



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA CLÍNICA
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS MÉDICO-
CIRÚRGICAS**

SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA

**EFEITO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS DE CURTO PRAZO, BASEADO
NO MÉTODO PILATES, SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO E FUNCIONALIDADE
DE DIABÉTICOS TIPO 2**

FORTALEZA

2019

SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA

**EFEITO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS DE CURTO PRAZO, BASEADO
NO MÉTODO PILATES, SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO E FUNCIONALIDADE
DE DIABÉTICOS TIPO 2**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Cirúrgicas do Departamento de Medicina Clínica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Médico-Cirúrgicas.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Porto Pinheiro

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- G741e Gouveia, Samara Sousa Vasconcelos.
EFEITO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS DE CURTO PRAZO, BASEADO NO MÉTODO
PILATES, SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO E FUNCIONALIDADE DE DIABÉTICOS TIPO 2 /
Samara Sousa Vasconcelos Gouveia. – 2019.
102 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação
em Ciências Médico-Cirúrgicas, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Porto Pinheiro.
1. Diabetes Mellitus. 2. Técnicas de Exercício e de Movimento. 3. Biomarcadores. 4. Estresse
Oxidativo. I. Título.

CDD 617

SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA

**EFEITO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS DE CURTO PRAZO, BASEADO
NO MÉTODO PILATES, SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO E FUNCIONALIDADE
DE DIABÉTICOS TIPO 2**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Cirúrgicas do Departamento de Medicina Clínica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Médico-Cirúrgicas.

Aprovada em: 25/07/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Gonzaga Porto Pinheiro (Orientador)
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dra. Daniela Gardano Brucharles Mont´Alverne
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dra. Nataly Gurgel Campos
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dra. Kátia Castelo Branco Machado Diógenes
Universidade de Fortaleza - UNIFOR

Prof. Dr. Paulo Henrique Diógenes Vasques
GEEON

Dedico esta tese a Deus e a minha família
(Edvar e Fátima – pais, Samila e Davi –
irmãos, Guilherme Pertinni – esposo, e, Murilo
– filho querido).

AGRADECIMENTOS

“Não há no mundo exagero mais belo que a gratidão.” Jean de La Bruyere

A Deus que sempre guia os meus passos e é a força que busco em todos os momentos da minha vida. Obrigada Senhor por me possibilitar alcançar mais esta vitória.

Aos meus pais, Edvar e Fátima, por terem me concedido boas oportunidades de educação e desde sempre me conscientizarem da importância do estudo para nossa evolução pessoal.

À minha irmã e melhor amiga, Samila, por dividir comigo o amor à Fisioterapia e à Docência e ouvir todas as minhas angústias profissionais e pessoais.

Ao meu irmão Davi, que ao seu modo, sempre torce por mim e celebra cada conquista.

Ao meu esposo Guilherme que, além de ser meu companheiro de vida, dividiu comigo a construção dessa tese, estando disponível a participar ativamente da realização desta pesquisa, e que, com sua tranquilidade, amenizou meus muitos momentos de angústias durante este processo.

Ao meu filho Murilo, que me transformou em uma pessoa mais feliz e realizada e que me ensina diariamente o real significado do amor.

À minha “nova família”, meus sogros Otávio e Auxiliadora, meus cunhados, Dinara, Gustavo, Rosa, Diego e Nathiane, e meus sobrinhos Letícia, João Otávio e Gabriel que agregaram mais amor à minha vida.

Aos meus primos e tios queridos, que foram essenciais para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje e que estão presentes em todos os momentos importantes da minha vida.

À Universidade Federal do Piauí, minha “morada profissional”, onde pude concretizar esta pesquisa e que me possibilitou o tempo necessário à elaboração desta Tese.

Aos professores Dr. Miguel Nasser Hissa e Dr. Lusmar Veras Rodrigues (*in memoriam*) que assumiram a orientação inicial desta Tese, mas que por motivos diversos não puderam concluí-la.

Ao meu orientador, Dr. Luiz Porto, pela disponibilidade de aceitar me orientar, mesmo em uma área distinta da sua atuação.

A banca avaliadora do trabalho, que se dispôs a contribuir com sugestões relevantes para a construção do mesmo

Às minhas amigas da vida, Nataly Gurgel e Natasha Teixeira que, há tempos, vivenciaram comigo a primeira conquista profissional e que, até hoje, torcem ativamente e comemoram comigo todas as conquistas.

Aos colegas fisioterapeutas Leydnaya e Bruno que se dedicaram e abraçaram completamente esta pesquisa, sendo essenciais para a realização da mesma.

À colega fisioterapeuta Vanádia, que com sua experiência clínica em Pilates, elaborou o protocolo utilizado nesta pesquisa.

Aos alunos que participaram das coletas de dados, Felipe, Rebeca, Kananda, Thamires, Jamille, Rosangela, Tainara e Gustavo, pela disponibilidade, compromisso e respeito aos pacientes.

A Luciene e Magda, por todas as orientações institucionais e apoio na resolução dos problemas burocráticos.

Aos pacientes que se disponibilizaram a participar deste estudo.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein)

RESUMO

EFEITO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS DE CURTA DURAÇÃO, BASEADO NO MÉTODO PILATES, SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO E FUNCIONALIDADE DE DIABÉTICOS TIPO 2. SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Médico-cirúrgicas. Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará. Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Porto Pinheiro.

Objetivo: Este estudo surgiu do interesse em analisar o efeito que um protocolo de exercícios, baseado no método Pilates, teria sobre as variáveis indicativas de estresse oxidativo e funcionalidade em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2. **Metodologia:** Tratou-se de um ensaio clínico randomizando tendo como população alvo diabéticos tipo 2, residentes em Parnaíba-PI, cadastrados no Hiperdia. Foi realizado um protocolo de exercício, baseado no método Pilates, com duração de 8 semanas, sendo 2 atendimentos por semana. As variáveis avaliadas foram: sinais vitais e glicemia, força muscular respiratória (Pimáx e Pemáx), estabilometria, eletromiografia, variabilidade da frequência cardíaca e os níveis séricos de glicose, hemoglobina glicada, perfil lipídico, proteína C reativa e malondialdeído. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão para variáveis contínuas e frequência e porcentagem para variáveis categóricas. Todas as variáveis foram testadas para distribuição normal. Utilizou-se o teste ANOVA com *post hoc* de Tukey para as variáveis com distribuição normal, e os testes Kruskal-Wallis, Wilcoxon, Friedman e Correlação de Spearman para as variáveis que não apresentaram distribuição normal, com nível de significância de 5%, por meio do SPSS 21.0. **Resultados:** Participaram do estudo 44 diabéticos tipo 2 (grupo intervenção:22; grupo controle: 22), com idade média de 61,23 \pm 8,49 anos, sendo a maioria do gênero feminino (77,3%), casado ou em união consensual (59,1%), tendo concluído a alfabetização (31,8%), com IMC médio de 26,96 \pm 4,35 kg/m². Ao analisar o efeito do protocolo sobre os sinais vitais e a glicemia, os sinais vitais não sofreram importantes alterações, e houve uma redução significativa da glicemia, de 16mg/dL (p=0,00). Quanto às variáveis respiratórias, não houve diferença quanto Pimax e Pemax. Na estabilometria com olhos abertos, houve redução da posição média anteroposterior (p=0,008) e da frequência média anteroposterior (p=0,039). Com os olhos fechados, houve redução da posição média anteroposterior (p=0,018) e mediolateral (p=0,048), do deslocamento total (p=0,022) e da velocidade anteroposterior (p=0,022). Na eletromiografia, não houve diferenças significativas. Houve diferença na variabilidade cardíaca, no domínio tempo, para as variáveis *Mean RR* (p=0,00), *SDNN* (p=0,001), *RRtri* (p=0,00) e *TINN* (0,001), e aumento significativo para a variável *SD2* do índice geométrico de Poincaré (p=0,001). Nas análises bioquímicas, houve redução significativa da hemoglobina glicada (p=0,002) e do estresse oxidativo (p=0,004). **Conclusão:** O protocolo de exercícios baseado no método Pilates produziu a redução da glicemia pós-prandial e da hemoglobina glicada e do estresse oxidativo e alterações estabilométricas e na modulação autonômica.

Descritores: Diabetes Mellitus. Técnicas de Exercício e de Movimento. Biomarcadores. Estresse Oxidativo.

ABSTRACT

EFFECT OF A SHORT-TERM EXERCISE PROTOCOL BASED ON THE PILATES METHOD, ON THE OXIDATIVE STRESS AND FUNCTIONALITY OF TYPE 2 DIABETICS. SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA. Thesis (Doctorate). Postgraduate Program (Stricto Sensu) in Medical-Surgical Sciences. Faculty of Medicine, Federal University of Ceará. Supervisor: Professor. PhD. Luiz Gonzaga Porto Pinheiro.

Objective: This study was based on an interest in analyzing the effect that an exercise protocol based on the Pilates method would have on the variables indicative of oxidative stress and functionality in patients with type 2 diabetes mellitus. **Methodology:** This was a randomized clinical trial having as target population type 2 diabetics, resident in Parnaíba-PI, enrolled in Hiperdia. An exercise protocol, based on the Pilates method, was carried out, with a duration of 8 weeks, with 2 visits per week. The variables evaluated were: vital signs and blood glucose, respiratory muscle strength (Pimáx and Pemáx), stabilometry, electromyography, heart rate variability and serum glucose levels, glycated hemoglobin, lipid profile, C-reactive protein and malondialdehyde. The results were expressed as mean \pm standard deviation for continuous variables and frequency and percentage for categorical variables. All variables were tested for normal distribution. The Tukey post hoc ANOVA test was used for the variables with normal distribution, and the Kruskal-Wallis, Wilcoxon, Friedman and Spearman correlation tests were used for the variables that did not present a normal distribution, with a significance level of 5%, for through SPSS 21.0. **Results:** A total of 44 type 2 diabetic patients (intervention group: 22, control group: 22), with a mean age of 61.23 ± 8.49 years, were the majority (77.3%), married or in (59.1%) and literacy (31.8%), with a mean BMI of 26.96 ± 4.35 kg / m². When analyzing the effect of the protocol on vital signs and blood glucose, vital signs did not change significantly, and there was a significant reduction in blood glucose of 16mg / dL ($p = 0.00$). Regarding the respiratory variables, there was no difference between Pimax and Pemax. In the stabilometry with open eyes, there was reduction of the anteroposterior mean position ($p = 0.008$) and the mean anteroposterior frequency ($p = 0.039$). With the eyes closed, there was a reduction of the anteroposterior ($p = 0.018$) and mediolateral mean position ($p = 0.048$), total displacement ($p = 0.022$) and anteroposterior velocity ($p = 0.022$). On electromyography, there were no significant differences. There were differences in cardiac variability in the time domain for Mean RR ($p = 0.00$), SDNN ($p = 0.001$), RRtri ($p = 0.00$) and TINN (0.001), and a significant increase for the variable SD2 of the Poincaré geometric index ($p = 0.001$). In the biochemical analyzes, there was a significant reduction of glycated hemoglobin ($p = 0.002$) and oxidative stress ($p = 0.004$). **Conclusion:** The exercise protocol based on the Pilates method produced the reduction of postprandial glycemia and glycated hemoglobin and oxidative stress and stabilometric changes and autonomic modulation.

Keywords: Diabetes Mellitus. Exercise Movement Techniques. Biomarkes. Oxidative Stress.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	Fluxograma da população do estudo, incluindo o número de pacientes que foram selecionados, consentiram, submetidos à randomização, completaram o tratamento do estudo e foram incluídos na análise.....	32
FIGURA 2:	Esfigmomanômetro (marca BD) e estetoscópio (marca premium).....	34
FIGURA 3:	Oxímetro de dedo, marca oximeter.....	34
FIGURA 4:	Glicosímetro, marca ACCU-CHEK [®] Active.....	35
FIGURA 5:	Kit manovacuômetro analógico, marca comercial médica.....	36
FIGURA 6:	Plataforma de força (estabilometria), marca EMGSystems do Brasil Ltda.....	38
FIGURA 7:	Eletromiógrafo e captação do sinal biológico do músculo tibial anterior, marca EMGSystems do Brasil Ltda.....	38
FIGURA 8:	Eletrodo autoadesivo, marca 3M.....	39
FIGURA 9:	Frequencímetro rx 800, marca Polar [®]	41
FIGURA 10:	Correlações entre MDA e hemoglobina glicada, MDA e avaliação eletromiográfica do tibial anterior e MDA e avaliação eletromiográfica do diafragma.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Características sócio-demográficas dos diabéticos participantes de ambos os grupos, Parnaíba, 2019.....	49
Tabela 2:	Análise dos sinais vitais e da glicemia, antes e após o protocolo no grupo de intervenção de diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.....	50
Tabela 3:	Análise da força muscular respiratória, antes e após o protocolo em cada grupo de diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.....	51
Tabela 4:	Análise estabilométrica, antes e após o protocolo, referente aos parâmetros de equilíbrio estático avaliados com os olhos abertos e olhos fechados, Parnaíba, 2019.....	52
Tabela 5:	Análise eletromiográfica, antes e após o protocolo, referente aos músculos gastrocnêmio, tibial anterior, reto femoral, reto abdominal, diafragma, peitoral maior, grande dorsal e trapézio fibras inferiores, Parnaíba, 2019.....	54
Tabela 6:	Análise da variabilidade da frequência cardíaca (domínio tempo), antes, durante e após o protocolo em diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.....	55
Tabela 7:	Análise da variabilidade da frequência cardíaca (domínio frequência) pela transformada rápida de Fourier, antes, durante e após o protocolo em diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.....	56
Tabela 8:	Análise da variabilidade da frequência cardíaca pela plotagem de poincaré, antes, durante e após o protocolo em idosos diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.....	56
Tabela 9:	Análises bioquímicas antes e após o protocolo em cada grupo de diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\Delta\%$	Variação do percentual, referente ao valor predito
$^{\circ}\text{C}$	Graus celsius
$\mu\text{g/g}$	Micro grama por grama
$\mu\text{m}/400\mu\text{L}$	Micrometro por 400 microlitro
ADA	Associação Americana de Diabetes
AGEs	Produtos de glicação avançada
AP	Anteroposterior
bpm	Batimentos por minuto
cmH_2O	Centímetro de água
CP	Centro de pressão
CPT	Capacidade funcional total
DM	Diabetes Mellitus
DP	Desvio padrão
EMG	Eletromiografia
EROs	Espécies reativas de oxigênio
FC	Frequência cardíaca
GSH	Glutathiona
HbA1c	Hemoglobina Glicada
HDL	<i>High Density Lipoproteins</i>
HF	<i>High Frequency</i>
Hz	Hertz
IMC	Índice de massa corporal
ipm	Incursões por minuto
Kg	Quilograma
Kg/m^2	Quilograma por metro quadrado
L/min	Litro por minuto
LaFAT	Laboratório de Fisioterapia Avaliativa e Terapêuticas
LDL	<i>Low Density Lipoproteins</i>
LDLc/HDLc	Relação entre <i>Low Density Lipoproteins</i> e <i>High Density Lipoproteins</i>

LF	<i>Low Frequency</i>
m	Metro
MDA	Malondialdeído
mg/dL	Miligrama por decilitro
mL	Mililitro
ML	Mediolateral
mmHg	Milímetro de mercúrio
mmol/g	Milimol por grama
n	Tamanho da amostra
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pressão arterial sistêmica
PE _{máx}	Pressão Expiratória Máxima
PFE	Pico de Fluxo Expiratório
PI _{máx}	Pressão Inspiratória Máxima
pNN50	<i>Percent of normal-normal NN intervals whose difference exceeds 50 ms</i>
RMS	Raiz quadrática média
rMSSD	<i>Root-Mean of square sucessive NN interval difference</i>
Sat. O ₂	Saturação periférica de oxigênio
SD	Desvio padrão
SDANN	<i>Standart Deviation of the Average NN Interval</i>
SDNN	<i>Standard Deviation of all normal NN interval</i>
SDNN _i	<i>The Mean of the 5 minutes Standard Deviation of NN Intervals</i>
ULF	<i>Ultra Low Frequency</i>
va	Valor absoluto
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VLF	<i>Very Low Frequency</i>
VR	Volume residual
x ²	Qui quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Referencial Teórico	19
1.1.1	<i>Diabetes Mellitus</i>	19
1.1.2	<i>Diabetes Mellitus e Estresse Oxidativo</i>	22
1.1.3	<i>Exercício Físico, Diabetes e Estresse Oxidativo</i>	24
1.1.4	<i>Pilates e Diabetes Mellitus</i>	25
1.2	PERGUNTA DE PARTIDA	26
1.3	HIPÓTESE	26
2	OBJETIVOS	28
2.1	Objetivo Geral	28
2.2	Objetivos Específicos	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1	Instrumentos e procedimentos para coleta dos dados	33
3.1.1	<i>Questionário sociodemográfico e clínico</i>	33
3.1.2	<i>Sinais vitais e glicemia</i>	33
3.1.3	<i>Manovacuometria</i>	35
3.1.4	<i>Estabilometria</i>	37
3.1.5	<i>Eletromiografia</i>	37
3.1.6	<i>Frequencímetro (Variabilidade da Frequência Cardíaca)</i>	40
3.1.7	<i>Avaliação Laboratorial das Amostras Sanguíneas</i>	42
3.2	Protocolo de Atendimento	44
3.3	Análise dos dados	45
3.4	Aspectos éticos	46
3.4.1	<i>Riscos e Benefícios da Pesquisa</i>	46
4	RESULTADOS	48
4.1	Força Muscular Respiratória	51
4.2	Estabilometria	51
4.3	Eletromiografia de Superfície	53
4.4	Variabilidade da Frequência Cardíaca	54
4.5	Análises Bioquímicas	57
5	DISCUSSÃO	60
5.1	Glicemia, Hemoglobina Glicada e Perfil Lipídico	61

5.2	Força Muscular Respiratória.....	63
5.3	Capacidade Funcional (Estabilometria e EMG).....	64
5.4	Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	69
5.5	Estresse Oxidativo.....	71
5.6	Limitações do Estudo.....	72
6.0	CONCLUSÃO.....	74
	REFERÊNCIAS.....	76
	APÊNDICES.....	86
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	86
	APÊNDICE B - Ficha Sociodemográfica	88
	APÊNDICE C – Protocolo de Pilates.....	90
	ANEXOS.....	99
	ANEXO A – Parecer de Aprovação do Comitê de Ética.....	98

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é um importante problema de saúde mundial, sendo uma síndrome de origem metabólica caracterizada por elevados níveis glicêmicos, decorrentes da falta da insulina ou da incapacidade desta em atuar adequadamente. Tal síndrome resulta do metabolismo defeituoso dos carboidratos, lipídeos e proteínas (BEAGLEY *et al.*, 2014). É uma doença crônica silenciosa, levando a demora em seu diagnóstico e tratamento precoces, favorecendo o desenvolvimento de várias complicações oriundas da mesma (SORIO FLOR; CAMPOS, 2017).

Considerando o número de diabéticos no mundo estima-se que, no ano de 2013 havia aproximadamente 382 milhões, tendo projeção para atingir os 592 milhões em 2035 (GUARIGUATA *et al.*, 2014). Estudos epidemiológicos apontam um crescimento da prevalência do DM em países em desenvolvimento, bem como com a progressão da idade, chegando a ser cerca de 400 vezes maior ao se comparar a população idosa com a população jovem (IDF, 2015). Sua natureza crônica associada às complicações e às ações necessárias para a prevenção, o controle e o tratamento do DM e/ou de suas complicações, tornam-no uma doença extremamente onerosa para os indivíduos afetados, suas famílias e o sistema de saúde (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES – DSBD, 2017).

O DM pode ser classificado como tipo 1 ou tipo 2, sendo tal classificação determinada a partir da análise da etiologia, fisiopatologia, evolução clínica e tratamento da doença. O DM tipo 2 é o mais frequente, estando relacionado a fatores de risco tais como estilo de vida, obesidade, sedentarismo, hereditariedade entre outros (TUOMI *et al.*, 2014)

O indivíduo com DM tipo 2 tem um risco aumentado de sofrer lesões micro e macro vasculares que comprometem diversos órgãos e sistemas (CAMPBELL *et al.*, 2012). Muitos estudos são direcionados às complicações renais, visuais, circulatórias e neurológicas

advindas do DM, atribuindo-se a etiologia destas alterações à formação dos produtos de glicação avançada (AGEs). Estes compostos são capazes de gerar modificações das propriedades químicas e funcionais das estruturas biológicas (AHMED, 2005).

Apesar de não haver um consenso sobre o impacto que o estresse oxidativo decorrente do DM possa produzir nos tecidos e se tal impacto é o fator explicativo das complicações decorrentes desta condição clínica, acredita-se que as alterações celulares decorrentes do processo de glicação não enzimática e da glicoxidação induzidas pela hiperglicemia, podem estar relacionadas à origem das complicações. Sabe-se que estes processos levarão ao aumento da produção de espécies reativas do oxigênio (EROs) que acarretarão a modificação irreversível de proteínas, lipídeos e DNA, entretanto ainda é precoce atribuir ao estresse oxidativo a gênese das complicações decorrentes do DM (OLIVEIRA, 2010).

O exercício físico é um importante agente regulador do estresse oxidativo, uma vez que, apesar de promover uma gradativa elevação na produção de EROs, promove também mecanismos eficazes de adaptação capazes de minimizar os danos causados por tais agentes. Em decorrência desta resposta adaptativa, as EROs agirão como sinalizadores ativando as vias de regulação de genes responsáveis por manter o equilíbrio intracelular entre oxidantes e não-oxidantes (BARBOSA *et al.*, 2010).

O método Pilates diferencia-se das abordagens tradicionais de exercícios (exercícios aeróbicos / exercícios resistidos), entretanto é caracterizado como um tipo de atividade física que promove resistência muscular, ganho de flexibilidade e melhora do equilíbrio (BULLO *et al.*, 2015). É um método de grande aceitação pelos praticantes e, por ser executado sempre sob supervisão de um fisioterapeuta ou educador físico, é muito seguro para os praticantes.

Diversos estudos apontam o uso do Pilates em condições clínicas musculoesqueléticas e na população idosa, entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos do método na DM. Diante desta lacuna, e considerando-se os benefícios da atividade física para pessoas com DM, é

relevante analisar o impacto que um protocolo de exercícios, baseados no método Pilates, tem sobre o estresse oxidativo e funcionalidade de diabéticos tipo 2.

1.1 Referencial Teórico

1.1.1 Diabetes Mellitus

De acordo com a Federação Internacional de Diabetes, esta doença pode ser considerada uma das maiores emergências mundiais do século XXI, estimando-se que 415 milhões de adultos possuem esta enfermidade, além de apresentar uma tendência mundial de aumento do número de casos a cada ano (IFD, 2015). Tal fato é preocupante, uma vez que a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que glicemia elevada seja o terceiro fator, em importância, de causa de mortalidade prematura (WHO, 2009), além disso, estima-se que, devido a uma série de fatores, entre eles a ineficiência dos serviços de saúde para detectar precocemente esta situação, cerca de 46% dos casos de diabetes em adultos não sejam diagnosticados e que a maioria destes casos estão em países em desenvolvimento (BEAGLEY *et al.*, 2014).

É difícil estimar o impacto do DM sobre a mortalidade, uma vez que esta pode ser ocasionada por complicações oriundas do mesmo, mas que podem não estar relatadas nos documentos de registro, ocasionando, portanto, uma subestimação das estatísticas referentes a esta doença. Nos países desenvolvidos, quando se analisa a causa básica do óbito, o DM está entre a quarta e a oitava principais causas. Ao analisar a causa de óbito relacionada ao DM, destacam-se o coma cetoacidótico e a nefropatia diabética para indivíduos com diabetes tipo 1, e as doenças cardiovasculares para indivíduos com diabetes tipo 2 (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017).

O Brasil destaca-se mundialmente como o quarto país com maiores números de casos de pessoas com DM (20 a 79 anos), sendo superado pela China, Índia e Estados Unidos (IFD,

2015). Um estudo realizado em seis capitais brasileiras, com pessoas na faixa etária de 35 a 74 anos, encontrou prevalência de 20% (SCHMIDT *et al.*, 2014), superando consideravelmente a estimativa referente ao ano de 1980 de 7,6% (MALERBI; FRANCO, 1992).

A classificação do DM tem sido baseada em sua etiologia, podendo o mesmo ser dividido em DM tipo 1 e DM tipo 2, entretanto, devido a grande heterogeneidade desta doença, esta divisão provavelmente será ampliada (TUOMI *et al.*, 2014).

O tipo 1 é definido como autoimune, poligênico, decorrente de destruição das células β pancreáticas, ocasionando deficiência na produção de insulina (CHIANG *et al.*, 2014). Historicamente era considerada uma doença de crianças e adolescentes, mas esta visão mudou atualmente. No tratamento desta condição clínica necessita-se da reposição exógena de insulina (ATKINSON; EISENBARTH; MICHELS, 2014). A prevalência mundial desta doença é muito variada, representando aproximadamente 5 a 10% de todos os casos de DM, sendo que o Brasil ocupa o terceiro lugar em prevalência mundial de DM tipo 1 (IFD, 2015).

O DM tipo 2 é o mais prevalente, correspondendo a cerca de 90% dos casos mundiais de diabetes. É considerado uma doença complexa, poligênica, com forte influência de componentes ambientais, dentre os quais se destacam os hábitos dietéticos e a inatividade física (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017). Caracteriza-se por relativa deficiência de insulina, causada pela disfunção das células β pancreáticas e resistência à insulina em órgãos alvo (CHATTERJEE; KHUNTI; DAVIES, 2017). A ocorrência de hiperglicemia se dá concomitantemente com hiperglucagonemia, aumento da resistência dos tecidos periféricos à ação da insulina, aumento da produção hepática de glicose, aumento da lipólise e dos ácidos graxos livres circulantes, aumento da reabsorção renal de glicose e graus variados de deficiência na síntese e secreção de insulina pelas células β pancreáticas (DE FRONZO, 2004).

Os fatores de risco relativos à DM tipo 2 são: histórico familiar da doença, aumento da idade, obesidade, sedentarismos, diagnóstico prévio de pré-diabetes ou diabetes gestacional e presença de componentes da síndrome metabólica, como hipertensão arterial e dislipidemia (DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017).

Os critérios diagnósticos de DM são similares independentemente do tipo, sendo que no DM tipo 1 é mais comum a ocorrência de sintomas relacionados. De acordo com as recomendações da Associação Americana de Diabetes (ADA, 2017), considera-se pré-diabético os indivíduos que apresentem valores de glicemia em jejum entre 100 e 126mg/dL, teste de tolerância à glicose com valores entre 140 e 199mg/dL e hemoglobina glicada com valores entre 5,7 e 6,5%. Confirma-se o diagnóstico de diabetes quando os indivíduos apresentam valores de glicemia em jejum maior ou igual a 126mg/dL, teste de tolerância à glicose com valores maiores ou iguais a 200mg/dL, hemoglobina glicada com valores maiores ou iguais a 6,5% e glicemia ao acaso maior ou igual a 200 com sintomas inequívocos de hiperglicemia.

O estado de hiperglicemia crônica presente no DM é o que desencadeia as complicações oriundas desta condição clínica, sendo assim, existe uma associação entre o tempo de diagnóstico da doença e as complicações relacionadas a ela (NOGUEIRA *et al.*, 2015). Tais complicações relacionam-se ao desenvolvimento de macroangiopatias (artérias coronarianas, dos membros inferiores e cerebrais) e microangiopatias (afetando a retina, o glomérulo renal e os nervos periféricos) (BARBOSA; OLIVEIRA; SEARA, 2009). O DM tipo 2 está relacionado a um aumento no risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares a longo prazo, sendo assim, os indivíduos com esta condição clínica necessitam de intervenções precoces, relacionadas aos hábitos de vida e medicamentos, para controlar as alterações metabólicas oriundas da mesma (LEON; MADDOX, 2015).

A síndrome metabólica caracteriza-se pela associação entre distúrbio de tolerância à glicose, dislipidemia, hipertensão arterial sistêmica e excesso de peso ou obesidade. Dentre os portadores de DM tipo 2, a prevalência de síndrome metabólica é alta, sendo esta a anormalidade metabólica mais comum e diretamente relacionada ao desenvolvimento de comprometimentos cardiovasculares (QUEIROZ *et al.*, 2011). Entretanto, não há estudos nacionais suficientes que avaliem a influência da síndrome metabólica no desenvolvimento de complicações micro e macrovasculares em pacientes com DM tipo2.

Os custos relacionados à DM incluem o aumento do uso dos serviços de saúde, o desenvolvimento de incapacidades com consequente perda da produtividade, produzindo impactos importantes em nível individual, familiar e social (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2013; YANG *et al.*, 2012). Estima-se que os gastos referentes aos cuidados com saúde para pessoas com DM sejam cerca de duas a três vezes maiores se comparados a indivíduos sem esta doença, e que o investimento mundial em saúde para a área específica da DM representou entre 5% e 20% dos investimentos totais em saúde (OECD, 2011).

1.1.2 Diabetes Mellitus e Estresse Oxidativo

A geração de radicais livres é um processo contínuo e fisiológico que ocorre durante as diversas reações bioquímicas nos organismos vivos. Uma vez que a produção excessiva destes radicais livres pode gerar danos oxidativos, existe uma série de mecanismos de defesa antioxidantes que objetivam controlar os níveis intracelulares de radicais livres e limitar os danos produzidos pelos mesmos. Quando ocorre um desequilíbrio entre a produção e a remoção de radicais livres, diz-se estar diante de um processo de estresse oxidativo, cuja cronicidade impactará como dano permanente em células e tecidos (BARBOSA *et al.*, 2010).

A formação de produtos finais da glicação avançada (AGEs) ocorre fisiologicamente de forma vagarosa, entretanto em condições de hiperglicemia ou estresse oxidativo este processo aumenta consideravelmente, o que se confirma pelo fato de indivíduos com DM

possuírem concentrações séricas de AGEs mais elevadas do que indivíduos não-diabéticos (LAPOLLA; FEDELE; TRALDI, 2005; SHARP; RAINBOW; MUKHERGEE, 2003). Os AGEs podem modificar as células por três mecanismos: 1) modificação de estruturas intracelulares, podendo afetar a transcrição gênica; 2) interação da matriz com proteínas extracelulares, alterando a sinalização entre as moléculas da matriz e a célula; 3) modificação de proteínas ou lipídeos sanguíneos, podendo estes ligarem-se à receptores específicos, produzindo citocinas inflamatórias e fatores de crescimento (BROWNLEE, 2005).

O estresse oxidativo relaciona-se diretamente às complicações do DM, sendo uma característica importante desse a manifestação da peroxidação lipídica, processo decorrente da ação das Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) sobre os ácidos graxos polinsaturados nas membranas celulares (MATOUGH *et al.*, 2012). Bandeira *et al.* (2012) confirmam isto ao observar em seu estudo um aumento da peroxidação lipídica e uma relação entre altos níveis séricos de glicose em jejum e aumento na glicação da hemoglobina.

Dentre os marcadores de peroxidação lipídica, destacam-se a mieloperoxidase e o malondialdeído (MDA) séricos e o perfil lipídico, sendo que estes marcadores possibilitam a detecção precoce das complicações da DM (BEGUM *et al.*, 2015). Bhutia *et al.* (2011) apontam que níveis séricos elevados de MDA foram encontrados em pacientes diabéticos há mais de cinco anos e que tinham desenvolvido complicações (micro e macrovasculares).

Outra forma de mensurar o estresse oxidativo é indiretamente por meio da concentração de antioxidantes. A Glutathione (GSH) é uma molécula que participa de diversos processos como antioxidante e destoxicante, além de ter uma participação na morte celular programada, sendo assim, o nível intracelular de GSH é um preditivo para a longevidade desta célula, e quanto menor o conteúdo de GSH de uma célula, menor a probabilidade de sobrevivência da mesma (PARK; YOU, 2010).

1.1.3. Exercício Físico, Diabetes e Estresse Oxidativo

Define-se exercício físico como uma atividade física programada, estruturada e repetitiva com o objetivo de melhorar os componentes da aptidão física (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *et al.*, 2009). A prática regular de exercício físico é benéfica para qualquer indivíduo, sendo que nos indivíduos com DM impacta na melhora do controle glicêmico e de algumas comorbidades, tais como excesso de peso, hipertensão arterial, dislipidemias, risco cardiovascular dentre outras (NOCON *et al.*, 2008). Boyer *et al.* (2018) afirmam que o exercício físico desempenha um importante papel na redução dos riscos associados ao DM tipo 2, independentemente da etnia.

Todos os tipos de exercícios físicos (aeróbicos, resistidos e de flexibilidade) são indicados aos pacientes com DM para promover efeitos benéficos, e a prescrição dos mesmos deve ser feita de forma cautelosa, considerando-se a intensidade, a frequência e a duração (DE ANGELIS *et al.*, 2006). O exercício físico tem efeito hipoglicemiante, porém em indivíduos com alterações no metabolismo de carboidratos, que frequentemente ocorrem no DM tipo 2, este efeito é menos evidente (BARRILE *et al.*, 2015).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte e a Associação Americana de Diabetes ratificam a importância do exercício físico na prevenção e controle da DM e afirmam que tanto o exercício físico aeróbico quanto o treinamento resistido melhoram a ação da insulina, favorecendo o manejo dos níveis de glicose e de lipídeos além de reduzir o risco cardiovascular e a mortalidade (COLBERG *et al.*, 2010).

VINETTI *et al.* (2015) desenvolveram um estudo no qual realizaram um treinamento físico supervisionado com DM tipo 2 durante um ano, incluindo treino aeróbico e exercícios de resistência e flexibilidade, e verificaram a redução no estresse oxidativo e melhora da aptidão cardiovascular, da composição corporal e da sensibilidade à ação da insulina.

Gordon *et al.* (2008) analisaram os efeitos da Hatha yoga sobre o perfil lipídico e o estresse oxidativo de diabéticos tipo 2, avaliando mais de duzentos participantes nesta pesquisa, e concluíram que este método foi eficaz para melhorar o controle glicêmico, o perfil lipídico e o estresse oxidativo, tendo efeitos similares ao treinamento físico convencional.

1.1.4 Pilates e Diabetes Mellitus

O método Pilates é considerado uma modalidade de treinamento resistido não convencional criada por Joseph Pilates em 1920. É uma abordagem de exercícios de corpo e mente que tem como fundamentos o ganho de estabilidade, força e flexibilidade, além do trabalho de controle muscular, postura e respiração (WELLS; KOLT; BIALOCERKOWSKI, 2012). Os exercícios desse método podem ser realizados somente no solo (mat Pilates) ou com aparelhos específicos (Pilates studio) e baseiam-se em seis princípios: centralização, concentração, controle, precisão, respiração e fluidez do movimento (LUZ *et al.*, 2014; KOLYNIK; CAVALCANTI; AOKI, 2004).

Diversos estudos incluem o Pilates como uma ferramenta de reabilitação de alterações algias relacionadas ao sistema musculoesquelético e apontam sua eficácia na prevenção de dores na coluna (principalmente lombar), diminuição de incapacidades e melhora da capacidade funcional, além disso é muito utilizado na população idosa devido ao seu baixo risco e importantes melhorias para esta população (BARROCAL *et al.*, 2017; WELLS *et al.*, 2014; MIYAMOTO; COSTA; CABRAL, 2013; ALADRO-GONZALVO *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2013; POSADZKI; LIZIS; HAGNER-DERENGOWSKA, 2011; LIM *et al.*, 2011; LA TOUCHE; ESCALANTE; LINARES, 2008).

O fortalecimento da musculatura profunda de estabilização lombar é um dos efeitos obtidos por meio do método Pilates. Um estudo realizado por PAUNGMALI *et al.* (2018) verificou que os exercícios de fortalecimento desta musculatura têm efeito sobre os níveis plasmáticos de β -endorfina.

Além dos efeitos já confirmados, diversas pesquisas têm sido realizadas analisando outros efeitos ainda não muito elucidados desta modalidade de exercício. Alvarenga *et al.* (2018) associou treinamento muscular respiratório ao método Pilates em idosos e identificou que o grupo que fez este treinamento apresentou melhora da função pulmonar e do condicionamento físico geral, quando comparado ao grupo controle.

Tinoco-Fernández *et al.* (2016) realizou um estudo sobre as adaptações cardiovasculares promovidas pelo treinamento com o método Pilates e identificou uma influência positiva sobre variáveis cardiorrespiratórias de jovens saudáveis, que pode contribuir para melhorar a resistência aeróbica e reduzir a gordura corporal.

Melo *et al.* (2018) analisaram o efeito do método Pilates sobre a capacidade funcional e o controle glicêmico de idosas com diabetes tipo 2, e concluíram que esse método induziu melhoras na capacidade funcional e no controle glicêmico.

Nessa perspectiva, percebeu-se uma lacuna na literatura quanto aos efeitos do Pilates sobre o estresse oxidativo em diabéticos tipo 2.

1.2 PERGUNTA DE PARTIDA

Qual o efeito que um protocolo de exercícios de curta duração, baseado no método Pilates, teria sobre o estresse oxidativo e a funcionalidade em diabéticos tipo 2?

1.3 HIPÓTESE

Considerando-se que os indivíduos com DM tipo 2 apresentam alterações em diversos sistemas e aumento do seu estresse oxidativo, acredita-se que a aplicação de um protocolo de exercícios físicos, baseados no método Pilates, produziria efeitos benéficos sobre a funcionalidade global e a redução do estresse oxidativo nestes indivíduos.

OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o efeito de um protocolo de exercícios de curta duração, baseado no método Pilates, sobre o estresse oxidativo e a funcionalidade de diabéticos tipo 2.

2.2 Objetivos Específicos

- Traçar o perfil clínico e epidemiológico dos participantes do estudo.
- Avaliar o efeito do protocolo na (os):
 - * Sinais vitais como pressão arterial, frequência cardíaca e respiratória, saturação periférica de oxigênio e glicemia no grupo experimental.
 - * Força muscular respiratória (P_{Imáx}; P_{Emáx}) em todos os participante do estudo.
 - * Controle motor (estabilometria e eletromiografia) entre os grupos experimental e controle.
 - * Variabilidade da frequência cardíaca, domínio tempo e frequência, e gráfico poincaré somente no grupo grupo experimental.
 - * Níveis séricos de hemoglobina glicada, colesterol total, triglicerídeos, LDL, HDL, LDLc/HDLc, e proteína C reativa entre os grupos experimental e controle.
 - * Níveis séricos de malondialdeído (MDA) entre os grupos experimental e controle.
- Correlacionar o estresse oxidativo com as demais variáveis bioquímicas e funcionais.

MATERIAIS E MÉTODO

3 MATERIAIS E MÉTODO

Trata-se de um ensaio clínico controlado e randomizado, com abordagem quantitativa realizado na Clínica Escola de Fisioterapia e no Laboratório de Fisioterapia Avaliativa e Terapêuticas – LaFAT, da Universidade Federal do Piauí, na cidade de Parnaíba-PI, no período de maio de 2018 a março de 2019.

A população do estudo foi composta por indivíduos com diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 2, residentes em Parnaíba e cadastrados no Hiperdia (sistema de cadastro e acompanhamento de diabéticos e hipertensos atendidos na rede ambulatorial do Sistema Único de Saúde). A amostra deste estudo foi do tipo probabilístico aleatório simples por meio da utilização de um programa estatístico para cálculo da mesma, baseando-se em pesquisas anteriores e em estudo piloto, respeitando-se os critérios de inclusão e exclusão.

Os critérios de inclusão foram: - estar cadastrado no Hiperdia, possuindo diagnóstico clínico comprovado de diabetes mellitus tipo 2; - residir no município de Parnaíba; - ter idade entre 35 e 80 anos; - não apresentar doenças pulmonares ou renais; não realizar atividades físicas durante a pesquisa; - concordar em participar da pesquisa por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A).

Foram excluídos da pesquisa os pacientes que não tiveram capacidade cognitiva e física suficiente para executar os procedimentos avaliativos e participar do protocolo de exercícios, que não participaram do protocolo de exercícios completo (sendo permitido uma falta, que deveria ser repostada), que não compareceram a todas as avaliações e, que apresentaram descompensações da pressão arterial sistêmica e que solicitaram a retirada do consentimento durante a realização da pesquisa.

Os participantes foram divididos aleatoriamente entre os grupos experimental e controle, por meio de sorteio, realizado com aplicativo Randomizer[®]. Os do grupo

experimental participaram do protocolo de exercícios descritos a seguir. Os do grupo controle receberam orientações de exercícios domiciliares de relaxamento e alongamento, sendo acompanhados quinzenalmente por meio de mensagens telefônicas. Todos os participantes realizaram as avaliações ao início e ao final da pesquisa.

No fluxograma a seguir (Figura 01), estão detalhadas as etapas de seleção e randomização dos participantes.

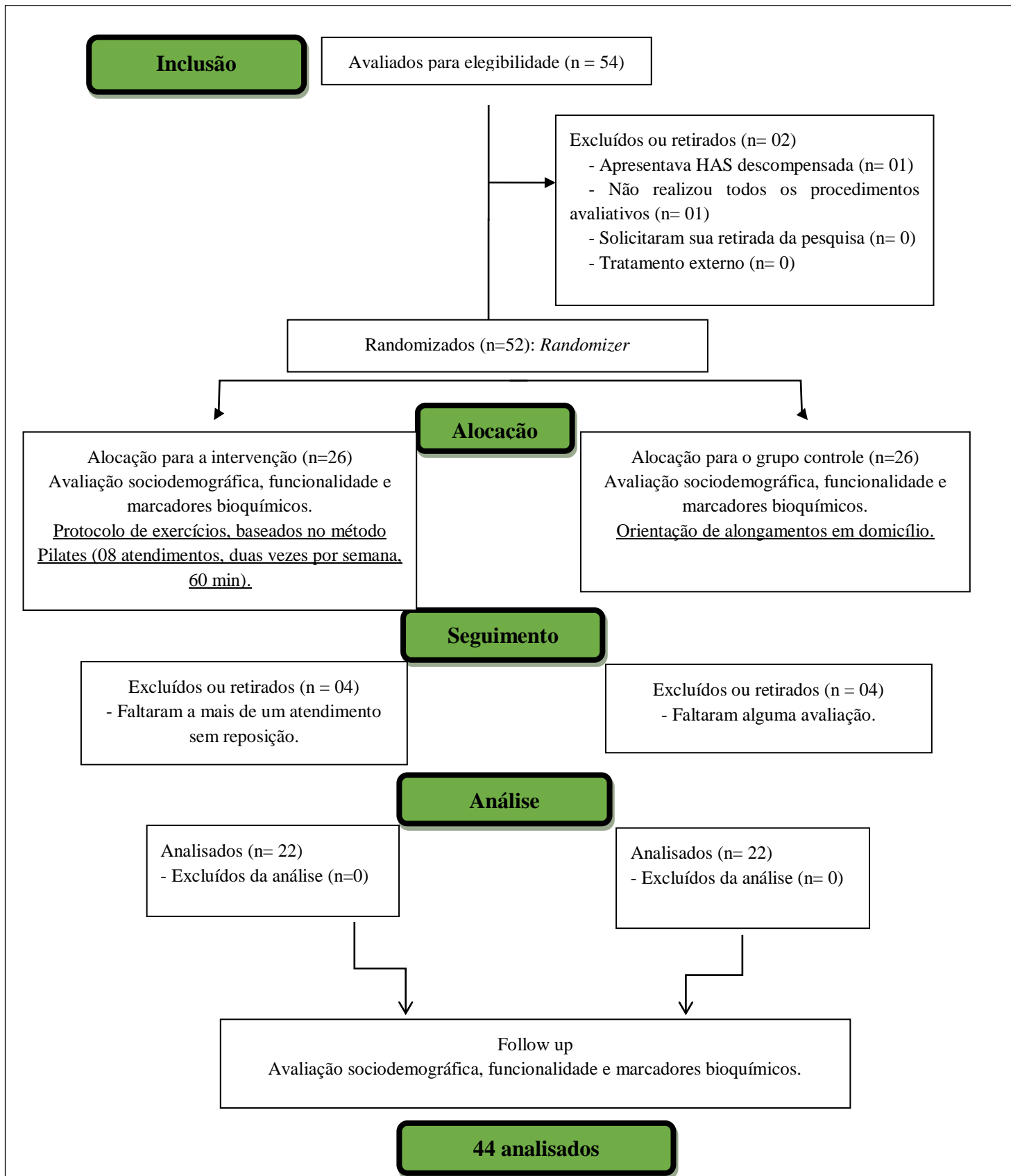


Figura 01. Fluxograma da população do estudo, incluindo o número de pacientes que foram selecionados, consentiram, submetidos à randomização, completaram o tratamento do estudo e foram incluídos na análise.

Fonte: Arquivo pessoal, adaptado de: CAMPOS, 2017.

3.1 Instrumentos e Procedimentos para coleta dos dados:

3.1.1 Questionário sociodemográfico e clínico

Os sujeitos foram direcionados a uma sala de avaliação com climatização controlada, próxima ao ambiente de atendimento, com boa iluminação e sem fluxo de pessoas que pudessem atrapalhar a dinâmica da entrevista.

O questionário, desenvolvido para abordar as características sociodemográficas e clínicas, teve 36 variáveis estudadas, a saber, idade, gênero, renda familiar, local de moradia, comorbidades, estado civil, hábitos de vida e vícios, dentre outras variantes (APÊNDICE B).

3.1.2 Sinais vitais e glicemia

Para verificação dos sinais vitais dos participantes, antes e após cada intervenção, optou-se por padronizar o membro superior esquerdo para a coleta dos dados de pressão arterial sistêmica (PA) e o índice (segundo quirodáctilo) homolateral à mensuração anterior para verificar a frequência cardíaca (FC). Além destes, também foram mensuradas a frequência respiratória e as taxas glicêmicas.

Pressão arterial sistêmica

Para a realização do teste, todos os participantes foram orientados a não fazerem uso de qualquer substância que contivesse em sua fórmula derivados de cafeína, tabaco ou álcool, bem como, não realizarem atividade física previamente ao protocolo nem uso de descongestionante nasal. Utilizou-se um esfigmomanômetro de marca BD[®] e um estetoscópio de marca Premium[®] (Figura 02). A aferição foi realizada de acordo com as recomendações da 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão (2016).



Figura 02: Esfigmomanômetro (marca BD) e estetoscópio (marca premium).
Fonte: Google imagens (2018).

Frequência Cardíaca e Respiratória, e Saturação Periférica de Oxigênio

Para a verificação da frequência cardíaca, os participantes permaneceram sentados e em repouso por cinco minutos sem conversar e fazer movimentos bruscos. Com o intuito de padronizar e facilitar a avaliação utilizou-se o oxímetro de marca oximeter® (Figura 03) no índice esquerdo, por um minuto, e anotada a média de valor da pulsação e saturação periférica. Para evitar erros de medição, foi solicitado aos participantes estarem com as unhas cortadas e sem uso de esmaltes escuros. Já a frequência respiratória foi verificada por meio da mobilidade torácica durante um minuto.



Figura 03: Oxímetro de dedo, marca oximeter.
Fonte: Google imagens (2018).

Glicemia

O teste de glicemia capilar foi efetuado sempre antes e após a realização do protocolo, pelo mesmo profissional e com o participante na mesma posição: sentado com os pés

apoiados no solo ou estrutura adaptada e braços sobre um apoio regulável. Optou-se pelo teste pós-prandial, após uma hora da refeição, no qual o profissional coletará o sangue da polpa digital, sendo efetivado o rodízio diário dos quirodáctilos, evitando desconforto da região.

Para a realização da medição, elegeu-se o aparelho de marca ACCU-CHEK[®] Active (Figura 04), sendo realizada a assepsia da polpa digital com algodão e álcool 70% em um único sentido da ponta do quirodáctilo à região central da falange média. O técnico em enfermagem esteve com todos os equipamentos de proteção individual de biossegurança como jaleco de manga longa, luvas de procedimento, que será trocada a cada teste, óculos de proteção e máscara. Na sequência com a caneta disparadora, retirou uma gotícula de sangue capilar e a inseriu na fita biossensora descartável e aguardou o resultado em cinco segundos. Ressalta-se que o aparelho foi calibrado diariamente e a bateria trocada a cada semana.



Figura 04: Glicosímetro, marca ACCU-CHEK[®] Active.

Fonte: Google imagens (2018).

3.1.3 Manovacuometria

A força muscular respiratória foi mensurada pelas medidas de pressões respiratórias máximas, tanto inspiratória quanto expiratória (PImáx e PEmáx), a partir do volume residual (VR) e da capacidade pulmonar total (CPT), respectivamente, fazendo-se uso do manovacômetro da marca Comercial Médica[®], escalonado em cmH₂O como unidade de pressão (Figura 05).



Figura 05: Kit manovacuômetro analógico, marca comercial médica.
Fonte: Google imagens (2018).

Para essas avaliações foi utilizado um clipe ocluindo o orifício nasal para a mensuração de três medidas, sendo registrada a maior delas. Os voluntários foram previamente orientados sobre o uso do aparelho e os tipos de respirações necessárias, sendo realizadas três repetições do teste com intervalo de um minuto de repouso em cada uma. Para melhor desempenho da avaliação, os participantes foram posicionados em sedestação, mantendo cabeça e pés em posição neutra, evitando qualquer estímulo diafragmático. Ressalta-se que todo o procedimento seguiu o protocolo das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar.

Neste estudo, os valores de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ encontrados foram comparados com os valores preditos (y) pelas equações de Pereira *et al.* (2015), Costa *et al.* (2010) e Neder *et al.* (1999), e, descritas abaixo:

$PI_{máx}$

- Mulheres: $y = -0,49 (\text{idade}) + 110,4$

- Homens: $y = -0,80 (\text{idade}) + 155,3$

$PE_{máx}$

- Mulheres: $y = -0,61 (\text{idade}) + 115,6$

- Homens: $y = -0,81 (\text{idade}) + 165,3$

Para melhor compreensão dos resultados, realizou-se a conversão dos dados reais para porcentagem dos valores preditivos em relação ao gênero e idade para cada grupo (PELLIZZARO; THOMÉ; VERONESE, 2013).

3.1.4 Estabilometria

Na estabilometria foi avaliado o equilíbrio postural mediante a quantificação das oscilações posturais na posição ortostática na plataforma de força, que envolve a monitorização dos deslocamentos do centro de pressão (CP) nas direções lateral (X) e anteroposterior (Y).

Antes da realização do exame os indivíduos permaneceram sentados em repouso por cinco minutos. Durante o exame foi solicitado ao participante adotar a postura ortostática, sobre a plataforma com os pés descalços, afastados 30 graus e calcanhares aproximados (distância de quatro centímetros), braços relaxados ao longo do corpo, devendo permanecer nesta posição por cerca de um minuto com os olhos abertos.

A captação dos sinais na plataforma foi feita a partir de três transdutores de carga presentes na superfície da plataforma e registrados por um microcomputador acoplado à plataforma, por meio do software EMGSystems do Brasil® (Figura 07). Os dados foram tratados e enviados ao banco de dados para posterior análise estatística.

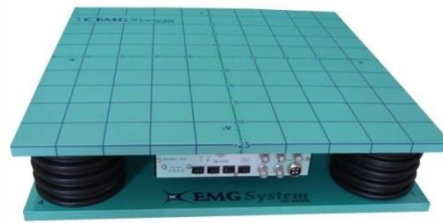


Figura 06: Plataforma de força (estabilometria), marca EMGSystems do Brasil Ltda.
Fonte: Google imagens (2018).

3.1.5 Eletromiografia

Após a realização da coleta da estabilometria, ocorreu a captação dos sinais eletromiográficos (Figura 08) dos participantes, que permaneceram em sedestação por cinco minutos, portando vestimentas adequadas ao teste, como short frouxo e acima do joelho, sem camisa e, quando necessário, com top. Durante este procedimento solicitou-se que os participantes mantivessem a respiração eupneica.

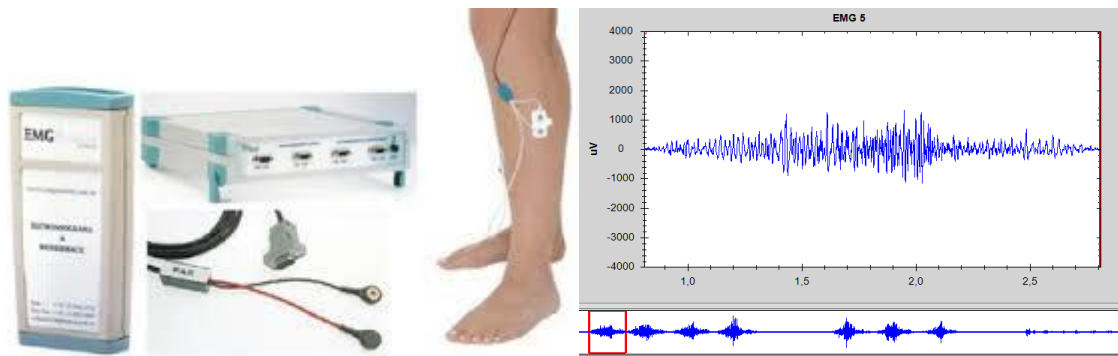


Figura 07: Eletromiógrafo e captação do sinal biológico do músculo tibial anterior, marca EMGSystems do Brasil Ltda.
Fonte: Google imagens (2018).

Os eletrodos autoadesivos (Figura 09) do Eletromiógrafo foram colocados conforme preconizado por Senian.org (2014), após assepsia da região e quando necessária a tricotomia. Em relação ao eletrodo de referência optou-se por colocar no tornozelo direito sobre o maléolo lateral, fixado por meio de esparadrapo e atadura sobre a peça jacaré. Ainda, selecionou-se os seguintes músculos (gastrocnêmio medial, tibial anterior, reto femoral, reto

abdominal, diafragma - indiretamente, peitoral maior fibras esternais, grande dorsal e trapézio (fibras inferiores) por estarem relacionados ao metâmero do pâncreas ou ao declínio funcional dos participantes.



Figura 08: Eletrodo autoadesivo, marca 3M.

Fonte: Google imagens (2018).

Posteriormente, foi solicitado o ato de contrair, de acordo com a ação de cada músculo, por quatro segundos, seguidos de relaxamento por janela de tempo dobrada (oito segundos), sendo observados a quantidade de repetições eficazes e o tempo de fadiga. Para melhor captação dos dados, descartam-se a primeira e a última contração. Outros exercícios solicitados ao público alvo foram o ato de levantar-se e sentar-se na cadeira, esta com altura regulável que permitisse ao final da ação uma angulação dos joelhos em máximo de 90°; inspiração forçada, seguida de tosse. Para evitar lipotímia ou síncope, optou-se por quatro repetições com intervalos de 30 segundos entre cada janela de tempo.

Como parâmetros do aparelho preconizou-se uma janela de tempo de 10 segundos, totalizando o máximo de tempo que o paciente conseguisse, com taxa de amostragem de 2000 Hz. Para evitar interferência do aparelho, preestabeleceu-se o desligamento de qualquer aparelho eletrônico como celular, roteador e ar condicionado, além do notebook de captação desligado da fonte de energia, por apresentarem interferência eletromagnética (60Hz), previamente testada, além da retirada de qualquer objeto metálico que estivesse em contato corporal. Ressalta-se que antes de cada registro dos sinais biológicos musculares, o aparelho era calibrado.

Após aquisição dos sinais biológicos, estes foram transferidos para o computador, sendo posteriormente entregues cópias a dois examinadores com vasta experiência na análise desses sinais, que utilizaram o programa EMGWorkAnylysis® para tratamento dos dados por meio do filtro "band pass" de ordem 4 e frequência 1 de 20hz e frequência 2 de 400 hz e, por conseguinte, transferidos ao Excel e ao programa estatístico.

3.1.6 Frequencímetro (Variabilidade da Frequência Cardíaca)

O frequencímetro (polar®) é um aparelho de precisão composto por uma cinta, instalada na altura do peito do paciente e um monitor. Este aparelho tem como função verificar os batimentos cardíacos de uma pessoa, por meio da análise do complexo R-R, em qualquer modalidade. Seu uso é de extrema importância, porque com ele é possível fazer o acompanhamento das variações da frequência cardíaca durante o repouso ou durante o movimento.

O monitoramento dos batimentos cardíacos é realizado por meio do envio da frequência cardíaca (FC) a um monitor específico, que é salvo em memória de computador e analisado por meio de um software (Protainer®) e devidamente acompanhado pelos profissionais da área da saúde.

O Frequencímetro Rs800cx Polar® (Figura 10) foi fixado por meio de uma cinta/faixa elástica regulável na altura do peito esquerdo do paciente, com o mesmo em sedestação após repouso de cinco minutos, não podendo falar nem realizar algum tipo de movimento brusco. Esta coleta se deu em três etapas, conforme discriminadas a seguir:

A primeira etapa foi realizada antes da execução do protocolo de atendimento, com duração de 30 minutos sem intervenção da equipe. A segunda etapa durante a execução do protocolo e a terceira etapa, com mesma duração da primeira, após imediatamente à execução do protocolo.



Figura 09: Frequencímetro rx 800, marca Polar®.

Fonte: Google imagens (2018).

As análises da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), a partir de métodos lineares, podem ser executadas em função de dois parâmetros: domínio de tempo e de frequência.

O domínio do tempo realiza análises com registros que derivam de tempos superiores a 10 minutos, expressos em milissegundos, por meio do qual se determinará a variação de duração dos intervalos entre os complexos QRS normais resultantes da despolarização sinusal, seus índices matemáticos são: SDNN (*Standard Deviation of all normal NN interval*), desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo; SDANN (*Standart Deviation of the Average NN Interval*), representando o desvio padrão das médias dos intervalos RR normais, a cada 5 minutos, em um intervalo de tempo; SDNNi (*The Mean of the 5 minutes Standard Deviation of NN Intervals*) é a média do desvio padrão dos intervalos RR normais a cada 5 minutos; rMSSD (*Root-Mean of square sucessive NN interval difference*) é a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo e pNN50 (*Percent of normal-normal NN intervals whose difference exceeds 50 ms*) representa a porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferenças de duração maior que 50ms. SDNN, SDANN, SDNNi são índices obtidos por meio de intervalos RR individuais e representarão as atividades simpática e parassimpática, enquanto que, rMSSD e pNN50 foram obtidos por meio de intervalos RR adjacentes e refletem a atividade parassimpática.

O domínio da frequência utiliza registros da intensidade das ondas verificadas em intervalos de tempo menores tendo sido verificado na literatura intervalos de tempo de até 4 segundos, sua unidade de medida é o Hertz e seus componentes são: HF (*High Frequency*) com variação de 0,15 a 0,4Hz que corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração; LF (*Low Frequency*) com variação entre 0,04 e 0,15Hz, decorrente da ação conjunta dos componentes parassimpático e simpático sobre o coração, com predominância do simpático; VLF (*Very Low Frequency*) e ULF (*Ultra Low frequency*) são índices menos utilizados por não ter explicação fisiológica bem estabelecida. Para todos esses dados foram utilizadas a transformada rápida de Fourier e autorregressivo.

Outro método utilizado para analisar as repercussões cardíacas foi o não linear, que abrange a avaliação batimento por batimento por um determinado tempo, sendo calculada pela plotagem de Poincaré. Essa remete uma imagem em nuvens de pontos na forma aproximada de uma elipse, que apresenta em seu eixo longitudinal o desvio padrão (SD_2), que expressa a tendência do conjunto de intervalos R-R analisados em médio e longo prazo, enquanto que seu eixo transversal exibe o desvio padrão (SD_1), representando a variabilidade imediata do intervalos R-R (CAMBRI *et al.*, 2008).

Todos estes dados da VFC foram analisados por meio do programa Kubios HRV Analysis[®] (versão 2.2), que emite um relatório constando os valores de todos dados supracitados e, por conseguinte, foram digitados em um banco de dados para posteriormente serem aplicados os testes estatísticos.

3.1.7 Avaliação laboratorial das amostras sanguíneas

As coletas sanguíneas foram feitas por um biomédico com comprovada experiência na área com no mínimo dois anos e o mesmo esteve equipado com material de biossegurança,

conforme item anterior. Para o procedimento adequado foram obedecidas as etapas preconizadas por Ebah (2017), como:

1. posicionamento do braço;
2. garroteamento do braço;
3. seleção da região de punção;
4. técnica para coleta de sangue a vácuo;
5. cuidados básicos com o participante após a coleta;
6. armazenamento e transporte das amostras.

Após a coleta sanguínea, cada amostra recebeu uma etiqueta contendo um código de identificação, o qual apenas um integrante da pesquisa conhecerá sua informação. Preconizou-se o seguinte código: CxPy DD.MM.AAAA, sendo C = número da coleta (x: 1 - antes e 2 - depois), P = identificação numérica do participante (y variando de 01 a 60) e x = números correspondentes, e, D,M e A = data.

Após a coleta sanguínea, as amostras foram transportadas em um isopor lacrado e que manteve a temperatura ideal de aproximadamente oito graus em termômetro e, por conseguinte, armazenadas em um Freezer com temperatura - 20°C, mantendo a conservação e estabilidade do ensaio. Para evitar quaisquer problemas como envelhecimento das amostras ou outros danos, determinou-se que todas seriam avaliadas com o mesmo período de armazenamento.

Foram verificados os parâmetros de hemoglobina glicada, perfil lipídico (colesterol total, triglicerídeos, LDL, HDL e LDLc/HDLc), função renal (creatinina sérica e uréia no sangue), proteína C reativa e concentração de Malondialdeído (MDA), antes e após a realização do protocolo de intervenção e, antes e após 8 semanas, no caso do grupo controle. As análises das amostras foram realizadas utilizando os kits de análise Labtest Diagnóstica[®], seguindo as recomendações expressas para a realização das análises. O LDL foi calculado

utilizando-se a fórmula de Friedewald ($LDL = \text{Coolesterol total} - HDL - (\text{triglicerídeos}/5)$) (FRIEDEWALD; LEVI; FREDRICKSON, 1972).

O método empregado para determinação do MDA em amostras biológicas foi baseado na sua reação com ácido tiobarbitúrico (TBARS). Nessa reação, duas moléculas de TBARS reagem estequiometricamente com uma molécula de MDA para formar um cromóforo róseo que tem absorvância máxima em solução ácida 535 a 560nm (DRAPER; HADLEY, 1990). Foi retirado 125µL das amostras de soro e incubadas em banho-maria a 37o C por 1 hora. Depois foi adicionado 200 µL de ácido perclórico (35%) a todas as amostras para precipitar as proteínas. As amostras foram então centrifugadas a 14000 rpm por 20 minutos. Depois foi retirado 100 µL de TBARS (0,6%) em tubos de vidro que foram posteriormente incubados em banho-maria a 90-100o C por 30 minutos. Após refriada, as amostras foram centrifugadas e o sobrenadante adicionado a placa de 96 poços. Depois foi feita a leitura em absorvância em um leitor de microplacas a 560nm.

3.2 Protocolo de Atendimento

O protocolo de atendimento teve duração de oito semanas, com frequência semanal de dois atendimentos, tendo cada atendimento duração aproximada de uma hora.

O programa de exercícios foi desenvolvido baseado nos princípios fundamentais do Pilates, considerando as características esperadas do público alvo. Este programa foi montado por uma fisioterapeuta com formação no método e experiência de mais de dois anos e foi aplicado por pessoas devidamente habilitadas a praticar o método. Os atendimentos foram divididos em 3 momentos:

- 1) Foram realizados alongamentos globais de musculatura de membros inferiores e superiores, sendo cada posição mantida por 30 segundos, conscientização da contração da musculatura estabilizadora do tronco e da respiração.

2) Realização dos exercícios de fortalecimento do *CORE* baseado no protocolo proposto por Souza *et al.* (2017) e de acordo com o detalhamento contido no Apêndice C. O protocolo citado foi dividido, e, no primeiro atendimento semanal foram realizados os dez primeiros exercícios, e, no segundo atendimento semanal, os nove últimos. A progressão dos exercícios foi baseada no aumento do número de repetições e nas variações de posturas de iniciante para intermediárias e avançadas. Os movimentos foram repetidos de 8 a 12 vezes cada.

3) Relaxamento.

Os pacientes foram avaliados quanto à pressão arterial, saturação periférica de oxigênio, frequência respiratória e glicemia antes e após todos os atendimentos.

3.3 Análise dos dados:

Foi realizada por meio do software SPSS (versão 21.0). Realizou-se a distribuição de frequência simples das variáveis de interesse do estudo; medidas de tendência central e variância. Em seguida, foi realizado o teste de normalidade (Kolmogorov-Sminorv), para seleção adequada dos demais testes.

Para as variáveis contínuas com distribuição normal, utilizou o teste ANOVA com post hoc Tukey para comparações entre os momentos antes e depois e os grupos experimental e controle. O teste t pareado foi selecionado para as comparações das variáveis contínuas e normais, analisadas somente no grupo experimental, antes e após a aplicação do protocolo de atendimento. Para as variáveis contínuas que não apresentaram distribuição normal, foram aplicados os testes não paramétricos de Friedman, Wilcoxon e Kurskal-Wallis, e Correlação de Spearman. Para as variáveis categorias, utilizou-se o teste de qui-quadrado (PAGANO; GAUVREAU, 2006). Foi considerado estatisticamente significativo $p \leq 0,05$.

3.4 Aspectos éticos

A Pesquisa seguiu os princípios éticos da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012) e só teve início após análise e aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal do Piauí, tendo aprovação por meio do parecer número 2.573.960 (ANEXO A).

3.4.1 Riscos e Benefícios da Pesquisa

Esta pesquisa trouxe como benefícios aos participantes a oportunidade de realizar um protocolo completo de exercícios do método Pilates, sendo pioneira a aplicação deste método no público alvo, possibilitando a ampliação das abordagens terapêuticas nos pacientes diabéticos.

No entanto, poderia trazer riscos mínimos aos participantes, tais como hipoglicemia, diminuição ou aumento da pressão arterial. Estes riscos foram minimizados uma vez que, antes e após cada atendimento, os pacientes foram avaliados minuciosamente. Porém, caso referissem qualquer desconforto como dor, alteração da respiração e lipotimia, foi oferecido todo o suporte necessário com uma equipe especializada.

Foi garantido, aos participantes, sigilo absoluto sobre as informações oferecidas e anonimato, sem qualquer risco ou prejuízo ao seu atendimento, bem como o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento.

RESULTADOS

4 RESULTADOS

Participaram do estudo 44 diabéticos, com média de idade de $61,23 \pm 8,49$ anos, mediana de 61 anos, tendo variado de 44 a 80 anos. A maioria era do gênero feminino (77,3%), pardo (52,3%), casado ou em união consensual (59,1%), tendo concluído a alfabetização (31,8%). Quanto ao perfil antropométrico, a média da altura foi de $1,56 \pm 0,07$ m, do peso foi de $65,7 \pm 11,09$ Kg e do índice de massa corporal foi de $26,96 \pm 4,35$ kg/m².

A maior parte dos participantes morava com vários parentes ou cuidadores (47,8%) e possuía mais de 4 filhos (38,6%). Em relação à ocupação, a maioria era de aposentados (61,4%). Ao considerar hábitos gerais de vida, apenas um participante era fumante (2,3%) e três (7%) referiram consumir bebidas alcoólicas esporadicamente.

Quanto às comorbidades, a mais prevalente foi a hipertensão arterial, presente em 43,3% dos participantes. As medicações hipoglicemiantes mais utilizadas foram a metformina (64,02%) e a glibenclamida (25,2%).

Realizou-se a comparação entre os dois grupos quanto as características gerais, podendo-se perceber uma homogeneização dos mesmos, conforme a **Tabela 01** que apresenta uma descrição detalhada dessas características.

Tabela 01- Características sócio-demográficas dos diabéticos participantes de ambos os grupos, Parnaíba, 2019.

Variáveis		Grupo de Intervenção (n=22)	Grupo Controle (n=22)	p valor
Idade (anos), va (\pmDp)		59,1 (7,4)	63,4 (9)	0,095**
Gênero, n (%)	Feminino	18 (40,9)	16 (36,4)	0,472***
	Masculino	4 (9,1)	6 (13,6)	
Peso (Kg), va (\pmDp)		65,69 (10,61)	65,72 (11,79)	0,994**
Altura (m), va (\pmDp)		1,56 (0,07)	1,56 (0,09)	0,823**
Índice de Massa Corporal (Kg/m²), va (\pmDp)		27,13 (4,76)	26,78 (3,99)	0,792**
Tempo de DM (anos)		5,8 (5,4)	7,7 (6,5)	0,310**
Raça/Cor, n (%)	Pardo	12 (27,3)	11 (25)	0,305***
	Negro	4 (9,1)	8 (18,2)	
	Branco	6 (13,6)	3 (6,8)	
Estado Civil, n (%)	Solteiro(a)	4 (9,1)	0 (0)	0,062***
	Casado(a) ou em união consensual	12 (27,3)	14 (31,8)	
	Separado(a), desquitado(a) ou divorciado(a)	5 (11,4)	3 (6,8)	
	Viúvo(a)	1 (2,3)	5 (11,4)	
Nível de escolaridade, n (%)	Nunca estudou	0 (0)	1 (2,3)	0,544***
	Alfabetização	8 (18,2)	6 (13,6)	
	Ensino fundamental	4 (9,1)	6 (13,6)	
	Ensino médio	6 (13,6)	3 (6,8)	
	Ensino superior	4 (9,1)	6 (13,6)	
Renda Individual (salários mínimos)*, va (\pmDp)		1,1 (0,75)	1,6 (2,08)	0,270**
Renda Familiar (salários mínimos)*, va (\pmDp)		2,4 (1,8)	2,6 (3,46)	0,846**
Uso de medicação hipoglicemiante	Sim	20 (45,5)	19 (43,2)	0,635***
	Não	2 (4,5)	3 (6,8)	
Uso de medicação para hipercolesterolemia	Sim	11 (25)	10 (22,7)	0,763***
	Não	11 (25)	12 (27,3)	
Uso de medicação anti-hipertensiva	Sim	8 (18,2)	10 (22,7)	0,540***
	Não	14 (31,8)	12 (27,3)	

Legenda: * valor do salário mínimo referente ao ano de 2019 é de R\$998,00 (reais); va – valor absoluto; n – amostra; Kg – quilograma; m – metro; DM – diabetes mellitus. Todas as variáveis seguiram distribuição normal. ** teste *t* para amostras independentes; *** teste de quiquadrado (χ^2).

Fonte: dados da pesquisa

Durante a realização dos atendimentos no grupo intervenção, foram avaliados diariamente os sinais vitais e a glicemia capilar. Para fins de análise, comparou-se os resultados obtidos no primeiro atendimento e no último atendimento, considerando-se as mensurações realizadas antes da execução dos exercícios, conforme apresentado na **Tabela 02**. Todos os dados seguiram uma distribuição normal, possibilitando a utilização do teste t pareado para comparação desses resultados, conforme apresentado na **Tabela 02**.

Tabela 02: Análise dos sinais vitais e da glicemia, antes e após o protocolo no grupo de intervenção de diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.

Variáveis	Grupo Intervenção		Média da diferença entre os momentos (IC-95%)	p valor*
	Média início (DP)	Média final (DP)		
PA Sistólica (mmHg)	128,64 (13,2)	130,9 (9,7)	(-7,56; 3,01)	0,381
PA Diastólica (mmHg)	82,27 (10,2)	81,54 (6,4)	(-5,08; 6,53)	0,797
FC (bpm)	77,23 (10,67)	83,14 (7,23)	(-10,37; -1,44)	0,012 [†]
FR (ipm)	18,95 (2,3)	19,18 (2,01)	(-1,06; 0,6)	0,576
Sat.O ₂ (%)	97,5 (1,5)	96,4 (2,6)	(-3,3; 2,4)	0,128
Glicemia pós prandial (mg/dL)	194,61 (85,84)	178 (85,76)	(9,18; 24,04)	0,00 [†]

Legenda: Dp: Desvio Padrão (\pm); PA: pressão arterial; mmHg: milímetro de mercúrio; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto; FR: frequência respiratória; ipm: incursão por minuto; Sat.O₂: saturação periférica de oxigênio; mg/dL: miligramas por decilitro. *Teste estatístico utilizado: teste t pareado. [†] Houve diferença estatística.

Fonte: dados da pesquisa.

Pode-se observar que houve um aumento estatisticamente significativo da FC, entretanto a mesma ainda se manteve dentro dos valores de normalidade. Houve também uma redução estatisticamente significativa da glicemia pós prandial ao término do protocolo de atendimento, o que indica um importante resultado dessa pesquisa.

4.1 Força Muscular Respiratória

Na análise da força muscular respiratória, expressa pelas medidas de Pressão Inspiratória Máxima (Pimax) e Pressão Expiratória Máxima (Pemax), não foram observadas diferenças significativas entre os grupos. Optou-se por realizar também a análise levando em consideração os valores preditos para cada indivíduo, e, após a realização deste cálculo, obteve-se o percentual que os valores obtidos representavam dos mesmos ($\Delta\%$), entretanto também não foram observadas diferenças significativas, conforme apresentado na **Tabela 03**.

Tabela 03: Análise da força muscular respiratória, antes e após o protocolo em cada grupo de diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.

Variáveis	Grupo Intervenção		Grupo Controle		p valor*
	média antes (DP)	média depois (DP)	média antes (DP)	média depois (DP)	
Pimáx (cmH ₂ O)	71,59 (24,66)	89,77 (22,86)	81,13 (25,26)	86,36 (25,74)	0,086
$\Delta\%$ Pimáx (%)	84,18 (30,13)	99,25 (26,19)	93,71 (26,63)	106,91 (31,4)	0,069
Pemáx (cmH ₂ O)	86,82 (25,52)	92,95 (24,62)	95 (34,17)	92,73 (24,09)	0,781
$\Delta\%$ Pemáx (%)	101,78 (31,15)	107,91 (32,08)	104,75 (29,05)	110,51 (30,14)	0,799

Legenda: Dp: Desvio Padrão (\pm); Pimáx: pressão inspiratória máxima; $\Delta\%$ Pimáx: variação da porcentagem da pressão inspiratória máxima, referente ao seu preditivo; Pemáx: pressão expiratória máxima, $\Delta\%$ Pemáx: variação da porcentagem da pressão expiratória máxima, referente ao seu preditivo. Os valores para Pimax e Pemax foram expressos na unidade cmH₂O; *Teste estatístico utilizado: ANOVA.

Fonte: dados da pesquisa.

4.2 Estabilometria

Na análise estabilométrica, comparou-se os dados obtidos antes e após, com os olhos abertos e fechados, conforme apresentado na **Tabela 04**.

Tabela 04: Análise estabilométrica, antes e após o protocolo, referente aos parâmetros de equilíbrio estático avaliados com os olhos abertos e olhos fechados, Parnaíba, 2019.

Variáveis	Grupo Intervenção		Grupo Controle		p valor*
	Média antes (DP)	Média depois (DP)	Média antes (DP)	Média depois (DP)	
Olhos Abertos					
Posição Média AP	-5,12 (3,66)	-3,98 (3,05)	-6,49 (3,14)	-3,13 (3,13)	0,008 [†]
Posição Media ML	-3,64 (2,77)	-2,00 (1,95)	-3,27 (1,89)	-4,75 (13,41)	0,089
Deslocamento padrão AP	0,45 (0,17)	0,42 (0,13)	0,45 (0,18)	0,48 (0,19)	0,801
Deslocamento padrão ML	0,37 (0,10)	0,41 (0,18)	0,37 (0,11)	0,42 (0,18)	0,699
Deslocamento total	90,85 (32,28)	85,75 (30,85)	98,74 (26,92)	83,75 (30,63)	0,095
Amplitude AP	2,41 (0,67)	2,26 (0,72)	2,45 (0,85)	2,43 (0,81)	0,755
Amplitude ML	2,15 (0,71)	2,19 (0,87)	2,26 (0,68)	2,24 (0,84)	0,918
Área	2,66 (1,62)	2,62 (1,41)	2,81 (2,35)	3,71 (2,67)	0,363
Direção de Oscilação	-25,03 (29,46)	-15,92 (40,57)	-33,96 (14,51)	-22,79 (40,11)	0,650
Velocidade AP	2,02 (0,68)	1,91 (0,69)	2,28 (0,67)	1,91 (0,77)	0,102
Velocidade ML	1,89 (0,71)	1,75 (0,61)	1,95 (0,50)	1,69 (0,55)	0,157
Frequência Mediana AP	0,31 (0,12)	0,29 (0,12)	0,36 (0,08)	0,31 (0,15)	0,098
Frequência Mediana ML	0,29 (0,12)	0,27 (0,09)	0,32 (0,10)	0,30 (0,12)	0,390
Frequência Média AP	0,63 (0,21)	0,54 (0,23)	0,72 (0,15)	0,54 (0,22)	0,039 [†]
Frequência Média ML	0,56 (0,15)	0,52 (0,18)	0,63 (0,26)	0,52 (0,22)	0,213
Olhos Fechados					
Posição Média AP	-4,43 (3,62)	-3,44 (2,78)	-5,65 (3,11)	-2,62 (2,97)	0,018 [†]
Posição Media ML	-3,66 (2,90)	-2,14 (2,20)	-3,53 (2,26)	-1,89 (2,39)	0,048 [†]
Deslocamento padrão AP	0,48 (0,17)	0,47 (0,33)	0,53 (0,21)	0,51 (0,20)	0,370
Deslocamento padrão ML	0,44 (0,16)	0,42 (0,22)	0,49 (0,19)	0,44 (0,17)	0,438
Deslocamento total	101,29 (35,93)	90,04 (33,68)	118,81 (40,42)	96,57 (39,37)	0,022 [†]
Amplitude AP	2,66 (0,97)	2,45 (1,38)	3,01 (1,19)	2,73 (1,14)	0,130
Amplitude ML	2,54 (1,14)	3,61 (6,09)	2,67 (0,97)	2,39 (0,91)	0,598
Área	3,13 (2,14)	3,16 (2,61)	4,65 (4,99)	3,90 (2,51)	0,385
Direção de Oscilação	-32,5 (23,15)	-21,22 (34,57)	-36,84 (16,42)	-15,65 (41,68)	0,209
Velocidade AP	2,27 (0,78)	2,15 (0,87)	2,84 (1,18)	2,17 (0,97)	0,022 [†]
Velocidade ML	2,09 (0,79)	1,87 (0,73)	2,24 (0,62)	1,87 (0,74)	0,039

Frequência Mediana AP	0,38 (0,16)	0,38 (0,16)	0,46 (0,25)	0,41 (0,17)	0,796
Frequência Mediana ML	0,37 (0,17)	0,33 (0,13)	0,35 (0,19)	0,33 (0,12)	0,959
Frequência Média AP	0,61 (0,17)	0,61 (0,19)	0,74 (0,23)	0,59 (0,22)	0,124
Frequência Média ML	0,56 (0,17)	0,54 (0,18)	0,60 (0,22)	0,52 (0,17)	0,628

Legenda: AP – anteroposterior; ML – mediolateral; **p* valor realizado por meio do teste *Kruskal Wallis*; DP- desvio padrão; † Houve diferença estatisticamente significante.

Fonte: dados da pesquisa.

Em seguida, utilizou-se o teste de Wilcoxon para definir onde ocorreram as diferenças, sendo os resultados expostos a seguir:

- Análise com os olhos abertos: 1) posição média AP: grupo intervenção: $p = 0,003$; grupo controle: $p=0,002$; 2) frequência média AP: grupo intervenção: $p = 0,02$; grupo controle: $p=0,053$.

- Análise com os olhos fechados: 1) posição média AP: grupo intervenção: $p = 0,014$; grupo controle: $p = 0,007$; 2) posição média ML: grupo intervenção: $p= 0,01$; grupo controle: $p = 0,07$; 3) Deslocamento total: grupo intervenção: $p = 0,002$; grupo controle: $p = 0,005$; 4) velocidade AP: grupo intervenção: $p = 0,002$; grupo controle: $p =0,001$.

4.3 Eletromiografia de superfície

Para análise eletromiográfica, considerou-se a medida expressa pela raiz quadrática média (RMS) normalizada de acordo com o pico de atividade eletromiográfica dos músculos avaliados, conforme metodologia proposta por Knutson *et al.* (1994). Ao realizar as comparações intra e intergrupo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos e os momentos avaliados, conforme exposto na **Tabela 05**.

Tabela 05: Análise eletromiográfica, antes e após o protocolo, referente aos músculos gastrocnêmio, tibial anterior, reto femoral, reto abdominal, diafragma, peitoral maior, grande dorsal e trapézio fibras inferiores, Parnaíba, 2019.

Variáveis (RMS)	Grupo Intervenção		Grupo Controle		p valor*
	Média antes (DP)	Média depois (DP)	Média antes (DP)	Média depois (DP)	
Gastrocnêmio medial	215,19 (86,05)	208,39 (106,78)	239,24 (94,87)	220,09 (110,98)	0,749
Tibial anterior	195,30 (107,85)	214,75 (117,83)	202,49 (90,88)	192,42 (68,98)	0,885
Reto femoral	70,35 (44,39)	87,01 (54,38)	80,12 (47,94)	82,68 (39,7)	0,610
Reto abdominal	11,65 (18,13)	37,38 (56,73)	15,93 (16,63)	27,78 (47,88)	0,287
Diafragma	7,88 (6,46)	10,96 (8,55)	9,96 (6,9)	9,76 (8,99)	0,910
Peitoral maior fibras esternais	60,36 (34,57)	63,17 (43,26)	48,76 (33,80)	51,04 (37,86)	0,615
Grande dorsal	65,37 (42,05)	62,78 (38,74)	70,08 (48,56)	77,94 (61,24)	0,946
Trapézio fibras inferiores	37,18 (19,82)	42,24 (33,2)	44,79 (33,63)	50,27 (33,06)	0,642

Legenda: RMS: *Root Mean Square*, *p valor realizado por meio do teste *Kruskal Wallis*; DP- desvio padrão;

Fonte: dados da pesquisa.

4.4 Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi analisada nos momentos antes, durante e após os atendimentos, considerando-se os domínios tempo, frequência e por meio da plotagem de Poincaré.

Os resultados obtidos referentes ao domínio tempo, encontram-se descritos na **Tabela 06**.

Tabela 06: Análise da variabilidade da frequência cardíaca (domínio tempo), antes, durante e após o protocolo em diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.

Variáveis	Grupo Intervenção				<i>p</i> valor (teste de Wilcoxon)		
	Média antes (DP)	Média durante (DP)	Média depois (DP)	<i>p</i> valor (teste de Friedman)	antes/ durante	durante /depois	antes/ depois
Mean R-R	741,34 (118,29)	683,96 (107,45)	793,99 (101,93)	0,000*	0,01 [†]	0,000 [†]	0,008 [†]
rMSSD	18,16 (18,36)	41,90 (58,86)	19,95 (22,66)	0,091	-	-	-
SDNN	34,17 (25,37)	63,01(45,50)	31,28 (17,32)	0,001*	0,013 [†]	0,000 [†]	0,733
pNN50	2,59 (6,53)	7,44 (11,61)	3,40 (8,92)	0,027*	0,019	0,082	0,223
RRtri	6,46 (3,41)	9,07 (2,92)	6,35 (3,52)	0,000*	0,001 [†]	0,001 [†]	0,976
TINN	176,96 (87,54)	283,47 (194,77)	148,04 (34,43)	0,001*	0,034	0,001 [†]	0,258

Legenda: VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca; Dp: Desvio Padrão (\pm); SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em ms; pNN50: representa a porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms; rMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo, expresso em ms. RRtri - índice triangular; TINN - interpolação triangular dos intervalos RR. * houve diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$). [†] houve diferença estatisticamente significativa ($\leq 0,017$).

Fonte: dados da pesquisa.

Pode-se perceber que houve diferenças significativas quanto à modulação autonômica, principalmente entre os momentos antes/durante e durante/depois, entretanto, não foi possível determinar qual sistema (simpático ou parassimpático) está mais envolvido nessas alterações. Os índices rMSSD e pNN50 que estão mais relacionados à atividade parassimpática, não apresentaram alterações significativas entre os momentos avaliados, o que aponta uma possível predominância da atividade simpática.

A comparação dos valores das variáveis da VFC domínio frequência, transformada rápida de Fourier, revelou não haver diferenças significantes entre os grupos, conforme exposto na **Tabela 07**.

Tabela 07: Análise da variabilidade da frequência cardíaca (domínio frequência) pela transformada rápida de Fourier, antes, durante e após o protocolo em diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.

Variáveis	Média antes (DP)	Média durante (DP)	Média depois (DP)	p valor*
HF	36,74 (18,16)	26,85 (13,62)	37,16 (17,72)	0,066
LF	63,12 (18,24)	73,01 (13,70)	62,63 (17,77)	0,066
Relação LF/HF	3,09 (3,54)	3,74 (2,35)	2,63 (2,61)	0,426

Legenda: Dp: Desvio Padrão (\pm); HF: *high frequency* (alta frequência – parassimpático); LF: *low frequency* (baixa frequência – simpático). *Teste estatístico utilizado: ANOVA.

Fonte: dados da pesquisa

Ao considerar os dados da VFC, antes, durante e após o protocolo de Pilates quanto às variáveis SD1 e SD2 do índice geométrico de Poincaré, encontrou-se diferença estatisticamente significante para a variável SD2, e a mesma ocorreu nos momentos antes/durante e durante/depois, conforme apresentado na **Tabela 08**.

Tabela 08: Análise da variabilidade da frequência cardíaca pela plotagem de poincaré, antes, durante e após o protocolo em idosos diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.

Variáveis	Grupo Intervenção				p valor*		
	Média antes (DP)	Média durante (DP)	Média depois (DP)	p valor* (teste de Friedman)	(teste de Wilcoxon)		
					antes/ durante	durante /depois	antes/ depois
SD1	12,87 (12,99)	29,63 (41,63)	14,12 (16,03)	0,091	-	-	-
SD2	47,33 (33,14)	82,30 (52,08)	41,14 (20,00)	0,001*	0,01 [†]	0,000 [†]	0,403

Legenda: Dp: Desvio Padrão (\pm); SD1: desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento-a-batimento; SD2: desvio-padrão em longo prazo dos intervalos R-R contínuos. * houve diferença estatisticamente significante ($p \leq 0,05$). [†] houve diferença estatisticamente significante ($\leq 0,017$).

Fonte: dados da pesquisa.

4.5 Análises Bioquímicas

Na análise referente aos valores de hemoglobina glicada e malondialdeído, houve diferença estatisticamente significativa no grupo intervenção. Em relação aos níveis de glicose sérica e ao perfil lipídico não houve diferença estatisticamente significativa ao se comparar os resultados intra e intergrupo, conforme detalhado na **Tabela 09**.

Tabela 09: Análises bioquímicas antes e após o protocolo em cada grupo de diabéticos tipo 2, Parnaíba, 2019.

Variáveis	Grupo Intervenção		P	Grupo Controle		p	p
	Média antes (DP)	Média depois (DP)		Média antes (DP)	Média depois (DP)		
HbA1c (%)	11,14 (2,99)	8,89 (4,2)	0,02*	10,75 (3,61)	9,26 (3,95)	0,06	0,006*
Glicose (mg/dL)	146,3 (59,76)	148,34 (56,87)	-	199,96 (105,03)	178,76 (66,22)	-	0,055
Colesterol Total (mg/dL)	224,92 (38,39)	210,12 (49,48)	-	228,39 (64,54)	222,23 (46,04)	-	0,654
HDL (mg/dL)	42,98 (8,08)	47,12 (12,81)	-	43,9 (7,52)	46,43 (15,86)	-	0,591
LDL (mg/dL)	142,55 (38,34)	129,69 (45,38)	-	150,18 (62,54)	141,93 (42,28)	-	0,564
LDL/HDL	3,47 (1,26)	2,91 (1,17)	-	3,56 (1,84)	3,33 (1,31)	-	0,45
Triglicerídeos	196,83 (61,02)	166,6 (38,53)	-	171,54 (54,24)	169,38 (49,77)	-	0,192
MDA (ng/ml)	6,85 (6,35)	3,61 (4,16)	0,013*	6,79 (4,71)	8,64 (8,71)	0,733	0,004*

Legenda: Dp: Desvio Padrão (\pm); HbA1c: hemoglobina glicada; MDA: malondialdeído; * houve diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$). Testes não paramétricos utilizados (HbA1c e MDA): Friedman e Wilcoxon. Teste paramétrico utilizado (demais variáveis): ANOVA.

Fonte: dados da pesquisa.

Outra variável avaliada foi a proteína C reativa, sendo analisada por meio de teste qualitativo em que valores acima de 6 mg/L são considerados como reagentes. Na avaliação inicial, no grupo intervenção 12,5% foi reagente, e no grupo controle 15,9%. Na avaliação

final, houve diminuição estatisticamente significativa em ambos os grupos ($p = 0,017$, teste quiquadrado), sendo que no grupo intervenção, 5,7% foi reagente e no grupo controle 6,8%.

Por fim, foram realizadas correlações entre o estresse oxidativo e demais variáveis, encontrando-se as seguintes: 1) correlação positiva moderada entre a hemoglobina glicada e o estresse oxidativo ($r = 0,44$, $p = 0,000$); 2) correlação negativa fraca entre estresse oxidativo e atividade eletromiográfica do tibial anterior ($r = -0,25$; $p = 0,02$); 3) correlação negativa fraca entre estresse oxidativo e atividade eletromiográfica do diafragma ($r = -0,28$, $p = 0,007$), conforme apresentado na **Figura 10**.

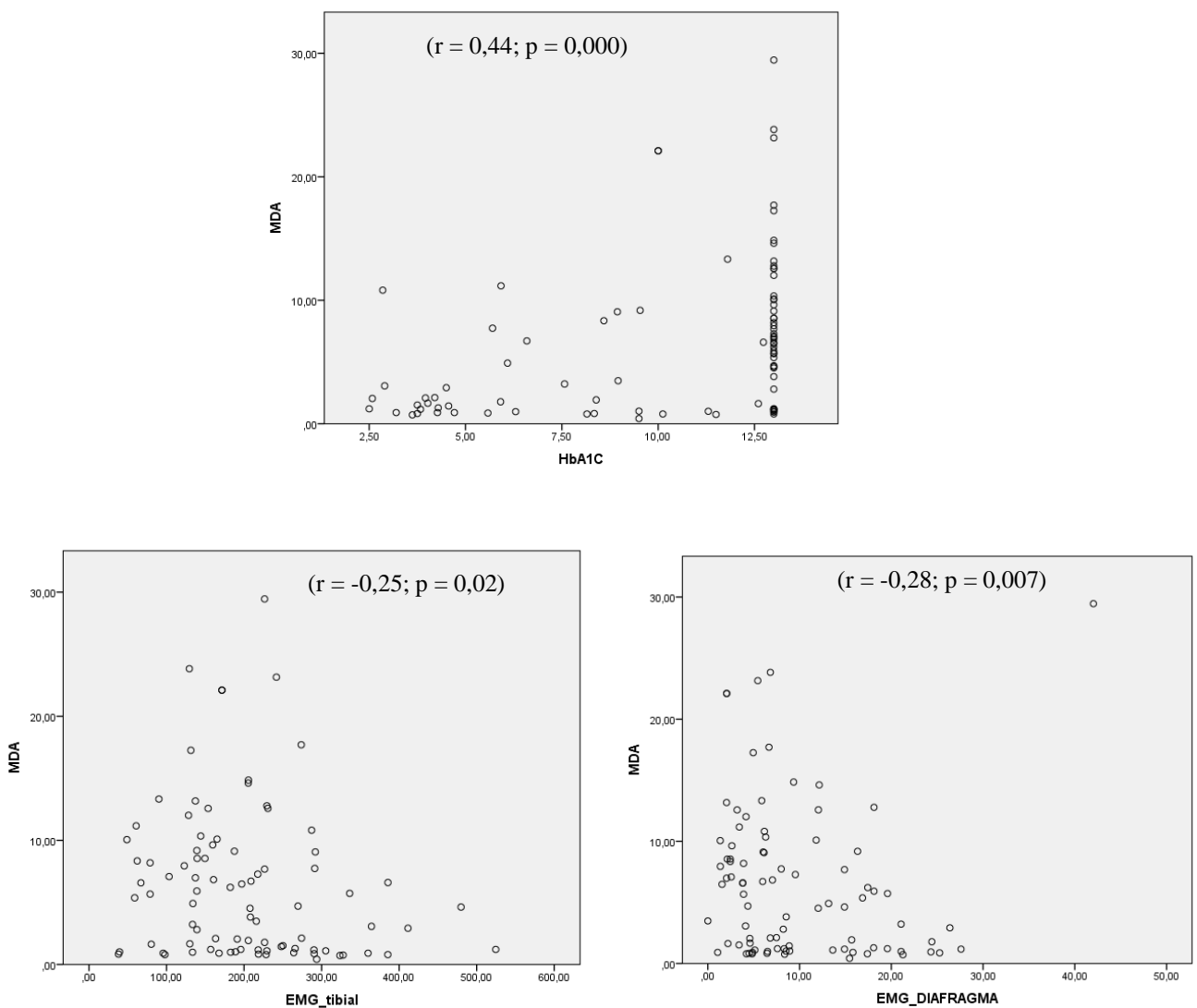


Figura 10: Correlações entre MDA e hemoglobina glicada, MDA e avaliação eletromiográfica do tibial anterior e MDA e avaliação eletromiográfica do diafragma.

Legenda: MDA: malondialdeído; HbA1c: hemoglobina glicada; EMG: eletromiografia. Teste realizado: Correlação de Spearman.

Fonte: dados da pesquisa.

DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo apontam para uma maior prevalência de DM tipo 2 em mulheres, com idade superior a 60 anos, casadas, com sobrepeso. Após a execução do protocolo de exercícios, baseado no método Pilates, houve redução dos valores de glicemia pós prandial, manutenção das pressões máximas inspiratórias e expiratórias, melhora do equilíbrio, aumento da variabilidade da frequência cardíaca durante a prática dos exercícios e redução da fração de hemoglobina glicada e do estresse oxidativo. O estresse oxidativo apresentou correlação com os valores de hemoglobina glicada, bem como com a atividade eletromiográfica dos músculos diafragma e tibial anterior.

A maior prevalência desta condição clínica em idosos, com predominância do gênero feminino, está de acordo com Santos, Sousa e Barros (2018) que, ao realizarem um estudo retrospectivo do perfil epidemiológico dos diabéticos cadastrados no Hiperdia no Estado do Piauí (2005 a 2012), encontraram dados similares. Estes autores encontraram também alta prevalência de sobrepeso entre os diabéticos tipo 2, estando em consonância com os achados do presente estudo. Em contraposição, Filho *et al.* (2017) ao realizarem também um estudo retrospectivo sobre o perfil epidemiológico do DM no estado do Piauí, abrangendo o período de 2002 a 2012, encontraram dados distintos quanto à idade, apontando maior predominância desta condição clínica na faixa etária de 40 a 59 anos. Entretanto, seus achados se assemelharam aos do presente estudo quanto ao gênero feminino ser predominante, bem como a alta ocorrência de sobrepeso nessa população.

Essa maior prevalência em idosos, também é apresentada por Santos *et al.* (2018) ao investigar o perfil epidemiológico de pacientes com diabetes em Alagoas – Maceió, no biênio 2016-2017. Outra similaridade encontrada com o presente estudo foi quanto à baixa renda familiar, a baixa escolaridade e a alta prevalência associada de hipertensão arterial sistêmica.

Entretanto, ao analisar a prevalência por gênero, os resultados contrapõem-se pois, na pesquisa citada, houve predominância do gênero masculino.

Prado, Francisco e Barros (2016) realizaram uma pesquisa com 1517 idosos em que analisaram o uso de medicamentos e o risco de interações medicamentosas. Dentre os idosos diabéticos, os fármacos mais utilizados foram a metformina, a glibenclamida, as insulinas e análogos e a glimeprida, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo em que os mais utilizados foram a metformina e a glibenclamida.

5.1 Glicemia, Hemoglobina Glicada e Perfil Lipídico

Considerando-se a forte recomendação da Associação Americana de Diabetes de que a prática de exercício físico é uma importante ferramenta para o controle glicêmico do DM 2 (ADA, 2016), é importante elucidar como diferentes formas de exercício influenciam a glicemia de pessoas com essa doença.

O Pilates é um método que promove benefícios à saúde física e mental de seus praticantes. Quanto aos benefícios físicos, Souza (2015) afirma que os mesmos estão relacionados aos cinco componentes da aptidão física relacionados à saúde, propostos pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2011), sendo eles: flexibilidade, resistência muscular, aptidão cardiovascular, força muscular e composição corporal.

Pode-se considerar que o Método Pilates utiliza treino resistido com o objetivo de reforço muscular, sendo viável relacionar os presentes resultados aos de Barbosa e Navarro (2009) que compararam as variações da curva glicêmica em trabalhos com peso, de reforço e hipertrofia muscular, e concluíram que o treinamento com o objetivo de reforço promove queda da glicemia, entretanto no treinamento de hipertrofia a glicemia sofre um aumento.

O protocolo elaborado para execução nessa pesquisa é classificado como um protocolo de exercício de baixa intensidade, logo, corrobora com os achados de Manders, Van Dijk e

Loon (2009) que compararam os efeitos dos exercícios de baixa e alta intensidade sobre os níveis glicêmicos de diabéticos tipo 2 durante 24 horas após o exercício e concluíram que o exercício de baixa intensidade reduziu mais significativamente a glicemia durante o período analisado.

Um estudo realizado por Macêdo *et al.* (2017) avaliaram os efeitos de uma sessão aguda de Pilates no solo e Pilates aquático na glicemia de mulheres com diabetes tipo 2 e concluíram que no exercício do Pilates aquático houve redução na glicemia imediatamente após o exercício e aos 15 minutos de recuperação após o exercício, entretanto não ocorreu redução durante o Pilates no solo, o que vai contra os presentes resultados em que houve redução da glicemia após a aplicação do protocolo de oito semanas.

Nia e Abedi (2018) pesquisaram o efeito que 8 semanas de treinamento com o método Pilates teve sobre a resistência à insulina em crianças com sobrepeso e obtiveram uma redução significativa da resistência à insulina, da insulina e da glicose sérica, além de melhoria da composição corporal, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo em que houve uma diminuição significativa da glicemia pós-prandial e do percentual de hemoglobina glicada.

Uma revisão narrativa publicada por Fortunatti, Delevatti e Kruek (2015) apontou que poucos estudos abordam os efeitos diretos do Pilates para DM tipo 2. Entretanto, em conformidade com Junges, Jacondino e Gottlieb (2015), afirma que o método Pilates é eficaz na diminuição do percentual de gordura corporal, perímetro abdominal e relação cintura-quadril, melhora dos índices de IMC e HDL, controle da pressão arterial, aumento da massa magra, com conseqüente melhoria da composição corporal dos praticantes do método. Porém, nessa pesquisa, não houve diferenças significativas quanto ao perfil lipídico dos participantes.

Nesta perspectiva, Arslanoglu e Senel (2013) ao avaliar os efeitos de um treinamento de Pilates, com duração de 8 semanas, sobre os parâmetros fisiológicos e os fatores de risco

cardiovasculares de mulheres sedentárias de meia idade, observaram efeito positivo sobre a pressão arterial sistólica, flexibilidade, percentual de gordura corporal, força de preensão palmar e força muscular abdominal. Contrariamente, no presente estudo, ao considerar os efeitos do método sobre a pressão arterial, não houve diferenças antes e após os exercícios, entretanto, os valores se mantiveram dentro dos valores de referência de normalidade.

Em relação à força muscular abdominal, nesse estudo, a mesma foi avaliada indiretamente por meio da eletromiografia de superfície, para o músculo reto abdominal, entretanto não foram observadas diferenças significativas após a realização do protocolo de Pilates, o que será discutido com mais detalhes posteriormente.

5.2 Força Muscular Respiratória

Quando consideradas as variáveis relacionadas à função pulmonar, nesse estudo não foram encontradas diferenças estatísticas entre as pressões inspiratória e expiratória máximas antes e após a aplicação do protocolo de Pilates. Isso provavelmente ocorreu devido aos participantes da pesquisa apresentarem valores próximos aos preditos, indicando que, para haver um incremento nestas variáveis específicas, seria necessário incluir um treinamento muscular direcionado para a musculatura respiratória. Resultado similar foi obtido por Jesus et al. (2015), que, ao executar um protocolo com 30 atendimentos de Pilates com mulheres adultas saudáveis, não obteve alterações significantes na função pulmonar, mobilidade toracoabdominal e força muscular respiratória.

Contraopondo-se a esses resultados, Lopes, Ruas e Patrizzi (2014) avaliaram os efeitos de 11 sessões de Pilates na força muscular respiratória de idosas e obtiveram um aumento significativo da PEmax após o protocolo. Entretanto, é válido ressaltar que os valores iniciais desta variável estavam consideravelmente abaixo do predito e, após o protocolo ficaram

próximos aos valores preditos, diferenciando-se da presente pesquisa em que os valores iniciais da PEmax já superavam os valores preditos.

Corroborando com a suposição de que, para o aumento da força respiratória seria necessário associar o Pilates com o treinamento muscular respiratório, Alvarenga *et al.* (2018) associou essas duas modalidades em idosos e concluiu que houve um aumento das forças musculares inspiratórias e expiratórias, além de uma melhor performance no teste da caminhada de 6 minutos e no teste de flexão abdominal.

Apesar de não ter sido foco do presente estudo a avaliação de volumes e capacidades pulmonares por meio da espirometria, é válido ressaltar que Cancellero-Gaiad *et al.* (2014) descrevem o padrão respiratório utilizado no Pilates como “respiração lateral”, em que são utilizados predominantemente o tórax e os músculos da caixa torácica, favorecendo a expansão lateral do tórax e, conseqüentemente, a expansão pulmonar, influenciando assim os volumes e capacidades pulmonares em praticantes do método.

5.3 Capacidade Funcional (Estabilometria e EMG)

O Diabetes Mellitus está associado a várias comorbidades, sendo uma das mais prevalentes a neuropatia periférica que tem incidência variando entre 50 e 80% (BACARIN; SACCO; HENNING, 2009). A neuropatia diabética compromete fibras sensitivas, autonômicas e motoras do sistema nervoso periférico, podendo provocar alterações importantes no equilíbrio e na marcha dos indivíduos com esta condição clínica (GOMEZ *et al.*, 2012; VELASCO *et al.*, 2017). Tal fato ocorre pois a interrupção da transmissão de informações somatossensitivas e neuromotoras dos membros inferiores para os centros superiores irá causar desequilíbrios no sistema tônico-postural, gerando compensações e alterando os padrões cinéticos dos centros de pressão plantar, estática e dinamicamente (SANTOS *et al.*, 2008).

Ratificando estas informações, diversos estudos foram realizados analisando o equilíbrio postural estático e dinâmico e o risco de quedas em indivíduos com diabetes mellitus. Porto *et al.* (2018) compararam o equilíbrio postural e os acidentes por quedas em diabéticos tipo 2 e não diabéticos e concluíram que os indivíduos com diabetes tipo 2 apresentavam maior desequilíbrio postural e maior risco de quedas quando comparados aos não diabéticos.

Agostini *et al.* (2018) avaliaram o equilíbrio corporal e o desempenho motor de idosos hipertensos e com diabetes tipo 2 e concluíram que os idosos diabéticos apresentaram o pior desempenho na marcha e no equilíbrio corporal quando comparados com hipertensos. Apontaram ainda a importância da implementação de um programa de atividades físicas para estes idosos como estratégia terapêutica a fim de melhorar o equilíbrio e a marcha.

Nozabiel *et al.* (2012) avaliaram o equilíbrio postural de diabéticos por meio da baropodometria, relacionando aos prejuízos do sistema sensoriomotor, e concluíram que o equilíbrio dinâmico dos pacientes com neuropatia diabética apresentou alterações em decorrência das alterações sensoriais e motoras, destacando-se a diminuição da força isométrica do tornozelo e a insensibilidade tátil dos pés. Quanto ao equilíbrio estático, o mesmo não apresentou alterações, o que se atribuiu possivelmente a três fatores: 1) maior peso corporal do grupo com neuropatia periférica; 2) base de apoio livre, a qual o indivíduo já está adaptado; e, 3) não supressão das informações fornecidas pelo sistema visual. Relacionando esse achado ao presente estudo, em que o IMC médio dos participantes foi de 27kg/m^2 , classificado como pré-obesidade, pode-se incluir a influência deste fator peso corporal na pouca diferença dos resultados obtidos na estabilometria.

Pinheiro, Vilaça e Carvalho (2014) analisaram a estabilidade postural, o risco de quedas e o medo de cair em idosos diabéticos que realizavam exercícios terapêuticos. Participaram deste estudo 50 idosos com neuropatia diabética e foram divididos entre o grupo que realizava

exercícios e o grupo controle. Os exercícios terapêuticos foram prescritos pela equipe de fisioterapeutas e incluíam exercícios aeróbicos, resistidos e treino proprioceptivo, realizados por 50 minutos, três vezes na semana. Os autores concluíram que o grupo que realizava exercícios terapêuticos apresentou diferença (melhora) na estabilidade postural com os olhos fechados, porém não houve diferença quanto ao risco de quedas e ao medo de cair entre os grupos. Tal resultado referente à estabilidade postural com os olhos fechados corrobora com o presente estudo, em que se observaram diferenças no grupo intervenção para as variáveis posição média anteroposterior e mediolateral, deslocamento total e velocidade de deslocamento anteroposterior.

Considerando-se que a maior parte dos participantes deste estudo foi composta por idosos, e que estes, pelo próprio processo de senescência, já apresentam comprometimento da força muscular e do equilíbrio, a implementação de medidas que favoreçam a melhora da capacidade funcional desta população é muito relevante.

Nesta perspectiva, Engers *et al.* (2016) publicaram uma revisão sistemática sobre os efeitos da prática do Pilates em idosos, e concluíram que as publicações apontavam para benefícios físicos e motores do método, entretanto não foi possível confirmar a efetividade do mesmo, uma vez que os estudos incluídos nesta revisão apresentavam baixa qualidade metodológica. Oliveira e Mestriner (2018) revisaram a literatura sobre o impacto do método Pilates no equilíbrio, força muscular e ocorrência de quedas em idosos e concluíram que este método é capaz de contribuir com os desfechos relacionados e, conseqüentemente, com a manutenção da saúde funcional dos idosos.

Bueno *et al.* (2017) executaram um protocolo de exercícios de Pilates de curta duração (12 semanas) em idosas e identificaram, em relação ao equilíbrio estático, analisado por meio da baropodometria, uma diminuição na oscilação do centro de pressão, apontando para uma maior eficiência do sinergismo muscular em resposta às estratégias de equilíbrio. Outro

estudo teve resultados semelhantes ao aplicar um protocolo de exercícios de Pilates (solo) em idosas, com duração de 8 semanas, e identificar que houve manutenção do equilíbrio além de redução da hipercifose torácica das idosas investigadas (NAVEGA *et al.*, 2016). Esses dois estudos corroboram com a presente pesquisa em que se observou uma redução nos valores da posição média antero-posterior, com os olhos abertos, e da posição média medial-lateral, com os olhos fechados exclusivamente para o grupo que realizou os exercícios de Pilates.

Bueno *et al.* (2018) compararam o efeito do Pilates e de multimodalidades de exercícios (hidroginástica, dança, natação e musculação) sobre a força muscular e o equilíbrio de idosas por meio da utilização de um protocolo com duração de 16 semanas e frequência de duas vezes na semana e, concluíram que o Pilates promoveu maior ganho de força e de equilíbrio estático.

Na referida pesquisa não foram utilizados métodos específicos de avaliação de força muscular. Entretanto, Merletti e Parker (2004) apontam que a utilização de variáveis eletromiográficas, como a RMS pode expressar uma relação válida com a força muscular. O valor de RMS é uma média estimada de potência de um sinal com a variação no tempo e que representa a amplitude efetiva deste sinal (HILLSTROM; TRIOLO, 1995).

A eletromiografia de superfície possibilita avaliar a soma da atividade elétrica de todas as fibras musculares ativas, por meio da colocação de eletrodos sobre a pele. O sinal mioelétrico pode fornecer dados aproximados sobre a eletrofisiologia do músculo ativo, sendo que estes dados são registrados por meio dos potenciais de ação que ocorrem no músculo e expressos por sinais em microvolts (μV) (FARINA; MERLETTI; ENOKA, 2004). Entretanto, ressalta-se que os dados obtidos com esse método não podem ser convertidos em valores específicos de força muscular (FIALLO; ANZORANDIA; HERRERA, 2006).

No presente estudo, não houve diferença entre as medidas de RMS para os músculos analisados antes e após o protocolo de Pilates. Este fato pode ter ocorrido devido à maioria

dos exercícios deste método trabalhar utilizando co-contrações de sinergistas, e não contrações isoladas de um grupo muscular específico, o que pode ter dificultado a expressão destes resultados já que, a análise eletromiográfica capta os estímulos das unidades motoras específicas dos músculos avaliados, não sendo sensível para a captação de estímulos produzidos por sinergismos que impactam diretamente na produção da força muscular (FERREIRA; GUIMARÃES; SILVA, 2010).

Ratificando tais informações, Noda, Marchetti e Vilela Junior (2014) destacam que no estudo da amplitude do sinal eletromiográfico, relacionado à produção de força, sempre deve ser considerado o grau de sinergismo de outros grupos musculares e as diferentes quantidades de co-contração de músculos antagonistas ao movimento em questão que podem alterar a contribuição de força do músculo sob investigação.

Além disso, a eletromiografia de superfície é incapaz de captar o sinal total gerado no volume muscular, restringindo-se a uma ativação elétrica local. Sendo assim, o número de potenciais de ação por unidade motora captados por meio da eletromiografia sempre é inferior ao número real de potenciais de ação por unidade motora envolvida na tarefa. Ou seja, mesmo não havendo diferenças na avaliação eletromiográfica, é possível que tenha havido um incremento da força muscular geral dos participantes da pesquisa.

Sobre a ativação dos músculos abdominais nos exercícios de Pilates, Queiroz *et al.* (2010) avaliaram a ativação muscular em quatro exercícios de estabilização de *core* na posição de quatro apoios. O reto abdominal foi um dos músculos avaliados e observou-se um menor nível de ativação deste músculo indicando a manutenção da estabilidade pélvica durante os exercícios realizados. Outro estudo, de Barbosa *et al.* (2015) analisou o efeito da técnica da respiração do método Pilates sobre a amplitude eletromiográfica dos músculos abdominais e encontrou um aumento da ativação dos músculos profundos, o que não ocorreu em relação ao reto abdominal.

Moon *et al.* (2015) compararam os padrões de ativação dos músculos abdominais superficiais e profundos durante exercícios de estabilização lombar realizados por praticantes experientes de Pilates, instrutores de exercícios resistidos e grupo controle e obtiveram como resultados que a ativação dos músculos superficiais (reto abdominal) não dependia da experiência na prática do exercício, sendo inclusive este músculo mais ativado no grupo controle, enquanto que a ativação dos músculos profundos, especialmente do transversos abdominal, foi mais efetiva no grupo praticante de Pilates.

Nesta pesquisa, ativação dos músculos abdominais profundos não foi avaliada, devido às dificuldades metodológicas de avaliação dos mesmos, entretanto, apesar disso, esse efeito do Pilates deve ser ressaltado pois pode interferir nos padrões globais de força muscular e equilíbrio.

5.4 Variabilidade da Frequência Cardíaca

Ao realizar um exercício físico é necessário que ocorram ajustes rápidos no sistema cardiovascular para garantir os níveis adequados de oxigênio e nutrientes para o metabolismo muscular (WILLIAMSON; FADEL; MITCHELL, 2006). Logo, é sabido que, durante o exercício, ocorre um aumento da frequência cardíaca, ocasionado inicialmente por inibição vagal, e incrementado pelo predomínio da modulação simpática, a depender da intensidade e duração da contração muscular (TAKAHASHI *et al.*, 2009).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC), definida como as mudanças no intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos, é um importante indicador dessa modulação autonômica, sendo que uma redução da VFC na condição basal pode ser indício de uma adaptação anormal e ineficaz do sistema nervoso autônomo (VANDERLEI *et al.*, 2009).

Oliveira *et al.* (2017) analisaram a VFC com base na estratificação de risco para diabéticos tipo 2, de acordo com o questionário *Finnish Diabetes Risk Score*, e concluíram

que os classificados em alto risco apresentaram menor VFC, tanto em variáveis de métodos lineares quanto não lineares, sugerindo menor atividade parassimpática e simpática. Um dado importante a ser relacionado com esse achado é que a VFC reduzida foi apontada previamente como um marcador sensível para neuropatia autonômica subclínica (STEIN *et al.*, 2007). Ziegler *et al.* (2015) propuseram o uso da redução na VFC como rastreamento para disfunção autonômica cardíaca em indivíduos com diferentes níveis de intolerância à glicose. Bassi *et al.* (2018) avaliaram a influência da hipertensão arterial sobre a modulação autonômica de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 e concluíram que a hipertensão afeta negativamente a modulação autonômica desses indivíduos. Relacionando tais informações aos dados do presente estudo, tem-se que, comparativamente, os participantes apresentavam índices de VFC maiores que os dos estudos citados, mesmo muitos tendo a associação da diabetes mellitus com a hipertensão arterial.

Estudos anteriores também indicaram que o diabetes mellitus repercute na modulação autonômica cardíaca, uma vez que as respostas da variação da frequência cardíaca ao exercício demoram para atingir valores ideais, provavelmente devido à modulação parassimpática insuficiente no início do exercício (MOREIRA *et al.*, 2007; TIBANA *et al.*, 2013).

Leite *et al.* (2016) avaliaram os efeitos do Pilates sobre a VFC, flexibilidade e variáveis antropométricas em indivíduos sedentários. Esses autores realizaram 20 atendimentos de Pilates com 14 mulheres sedentárias e concluíram que o comportamento da VFC das participantes indica uma redução da atividade simpática e aumento da atividade parassimpática durante a prática do método. Esse resultado corrobora com os achados desse estudo, em que houve aumento da modulação autonômica durante a prática do método, entretanto, ao serem comparadas as avaliações antes e após o protocolo, não houve diferenças.

5.5 Estresse Oxidativo

É consenso na literatura que no DM tipo 2 ocorre um aumento do estresse oxidativo ao qual se atribuem várias manifestações clínicas associadas a essa doença, no presente estudo encontrou-se uma correlação moderada entre a fração glicada da hemoglobina e o estresse oxidativo, corroborando com Folli *et al.* (2011).

Oliveira *et al.* (2012) compararam o efeito de programas de exercício de diferentes tipos (treinamento aeróbico, treinamento resistido e treinamento combinado), com duração de 12 semanas, sobre o estado antioxidante, estresse oxidativo e controle metabólico em diabéticos tipo 2 e verificaram que o treinamento aeróbico foi o mais eficaz para a diminuição do estresse oxidativo. Em contraposição, uma pesquisa realizada por Pereira (2017) analisou a influência da composição corporal nos efeitos de um programa de treinamento físico aeróbico, com duração de 12 semanas, sobre o perfil glicêmico, o estresse oxidativo e a inflamação sistêmica de diabéticos tipo 2, e concluiu que houve melhora da capacidade aeróbica, entretanto não houve alterações no perfil glicêmico, estresse oxidativo e inflamação.

Pitalluga *et al.* (2015) estudaram os efeitos do treinamento físico moderado, com duração de 4 meses, sobre o equilíbrio antioxidante de diabéticos tipo 2 e de indivíduos saudáveis e obteve redução, em ambos os grupos, das medidas de glicemia basal e da hemoglobina glicosilada, além de reduzir o estresse oxidativo, por meio da redução da produção de espécies reativas de oxigênio e do aumento dos antioxidantes. Corroborando com tais achados, Vinetti *et al.* (2015) avaliaram os efeitos que um protocolo de exercícios supervisionados de longa duração (12 meses) teve sobre o estresse oxidativo e o risco cardiometabólico de diabéticos tipo 2 e concluíram ter havido melhora desses parâmetros, o que está de acordo com os presentes resultados, em que houve redução significativa do estresse oxidativo após o protocolo de Pilates.

Fortalecendo tais resultados, Sousa *et al.* (2017) realizaram uma revisão sistemática e metanálise sobre o efeito antioxidante do exercício e encontraram um estudo de alta qualidade e três de qualidade moderada abordando esta temática em diabéticos tipo 2. Estes estudos apontavam que esta população apresentava um aumento nas defesas antioxidantes e redução do estresse oxidativo após a prática de exercícios.

5.6 Limitações do estudo

A limitação do estudo se relaciona à impossibilidade de controlar os hábitos dietéticos e o uso das medicações pelos participantes, o que pode ter exercido influência principalmente sobre as análises sanguíneas. Outra limitação consiste em não se conhecer quantos participantes apresentavam neuropatias periféricas instaladas.

CONCLUSÃO

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o protocolo de exercícios baseado no método Pilates teve como principais efeitos, para diabéticos tipo 2:

- a redução significativa da glicemia pós prandial;
- a diminuição da posição média anteroposterior e da frequência média de deslocamento com os olhos abertos;
- a redução da posição média anteroposterior e mediolateral, do deslocamento total e da velocidade anteroposterior com os olhos fechados;
- a modificação da variabilidade da frequência cardíaca, domínio tempo, mais relacionada ao aumento da atividade simpática;
- o aumento significativo da variável SD2 do índice geométrico de Poincaré da variabilidade da frequência cardíaca, durante a execução do protocolo.
- redução significativa da hemoglobina glicada e do estresse oxidativo.

Além disso, pode-se afirmar que o estresse oxidativo teve correlação com a hemoglobina glicada e com a atividade eletromiográfica dos músculos diafragma e tibial anterior.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, C. M. *et al.* **Análise do desempenho motor e do equilíbrio corporal de idosos ativos com hipertensão arterial e diabetes tipo 2.** *Rev. Aten. Saúde*, São Caetano do Sul, v. 16, n. 55, p. 29-35, jan./mar., 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324508884_ANALISE_DO_DESEMPENHO_MOTOR_E_DO_EQUILIBRIO_CORPORAL_DE_IDOSOS_ATIVOS_COM_HIPERTENSAO_ARTERIAL_E_DIABETES_TIPO_2/download>. Acesso em 27 fev 2019.

AHMED, N. Advanced glycation endproducts-role in pathology of diabetic complications. *Diabetes Res Clin Pract.*, v. 67, n. 1, p. 3-21, 2005.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Manual do ACSM para avaliação da aptidão física relacionada à saúde.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 41, n. 7, p. 1510-30, 2009.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Introduction. *Diabetes Care*, v. 39, s. 1, p. S1-S2, 2016.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*, v. 40, sup. 1, p. S1-131, 2017.

ALADRO-GONZALVO, A.R *et al.* Pilates-based exercise for persistent, non-specific low back pain and associated functional disability: a meta-analysis with meta-regression. *J Body Mov Ther.*, v. 17, p. 125-136, 2013.

ALVARENGA, G. M. *et al.* The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. *Clinics*, São Paulo, v. 73, e356, 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-59322018000100235&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 11 fev. 2019.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Economic costs of diabetes in the U.S. in 2012. *Diabetes Care*, v. 36, n. 4, p. 1033-46, 2013.

ANDRADE, A. Z. *et al.* Marcadores séricos de estresse oxidativo em mulheres inférteis com endometriose. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 32, n. 6, p. 279-285, 2010.

ARSLANOGLU, E; SENEL. Effects of Pilates Training on Some Physiological Parameters and Cardiovascular Risk Factors of Middle Aged Sedentary Women. *International Journal of Sport Studies*, v. 3, n. 2, p. 122-29, 2013. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/31ef/551e85d94f16c0e977e4ab4e529cac6f8520.pdf>>. Acesso em 12 mar 2019.

ATKINSON, M. A; EISENBARTH, G. S; MICHELS, A. W. Type 1 diabetes. **Lancet**, v. 383, n. 9911, p. 69–82, 2014. Disponível em <[http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60591-7](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60591-7)>. Acesso em 21 nov 2018.

BACARIN, T. A; SACCO, I. C. N; HENNING, E. M. Plantar pressure distribution patterns during gait in diabetic neuropathy patients with a history of foot ulcers. **Clinics**, v. 64, n. 2, p. 113-20, 2009.

BANDEIRA, S. D. M. *et al.* Characterization of blood oxidative stress in type 2 diabetes mellitus patients: increase in lipid peroxidation and SOD activity. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2012, 2012.

BARBOSA, A. W. C. *et al.* The Pilates breathing technique increases the electromyographic amplitude level of the deep abdominal muscles in untrained people. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, v. 19, n. 1, p. 57-61, 2015. Disponível em: < <https://www-sciencedirect.ez17.periodicos.capes.gov.br/search/advanced?docId=10.1016/j.jbmt.2014.05.011>>. Acesso em 09 abr 2019.

BARBOSA, D. D; NAVARRO, F. Variação da curva glicêmica nos diferentes trabalhos com pesos, reforço muscular e hipertrofia. **RBPfEX- Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 3, n. 17, p. 444-49, 2009. Disponível em: <<http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/192>>. Acesso em 11 mar 2019.

BARBOSA, J. H. P; OLIVEIRA, S. L; SEARA, L. T. Produtos da glicação avançada dietéticos e as complicações crônicas do diabetes. **Rev Nutr.**, v. 22, n.1, p. 113-24, 2009.

BARBOSA, K. B. F. *et al.* Estresse Oxidativo: conceitos, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BARRILE, S. R. *et al.* Efeito agudo do exercício aeróbico na glicemia em diabéticos 2 sob medicação. **Rev Bras Med Esporte**, v. 21, n. 5, p. 360-363, 2015.

BARROCAL, J. *et al.* **Aplicação do método Pilates na Fisioterapia: uma revisão sistemática na base de dados PEDro.** *Fisioter Bras*, v. 18, n. 2, p. 223-48, 2017.

BASSI, D. *et al.* Efeitos da coexistência de diabetes tipo 2 e hipertensão sobre a variabilidade da frequência cardíaca e capacidade cardiorrespiratória. **Arq Bras Cardiol**, v. 111, n. 1, p. 64-72, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/abc.20180105>>. Acesso em 20 mai 2019

BEGUM, M. *et al.* Myeloperoxidase, malondialdehyde and serum lipids in type 2 diabetes mellitus. **Journal of Investigational Biochemistry**, v. 163, n. 274, p.13-17, 2015.

BEAGLEY, J.*et al.* Global estimates of undiagnosed diabetes in adults. **Diabetes Res Clin Pract**, v. 103, n. 2, p. 150-60, 2014.

BHUTIA, Y. *et al.* Serum malondialdehyde level: Surrogate stress marker in the Sikkimese diabetics. **J Nat Sci Biol Med.**, v. 2, p. 107-12, 2011.

BOYER, W. R. *et al.* Protective role of physical activity on type 2 diabetes: Analysis of effect modification by race–ethnicity. **Journal of Diabetes**, v. 10, p. 166-178, 2018.

BRASIL. Resolução CNS no 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, n. 12, 13 jun. 2013. Seção 1. p. 59.

BROWNLEE, M. The pathobiology of diabetic complications. A unifying mechanism. **Diabetes**, v. 54, n.6, p. 1615-25, 2005.

BUENO, G. A. S. *et al.* Efeito de um protocolo de curta duração de Pilates na força muscular e equilíbrio de mulheres idosas. **Revista Movimenta**, v. 10, n. 2, p. 195-202, 2017. Disponível em: <<http://www.revista.ueg.br/index.php/movimenta/article/view/5580>>. Acesso em 12 mar 2019.

BUENO, G. A. S. *et al.* Relação da força muscular com o equilíbrio estático em idosos – comparação entre pilates e multimodalidades. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, Porto Alegre, v. 40, n. 4, p. 435-41, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0101328917300318>>. Acesso em 28 fev 2019.

BULLO, V. *et al.* The effects of Pilates exercise training on physical fitness and wellbeing in the elderly: A systematic review for future exercise prescription. **Preventive Medicine**, v. 75, p. 1-11, 2015.

CAMPBELL, P.T. Diabetes and Cause-specific Mortality in a Prospective Cohort of one Million U.S. Adults. **Diabetes Care**, v. 35, p. 1835-1844, 2012.

CANCELLIERO-GAIAD, K. M. *et al.* Respiratory pattern of diaphragmatic breathing and pilates breathing in COPD subjects. **Braz J PhysTher**, v. 18, n. 4, p. 291-9, 2014.

CARDEAL, J. O; FUKUJIMA, M. M; FONTES, S. V. **Fisioterapia Neurofuncional: Fundamentos para a prática**. São Paulo: Atheneu Editora, 2007.

CHIANG, J. L. *et al.* Type 1 Diabetes Sourcebook Authors. Type 1 diabetes through the life span: a position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 37, n.7, p. 2034-54, 2014.

CHATTERJEE, S; KHUNTI, K; DAVIES, M. J. Type 2 diabetes. **Lancet**, v. 389, n. 10085, p. 2239-2251, jun 2017.

COLBERG, S. R. *et al.*, Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. **Diabetes Care**, v. 33, n. 12, p. 147-67, 2010.

DE ANGELIS, K. *et al.* Efeitos fisiológicos do treinamento físico em pacientes portadores de diabetes tipo 1. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 50, n. 6, p. 1005-1013, 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302006000600005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 21 jun 2017.

DE FRONZO, R. A. Dysfunctional fat cells, lipotoxicity and type 2 diabetes. **Int J Clin Pract Suppl.**, v. 143, p. 9-21, 2004.

DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES 2017-2018/ SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. São Paulo: Editora Clannad, 2017, 383p.

DRAPER, H. H; HADLEY, M. Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. **Methods in Enzymology**, v. 186, p. 421-31, 1990.

ENGERLS, P. B. *et al.* Efeitos da prática do método Pilates em idosos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 352-65, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbr/v56n4/pt_0482-5004-rbr-56-04-0352.pdf>. Acesso em 28 fev 2019.

FARINA, D; MERLETTI, R; ENOKA, R. M. The extraction of neural strategies from the surface EMG. **J Appl Physiol**, v. 96, p. 1486-95, 2004.

FERREIRA, A. S; GUIMARÃES, F. S; SILVA, J. G. Aspectos metodológicos da eletromiografia de superfície: considerações sobre os sinais e processamentos para estudo da função neuromuscular. **Rev Bras Cienc Esporte**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 11-30, 2010.

FIALLO, R. A; ANZORANDIA, C. S; HERRERA, E.M. Desarrollo histórico y fundamentos teóricos de la electromiografía como medio diagnóstico. **Rev Cub Med Mil**, v. 35, n. 4, p. 80-83, 2006.

FILHO, A. C. A. A. *et al.* Perfil epidemiológico do diabetes mellitus em um estado do nordeste brasileiro. **Rev Fund Care Online**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 641-47, 2017. Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/index.php/cuidadofundamental/article/view/5531/pdf_1>. Acesso em 03 jun 2019.

FOLLI, F. *et al.* The Role of Oxidative Stress in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus Micro- and Macrovascular Complications: Avenues for a Mechanistic-Based Therapeutic Approach. **Current Diabetes Reviews**, v. 7, n. 5, 2011.

FORTUNATTI, C.; DELEVATTI, R. S.; KRUEL, L. M. O método pilates na prevenção e tratamento do Diabetes Mellitus tipo 2. **Arq. Cienc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 19, n. 1, p. 45-52, jan./abr. 2015. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/5264/3037>>. Acesso em 12 mar 2019.

FRIEDEWALD, W. T; LEVI, R. I; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low density lipoproteins cholesterol in plasma without use of the ultracentrifuge. **Clin.Chem.**, v. 12, p. 499-502, 1972.

GUARIGUATA, L. *et al.* Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. **Diabetes Res Clin Pract**, v. 103, n. 2, p. 137-49, 2014.

GÓMEZ, H. E. *et al.* Pie diabético. **Semin Fund Esp Reumatol.**, v. 13, p. 119-29, 2012.

GORDON, P. M. K. *et al.* Interspecies data mining to predict novel ING-protein interactions in human. **BMC Genomics**, v. 9, p. 426, 2008.

HILLSTROM, H. J; TRIOLO, R. J. Emg Theory. In: CRAICK, R. L; OATIS, C. A. **Gait analysis: theory and application**. 1a ed. St Louis: Mosby; 1995. p. 271-92.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (IDF). **Diabetes Atlas** [Internet]. 7 ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2015. Disponível em <<http://www.diabetesatlas.org/resources/2015-atlas.html>>. Acesso em 27 jun 2017.

JESUS, L. T. *et al.* Efeitos do método Pilates sobre a função pulmonar, a mobilidade toracoabdominal e a força muscular respiratória: ensaio clínico não randomizado, placebo-controlado. **Fisioter Pesq**, v. 22, n. 3, p. 213-22, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fp/v22n3/2316-9117-fp-22-03-00213.pdf>>. Acesso 14 mai 2019.

JUNGES, S; JACONDINO, C. B; GOTTLIEB, M. G. V. Efeito do método pilates em fatores de risco para doenças cardiometabólicas: uma revisão sistemática. **Sci Med**, v. 25, n. 1, p. 1-8, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15448/1980-6108.2015.1.19839>>. Acesso em 10 fev 2019.

KNUTSON, L. M. *et al.* A study of various normalization procedures for withi, n. n day , p. electromyographic data. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 4, n. 1, p. 47-59, 1994.

KOLYNIK, I. E. G; CAVALCANTI, S. M. B; AOKI, M. S. Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: efeito do método Pilates. **Rev Bras Med Esporte**, v. 10, n. 6, p. 487-90, 2004.

LA TOUCHE, R; ESCALANTE, K; LINARES, M. T. Treating non-specific chronic low backpain through the Pilates method. **J Body Mov Ther.**, v. 12, p. 364-370, 2008.

LAPOLLA, A; FEDELE, D; TRALDI, P. Glyco-oxidation in diabetes and related diseases. **Clin Chim Acta.**, v. 357, n. 2, p. 236-50, 2005.

LEE, H. M. *et al.* Association of C-Reactive Protein with Reduce Forced Vital Capacity in a Nonsmoking U. S. Population with Metabolic Syndrome and Diabetes. **Diabetes Care**, v. 31, p. 2000-2002, 2008.

LEITE, M. L. S. *et al.* Efeitos do Método Pilates sobre a variabilidade da frequência cardíaca, flexibilidade e variáveis antropométricas em indivíduos sedentários. **Fisioterapia Brasil**, v. 17, n. 1, p. 66-71, 2016.

LEON, B. M; MADDOX, T. M. Diabetes and cardiovascular disease: Epidemiology, biological mechanisms, treatment recommendations and future research. **World J Diabetes**, v. 6, n. 13, p. 1246-58, 2015.

LIM, E. C. *et al.* Effects of Pilates-based exercises on painand disability in individuals with persistent nonspecific low back pain: asystematic review with meta-analysis. **J Orthop Sports Phys Ther.**, v. 41, p. 80-80, 2011.

- LOPES, E. D. S; RUAS, G; PATRIZZI, L. J. Efeitos de exercícios do método Pilates na força muscular respiratória de idosas: um ensaio clínico. **Rev Bras Geriatr Gerontol**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 517-23, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-98232014000300517&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 14 mai 2019.
- LUZ, M. A. *et al.* Effectiveness of mat Pilates or equipment-based Pilates exercises in patients with chronic nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. **Phys Ther.**, v. 94, n. 5, p. 623-31, 2014.
- MACEDO, E. M. P. *et al.* Efeito de sessão aguda de Pilates no solo e na água sobre a glicemia de mulheres portadoras de diabetes tipo 2. **Fisioterapia Brasil**, v. 18, n. 1, p. 47-55, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/314281688_Efeito_de_sessao_aguda_de_Pilates_no_solo_e_na_agua_sobre_a_glicemia_de_mulheres_portadoras_de_diabetes_tipo_2>. Acesso em 11 mar 2019.
- MANDERS, R. J. F; VAN DIJK, J. W; LOON, L. J. C. V. Low-Intensity Exercise Reduces the Prevalence of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, p. 219-25, 2009.
- MARLEBI, D. A; FRANCO, L. J. Multicenter study of the prevalence of diabetes *mellitus* and impaired glucose tolerance in the urban Brazilian population aged 30-69 years. The Brazilian Cooperative Group on the Study of Diabetes Prevalence. **Diabetes Care**, v. 15, n. 11, p. 1509-16, 1992.
- MATOUGH, F. A. *et al.* The Role of Oxidative Stress and Antioxidants in Diabetic Complications. **Sultan Qaboos University Medical Journal**, v. 12, n. 1, p. 5, 2012.
- MELO, K. C. B., *et al.* Pilates Method Training: functional and blood glucose responses of older woman with type 2 diabetes. **J Strength Cond Res.**, 2018. doi: 10.1519/JSC.0000000000002704.
- MERLETTI, R.; PARKER, P. A. **Electromyography: physiology, engineering and noninvasive applications**. S.l.: IEEE Press, 2004.
- MIYAMOTO, G. C; COSTA, L. O; CABRAL, C. M. Efficacy of the Pilates method for pain and disability in patients with chronic nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis. **Braz J Phys Ther.**, v. 17, p. 517-532, 2013.
- MOREIRA, S. R. *et al.* Identificação do limiar anaeróbio em indivíduos com diabetes tipo-2 sedentários e fisicamente ativos. **Rev Bras Fisioter.**, v. 11, n. 4, p. 289-96, 2007.
- MOON, J. H, *et al.* Comparison of deep and superficial abdominal muscle activity between experienced Pilates and resistance exercise instructors and controls during stabilization exercise. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 11, n. 3, p. 161-68, 2015.
- NAVEGA, M. T. *et al.* Efeitos do método Pilates Solo no equilíbrio e na hipercifose torácica em idosas: ensaio clínico controlado randomizado. **Rev Bras Geriatr Gerontol**, Rio de

Janeiro, v. 19, n. 3, p. 465-72, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbpg/v19n3/pt_1809-9823-rbpg-19-03-00465.pdf>. Acesso em 12 mar 2019.

NIA, M. B; ABEDI, B. Effect of eight weeks of Pilates training on Orexin and insulin resistance level in overweighth childrens. **Yafte**, v. 20, n. 1, p. 112-122, 2018. Disponível em: <<http://yafte.lums.ac.ir/article-1-2527-en.html>>. Acesso em 12 mar 2019.

NOCON, M. *et al.* Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.**, v. 15, n. 3, p. 239-46, 2008.

NODA, D. K. G; MARCHETTI, P. H; VILELA JUNIOR, G. B. A eletromiografia de superfície em estudos relativos à produção de força. **Revista Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 6, n. 3, p. 1-25, 2014.

NOGUEIRA, D. C. *et al.* Complicações e o tempo de diagnóstico do diabetes mellitus na atenção primária. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 250-255, 2015.

NOZAIBELE, A. J. *et al.* Análise do equilíbrio postural de indivíduos diabéticos por meio de baropodometria. **Motricidade**, v. 8, n. 3, p. 30-9, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/73670?show=full>>. Acesso em 27 fev 2019.

OECD. Health at a Glance 2011. OECD **Indicators**; 2011.

OLIVEIRA, J. S. *et al.* Variabilidade da frequência cardíaca com base na estratificação de risco para diabetes mellitus tipo 2. **Einstein**, v. 15, n. 2, p. 141-7, 2017.

OLIVEIRA, M. S; MESTRINER, R. G. Efeitos do método Pilates sobre o equilíbrio, força muscular e ocorrência de quedas em idosos: uma revisão de literatura. **Perspectiva**, Erechim, v. 42, n. 157, p. 99-108, 2018. Disponível em: <http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/157_696.pdf>. Aceso em 28 fev 2019.

OLIVEIRA, V. N. **Avaliação dos diferentes tipos de treinamento físico sobre o estresse oxidativo e parâmetros bioquímicos em diabetes mellitus tipo II e o efeito do exercício agudo sobre os biomarcadores salivares em atletas**, 2010, 103 f. Tese. (Pós Graduação em Genética e Bioquímica da Universidade Federal de Uberlândia), Uberlândia, 2010.

OLIVEIRA, V. N. *et al.* The effect of different training programs on antioxidant status, oxidative stress, and metabolic control in type 2 diabetes. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 37, n. 2, p. 332-44, 2012.

PAGANO, M; GAUVREAU, K. **Princípios de bio-estatística**. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

PARK, W. H; YOU, B. R. Gallic acid induced lung câncer cell death is related to glutathione; depletion as well as reactive oxygen species increase. **Toxicology in Vitro**, v. 24, n. 5, p. 1356-1362, 2010.

PAUNGMALI, A. *et al.* Immediate Effects of Core Stabilization Exercise on β -Endorphin and Cortisol Levels Among Patients With Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Crossover Design. **J Manipulative Physiol Ther.**, v. 41, n. 3, p. 181-188, mar-abr, 2018.

PEREIRA, L. M. *et al.* Comparing the Pilates method with no exercise or lumbar stabilization for pain and functionality in patients with chronic low back pain: systematic review and meta-analysis. **Clin Rehabil.**, v. 26, p. 10-20, 2013.

PEREIRA, V. A. **Influência da composição corporal nos efeitos de um programa de treinamento físico sobre o perfil glicêmico, estresse oxidativo e inflamação sistêmica de diabéticos tipo 2: um ensaio clínico randomizado**, 2017, 92 f. Tese. (Programa Associado de Pós Graduação em Educação Física UPFE/UFPB), João Pessoa, 2017.

PINHEIRO, H. A; VILAÇA, K. H. C; CARVALHO, G. A. Estabilidade postural, risco de quedas e medo de cair em idosos com neuropatia diabética que realizam exercícios terapêuticos. **Fisioter Pesq.**, v. 21, n. 2, p. 127-32, 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/fp/v21n2/pt_1809-2950-fp-21-02-00127.pdf>. Acesso em 27 fev 2019.

PITTALUGA, M. *et al.* Physical exercise and redox balance in type 2 diabetics: effects of moderate training on biomarkers of oxidative stress and DNA damage evaluated through comet assay. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 15, p. 1-7, 2015. Disponível em:<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4350623/pdf/OMCL2015-981242.pdf>>. Acesso em 13 mar 2019.

PORTO, E. F. *et al.* Equilíbrio postural e acidentes por quedas em diabéticos e não diabéticos. **Revista Brasileira de Saúde Funcional**, Cachoeira, v. 5, n. 2, p. 30-44, 2018.

POSADZKI, P; LIZIS, P; HAGNER-DERENGOWSKA, M. Pilates for low back pain: a systematic review. **Complement Ther Clin Pract.**, v. 17, p. 85-89, 2011.

PRADO, M. A. M. B; FRANCISCO, P. M. S. B; BARROS, M. B. A. Diabetes em idosos: uso de medicamentos e risco de interação medicamentosa. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 11, p. 3447-58, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v21n11/1413-8123-csc-21-11-3447.pdf>>. Acesso em 05 jun 2019.

QUEIROZ, B. C. *et al.* Muscle Activation During Four Pilates Core Stability Exercises in Quadruped Position. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 1, p. 86-92, 2010. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez17.periodicos.capes.gov.br/search/advanced?docId=10.1016/j.apmr.2009.09.016>>. Acesso em 09 abr 2019.

QUEIROZ, P. C. *et al.* Prevalência das complicações micro e macrovasculares e de seus fatores de risco em pacientes com diabetes mellitus e síndrome metabólica. **Rev. Bras Clin Med.**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 254-8, jul-ago, 2011.

SANTOS, A. A. *et al.* Effect of proprioceptive training among diabetic women. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 12, n. 3, p. 183-7, 2008.

SANTOS, A. D. *et al.* Perfil epidemiológico de pacientes com diabetes mellitus. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 24, n. 2, p. 40-46, 2018. Disponível em: <https://www.mastereditora.com.br/periodico/20181006_153113.pdf>. Acesso em 05 jun 2019.

SANTOS, G. M; SOUSA, P. V. L; BARROS, N. V. A. Perfil epidemiológico dos idosos diabéticos cadastrados no programa Hiperdia no estado do Piauí, Brasil. **Rev. Aten. Saúde**, São Caetano do Sul, v. 16, n. 56, p. 48-53, 2018. Disponível em: <http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_ciencias_saude/article/view/5090/pdf>. Acesso em: 03 jun 2019.

SCHMIDT, M. I. *et al.* High prevalence of diabetes and intermediate hyperglycemia. The Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **Diabetol Metab Syndr.**, v. 123, p. 1-9, 2014.

SHARP, P. S; RAINBOW, S; MUKHERGEE, S. Serum levels of low molecular weight advanced glycation end products in diabetic subjects. **Diabet Med.**, v. 20, n. 7, p. 575-9, 2003.

SORIO FLOR, L; CAMPOS, M. R. Prevalência de Diabetes Mellitus e fatores associados na população adulta brasileira: evidências de um inquérito de base populacional. **Rev Bras Epodemiol**, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2017.

SOUSA, C. V. *et al.* The antioxidante effect of exercise: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 2, p. 277-93, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27260682>>. Acesso em 13 mar 2019.

SOUZA, C. **Pilates como instrumento de saúde**, 2015, 76f. Dissertação. (Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano, Mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, 2015.

SOUZA, L. M. *et al.* Influência de um protocolo de exercícios do método Pilates na contratilidade da musculatura do assoalho pélvico de idosas não institucionalizadas. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 485-93, 2017.

STEIN, P. K. *et al.* The relationship of heart rate and heart rate variability to non-diabetic fasting glucose levels and the metabolic syndrome: the Cardiovascular Health Study. **Diabet Med.**, v. 24, n. 8, p. 855-63, 2007.

TAKAHASHI, A. C. *et al.* The effect of eccentric strength training on heart rate and on its variability during isometric exercise in healthy older men. **Eur J Appl Physiol.**, v. 105, n. 2, p. 315-23, 2009.

TIBANA, R. A. *et al.* Women with metabolic syndrome present different autonomic modulation and blood pressure response to an acute resistance exercise session compared with women without metabolic syndrome. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 33, n. 5, p. 364-72, 2013.

TINOCO-FERNÁNDEZ, M. *et al.* The Pilates method and cardiorespiratory adaptation to training. **Research in Sports Medicine**, v. 24, n. 3, p. 266-271, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1202829>>. Acesso em 22 jun 2018.

TUOMI, T. *et al.* The many faces of diabetes: a disease with increasing heterogeneity. **Lancet**, v. 383, n. 9922, p. 1084-94, mar, 2014.

VANDERLEI, L. C. M. *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Rev Bras Circ Cardiovasc.**, v. 24, n. 2, p. 205-17, 2009.

VELASCO, M. B. *et al.* Actualización en el diagnóstico, tratamiento y prevención de la neuropatía diabética periférica. **Angiología**, v. 69, n. 3, p 174-81, mai-jun, 2017.

VINETTI, G. *et al.* Supervised exercise training reduces oxidative stress and cardiometabolic risk in adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Scientific Reports**, v. 5, n. 9238, p. 1-7, 2015. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/srep09238>>. Acesso em 13 mar 2019.

WELLS, C. *et al.* The effectiveness of pilates exercise in people with chronic low back pain: a systematic review. **PLoS One.**, v. 9, e. 100402, 2014.

WELLS, C; KOLT, G. S; BIALOCERKOWSKI, A. Defining pilates exercise: a systematic review. **Complement Ther Med.**, v. 20, p. 253-262, 2012.

WILLIAMSON, J. W; FADEL, P. J; MITCHELL, J. H. New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. **Exp Physiol.**, v. 91, n. 1, p. 51-8, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, editor. **Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks.** Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2009.

YANG, W. *et al.* Medical Care and Payment for Diabetes in China: Enormous Threat and Great Opportunity. **PloS One**, v. 7, n. 9, e 39513, 2012.

ZIEGLER, D. *et al.* Increased prevalence of cardiac autonomic dysfunction at different degrees of glucose intolerance in the general population: the KORA S4 survey. **Diabetologia.**, v. 58, n. 5, p. 1118-28, 2015.

7ª DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 3, s. 3, 2016.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do estudo: Impacto de um protocolo de exercícios, baseado no método Pilates, sobre o estresse oxidativo e a funcionalidade de Diabéticos tipo 2

Pesquisador (es) responsável(is): Samara Sousa Vasconcelos Gouveia

Instituição/Departamento: Universidade Federal do Piauí

Telefone para contato: (86) 99904-79297

Local da coleta de dados: Universidade Federal do Piauí – curso de Fisioterapia

Prezado Senhor:

Você está sendo convidado (a) participar deste estudo de forma totalmente **voluntária**. Antes de concordar em participar desta pesquisa é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas antes que você se decidir a participar. Você tem o direito de **desistir** de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito.

Objetivo do estudo. O objetivo deste trabalho é analisar o impacto de um protocolo de exercícios, baseado no método Pilates, sobre o estresse oxidativo e a funcionalidade de diabéticos tipo 2 em Parnaíba- Piauí.

Procedimentos. Caso concorde em participar, você realizará algumas avaliações não invasivas, que consistem em alguns testes físicos, tais como ficar em pé sobre uma plataforma e realizar contrações musculares. Também serão realizados exames com coleta de sangue. Após as avaliações, você participará de um protocolo de exercícios baseado no método Pilates, em que serão realizados exercícios de fortalecimento e alongamento.

Benefícios. Esta pesquisa trará como benefícios aos participantes a oportunidade de realizar um protocolo completo de exercícios do método Pilates, sendo pioneira a aplicação deste método no público alvo, possibilitando a ampliação das abordagens terapêuticas nos pacientes diabéticos.

Riscos. Esta pesquisa poderá trazer riscos mínimos aos participantes, tais como hipoglicemia, diminuição ou aumento da pressão arterial. Estes riscos serão minimizados uma vez que, antes e após cada atendimento, os pacientes serão avaliados minuciosamente. Entretanto, caso refiram qualquer desconforto como dor, alteração da respiração e lipotimia, será oferecido todo o suporte necessário com uma equipe especializada.

Sigilo. As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu _____, estou de acordo em participar desta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Local e data

Assinatura

N. identidade

Pesquisador responsável

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato:

Comitê de Ética em Pesquisa - UFPI. Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga.

Pró Reitoria de Pesquisa - PROPESQ. CEP: 64.049-550 - Teresina - PI. **Telefone:** 86 3237-2332

E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br

APÊNDICE B
Ficha sociodemografica

Bloco	Variável	Categorias	Respostas	NSR / NQR	Código
VARIÁVEIS SÓCIODEMOGRÁFICAS E DE CARACTERIZAÇÃO CLÍNICA	Idade (em anos)				IDADE
	Data de Nascimento (dia/mês/ano)				DATNASC
	Sexo	(1)masculino (2)feminino			SEXO
	Altura (cm)				ALT
	Peso (Kg)				PES
	Índice de Massa Corpórea (IMC Kg/m ²)				IMC
	Raça/Cor	(1)branco (2)amarelo (3)negro (4)pardo			RAÇA
	Estado Civil	(1)solteiro (2)casado ou em união consensual (3)separado, desquitado, divorciado (4)viúvo			ESTCIV
	Composição familiar (Com quem mora?)	(1)sozinho (2)pais (3)companheiro (4)filhos (5)outros			COMFAM
	Número de filhos				FILHOS
	Escolaridade (até que ano estudou?)	(1)nunca estudou (2)alfabetização fundamental (3)ensino médio (4)ensino superior (5)ensino superior			ESCOL
	Ocupação				OCUP
	Renda Individual (em salários)				RENDAI
	Renda Familiar (em salários)				RENDAF
	Bairro de residência				BARES
No momento atual está:	(1)empregado (2)desempregado			SITAT	

	(3)aposentado			
Você fuma?	(1)Sim (2)não			FUMO
Frequência em que fuma.	(1) frequentemente (2) raramente (3) todos os dias			FREQFUMO
Quantidade que fuma.				QUANTFUMO
Tipo de fumo	(1) cigarro (2) cachimbo (3)fumo mascar (4) outro			TIPFUMO
Você ingere bebida alcoólica?	(1)Sim (2)não			BEBAL
Frequência em que bebe.	(1) frequentemente (2) raramente (3) todos os dias			FREQBEB
Quantidade que bebe.				QUANTBEB

APÊNDICE C - Protocolo de Pilates
Exercício 01



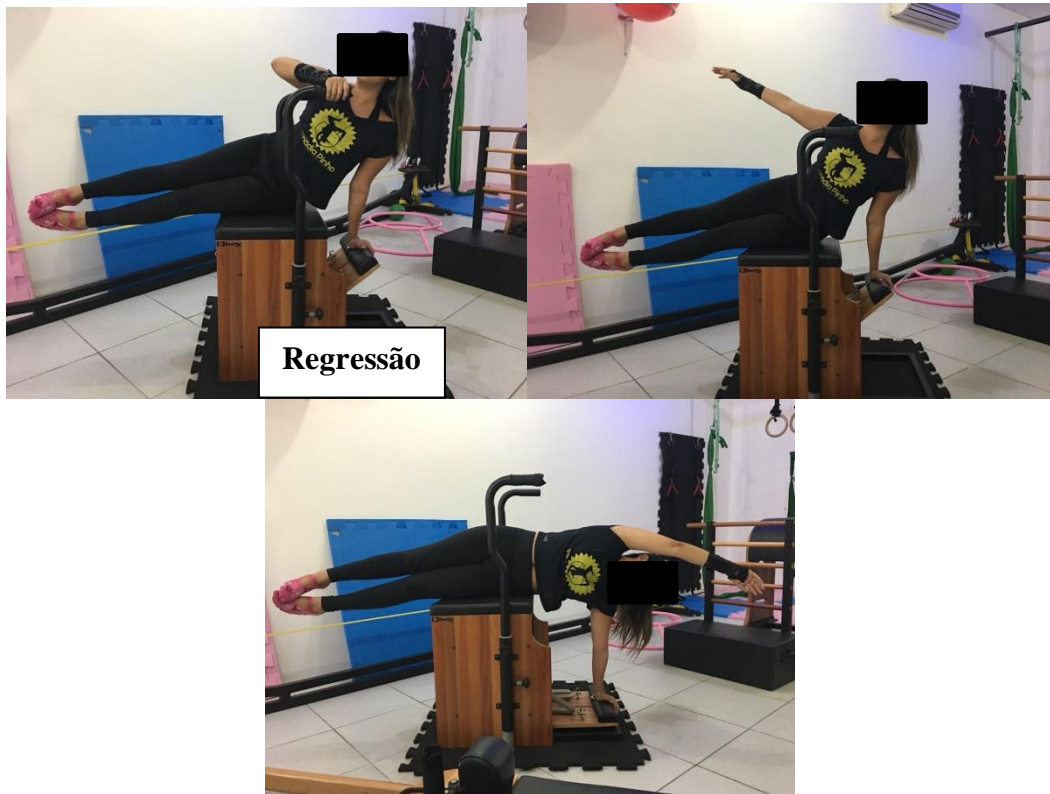
Exercício 02



Exercício 03



Exercício 04



Exercício 05



Exercício 06



Exercício 07



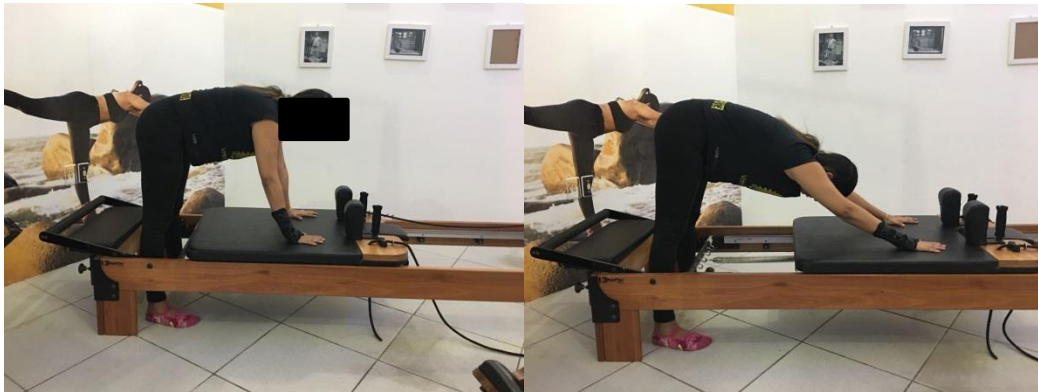
Exercício 08



Exercício 09



Exercício 10



Exercício 11



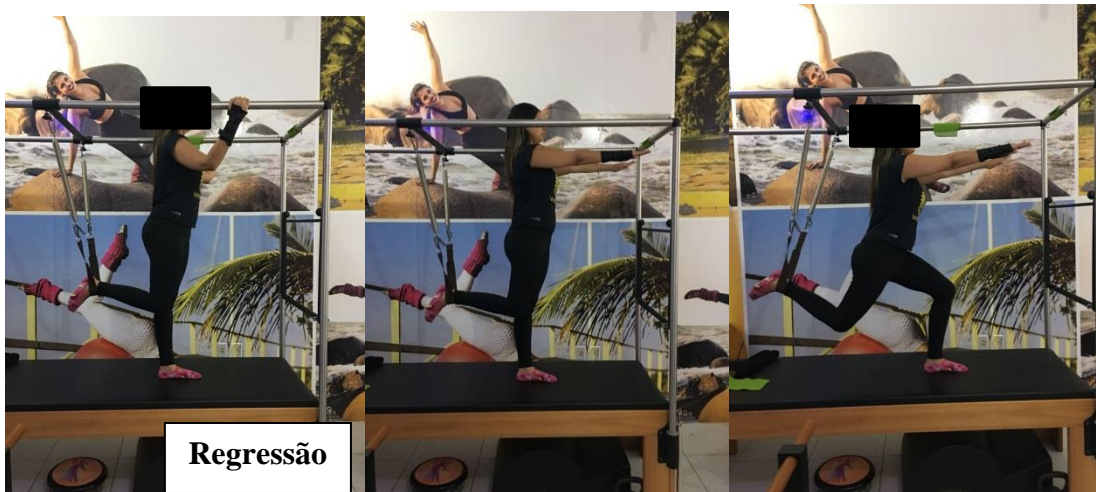
Exercício 12



Exercício 13



Exercício 14



Exercício 15



Exercício 16



Exercício 17

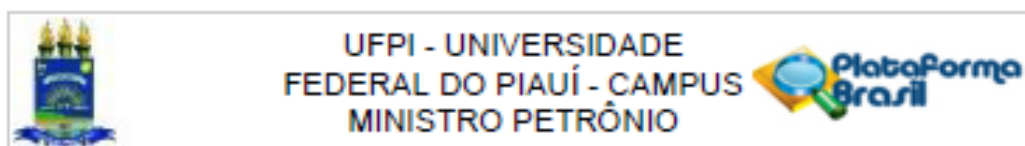


Exercício 18**Exercício 19**

Exercício 20



ANEXO A
Parecer de Aprovação do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto de um protocolo de exercícios, baseado no método Pilates, sobre o estresse oxidativo e a funcionalidade de Diabéticos tipo 2

Pesquisador: SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 86263618.8.0000.5214

Instituição Proponente: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.573.960

Apresentação do Projeto:

Este estudo surgiu do interesse em identificar o impacto que um protocolo de exercícios, baseado no método Pilates, poderia exercer sobre as variáveis indicativas de funcionalidade e estresse oxidativo em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2. Esta temática foi proposta uma vez que é sabido que diversas alterações sistêmicas ocorrem como complicações do Diabetes Mellitus e atribui-se ao estresse oxidativo a principal explicação para a ocorrência das mesmas. Uma vez que o exercício físico é um dos fatores reguladores sobre o estresse oxidativo, acredita-se que a aplicação de um protocolo de exercícios contribuiria positivamente melhorando a funcionalidade global e diminuindo o estresse oxidativo em diabéticos tipo 2. Propõe-se, portanto, a realização de um estudo intervencionista tendo como população alvo diabéticos tipo 2, residentes em Parnaíba-PI, cadastrados no Hiperdia. Será realizado um protocolo de exercício, baseado no método Pilates, com duração de 12 semanas, sendo 2 atendimentos por semana. As variáveis avaliadas serão: variabilidade cardíaca, eletromiografia, establiometria, força muscular respiratória (P_{imáx} e P_{emáx}), e os níveis séricos de glicemia, hemoglobina glicada, perfil lipídico, função renal, proteína C reativa, malondialdeído e glutatona.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar o impacto de um protocolo de exercícios, baseado no método Pilates, sobre o estresse

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
 Bairro: Ininga CEP: 84.040-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (88)3237-2332 Fax: (88)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



UFPI - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ - CAMPUS
MINISTRO PETRÔNIO



Continuação do Parecer: 2.573.960

oxidativo e a funcionalidade de diabéticos tipo 2 em Parnaíba- Piauí.

Objetivo Secundário:

- Traçar o perfil clínico e epidemiológico dos pacientes com DM tipo 2 do município de Parnaíba-PI.
- Aplicar o protocolo de exercícios na população alvo.
- Avaliar o efeito do MABR na (os): 1) Estabilometria entre os grupos experimental e controle. 2) Controle motor (eletromiografia) dos idosos diabéticos em estudo. 3) Variabilidade da frequência cardíaca, domínio tempo e frequência, e gráfico poincaré nos grupos experimental e controle. 4) Sinais vitais como pressão arterial, frequência cardíaca e respiratória, saturação de oxigênio e glicemia entre os grupos experimental e controle. 5) Níveis séricos de glutathione humana (GSH) e malondialdeído (MDA) entre os grupos experimental e controle. 6) Níveis séricos de hemoglobina glicada, colesterol total, triglicerídeos, LDL, HDL, LDLc/HDLc, creatinina sérica, uréia no sangue e proteína C reativa entre os grupos experimental e controle e 7) Força muscular respiratória (P_{Imáx}; P_{Emáx}) e pico de fluxo expiratório (PFE) no público alvo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Poderá trazer riscos mínimos aos participantes, tais como hipoglicemia, diminuição ou aumento da pressão arterial. Estes riscos serão minimizados uma vez que, antes e após cada atendimento, os pacientes serão avaliados minuciosamente. Porém, caso refiram qualquer desconforto como dor, alteração da respiração e lipotimia, será oferecido todo o suporte necessário com uma equipe especializada. Será garantido, aos participantes, sigilo absoluto sobre as informações oferecidas e anonimato, sem qualquer risco ou prejuízo ao seu atendimento, bem como o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento.

Benefícios:

Esta pesquisa trará como benefícios aos participantes a oportunidade de realizar um protocolo completo de exercícios do método Pilates, sendo pioneira a aplicação deste método no público alvo, possibilitando a ampliação das abordagens terapêuticas nos pacientes diabéticos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA



UFPI - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ - CAMPUS
MINISTRO PETRÔNIO



Continuação do Parecer: 2.573.060

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos anexados e conferidos pelo secretário do CEP durante validação documental.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto de pesquisa com parecer APROVADO e apto a ser desenvolvido.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1101302.pdf	26/03/2018 21:35:20		Aceito
Outros	ANUENCIA.pdf	26/03/2018 21:34:51	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTOASSINADA.pdf	26/03/2018 21:34:22	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito
Outros	Curiculo.pdf	26/03/2018 12:00:43	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	26/03/2018 12:00:12	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito
Outros	INSTRUMENTODECOLETA.pdf	26/03/2018 11:59:53	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOPLATAFORMABRASIL.pdf	26/03/2018 11:59:31	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito
Outros	TERMODECONFIDENCIALIDADE.pdf	26/03/2018 11:59:18	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito
Outros	CARTEENCAMINHAMENTO.pdf	26/03/2018 11:58:54	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAODOSPESQUISADORES.pdf	26/03/2018 11:58:27	SAMARA SOUSA VASCONCELOS GOUVEIA	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br



UFPI - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ - CAMPUS
MINISTRO PETRÔNIO



Continuação do Parecer: 2.573.060

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 02 de Abril de 2018

Assinado por:
Herbert de Sousa Barbosa
(Coordenador)

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
Bairro: Ininga CEP: 64.049-550
UF: PI Município: TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br