabolism**, v. 93, n.6, p. 2263–2268, June. 2008.

LIMA, L.; BUENO, C. Envelhecimento e gênero: Vulnerabilidade de idosas no Brasil. **Revista de Saude e Pesquisa**, v.2, n.2, p.273-280,2009.

MAGGIO, M. *et al*. Interleukin-6 in aging and chronic disease: a magnificent pathway. **Journal of Gerontology Medical Sciences**, v. 61A, n. 6, p. 575-584, 2006.

MAKHATADZE, N. J. Tumor necrosis fator locus: genetic organization and biological implications. **Human Immunology**, v.59, n.9, p. 571-579, Sep.1998

MALERBI, D.; FRANCO, L. Multicenter study of the prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in the urban Brazilian population aged 30-69 yr. **Diabetes Care**, v.15,n.11, p. 1509-16, Nov.1992.

MATY, S.C. *et al*. Patterns of disability related to diabetes mellitus in older women. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v.59,n.2, p. 148-153, Feb.2004.

MASSY-WESTROPP, N. *et al*. Hand Grip Strength: age and gender stratified normative data in a population – based. **BMC Research Notes**, v.4, p.127, 2011.

MCGIBBON, C. A. Toward a Better Understanding of Gait Changes with age and Disablement: Neuromuscular Adaptation. **Exercise and sport sciences reviews**, v.31, n.2, p.102- 108, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2012, Brasília: **Ministério da saúde**, 2011.

MENZ, H.B. *et al.* Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v.85, n.2, p. 245–252, Feb.2004.

MONTEIRO, C.A. *et al.* Da destruição para a obesidade: a Transição nutricional no Brasil. In: **MONTEIRO, C.A, ed. Velhos e Novos Males da Saúde no Brasil: a evolução do país e suas doenças**, 2<sup>nd</sup> edn. São Paulo: Huciter, Nupens USP, 2000:247- 255.

MOORE, K. W. *et al.* A Interleukin–10 and interleukin-10 receptor. **Annual Review of Immunology**, v.19, p.683 – 765, 2001.

MORLEY JE. Diabetes, Sarcopenia, and Frailty. **Clinics in Geriatric Medicine**, v.24,n.3,p.455-469, Aug.2008.

MOREIRA, Bruno de Souza. **Parâmetros espaço-temporais da marcha e quedas em idosos comunitários**: Um estudo longitudinal com aplicação da análise de componentes principais. 2012. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação)- Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,2012.

MULLER, S. *et al.* Impaired glucose tolerance is associated with increased serum concentrations of interleukin 6 and co-regulated acute-phase proteins but not TNF-alpha or its receptors. **Diabetologia**, v.45, n.6, p. 805–812,Jun.2002.

PARK, S.W. *et al.* Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: The health, aging, and Composition study. **Diabetes**, v.55, n.6, p.1813 – 1818, June.2006.

PARK, S.W. *et al.* Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v.32, n.11, p.1993-1997, Nov.2010.

PENNIX, B. W. J. H. *et al.* Inflammatory markers and incident mobility limitation in the elderly. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 52, n. 7, p. 1105-1113, 2004.

PETERSEN, A. M.W.,; PEDERSEN, B. K. The anti-inflammatory effect of exercise. **Journal of Applied**, v.98, p. 1154 – 1162, 2005.

PEDERSEN, B.K.; BRUUNSGASRD, H. Possible beneficial role of exercise in modulating low-grade inflammation in the elderly. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 13, n.1, p.56-62, Feb.2003.

PEDERSEN, B.K. *et al.* Muscle-derived interleukin-6: possible biological effects. **Journal of Physiology**, v.536, p.329-337.2001.

PETROFSKY, J.S.; LEE, S.;BWEIR, S. Gait characteristics in patients with type 2 diabetes mellitus. **European Journal of Applied Physiology**, v.93, p.640-647, Dec.2005.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The Timed Up & Go: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 39, p. 142-148, 1991.

RAMOS, L.R. Determinant factors for healthy aging among senior citizens in a large city: the Epidoso Project in Sao Paulo. **Cad Saude Publica**, v.19,n.3, p.793-798, May. 2003.

RAWLINGS, J.O.; PANTULA, S.G.; DICKEY, D.A. Collinearity. In:\_\_\_\_\_. **Applied regression analysis**. A research Tool. 2<sup>nd</sup> ed. New York. Springer – Verlag, 1998.

RENCHER, A.C. **Methods of multivariate analysis**. 2<sup>nd</sup> ed. Danvers: Wiley – Interscience,2002.

RICHARDSON, J.K.; CHING, C.; HURVITZ ,E.A. The relationship between electromyographically documented peripheral neuropathy and falls. **Journal of the American Geriatrics Society**,v.40,n.10, p.1008–1012, Oct.1997.

ROSE, J.; GAMBLE, J.G. **Human Walking**. 2. ed., London, Williams & Wilkins. 1994.

ROUBENOFF, R. Catabolism of aging: is it an inflammatory process? **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 6, n. 3, p. 295-299, 2003.

ROUBENOFF, R. Physical activity, inflammation, and muscle loss. **Nutrition reviews**, v. 65, n. 12 Pt 2, p. S208-S212, Dec. 2007.

SANDS, M.L. *et al.* Incidence of distal symmetric (sensory) neuropathy in NIDDM: The San Luis Valley diabetes study. **Diabetes Care**, v.20, n.3,p. 322-329 Mar. 1997.

SCHMIDT, M.I *et al.* Prevalence of diabetes and hypertension based on self-reported morbidity survey, Brasil, 2006. **Revista de Saúde Pública**, v.43, Suppl. 2, p. 74-82. 2009

SCHMIDT, M.I *et al.* Doenças não transmissíveis no Brasil: Carga e desafios atuais. **The Lancet**, v.377, p. 1949-1961. 2011.

SHAW, J.E.; ZIMMET, P.Z. The epidemiology of diabetes neuropathy. **Diabetes Reviews**, v.7, p. 245-252. 1999.

SHINKAI, S. *et al.* Walking speed as good predictor for the onset of functional dependence in Japanese rural community population. **Age Ageing**, v.2, p.441 – 446, 2000.

SIMMONS, R.W.; RICHARSON, C.; R. Postural Stability of diabetic patients with and without cutâneos sensory deficit in the foot. **Diabetes Research and clinical Practice**, v.36, p.153 – 160. 1997.

STEWART, L.K. *et al.* The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. **Medicine and science in sports and exercise**, v.39, n.10, p. 1714–1719, Oct.2007.

TAAFFE, D.R. *et al.* Crosssectional and prospective relationships of interleukin-6 and C-reactive protein with physical performance in elderly persons: MacArthur Studiesof Successful Aging. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v.55, n.12, p. M709–M715, Dec.2000.

VAN SCHIE, C. H. Neuropathy: mobility and quality of life. **Diabetes Metabolism Research AND Reviews**, v.24, suppl.1, p.s45-51, May-June.2008.

VANSWEARINGEN, J. M. ; BRACH, J. S. Making geriatric assesment work: selecting useful measure. **Physical Therapy**, v.81,p.1233-1252,2001.

VAZ, M.M. *et al* .Postural control and functional strength in patientes with type 2 diabetes mellitus and without peripheral neuropathy. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v. 94, p. 2465-70. 2013.

VERAS, R. Envelhecimento populacional contemporâneo: demandas, desafios e inovação. **Revista de Saúde Publica**, v.43, n.3, p.548-554, 2009.

VERGHESE, J. *et al*/ Inflammatory Markers and Gait Speed decline in Older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences** , v. 66A, N.10, P. 1083-1089. 2011.

VINIK, A.I. *et al*.Diabetic neuropathy in older adults. **Clinics in Geriatric Medicine**, v.24, n.3, p.407-435, Aug.2008.

VOLPATO, S. *et al*. Comorbidities and impairments explaining the association between diabetes and lower extremity disability: the Women's Health and Aging Study. **Diabetes care**, v.25,n.4, p.678-683, April.2002.

VOLPATO, S. *et al*. Progression of lower – extremity disability in older women with diabetes: the Women's Health and Aging Study. **Diabetes care**, v.26,n.1, p.70-75, Jan.2003.

WALSTON, J. *et al*. Il-6 gene variation is not associated with increase serum levels of IL-6, muscle, weakness, or frailty in older women. **Experimental Gerontology**, v. 40, p. 344-352, 2005.

WEBSTER, K.E.; WITTEWER, J.E.; FELLER, J.A. Validy of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. **Gait & Posture**, v.22, n.4, p.317- 312, 2005.

WIJSMAN, C.; MAIER, A.; DE CRAEN A. An unopposed proinflammatory response is beneficial for survival in the oldest old. Results of the Leiden 85-plus study. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**., v. 66,n.4, p. 393–399. 2011.

WILD, S. *et al*. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. **Diabetes Care**, v.27,n.5, p. 1047-53, May.2004.

WINTER, D.A. *et al.* Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. **Physical Therapy**, v.70, n.6, p.340-347, June. 1990.

WORLD HEALTH ORGANIZATION criteria for diagnosis of diabetes. **Diabetes Care**, v.23, n.8,p.1113-1118, Aug.2000.

YAVUZER, G. *et al.* Gait deviations of patients with diabetes mellitus: Looking beyond peripheral neuropathy. **Europa Medicophysica**, v.42, n.12, p. 127-33, June.2006.

YOU, T.; NICKLAS, B.J. Chronic Inflammation: Role of Adipose Tissue and Modulation by Weight Loss. **Current Diabetes Reviews**,v.2,n.1,p.29-37, Feb.2006.

ORR, R. *et al.* Mobility impairment in type 2 diabetes: association with muscle power and effect of Tai Chi intervention. **Diabetes Care**, v.29, n.9, p.2120-212, Sep.2006.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Estudo I

**Título do projeto:** A velocidade da marcha como fator de risco de quedas em uma coorte de idosas residentes na comunidade.

Este termo de consentimento pode conter palavras que a senhora não entenda. Peça ao pesquisador que explique as palavras ou informações não compreendidas completamente.

#### 1 ) Introdução

A senhora está sendo convidada a participar da pesquisa **A VELOCIDADE DA MARCHA COMO FATOR DE RISCO DE QUEDAS EM UMA COORTE DE IDOSAS RESIDENTES NA COMUNIDADE**. Se decidir participar dela, é importante que leia estas informações sobre o estudo e o seu papel nesta pesquisa. A decisão de participar neste estudo é voluntária e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento a senhora pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição envolvida. É preciso entender a natureza e os riscos da sua participação e dar o seu consentimento livre e esclarecido por escrito.

#### 2 ) Objetivo

O objetivo deste estudo é fazer algumas medidas para melhor entender como a senhora está caminhando. Iremos lhe acompanhar por um período de um ano. Entraremos em contato com a senhora a cada quinze dias, para que nos informe sobre seu estado de saúde e se sofreu ou não queda(s).

#### 3 ) Procedimentos do estudo

Se concordar em participar deste estudo, a senhora terá de comparecer ao Laboratório de Análise do Movimento Humano, localizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Pampulha. Solicitaremos que a senhora leia o Termo

de Consentimento Livre e Esclarecido e, caso concorde em participar da pesquisa, assine este termo.

Algumas informações como idade, data de nascimento, estado civil, profissão, escolaridade (anos de estudo), doenças, ocorrência de queda(s) nos últimos 12 meses, medicamentos usados, peso, altura, número do calçado e comprimento das pernas serão registradas. A senhora terá que responder a dois questionários, um para avaliar o seu medo quanto a sofrer quedas durante a realização de algumas atividades do dia a dia e outro para avaliar sua memória e atenção. A senhora será solicitada a andar por 6 vezes, da maneira mais confortável possível, sobre um tapete emborrachado. A senhora terá também que fazer um teste, onde deverá levantar de uma cadeira comum, andar o mais rápido possível, mas de forma segura até um cone que está a 3 metros da cadeira, contornar o cone e depois voltar e sentar novamente na cadeira. Este teste será realizado 3 vezes. O tempo de permanência no laboratório será no máximo de uma (1) hora e meia (30 min). Depois disso, durante os próximos 12 meses, um de nossos pesquisadores entrará em contato com a senhora por telefone a cada quinze dias. Vamos querer saber como a senhora está passando e se sofreu ou não alguma queda. Caso tenha caído, a senhora terá que nos informar o número de queda(s), onde e como ocorreu a queda e se machucou com a queda. Essas informações serão arquivadas para a análise futura de dados. Ao final dos 12 meses, a senhora será convidada a voltar ao nosso laboratório e realizar esses mesmos procedimentos descritos acima. Depois dessa segunda medida, os telefonemas terminarão e a senhora não terá que voltar mais ao nosso laboratório.

#### **4 ) Riscos e desconforto**

Os testes realizados apresentam um risco mínimo de quedas, mas serão feitos em condições de muita segurança e por pessoas bem treinadas. A senhora também poderá se cansar durante os testes, mas apresentará melhora rápida (em alguns minutos) após a coleta dos seus dados.



## **5 ) Benefícios**

Os resultados desta pesquisa não trarão nenhum benefício imediato à senhora, mas futuramente poderão ajudar várias pessoas com alterações da caminhada.

## **6 ) Tratamento alternativo**

Não aplicável.

## **7 ) Custos e ressarcimento das despesas**

A participação na pesquisa não acarretará gastos para a senhora, sendo totalmente gratuita. A senhora também não receberá dinheiro para custear seus gastos para se locomover de casa até o local da pesquisa e para retornar a sua casa.

## **8 ) Responsabilidade**

Toda responsabilidade do presente estudo é da coordenadora do mesmo, Professora Dra. Renata Noce Kirkwood e do fisioterapeuta Bruno de Souza Moreira.

## **9 ) Caráter confidencial dos registros**

Algumas informações obtidas a partir de sua participação neste estudo não poderão ser mantidas estritamente confidenciais. Além dos profissionais de saúde responsáveis pela pesquisa, agências governamentais locais, o Comitê de Ética em Pesquisa da instituição onde o estudo está sendo realizado, o patrocinador do estudo e seus representantes podem precisar consultar seus registros. A senhora não será identificada quando o material de seu registro for utilizado, seja para propósitos de publicação científica ou educativa. Ao assinar este consentimento informado, a senhora autoriza as inspeções em seus registros. Para registro de suas informações será assinalado um número ao seu nome, e toda informação buscada será referenciada usando este número.

## **10 ) Participação**

A senhora terá que realizar os testes 2 vezes, com um intervalo de 1 ano entre os procedimentos. É importante que a senhora esteja consciente de que sua participação neste estudo de pesquisa é completamente voluntária e que a senhora pode recusar-se a participar ou sair do estudo a qualquer momento sem penalidades ou perda de benefícios aos quais a senhora tenha direito de outra forma. Caso decidir retirar-se do estudo, deverá comunicar ao(s) pesquisador(es) responsável(is). A recusa em participar ou a saída do estudo não influenciarão seus cuidados nesta instituição.

## **11 ) Para obter informações adicionais**

A senhora receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone dos pesquisadores principais deste estudo, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Caso a senhora venha a sofrer uma reação adversa ou danos relacionados ao estudo, ou tenha mais perguntas sobre o estudo, por favor, ligue para Professora Dra. Renata Noce Kirkwood, no telefone (31) 3409-4791 ou (31) 9985-0707 ou para o fisioterapeuta Bruno de Souza Moreira, no telefone (31) 3533-1514 ou (31) 8412-2458.

Se a senhora tiver perguntas com relação a seus direitos como participante do estudo, poderá também contatar uma terceira parte/pessoa, que não participa desta pesquisa, Professora Maria Teresa Marques Amaral, Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, no endereço Avenida Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais ou no telefax (31) 3049-4592.

## **12 ) Declaração de consentimento**

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que fui informada sobre os métodos e meios a serem utilizados, as inconveniências, riscos, benefícios e eventos adversos que podem vir a ocorrer em consequência dos procedimentos.

Declaro que tive tempo suficiente para ler e entender as informações acima. Declaro também que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo

de pesquisa foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste formulário de consentimento. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para participar como paciente deste estudo.

---

Nome da participante

---

Assinatura da participante ou representante legal

---

Data

Atesto que expliquei cuidadosamente a natureza e o objetivo deste estudo, os possíveis riscos e benefícios da participação no mesmo, junto à participante e/ou seu representante autorizado. Acredito que a participante e/ou seu representante recebeu todas as informações necessárias, que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível e que ela compreendeu essa explicação.

---

Assinatura do pesquisador

---

Data

## **APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Estudo II**

**Projeto de Pesquisa:** Avaliação das características da marcha e a associação com os marcadores inflamatórios em idosos diabéticos classificados como frágeis, pré-frágeis e não frágeis.

**Pesquisadores:** Profa.Dra Leani Souza Máximo Pereira (orientadora)  
Daniela Maria da Cruz dos Anjos

**Instituição:** Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

**Endereço:** Departamento de Fisioterapia - Av. Antônio Carlos, 6627 - EEEFTO - 3º andar - Campus Pampulha

Prezado (a) senhor (a):

Desde já, agradecemos sua colaboração. Essa pesquisa trata-se de um estudo para obtenção do título de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pelo Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

O objetivo desta pesquisa é verificar as características da marcha e a associação com substâncias presentes no sangue chamadas de marcadores inflamatórios em idosos diabéticos classificados como frágeis, pré-frágeis e não frágeis na síndrome da fragilidade.

Essa classificação será feita pelas pesquisadoras e os critérios para ser incluído em cada grupo serão previamente explicados.

Procedimento:

Inicialmente, serão coletadas informações sobre dados pessoais, hábitos de saúde, medicações utilizadas, presença de doenças e problemas associados, auto-percepção da saúde, dentre outras. Em um segundo momento, será avaliada seu peso e altura e o (a) senhor (a) irá realizar os seguintes testes: avaliação da marcha, avaliação funcional e um exame de sangue.

**EXAME DE SANGUE:** Será realizada uma coleta de 5 ml de sangue no braço direito por um profissional treinado. Serão observadas todas as normas de proteção e segurança com material (agulhas e seringas descartáveis). O exame de sangue será analisado para verificar os índices das substâncias inflamatórias (mediadores inflamatórios interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ )).

**AVALIAÇÃO DA MARCHA:** A análise do seu andar é feita ao caminhar sobre um tapete de 5,72 metros de comprimento conectado a um computador.

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL:** Para avaliar sua mobilidade o (a) senhor (a) será solicitado a levantar de uma cadeira, sem usar os braços, andar três metros, retornar para a cadeira e sentar-se novamente.

**AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE DOS PÉS:** Para avaliar sua sensibilidade protetora nos pés será utilizado um fio de nylon de 10g. O avaliador encostará o fio de nylon na planta dos seus pés, e o (a) senhor (a) será solicitado a dizer se sentiu quando o avaliador encostou o fio de nylon nos pés.

### Riscos e Desconfortos:

Na coleta de sangue há o risco de ocorrer hematoma (pequena mancha formada por sangue extravasado) ou uma leve dor no local. Será utilizado material descartável para não haver possibilidade de contaminação. A coleta de sangue será realizada por um profissional qualificado e todas as normas de utilização dos materiais que perfuram e cortam serão seguidas, bem como o adequado descarte.

Apesar da análise do seu caminhar apresentar risco mínimo e o teste funcional ser simples e adequado para a avaliação de idosos, existe o risco de ocorrer leve cansaço físico, desequilíbrios ou quedas durante a realização dos testes. Para minimizar esses riscos, os mesmos serão aplicados por fisioterapeutas treinados e com experiência clínica em gerontologia; em local adequado e seguro. Caso ocorra qualquer sinal clínico, como falta de ar, secreção de suor, queixa de cansaço ou qualquer outra manifestação contrária à continuação da realização da avaliação, os testes serão interrompidos. Serão realizadas medições de sua pressão arterial e frequência cardíaca.

- 1- Para assegurar seu anonimato, todas as suas respostas e dados serão confidenciais. Para isso, o (a) senhor (a) receberá um número de identificação ao entrar no estudo e o seu nome nunca será revelado em nenhuma situação. Quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer evento ou revista científica, o (a) senhor (a) não será identificado (a), uma vez que os resultados finais serão divulgados caracterizando o grupo de participantes do estudo e os dados serão utilizados apenas para esta pesquisa.

Benefícios: Os benefícios de participar do estudo incluem o conhecimento da sua habilidade funcional e condição de saúde. Os resultados poderão ajudar profissionais da área de Geriatria e Gerontologia a ampliar seus conhecimentos sobre a relação entre os mediadores inflamatórios e a marcha, auxiliar aos profissionais da área a realizar orientação quanto e a realização de atividades

de desempenho funcional em idosos diabéticos, e fornecer informações importantes para futuras pesquisas na área do envelhecimento.

Recusa ou Abandono: A sua participação neste estudo é inteiramente voluntária, e o (a) senhor (a) é livre para recusar participar ou abandonar o estudo a qualquer momento.

O (a) senhor (a) poderá fazer perguntas ou solicitar informações atualizadas sobre o estudo em qualquer momento do mesmo.

Depois de ter lido as informações acima, se for de sua vontade participar deste estudo, por favor, preencha o termo de consentimento.

#### TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que li e entendi as informações referentes a minha participação no estudo “Avaliação das características da marcha e a associação com os marcadores inflamatórios em idosos diabéticos classificados como frágeis, pré-frágeis e não frágeis.” Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e eu recebi uma cópia deste formulário de consentimento.

Desta forma, eu, concordo em participar deste estudo.

Assinatura do sujeito ou responsável

Assinatura do pesquisador

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Qualquer esclarecimento entrar em contato com:

Daniela Maria da Cruz dos Anjos – telefone: 31-34867720/ 88657987

Prof<sup>a</sup>. Leani Souza Máximo Pereira – telefone: 31-9952-2878; 3409-4783

COEP - Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - Av. Antônio Carlos, 6627  
Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP 31270-901.

Telefone: (31) 3409-4592/ [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)

**APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Estudo III****Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Participação no**

**Estudo:** “Interação entre os polimorfismos dos genes das citocinas fator de necrose tumoral alfa, interleucina-6 e interleucina-10 e os efeitos do exercício físico em idosas”.

**Pesquisadores:** Profa. Leani Souza Máximo Pereira (orientadora)  
Daniele Sirineu Pereira (doutoranda)

**Instituição:** Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais

**Endereço:** Departamento de Fisioterapia - Av. Antônio Carlos, 6627 - EEEFTO - 3º andar - Campus Pampulha

Prezado(a) senhor(a):

Desde já, agradecemos sua colaboração. Essa pesquisa trata-se de um estudo para obtenção do título de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pelo Departamento de Fisioterapia da Escola de Ed. Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

O objetivo desta pesquisa é estudar como a genética dos mediadores inflamatórios (substâncias do sistema imunológico presentes no sangue) influencia suas concentrações, e investigar a sua interação com os efeitos de um programa de exercícios físicos sobre a capacidade funcional e força muscular em mulheres idosas.



Procedimento:

Inicialmente, serão coletadas informações sobre dados pessoais, hábitos de saúde, medicações utilizadas, presença de doenças e problemas associados, auto-percepção da saúde, dentre outras. Em um segundo momento, a senhora irá realizar os seguintes testes: força muscular da mão, avaliação da marcha, mobilidade, equilíbrio, força dos músculos do joelho e um exame de sangue.

**EXAME DE SANGUE:** Será realizada uma coleta de 5 ml de sangue periférico, que será retirado da veia mediana ulnar do braço direito por um profissional qualificado. Serão observadas todas as normas de proteção e segurança com material pérfuro-cortantes (agulhas e seringas descartáveis, em ambiente estéril). O exame de sangue será analisado para verificar os níveis dos mediadores inflamatórios interleucina-6 (IL-6) e interleucina-10 (IL-10) e fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ).

**FORÇA MUSCULAR DA MÃO:** A senhora, na posição assentada, com o cotovelo dobrado (90° de flexão) será solicitado a realizar três manobras de preensão máxima com o membro direito, utilizando o dinamômetro manual de Jamar modelo PC5030JI, sempre com um minuto de descanso entre uma preensão e outra.

**VELOCIDADE DE MARCHA:** Para avaliar a velocidade de marcha a senhora será solicitada a caminhar por um percurso de 10 metros, inicialmente em sua velocidade habitual de caminhada e em seguida o mais rápido que puder, sem correr.

**MOBILIDADE:** Para avaliar sua mobilidade será utilizado teste *Timed Up and Go Test*. Nesse teste será solicitado que a senhora levante de uma cadeira

com 44 a 47 cm de altura do assento, sem braços, ande três metros, gire, retorne para a cadeira e sente-se novamente.

**CAPACIDADE AERÓBICA:** Sua capacidade aeróbica será avaliada por meio de dois testes: Teste de Caminhada de Seis Minutos e o teste de deslocamento bidirecional progressivo (Shuttle Walk Test). Para o primeiro teste a senhora será solicitada a percorrer uma distância de 10 metros demarcados no solo com dois cones. A senhora irá dar voltas consecutivas em torno de dois os cones, com velocidades que aumentaram progressivamente. A velocidade de deslocamento é aumentada a cada minuto (0,17 m/s) e controlada por sinais de áudio, gerados por aparelho de som portátil. Para o segundo teste será solicitado que a senhora ande o mais rápido possível, por 6 minutos, em um corredor de 30 metros. Ao início e final de ambos os testes a sua pressão arterial e a frequência cardíaca será medida.

**PROGRAMA DE EXERCÍCIOS:** Depois de realizados os testes você irá participar de um programa de exercícios aeróbicos três vezes por semana, por cerca de 60 minutos, por um período de 10 semanas. Após o término do programa os testes serão realizados novamente. Todos os procedimentos de avaliação deverão demorar cerca de uma hora e meia.

#### Riscos e Desconfortos:

Na coleta de sangue há o risco de ocorrer hematoma ou um leve dolorimento no local. Será utilizado material descartável para não haver possibilidade de contaminação. O procedimento será realizado por um profissional qualificado e todas as normas de utilização de materiais perfuro-cortantes serão seguidas para o descarte desses materiais.

Apesar dos testes funcionais serem simples e adequados para a avaliação de idosos, existe o risco de ocorrer leve cansaço físico, desequilíbrios e quedas durante o desempenho dos testes. Para minimizar

esses riscos os mesmos serão aplicados por fisioterapeutas treinados e com experiência clínica em gerontologia, em local adequado e seguro. Caso ocorra qualquer sinal clínico de sobrecarga, como falta de ar, sudorese, queixa de cansaço ou qualquer outra manifestação contrária a continuação da realização da avaliação, os testes serão interrompidos. Serão realizadas medidas da sua pressão arterial e frequência cardíaca.

Para assegurar seu anonimato, todas as suas respostas e dados serão confidenciais. Para isso, a senhora receberá um número de identificação ao entrar no estudo e o seu nome nunca será revelado em nenhuma situação. Quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer evento ou revista científica, a senhora não será identificada, uma vez que os resultados finais serão divulgados caracterizando o grupo de participantes do estudo.

Benefícios: Os benefícios de participar do estudo incluem o conhecimento da sua capacidade funcional e os resultados da atividade física para melhorar sua condição física e de saúde. Os resultados poderão ajudar profissionais da área de Geriatria e Gerontologia a ampliar seus conhecimentos sobre a relação entre a genética dos mediadores inflamatórios, auxiliar aos profissionais da área a realizar orientação quanto à atividade de reforço muscular específico e do desempenho funcional em idosos, e fornecer informações importantes para futuras pesquisas na área do envelhecimento.

Recusa ou Abandono: A sua participação neste estudo é inteiramente voluntária, e a senhora é livre para recusar participar ou abandonar o estudo a qualquer momento.

A senhora poderá fazer perguntas ou solicitar informações atualizadas sobre o estudo em qualquer momento do mesmo.

Depois de ter lido as informações acima, se for de sua vontade participar deste estudo, por favor, preencha o termo de consentimento.

## TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que li e entendi as informações referentes a minha participação no estudo “Interação entre os polimorfismos dos genes das citocinas fator de necrose tumoral alfa, interleucina-6 e interleucina-10 e os efeitos do exercício físico em idosas”. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e eu recebi uma cópia deste formulário de consentimento.

Desta forma, eu, \_\_\_\_\_

concordo em participar deste estudo.

---

Assinatura do sujeito ou responsável

---

Assinatura do pesquisador

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Qualquer esclarecimento entrar em contato com:

Daniele Sirineu Pereira – telefone: 31-8484-4952

Prof<sup>a</sup>. Leani Souza Máximo Pereira – telefone: 31-9952-2878; 3409-4783

Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG - Av. Antônio Carlos, 6627 Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha. Telefone: (31) 3409-4592.

## APÊNDICE D – Ficha de Avaliação

Data da avaliação:

Nome: ..... Nº Tel:.....

End: .....

Idade: .....Data Nasc: ...../...../..... Sexo: F ( ) M ( )

Estado civil:.....

Aposentada/Pensionista:.....

Quantos anos você freqüentou a escola?.....

**DIABETES**            Tipo 1 ( )    Tipo 2 ( )    Intolerante á glicose ( )

**TEMPO DE DIAGNOSTICO:**.....

**CASOS NA FAMÍLIA :**            ( ) Tipo 1    ( ) Tipo 2

**A senhora tem experimentado dor ou desconforto nas pernas ?**    ( ) Não    ( ) Sim

### SAÚDE FÍSICA PERCEBIDA

No último ano, algum médico já disse que a sra tem os seguintes problemas de saúde?

Doença do coração como angina, infarto do miocárdio ou ataque cardíaco?

1. Sim

2. Não

Pressão alta – hipertensão?

1. Sim

2. Não

Derrame / AVC / isquemia?

1. Sim

2. Não

Diabetes Mellitus?

1. Sim

2. Não

Tumor maligno / Câncer?

1. Sim

2. Não

Artrite ou reumatismo?

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. Sim                      | <input type="checkbox"/> 2. Não |
| Doença do pulmão (bronquite ou enfisema)?            |                                 |
| <input type="checkbox"/> 1. Sim                      | <input type="checkbox"/> 2. Não |
| Depressão?   |                                 |
| <input type="checkbox"/> 1. Sim                      | <input type="checkbox"/> 2. Não |
| Osteoporose?   |                                 |
| <input type="checkbox"/> 1. Sim                      | <input type="checkbox"/> 2. Não |
| Incontinência Urinária?                              |                                 |
| <input type="checkbox"/> 1. Sim                      | <input type="checkbox"/> 2. Não |
| Doença de Parkinson?                                 |                                 |
| <input type="checkbox"/> 1. Sim                      | <input type="checkbox"/> 2. Não |
| Labirintite?   |                                 |
| <input type="checkbox"/> 1. Sim                      | <input type="checkbox"/> 2. Não |
| Doença vascular Periférica? (problema de circulação) |                                 |
| <input type="checkbox"/> 1. Sim                      | <input type="checkbox"/> 2. Não |

## EXAMES LABORATORIAS:

### EXAME FÍSICO:

Glicosímetro:.....mg/dl

Peso: ..... Altura: ..... IMC: .....

Circunferência Abdominal : .....cm  
circunferência do quadril.....cm

MIE: \_\_\_\_\_cm

MID:\_\_\_\_\_cm

Membro Dominante: .....

Numero do Sapato:.....

Realiza atividade física regular: ( ) Sim ( ) Não

Qual ?.....Quantas vezes por semana?.....

**MEDICAMENTOS EM USO: ( Número de medicamentos .....)**

-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----

**TESTE EQUILÍBRIO**

**Permanecer em pé sobre uma perna (marcar tempo máximo até 30 seg)**

**Tempo Apoio D: \_\_\_\_\_ ; Apoio E: \_\_\_\_\_**

**Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.**

( ) 4 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 10 segundos

( ) 3 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos

( ) 2 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 3 segundos

( ) 1 tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé

independentemente

( ) 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

**TUG:**

1ª medida: \_\_\_\_\_

**Velocidade de caminhada (10 metros):****Velocidade Normal:**

1ª medida: \_\_\_\_\_

**Teste de sentar e levantar da cadeira**

1ª medida: \_\_\_\_\_

**Membro Dominante:****MMSS:** \_\_\_\_\_**MMII:** \_\_\_\_\_**Força de Preensão Manual**

<b>Mão</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
1ª medida		
2ª medida		
3ª medida		



**ANEXOS****ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – Estudo I**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

**Parecer nº. ETIC 442/08**

**Interessado(a): Profa. Renata Noce Kirkwood  
Departamento de Fisioterapia  
EEFFTO - UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 28 de outubro de 2008, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"A velocidade da marcha como fator de risco de quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. T. Marques Amaral", is written over a faint horizontal line.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG**

**ANEXO B – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – Estudo II**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

**Parecer nº. ETIC 0144.0.203.000-10**

**Interessado(a): Profa. Leani Souza Máximo Pereira  
Departamento de Fisioterapia  
EEFFTO - UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 24 de maio de 2010, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação das características da marcha e a associação com os marcadores inflamatórios em idosos diabéticos classificados como frágeis, pré-frágeis e não frágeis**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Prof. Maria Teresa Marques Amatal  
Coordenadora do COEP-UFMG**

**ANEXO C – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – Estudo III**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

**Parecer nº. ETIC 0038.0.203.000-10**

**Interessado(a): Profa. Leani Souza Máximo Pereira  
Departamento de Fisioterapia  
EEFFTO - UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 31 de março de 2010, o projeto de pesquisa intitulado **"Interação entre os polimorfismos dos genes das citocinas TNF- $\pm$  e interleucina-10 e os efeitos do exercício físico em mulheres idosas"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG**

## ANEXO D – Miniexame do Estado mental

### I - ESTADO MENTAL

Agora vou lhe fazer algumas perguntas que exigem atenção e um pouco da sua memória. Por favor, tente se concentrar para respondê-las.

QUESTÕES	RESPOSTAS	PONTUAÇÃO	
		(1) Certo (0) Errado	
21 - Que dia é hoje?		(1) Certo (0) Errado	21 <input type="text"/>
22 - Em que mês estamos?		(1) Certo (0) Errado	22 <input type="text"/>
23 - Em que ano estamos?		(1) Certo (0) Errado	23 <input type="text"/>
24 - Em que dia da semana estamos?		(1) Certo (0) Errado	24 <input type="text"/>
25 - Que horas são agora aproximadamente? (considere correta a variação de mais ou menos uma hora)		(1) Certo (0) Errado	25 <input type="text"/>
26 - Em que local nós estamos? (dormitório, sala, apontando para o chão)		(1) Certo (0) Errado	26 <input type="text"/>
27 - Que local é este aqui? (apontando ao redor num sentido mais amplo para a casa)		(1) Certo (0) Errado	27 <input type="text"/>
28 - Em que bairro nós estamos ou qual o nome de uma rua próxima?		(1) Certo (0) Errado	28 <input type="text"/>
29 - Em que cidade nós estamos?		(1) Certo (0) Errado	29 <input type="text"/>
30 - Em que estado nós estamos?		(1) Certo (0) Errado	30 <input type="text"/>
31 - Vou dizer 3 palavras e o(a) senhor(a) irá repeti-las a seguir: CARRO – VASO – TIJOLO 32. Gostaria que o(a) senhor(a) me dissesse quanto é: (se houver erro, corrija e prossiga. Considere correto se o examinado espontaneamente se corrigir)	31. a - CARRO	(1) Certo (0) Errado	31.a <input type="text"/>
	31. b - VASO	(1) Certo (0) Errado	31.b <input type="text"/>
	31. c - TIJOLO	(1) Certo (0) Errado	31.c <input type="text"/>
32 - Gostaria que o(a) senhor(a) me dissesse quanto é: (se houver erro, corrija e prossiga. Considere correto se o examinado espontaneamente se corrigir)	32. a - 100 - 7 _____	(1) Certo (0) Errado	32.a <input type="text"/>
	32. b - 93 - 7 _____	(1) Certo (0) Errado	32.b <input type="text"/>
	32. c - 86 - 7 _____	(1) Certo (0) Errado	32.c <input type="text"/>
	32. d - 79 - 7 _____	(1) Certo (0) Errado	32.d <input type="text"/>
	32. e - 72 - 7 _____	(1) Certo (0) Errado	32.e <input type="text"/>

## ANEXO E – Protocolo de Classificação de Fragilidade

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

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

Endereço: Rua: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_; CEP: \_\_\_\_\_; Cidade: \_\_\_\_\_

Telefones: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_ anos; Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### **AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR – Preensão Manual**

Solicitarei ao Sr(a) que aperte bem forte a alça que o sr(a) está segurando

Membro dominante: ( ) D ( ) E

Medidas	MEMBRO DOMINANTE
1ª medida de força de preensão	
2ª medida de força de preensão	
3ª medida de força de preensão	

### **AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE DE MARCHA**

Agora pedirei que o Sr(a) ande no seu ritmo normal até a última marca no chão, ou seja, como se estivesse andando na rua para fazer uma compra na padaria. (Percurso = 4,8 m)

Tempo da velocidade \_\_\_\_ . \_\_\_\_ milésimos de segundos.

### **ALTERAÇÕES NO PESO**

O Sr(a) perdeu peso, de forma não intencional/involuntária (sem fazer dieta ou regime) no último ano? Quantos quilos aproximadamente? O sr(a) perdeu mais de 4,5 Kg de seu peso involuntariamente, considerando seu peso no ano anterior?

1. Sim ( ) Quantos quilos? \_\_\_\_\_
2. Não ( )
99. Não sabe dizer ( )

**FADIGA**

Pensando na última semana, diga com que frequência as seguintes coisas aconteceram com o(a) senhor(a)

	Nunca/ Raramente	Poucas vezes	Na maioria das vezes	Sempre
	0	1	2	3
Sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas de todo dia?	( )	( )	( )	( )
Sentiu que não conseguiu levar adiante as suas coisas?	( )	( )	( )	( )

**Questionário Minnesota de Atividades Físicas de Lazer**

A ser completado pelo participante	Você realizou esta atividade e?	Quantas vezes você fez essa atividade nas últimas duas semanas?	Tempo por ocasião	
			H	Min
Atividade (1)				

Nã Si  
o m

**Seção A: Caminhada**

010	Caminhada recreativa				
020	Caminhada para o trabalho <i>(continua por 10 min ou +)</i>				
030	Uso de escadas quando o elevador está disponível <i>(não contar descidas; 1 lance = 1 andar)</i>				
040	Caminhada no campo				
050	Caminhada com mochila				
060	Alpinismo / escalando montanhas				
115	Ciclismo recreativo/ pedalando por prazer				
125	Dança – salão, quadrilha, e/ou discoteca, danças regionais				
135	Dança – aeróbia, balé				

140	Hipismo/ andando a cavalo						
-----	---------------------------	--	--	--	--	--	--

**Seção B: Exercício de Condicionamento**

150	Exercícios domiciliares (quais?)						
160	Exercício em clube/ em academia						
180	Combinação de caminhada/corrida leve						
200	Corrida						
210	Musculação						

**Seção C: Atividades Aquáticas**

220	Esqui aquático						
235	Velejando em competição						
250	Canoagem ou remo recreativo						
260	Canoagem ou remo em competição						
270	Canoagem em viagem de acampamento						
280	Natação em piscina (pelo menos 15 metros)						
295	Natação na praia						
310	Mergulho Autônomo						
320	Mergulho Livre - snorkel						

**Seção D: Atividades de Inverno**

340	Esquiar na montanha						
350	Esquiar no plano						
360	Patinação no gelo ou sobre rodas						
370	Trenó ou Tobogã						

**Seção E: Esportes**

390	Boliche						
400	Voleibol						
410	Tênis de mesa						

420	Tênis individual						
430	Tênis de duplas						
440	Softball						
450	Badminton						
460	Paddleball						
470	Racquetball						

A ser completado pelo participante	Você realizou esta atividade e?	Quantas vezes você fez essa atividade nas últimas duas semanas?		Tempo por ocasião	
		H	Min	H	Min
Atividade (1)					

### Seção E: Esportes (continuação)

Nã Si  
o m

480	Basquete, sem jogo (bola ao cesto)						
490	Jogo de basquete						
500	Basquete, como juiz						
510	Futebol Americano						
520	Handebol						
530	<i>Squash</i>						
540	Futebol						

### Golf

070	Dirigir carro de golfe						
080	Caminhada, tirando os tacos do carro						
090	Caminhada carregando os tacos						

### Seção F: Atividades no jardim e horta

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						
590	Afofar, cavando e cultivando a terra no jardim e horta						
600	Trabalho com ancinho na grama						
610	Remoção de neve/terra com a pá						

**Seção G: Atividades de reparos domésticos**

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						

**Seção H: Caça e Pesca**

660	Pesca na margem do rio						
670	Pesca em correnteza com botas						
680	Caça a faisão ou galo-silvestre						
690	Caça a coelho, esquilo, guaxinis						
710	Caça a animais de grande porte						

**Seção I: Outras Atividades**

	Caminhar como exercício /Caminhada rápida						
	Tarefas domésticas de moderadas a intensas						
	Exercícios em bicicleta ergométrica						
	Exercícios calistênicos						

	Corrida leve		
	Surfe		


## MINI CURRÍCULO

### Dados Pessoais

**Nome** Daniela Maria da Cruz dos Anjos

**Endereço eletrônico** [danielacruzanhos@gmail.com](mailto:danielacruzanhos@gmail.com)

**Currículo Plataforma Lattes** <http://lattes.cnpq.br/8436132542798743>

### FORMAÇÃO ACADÊMICA

**2010**

Doutorado em Ciências da Reabilitação.

Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

**Título:** Análise dos Parâmetros Espaço-temporais da Marcha, Capacidade Funcional e Índices Plasmáticos de Mediadores Inflamatórios e o Efeito do Treinamento Aeróbico em Idosas Diabéticas da Comunidade

**Orientador:** Leani Souza Máximo Pereira

**2004 - 2006**

Mestrado em Engenharia Biomédica.

Universidade do Vale do Paraíba, UNIVAP, São Jose Dos Campos, Brasil

**Título:** Verificação da relação entre as alterações de pressão plantar e equilíbrio em pacientes diabéticos por meio de parâmetros Baropodométricos e Estabilométricos, Ano de obtenção: 2006

**Orientador:** Cláudia Santos Oliveira

**1993 - 1997**

Graduação em Fisioterapia.

Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais, FCM/MG, Belo Horizonte, Brasil

**Título:** Abordagem Fisioterápica de pacientes com claudicação intermitente por arterosclerose

Orientador: Francisca Angélica Ciqueira Filaretti

**ATUAÇÃO PROFISSIONAL**

- 2006 - 2011** Faculdade Pitágoras  
Professora dos cursos de Graduação em Fisioterapia e Farmácia
- 2003 - 2010** Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH  
Professora do curso de Graduação em Fisioterapia  
Coordenadora do Projeto de Extensão Universitária:  
“Abordagem Fisioterápica em pacientes diabéticos”.
- 2010 - Atual** Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais – FCMMG  
Professora do Curso de Pós-graduação – Fisioterapia Dermato Funcional  
Tema: Terapêutica para o Pé Diabética.
- 2011 - Atual** Faculdade Estácio de Belo Horizonte  
Professora dos cursos de Graduação em Educação Física, Fisioterapia e Enfermagem.  
Professora do Curso de Pós-graduação – Fisioterapia Dermato Funcional  
Modulo: Cirurgia Plástica e Estética reparadora  
Tema: Terapêutica para o Pé Diabético  
Tratamento Fisioterápico para úlcera DM

## Artigos completos publicados em periódicos

PEREIRA, D.S; QUEIROZ, B.Z.; MATEO, E. C.; ASSUMPÇÃO, A M, FELICIO, D. C.; MIRANDA, A. S., **ANJOS, D. M. C. et al.** TNF-  $\alpha$ , IL-6. And IL-10 polymorphisms and the effect of physical exercise on inflammatory parameters and physical performance in elderly women. AGE (on line),v.1,p.1 2013.

**ANJOS, D. M. C.**; ARAUJO, I. L.; Barros, V.M.;PEREIRA, D.A. G; PEREIRA, D.S, Avaliação da capacidade funcional em idosos diabéticos. Fisioterapia & Pesquisa. , v.19,n.1, p.73 - 78, Jan.2012.

PEREIRA, D.S; QUEIROZ, B.Z.; MATEO, E. C.; ASSUMPÇÃO, A M, FELICIO, D. C.; MIRANDA, A. S., **ANJOS, D. M. C. et al.** Interaction between cytokine gene polymorphisms and the effect of physical exercise on clinical and inflammatory parameters in older women: Study protocol for a randomized controlled trial. Trials ( London), v.13, p.134, 2012.

**ANJOS, D. M. C**, GOMES, L.; SAMPAIO, L.M.M.; CORREA, J. C. F.; SANTOS, C. Assessment of Plantar Pressure and Balance in Patients with Diabetes. Archives of Medical Science , v.6, p.43 - 48, 2010.

ALVARENGA, P. P.; PEREIRA, D.S; **ANJOS, D. M. C.**Mobilidade funcional e função executiva em idosos diabéticos e não diabéticos. Revista Brasileira de Fisioterapia (Impresso). , v.14, p.491 - 496, 2010.

OLIVEIRA, A.P.; GOMES, L.; SANTOS, C.; **ANJOS, D. M. C** Avaliação do risco de desenvolver. Terapia Manual. , v.6, p.91 - 95, 2008.

GOMES, L.; BORGES, F. G.; RANCONE, I. S.; SANTOS, C.; **ANJOS, D. M. C.** Velocidade de caminhada em idosos diabéticos e não diabéticos. *ConScientiae Saúde (Impresso)*. , v.7, p.261 - 267, 2008.

### **Produção Parcial do Doutorado**

#### **Artigos Submetidos**

**ANJOS, D.M.C.**; MOREIRA, B.S.; PEREIRA, D.S.; DIAS, R.C.; KIRKWOOD, R.N., PEREIRA, L. S.M. Influence of diabetes mellitus on spatiotemporal gait parameters of community-dwelling elderly women: Application of principal component. *Brazilian Journal of Physical Therapy* (<http://www.rbf-bjpt.org.br/>).

**ANJOS, D.M.C.**; MOREIRA, B.S.; PEREIRA, D.S.; PICORELLI, A.M.A.; FELÍCIO, D.C.; PEREIRA, D.A.G.; KIRKWOOD, R.N. DIAS, R.C.; PEREIRA, L. S.M. Impact of type 2 diabetes mellitus time since diagnosis on elderly women gait and functional status. *Topics in Geriatric Rehabilitation* (<http://journals.lww.com/topicsingeriatricrehabilitation>)

#### **Trabalhos apresentados e/ou Publicados em anais**

**ANJOS, D.M.C.**: ASSUMPÇÃO, A M; MOREIRA, B.S *et al.*Influência do diabetes mellitus nos parâmetros Espaciais e Temporais da Marcha de idosas da comunidade: Aplicação da Análise de componentes principais In: VII Congresso de Geriatria e Gerontologia, 2013, Caxambu. In: VII Congresso de Geriatria e Gerontologia. , 2013.

ASSUMPCAO, A. M.; FELÍCIO, D. C; PEREIRA, D. S.; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Adesão de idosas a um programa de exercícios domiciliares pós-treinamento ambulatorial. In: XVIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Revista Eletrônica CBGG Resumos Aprovados, 2012.

ASSUMPCAO, A. M.; FELÍCIO, D. C; PEREIRA, D. S.; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Adesão e retenção de idosas a dois diferentes programas de exercícios terapêuticos. In: XVIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Revista Eletrônica CBGG Resumos Aprovados, 2012.

ASSUMPCAO, A. M.; FELÍCIO, D. C; PEREIRA, D. S. ; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Motivadores e barreiras associadas à adesão de idosas a diferentes programas de exercícios terapêuticos. In: XVIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Revista Eletrônica CBGG Resumos Aprovados, 2012.

PEREIRA, D. S.; QUEIROZ, B. Z. ; ASSUMPCAO, A. M.; FELÍCIO, D. C; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Efeito do exercício de fortalecimento muscular e treinamento aeróbico sobre os níveis de mediadores inflamatórios e capacidade funcional em idosas. In: XVIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Revista Eletrônica CBGG Resumos Aprovados, 2012.

PEREIRA, D. S.; QUEIROZ, B. Z. ; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Efeito do exercício físico sobre os níveis plasmáticos de bdnf e sintomas depressivos em idosas da comunidade. In: XVIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Revista Eletrônica CBGG Resumos Aprovados, 2012.

FELÍCIO, D. C.; PEREIRA, D. S.; ASSUMPCAO, A. M.; QUEIROZ, B. Z.; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Análise descritiva do desempenho funcional de idosas da comunidade. In: XVIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Revista Eletrônica CBGG Resumos Aprovados, 2012.

FELÍCIO, D. C.; PEREIRA, D. S.; ASSUMPCAO, A. M.; QUEIROZ, B. Z.; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Correlação entre mediadores inflamatórios com a força muscular de preensão manual de idosas da comunidade. In: XVIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Revista Eletrônica CBGG Resumos Aprovados, 2012.

FELÍCIO, D. C.; PEREIRA, D. S.; ASSUMPCAO, A. M.; QUEIROZ, B. Z.; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Correlação entre os índices plasmáticos de IL-6, stnfr1 com o desempenho muscular isocinético de idosas da comunidade. In: XVIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2012, Rio de Janeiro-RJ. Revista Eletrônica CBGG Resumos Aprovados, 2012.

FELÍCIO, D. C.; PEREIRA, D. S.; QUEIROZ, B. Z. ; SILVA, J. P; Dias, J. M.D; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Análise descritiva do desempenho de idosas da comunidade na dinamometria isocinetica. In: XIX Congresso Brasileiro de Fisioterapia, 2011, Florianópolis. Análise descritiva do desempenho de idosas da comunidade na dinamometria isocinetica, 2011.

FELÍCIO, D. C.; PEREIRA, D. S.; QUEIROZ, B. Z. ; SILVA, J. P; ASSUMPCAO, A. **ANJOS, D.M.C.** *et al.* . Análise comparativa do desempenho muscular isocinético entre mulheres idosas e jovens. In: VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011, Ouro Preto. VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011. v. 1. p. 93-93.



**ANJOS, D.M.C.** MOREIRA, B. S.; PEREIRA, D.S. *et al.* Auto-eficácia para quedas, medo de cair e força muscular em idosas comunitárias com diabetes mellitus. In: VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011, Ouro Preto. VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011. v. 1. p. 111-111.

FELÍCIO, D. C; PEREIRA, D. S.; QUEIROZ, B. Z. ; SILVA, J. P; ASSUMPCAO, A. **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em idosas da comunidade. In: VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011, Ouro Preto. VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011. v. 1. p. 129-129.

ASSUMPCAO, A. M.; PEREIRA, D.S; QUEIROZ, B. Z. ; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Fatores motivadores para participação de idosas em programas de atividades físicas. In: VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011, Ouro Preto. VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011. v. 1. p. 175-175.

PEREIRA, D.S; FELÍCIO, DIOGO C; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Força muscular de membros inferiores e quedas em idosas da comunidade. In: VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011, Ouro Preto. VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011. v. 1. p. 177-177.

**ANJOS, D.M.C.**; PEREIRA, D.S; QUEIROZ, B. Z. *et al.* Sintomas depressivos, cognição, auto-avaliação da saúde, satisfação com a vida em idosas diabéticas e não diabéticas. In: VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011, Ouro Preto. VI Congresso de Geriatria e Gerontologia de Minas Gerais, 2011. v. 1. p. 247-247.

QUEIROZ, B. Z. ; ROSA, N.M.B. ; Pereira, D.S. ; **ANJOS, D.M.C.** *et al.* Atividades de vida diária e o uso do dispositivo protético em idosos amputados de membros inferiores. In: XVII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2010, Belo Horizonte-MG. Envelhecimento, Funcionalidade, Participação, Sustentabilidade, 2010. v. 4. p. 122-122.

**ANJOS, D.M.C.**; MOREIRA, B.S.; PEREIRA, D.S. *et al.* Análise espacial e temporal da marcha de idosas diabéticas residentes na comunidade. In: XVII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2010, Belo Horizonte.

FÁREO, M.; PEREIRA, D.S.; **ANJOS, D. M. C.** *et al.* Auto – avaliação da saúde e Força de Preensão Manual em idosas da comunidade. In: XVII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2010, Belo Horizonte. **SBGG**. Belo Horizonte: SBGG, 2010.

ALVARENGA, P. P.; ARAUJO, I. L.; BARROS, V.M.; PEREIRA, D.S, **ANJOS, D. M. C.** *et al.* Avaliação da capacidade Funcional em idosos diabéticos e não diabéticos In: XVII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2010, Belo Horizonte. **SBGG**. Belo Horizonte: SBGG, 2010.

ROSA, N.M.B.; PEREIRA, D.S.; QUEIROZ, B.Z.; VIEIRA, R.A; BORGES, V.S.; GOMES, G.C.; **ANJOS, D. M. C.** *et al.* Correlação entre sintomas depressivos e dor fantasma em idosos amputados de membros inferiores In: XVII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2010, Belo Horizonte.

PEREIRA, D.S.; **ANJOS, D. M. C.**; QUEIROZ, B.Z.. *et al.* Fatores associadas á não protetização de idosos submetidos á amputação de membros inferiores In: XVII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2010, Belo Horizonte.

QUEIROZ, B.Z.; PEREIRA, D.S.; **ANJOS, D. M. C.** *et al.* Polimorfismo - 174G/C do gen da IL-6 de diabetes *Mellitus* em idosas da comunidade In: XVII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 2010, Belo Horizonte.