



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO

TAINÁ MARIA DE SOUZA VIDAL

**REPERCUSSÕES DO BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR NO CONTROLE
AUTÔNOMICO DE INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2**

Recife
2021

TAINÁ MARIA DE SOUZA VIDAL

**REPERCUSSÕES DO BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR NO CONTROLE
AUTONÔMICO DE INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Neurociências.

Área de concentração: Neurociências.

Orientador (a): Prof^o. Dra. Sílvia Regina de Arruda Moraes

Coorientador (a): Prof^o. Dra. Daniella Cunha Brandão

Recife

2021

Catálogo na Fonte
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

V648r Vidal, Tainá Maria de Souza.
Repercussões do *biofeedback* cardiovascular no controle autonômico de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 / Tainá Maria de Souza Vidal. – 2021.
179 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Sílvia Regina de Arruda Moraes.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento. Recife, 2021.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Diabetes. 2. Sistema nervoso. 3. Biofeedback. I. Moraes, Sílvia Regina de Arruda (Orientadora). II. Título.

612.665 CDD (22.ed.) UFPE (CCS2021-118)

TAINÁ MARIA DE SOUZA VIDAL

**REPERCUSSÕES DO *BIOFEEDBACK* CARDIOVASCULAR NO CONTROLE
AUTONÔMICO DE INDIVÍDUOS COM DIABETES *MELLITUS* TIPO 2**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de DOUTOR.

Área de concentração: Neurociências.

Aprovada em: 08/03/2021

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sílvia Regina de Arruda Moraes (Presidente)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Daniella Cunha Brandão (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Drº. Hilton Justino da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Denise Maria Martins Vancea (Examinador Externo)
Universidade de Pernambuco

Profa. Dra. Yara Lucy Fidelix (Examinador Externo)
Universidade Federal do Vale de São Francisco

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia e socorro presente na hora da angústia. Aos meus familiares, especialmente ao meu irmão Diogo Vidal, que com muito amor e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos meus pais, Sales e Petrócia Vidal, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu marido Paulo Thiago, pela paciência, motivação, amor e “auxílio digital” dedicados a mim durante essa jornada.

Meus agradecimentos especialmente ao meu irmão Diogo Vidal, companheiro de vida, pela amizade e exemplo que faz parte da minha formação e que, embora agora esteja no plano espiritual ao lado de Deus, vai continuar sempre presente em minha vida com muito amor.

Às Profa. Dra. Sílvia Regina de Arruda Moraes pela oportunidade, paciência e apoio na elaboração deste trabalho, pelo exemplo de acadêmica e ser humano que por tantas vezes me amparou e me inspirou a ser uma pessoa melhor.

A Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade de fazer o curso de doutorado.

À Profa. Dra. Daniella Cunha Brandão e à profa. Dra. Armele Dornelas de Andrade por abrirem as portas do Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade, bem como a todos integrantes da linda e competente equipe do Laboratório de Plasticidade Neuromuscular.

Aos pacientes que se predispuseram à participar dessa pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Que todos os seres possam se sentir seguros e livres do sofrimento. Que se sintam saudáveis e felizes. Que todos nós vivamos com tranquilidade.” (WILLIAMS & PENNAN, 2015. p.148).

RESUMO

O Diabetes Mellitus (DM) caracteriza-se como um grupo de distúrbios heterogêneos, que se caracterizam pelo aumento da concentração de glicose no sangue. Se tornou uma das afecções mais prevalentes da última década, com 463 milhões de portadores em todo mundo, sendo sua forma mais comum a DM do tipo 2, caracterizada por resistência à insulina decorrente do estilo de vida e de causas multifatoriais. As complicações podem levar a danos na macrovasculatura e microvasculatura, aumentando a incidência de doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e neuropatia autonômica. Estes pacientes apresentam menor condição aeróbica, menor consumo máximo de oxigênio e débito cardíaco. Além disso, os danos a microvasculatura ainda podem afetar a saúde mental e qualidade de vida destes indivíduos. No que concerne à proposta terapêutica para esses casos, o *biofeedback* cardiovascular é uma técnica de autorregulação fisiológica do sistema nervoso autônomo (SNA) geralmente associado a terapias de relaxamento, que afeta estruturas como o sistema cardiovascular, sistema respiratório, SNA e os sistemas de regulação da emoção e é capaz de melhorar o controle vagal da frequência cardíaca. Nessa terapia, o indivíduo pode aprender as respostas do seu próprio corpo através de informações vindas do batimento cardíaco, sendo capaz de afetar a regulação das emoções e melhorar o controle vagal. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as repercussões de um treinamento com *biofeedback* cardiovascular sobre o sistema nervoso autônomo, saúde mental, qualidade de vida, capacidade funcional e o controle glicêmico de indivíduos com DM2. Trata-se de um ensaio clínico no qual foram randomizados 24 pacientes, dos quais 11 foram alocados para o grupo intervenção e 13 para o grupo controle. Os participantes do grupo intervenção foram submetidos a um protocolo de treinamento com *biofeedback* cardiovascular durante oito semanas, com um total de 20 horas de treino e passaram por avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, da qualidade de vida, de sintomas de ansiedade, depressão e estresse, análise dos níveis de hemoglobina glicada e ainda tiveram a capacidade funcional avaliada através da ergoespirometria. Após a intervenção foram observadas diferenças estatisticamente significativas sobre as variáveis de saúde mental e qualidade de vida. Além disso, a variabilidade da frequência cardíaca alcançou significância estatística em uma de suas variáveis. Foi observada também diferença significativa na variável hemoglobina glicosilada, com diminuição da

concentração sanguínea de 1,58g/dL. Para as demais variáveis mensuradas, tempo de alcance do consumo máximo de oxigênio, tempo de recuperação após o teste, frequência cardíaca de repouso, frequência cardíaca máxima, frequência cardíaca após o teste, as diferenças não foram estatisticamente significativas. O protocolo de intervenção foi capaz de alcançar respostas positivas na saúde mental e qualidade de vida, nos quais foi possível observar uma pequena, mas significativa melhora da ansiedade no grupo intervenção, além de melhoras subjetivas relacionadas ao estresse, entretanto os resultados no SNA foram inconclusivos. O *biofeedback* cardiovascular foi capaz também de promover uma redução significativa dos valores de hemoglobina glicosilada em pacientes diabéticos, entretanto, não exerceu influência significativa sobre as variáveis da capacidade funcional.

Palavras-chave: Diabetes. Sistema Nervoso. *Biofeedback*.

ABSTRACT

Diabetes Mellitus (DM) is characterized as a group of heterogeneous disorders, which are characterized by an increase in the concentration of glucose in the blood. It has become one of the most prevalent diseases of the last decade, with 463 million carriers worldwide, the most common form of which is type 2 DM, characterized by insulin resistance due to lifestyle and multifactorial causes. Complications can lead to damage to the macrovasculature and microvasculature, increasing the incidence of cardiovascular, cerebrovascular diseases and autonomic neuropathy. These patients have less aerobic condition, lower maximum oxygen consumption and cardiac output. In addition, damage to microvasculature can still affect the mental health and quality of life of these individuals. Regarding the therapeutic proposal for these cases, cardiovascular biofeedback is a technique of physiological self-regulation of the autonomic nervous system (ANS) generally associated with relaxation therapies, which affects structures such as the cardiovascular system, respiratory system, ANS and the regulatory systems of emotion and is able to improve vagal control of heart rate. In this therapy, the individual can learn the responses of his own body through information coming from the heartbeat, being able to affect the regulation of emotions and improve vagal control. Thus, the aim of the present study was to analyze the repercussions of training with cardiovascular biofeedback on the autonomic nervous system, mental health, quality of life, functional capacity and glycemic control of individuals with DM2. This is a clinical trial in which 24 patients were randomized, of which 11 were allocated to the intervention group and 13 to the control group. Participants in the intervention group underwent a training protocol with cardiovascular biofeedback for eight weeks, with a total of 20 hours of training and underwent an evaluation of heart rate variability, quality of life, anxiety symptoms, depression and stress, analysis of the levels of glycated hemoglobin and also had their functional capacity assessed through ergospirometry. After the intervention, statistically significant differences were observed regarding the variables of mental health and quality of life. In addition, heart rate variability reached statistical significance in one of its variables. There was also a significant difference in the glycosylated hemoglobin variable, with a decrease in blood concentration of 1.58g / dL. For the other variables measured, time to reach maximum oxygen consumption, recovery time after the test, resting heart rate, maximum heart rate, heart rate after the test, the differences were

not statistically significant. The intervention protocol was able to achieve positive responses in mental health and quality of life, in which it was possible to observe a small but significant improvement in anxiety in the intervention group, in addition to subjective improvements related to stress, however the results in the ANS were inconclusive. Cardiovascular biofeedback was also able to promote a significant reduction in glycosylated hemoglobin values in diabetic patients, however, it did not have a significant influence on functional capacity variables.

Keywords: Diabetes. Nervous System. *Biofeedback*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Equipamentos utilizados para aferição de variáveis nos participantes do grupo de treinamento com o Biofeedback cardiovascular. A: Esfigmomanômetro digital; B: Fitas glicêmicas; C: Glicosímetro; D: Oxímetro de pulso.....	60
Figura 2 - Realização do teste de exercício cardiopulmonar por um paciente acompanhado pela médica cardiologista assistente.	64
Figura 3 - Realização do Holter 24 horas aplicado pela pesquisadora treinada.....	65
Figura 4 -Tela de controle dos treinamentos do cardioEmotion Home.....	67
Figura 5 - Jogo 1. Início.....	67
Figura 6 - Jogo 4. Criação.....	68
Figura 7 - Jogo 7. Renovação.	68
Figura 8 - Jogo 8. Aconchego.	69
Figura 9 - Tela do software cardioEmotion que indica as variáveis de frequência cardíaca média, nota de rendimento e percentuais nos estados de coerência cardíaca.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IMC	Índice de massa corpórea
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
VCO ₂	Produção de gás carbônico
VE	Ventilação minuto
VE/VCO ₂	Equivalente ventilatório da produção de gás carbônico
VE/VO ₂	Equivalente ventilatório do consumo de oxigênio
VEF ₁ /CVF	Relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxigênio
T. ½	Tempo de recuperação do VO ₂ max
L1VO ₂ pico	Consumo máximo de oxigênio para o primeiro limiar anaeróbico
FCr	Frequência cardíaca repouso
FCm	Frequência cardíaca máxima
FC`	Frequência cardíaca após 1 minuto
FC``	Frequência cardíaca após 2 minuto
SDNN	(Holter 24h)
SDANN	(Holter 24h)
SDNNi	(Holter 24h)
rMSSD	(Holter 24h)
pNN50	(Holter 24h)
HbA1c	Hemoglobina Glicosilada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	APRESENTAÇÃO	15
1.2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.3	JUSTIFICATIVA	25
1.4	ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA	28
1.5	OBJETIVOS	47
1.6	HIPÓTESE	48
2	DESENVOLVIMENTO	49
2.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO	49
2.2	LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO	49
2.3	POPULAÇÃO DO ESTUDO	50
2.3.1	Critérios de inclusão	50
2.3.2	Critérios de exclusão	50
2.3.3	Tipo de amostragem	51
2.4	DEFINIÇÃO DO TAMANHO AMOSTRAL, RANDOMIZAÇÃO E ALOCAÇÃO	51
2.5	DEFINIÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS	51
2.5.1	Definição de termos e coleta de dados	51
2.5.2	Variáveis dependentes	53
2.5.3	Variável independente	58
2.5.4	Variáveis de controle	58
2.5.5	Variáveis descritivas	59
2.6	OPERACIONALIZAÇÃO DAS MEDIDAS	60
2.6.1	Avaliação diagnóstica	60
2.6.2	Anamnese	61
2.6.3	Questionário aplicados	61
2.6.4	Avaliação da capacidade funcional – teste de exercício cardiopulmonar (TECP)	63
2.6.5	Hemoglobina glicosilada	64
2.6.6	Exame Holter	64
2.6.7	Intervenção – Protocolo de Biofeedback cardiovascular	65
2.7	ETAPAS E MÉTODOS DE COLETA DOS DADOS	69
2.8	ANÁLISE DOS DADOS	70
2.8.1	Plano de tabulação e análise dos dados	70
2.9	TESTES ESTATÍSTICOS	70
2.10	ASPECTOS ÉTICOS	71

2.11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
3	ARTIGOS ORIGINAIS	74
3.1	REPERCUSSÕES DO BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR NO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO, SAÚDE MENTAL E QUALIDADE DE VIDA DE INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO E RANDOMIZADO	74
3.2	EFEITOS DO BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR NAS VARIÁVEIS, ERGOESPIROMÉTRICAS, CARDIOMETABÓLICAS, RESPIRATÓRIAS E NO CONTROLE GLICÊMICO EM INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2	107
4	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
	REFERÊNCIAS	134
	APÊNDICE A - ARTIGO DE REVISÃO DA LITERATURA	142
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	161
	APÊNDICE C - FICHA DE AVALIAÇÃO	163
	APÊNDICE D - CHECK-LIST	165
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO IPAQ	166
	ANEXO B – INVENTÁRIO DE BECK-D	168
	ANEXO C – INVENTÁRIO DE BECK-A	170
	ANEXO D – INVENTÁRIO LIPP	171
	ANEXO E - QUESTIONÁRIO SF-36	174
	ANEXO F– QUESTIONÁRIO DQOL	177

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A presente tese foi desenvolvida para linha de pesquisa “Neurociências” do Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O objetivo principal desse estudo foi avaliar as repercussões de um treinamento com *biofeedback* cardiovascular sobre o sistema nervoso autônomo de indivíduos com diabetes *mellitus* tipo 2.

Ao longo da pesquisa foram formatados e apresentados os seguintes trabalhos científicos: “REPERCUSSÕES DO TREINAMENTO COM *BIOFEEDBACK* CARDIOVASCULAR NA SAÚDE MENTAL E CONTROLE GLICÊMICO DE DIABÉTICOS TIPO 2” no 10º Congresso Internacional de Fisioterapia, realizado em Fortaleza (CE), de 20 a 23 de setembro de 2018, no Centro de Eventos do Ceará, promovido pela SBF – Sociedade Brasileira de Fisioterapia; “REPERCUSSÕES DO TREINAMENTO COM *BIOFEEDBACK* CARDIOVASCULAR NA SAÚDE MENTAL E CONTROLE GLICÊMICO DE DIABÉTICOS 2” no IV ENExC - Encontro de Extensão e Cultura, durante a 2ª Semana de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (SEPEC) – 50 anos da Pedagogia do Oprimido: Vozes da Formação, promovida pela UFPE, no período de 21 a 23 de novembro de 2018; “EFFECTS OF CARDIOVASCULAR *BIOFEEDBACK* TRAINING IN GLYCEMIC CONTROL AND MENTAL HEALTH ON TYPE 2 DIABETES PATIENTS” no XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Diabetes, realizado de 16 a 18 de outubro de 2019, no Centro de Convenções de Natal/RN.

Atendendo às normas vigentes do Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da UFPE para elaboração da tese, no presente exemplar os resultados obtidos desta tese são apresentados no formato de artigos originais.

Os dados obtidos com este estudo resultaram em quatro artigos – dois do tipo revisão sistemática, “APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE *BIOFEEDBACK* NO TRATAMENTO DE INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA” que foi enviado para a revista DIABETES/METABOLISM RESEARCH AND REVIEWS (qualis B1 para área Medicina II da CAPES); e “EFEITOS DE

INTERVENÇÕES BASEADAS EM EXERCÍCIOS NA MODULAÇÃO AUTÔNOMICA CARDÍACA DE PACIENTES DIABÉTICOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA”, o qual será enviado para a revista JOURNAL OF DIABETES RESEARCH (qualis B1 para área Medicina II da CAPES) e mais dois artigos originais - intitulados: “REPERCUSSÕES DO *BIOFEEDBACK* CARDIOVASCULAR NO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO, SAÚDE MENTAL E QUALIDADE DE VIDA DE INDIVÍDUOS COM DIABETES *MELLITUS* TIPO 2: UM ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO E RANDOMIZADO”, o qual será enviado para a revista JOURNAL OF DIABETES SCIENCE AND TECHNOLOGY (qualis B1 para área Medicina II da CAPES) e “EFEITOS DO *BIOFEEDBACK* CARDIOVASCULAR NAS VARIÁVEIS, ERGOESPIROMÉTRICAS, CARDIOMETABÓLICAS, RESPIRATÓRIAS E NO CONTROLE GLICÊMICO EM INDIVÍDUOS COM DIABETES *MELLITUS* TIPO 2” que será enviado para revista DIABETES TECHNOLOGY & THERAPEUTICS (qualis B1 para área Medicina II da CAPES). Os últimos três manuscritos acima citados estão em processo de tradução para língua inglesa para assim serem submetidos aos periódicos selecionados.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Diabetes Mellitus

O diabetes *mellitus* tipo 1 (DM1) é uma doença metabólica que pode se desenvolver em qualquer idade, comumente apresentada em crianças e jovens. O DM1 tem uma caracterização heterogênea determinada pela destruição autoimune das células beta-pancreáticas produtoras de insulina, o que leva à deficiência grave de insulina, provocando elevação dos níveis de glicose no sangue. Já o diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) é caracterizado como um distúrbio metabólico que resulta no aumento dos níveis de glicemia no sangue, devido a alterações pancreáticas no processo de secreção e/ou ação no organismo (WHO, 2020).

Os critérios diagnósticos do diabetes estão em constante evolução. Tanto o DM1 quanto o DM2 são diagnosticados com base nos critérios de glicose plasmática, levando em consideração: os níveis de glicose plasmática em jejum (FPG), os níveis de glicose pós-prandial plasmática de 2 horas durante o teste de tolerância à glicose oral (OGTT) de 75 gramas ou os critérios mais recentes de hemoglobina glicosilada

(HbA1c) que refletem a concentração média de glicose plasmática nas 8 à 12 semanas anteriores.

O Relatório do Comitê Internacional de Especialistas recomenda um ponto de corte $\geq 6,5\%$ para HbA1c para o diagnóstico de diabetes como uma alternativa à glicose plasmática de jejum (FPG $\geq 7,0$ mmol / L). O teste de HbA1c tem algumas vantagens substanciais em relação ao FPG e ao OGTT, como conveniência, estabilidade pré-analítica e menos flutuações do dia a dia devido ao estresse e à doença. Além disso, a HbA1c foi reconhecida como um marcador para avaliar complicações vasculares secundárias devido a descarrilamentos metabólicos em indivíduos suscetíveis. No entanto, dadas as diferenças étnicas na sensibilidade e especificidade dos pontos de corte específicos da população de HbA1c podem ser necessários. Além disso, medir HbA1c é caro em comparação com avaliações FPG e padronização de técnicas de medição e laboratórios são mal praticados em todo o país (RAJEEV et al., 2020).

Diabetes Mellitus tipo 2

O DM2 representa um problema de saúde em todo o mundo em função da grande correlação com o aumento do sedentarismo, uma alimentação inadequada, obesidade e envelhecimento da população (IMAZU et al., 2015; SBD, 2015; AAD, 2016). Estima-se que a sua prevalência aumente consideravelmente até 2030, em pessoas de todas as idades nos países em desenvolvimento, chegando a duplicar na faixa dos 20 aos 44 anos (BRASIL, 2016; IDF, 2018).

O DM2 representa um impacto considerável na vida humana e nos gastos com saúde. O rápido desenvolvimento econômico e a urbanização levaram a uma carga crescente de diabetes a nível mundial. Essa doença é capaz de afetar as capacidades funcionais dos indivíduos e a qualidade de vida, levando a morbidade significativa e mortalidade prematura. Inclusive, recentemente, surgiram preocupações de que mais de um terço das mortes relacionadas ao diabetes ocorrem em pessoas com menos de 60 anos. O aumento do consumo de dietas não saudáveis e estilos de vida sedentários, resultando em índice de massa corporal elevado (IMC) e do aumento da glicose plasmática em jejum tem sido responsabilizada por essas tendências. Em particular, pessoas com IMC mais alto são mais propensas a desenvolver DM2, o envelhecimento populacional é outro fator que contribui (MOIEN et al., 2020).

O custo de cuidados com DM2 é pelo menos 3,2 vezes maior que a média por despesas *capita* com saúde, aumentando para 9,4 vezes na presença de complicações. Controle de glicose no sangue, pressão arterial e outros alvos permanecem abaixo do ideal para muitos pacientes. Esta observação tem sido atribuída à falta de conscientização e promoção da saúde necessária para o controle do diabetes (MOIEN et al., 2020).

Com a pandemia COVID-19 causada por SARS-CoV-2 (síndrome respiratória aguda grave do coronavírus 2) foi observada a progressão da doença de indivíduos com DM2. O impacto desse bloqueio na piora da hemoglobina glicosilada (HBA1c) e as complicações associadas ao DM2, provavelmente devido à restrição de movimento, exercícios limitados, dieta inadequada e problemas psicológicos como o estresse. Nesse contexto, é importante observar que pacientes com COVID-19 e obesidade estão associados a piores desfechos hospitalares, tanto nas taxas de mortalidade quanto a necessidade de ventilação mecânica (SAMIT et al., 2020).

Dados epidemiológicos

DM1 com incidência aumentada em 2–5% em todo o mundo (5,3% na América do Norte, 4,0% na Ásia e 3,2% na Europa) com exceção da América do Sul e da Índia Ocidental, onde o DM1 é menos prevalente e onde há uma redução de 3,6% na incidência. A incidência mais alta (> 20 / 100.000 por ano) foi relatada na Sardenha, Finlândia, Suécia, Noruega, Portugal, Reino Unido (Reino Unido), Canadá e Nova Zelândia. A incidência mais baixa (<1 / 100.000 por ano) foi relatada nas populações da China e da América do Sul. Na África, a incidência é intermediária e na Ásia é baixa, com a exceção registrada do Kuwait (CIRIC et al., 2020).

A partir de 2019 foi estimado que 463 milhões de pessoas entre 20 e 79 anos estejam com DM2, aumentando esse número para 700 milhões em 2045. A prevalência em homens é de 9,6%, enquanto em mulheres gira em torno de 9,0%, podendo aumentar para 19,9% em ambos os sexos com o aumento da idade entre 65 e 79 anos (SAEEDI et al., 2019).

Globalmente, cerca de 462 milhões de pessoas são afetadas pelo DM2, correspondendo a 6,28% da população mundial. Mais de 1 milhão de mortes foram atribuídas a esta condição em somente em 2017, classificando-a como a nona causa de mortalidade. Este é um aumento alarmante em comparação com 1990, quando o DM2 foi classificado como a décima oitava causa principal de mortes. Atualmente, o

DM2 ocupa o sétimo lugar. A prevalência dessa doença mostra um padrão de distribuição que corresponde ao desenvolvimento socioeconômico. Verifica-se que em regiões desenvolvidas, como a Europa Ocidental, há consideravelmente maiores taxas de prevalência que continuam a aumentar apesar das medidas de saúde pública (MOIEN et al., 2020).

Devido ao grande tamanho da população, a China (88,5 milhões de indivíduos com DM2), Índia (65,9 milhões) e os EUA (28,9 milhões) mantêm as primeiras posições como os países com o maior número total de indivíduos com esta condição. Os homens apresentam, uma prevalência ligeiramente maior do que as mulheres (6219 em comparação com 5898 casos por 100.000), embora essa diferença seja dentro da margem de incerteza, decorrentes de variações socioculturais de regiões distintas. A idade de diagnóstico também ocorre um pouco mais cedo entre os homens com a incidência entre 55 e 59 anos de idade. Há previsão de que a prevalência global de DM2 pode aumentar para 7.079 por 100.000 em 2030 e 7862 em 2040. Esta estimativa para 2040 está acompanhada por um limite de confiança superior de 9.904 e um limite inferior de 5.821 por 100.000 (MOIEN et al., 2020).

Etiologia

As causas mais comuns de DM1 são tanto a predisposição genética quanto os autoanticorpos. Um pequeno número de casos de DM1 resulta de uma destruição idiopática ou falha de células beta pancreáticas. A interação entre fatores ambientais desencadeia resposta autoimune em indivíduos geneticamente suscetíveis e a maioria das variações no resultado tem sido atribuída à exposição a fatores de risco relacionada ao meio ambiente. Os fatores ambientais, como a exposição a fatores de risco conhecidos ou suspeitos relacionados à nutrição (leite de vaca, amamentação, glúten de trigo e vitaminas D e E) e exposição a uma série de produtos químicos tóxicos (bisfenol, dioxinas, poluentes orgânicos persistentes, pesticidas), resíduos químicos e exposição a algumas infecções virais também têm sido associados ao risco de desenvolver DM1 (CIRIC et al., 2020).

As causas mais comuns para o desenvolvimento da DM2 estão associadas ao estilo de vida adotado, incluem sobrepeso e obesidade, inatividade, alta ingestão de açúcar, gorduras e carboidratos, além de idade avançada (TINO et al., 2019). O diagnóstico para DM2 é definido quando em jejum a glicose é ≥ 126 mg / dL ou glicose em 2 h ≥ 200 mg / dL, sendo que, alguns indivíduos podem apresentar alto risco de

desenvolver a doença e são definidos como pré-diabéticos, com valores de glicemia em jejum de ≥ 100 mg / dL ou glicose em 2 h ≥ 140 / dL (KHAN et al., 2019).

O pré-diabetes é definido como uma concentração de glicose no sangue superior ao normal, mas inferior aos limites estabelecidos para o diagnóstico de diabetes. Pessoas com pré-diabetes são definidas por terem IGT (2 h PG no OGTT de 75 g: 140-199 mg / dL) ou IFG (FPG: 100-125 mg / dL). É um estado de hiperglicemia intermediária com risco aumentado de desenvolver diabetes e complicações CV associadas e, portanto, a detecção precoce e o tratamento de IGT e IFG são necessários para prevenir o aumento da epidemia de diabetes e sua morbidade e mortalidade associadas.

Embora a diretriz da IDF não trate de rastreamento e manejo de pré-diabetes, a ADA recomenda o rastreamento de pré-diabetes e DM2 por meio de avaliação informal de fatores de risco ou com uma ferramenta de avaliação. Para prevenir a progressão do pré-diabetes para DM2, a ADA recomenda um programa intensivo de intervenção comportamental no estilo de vida (BLI) (por exemplo, terapia nutricional médica (MNT) e atividade física) em indivíduos suscetíveis (RAJEEV et al., 2020).

Complicações do DM2

O diabetes destaca-se entre as condições crônicas que, em longo prazo, promovem o aumento do afastamento da atividade laboral por incapacidade, representando cerca de 5% destes, além do que, provoca mortes precoces e compromete a capacidade funcional das pessoas, possivelmente devido às complicações agudas e crônicas da doença, das quais decorrem altas taxas de morbimortalidade e custos onerosos para os sistemas de saúde (SCHMIDT et al., 2011; ARRUDA et al., 2018). Nesse sentido, uma das formas de colaborar para o controle do diabetes é por meio da educação em saúde para a mudança de comportamento (MACEDO et al., 2017; MUZHIKOV et al., 2018).

Dentre os altos índices de morbimortalidade estão aqueles relacionados às complicações provenientes da hiperglicemia no sangue, que em longo prazo pode repercutir em complicações cardiovasculares e respiratórias (MAMO et al., 2019; PIVARI et al., 2019; KOLAHIAN et al., 2019). As complicações cardiovasculares podem ser classificadas em macrovasculares: doença arterial periférica, doença

arterial coronariana e acidente vascular cerebral. E as microvasculares: retinopatia, neuropatia e nefropatia (MAMO et al., 2019; PIVARI et al., 2019).

Quando avaliados, os distúrbios respiratórios e a capacidade pulmonar podem apresentar alterações devido a vários mecanismos decorrentes da hiperglicemia ou até mesmo a hiperinsulinemia como, estresse oxidativo, micro/macroangiopatias de capilares e arteríolas alveolares, disfunção do surfactante, neuropatia autonômica pulmonar e conseqüentemente, mau funcionamento dos músculos respiratórios (KOLAHIAN et al., 2019).

As neuropatias diabéticas (ND) estão entre as complicações crônicas mais comuns do DM, afetando mais de 50% dos pacientes (DUQUE et al., 2013), podendo ocorrer como consequência do diabetes mellitus tipo 1 ou tipo 2 (FROSS-FREITAS et al., 2008). As alterações neuropáticas afetam o sistema nervoso somático e o autonômico, e como resultado, as complicações clínicas das NDs são extremamente variadas, determinando importante perda da qualidade de vida dos pacientes (DUQUE et al., 2013).

Neuropatia autonômica cardiovascular

A neuropatia autonômica cardiovascular (NAC) ocorre quando há lesão das fibras autonômicas periféricas (simpáticas e parassimpáticas) relacionadas ao sistema cardiovascular (SCV), resultando em distúrbios na sua regulação neuro-humoral (ROY & GHATAK, 2013). Esse balanço simpático-vagal (tônico e fásico) modula a função de três das principais estruturas do SCV: o nó sinusal (frequência cardíaca (FC)), os ventrículos (volumes sistólico e diastólico finais) e os vasos sanguíneos, incluindo a microcirculação (resistência periférica total) (ALMEIDA et al., 2011).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma medida da flutuação no intervalo entre batimentos cardíacos sequenciais no ritmo sinusal e reflete a regulação autonômica cardíaca (ROLIM et al., 2008). A neuropatia autonômica decorrente do DM, interrompe esse importante componente da regulação cardiovascular e contribui para um aumento da incidência de doenças cardiovasculares em pacientes diabéticos, tais como isquemia, infarto agudo do miocárdio e morte súbita cardíaca (SCHMID, 2007; MAKSYMETS et al., 2018).

Na prática clínica, usualmente avalia-se essa modulação por meio do chamado estudo da VFC, isto é, via análise das flutuações espontâneas e induzidas

que ocorrem na FC (ou no intervalo RR do eletrocardiograma), como resultado das atividades simpática e parassimpática do sistema nervoso autonômico sobre o automatismo sinusal (ROY & GHATAK, 2013).

Assim, a NAC é uma das complicações mais importantes do DM, pois a sua presença está associada com uma piora no prognóstico e na qualidade de vida do paciente (DE ANGELIS et al., 2007; CARVALHO et al., 2011; CARABETTI, 2017). Dentre as manifestações clínicas associadas à NAC estão: taquicardia de repouso, hipotensão ortostática grave, síncope, intolerância a exercício físico (por bloqueio das respostas cronotrópica e inotrópica), instabilidade hemodinâmica, isquemia e infarto do miocárdio assintomáticos, disfunção diastólica e sistólica do ventrículo esquerdo e riscos aumentados de nefropatia, insuficiência renal crônica, acidente vascular cerebral e morte súbita de origem cardíaca (MIDDEL et al., 2014; SPEZZAFERRI et al., 2009; ROLIM et al., 2008).

A doença cardíaca pode representar uma nova realidade, subitamente imposta, que desestrutura o paciente diabético que se sente atingido em sua auto-imagem e com medo do seu estado de saúde (PARDAENS et al., 2015). Recomenda-se que o paciente nessa situação tenha um suporte de atendimento amplo, o qual deve ser dinâmico, orientado para a saúde e capaz de auxiliá-lo a atingir o maior nível possível de funcionamento físico, mental, espiritual e emocional. No que diz respeito às alterações emocionais, além do agravamento causado pela doença cardíaca, distúrbios psicológicos como ansiedade, depressão e transtornos de estresse já são frequentemente associados com o DM e podem ter um importante papel prognóstico com um evento coronário (PAPASAVVAS et al., 2015).

Está bem estabelecido que a falta de VFC implica em cardiopatias, aumento da morbidade, diminuição da qualidade de vida e mortalidade precipitada (CONDER & CONDER, 2014). Essa variabilidade tem sido associada com a boa saúde cardiovascular, controle do sistema nervoso autonômico, regulação emocional e aprimoramento do processamento neurocognitivo, realçando o foco, acuidade visual e prontidão, necessários para o desempenho máximo (BRUCE et al., 2013; PIOTROWICZ et al., 2015). Há evidências substanciais de que a maior função do cérebro (córtex), o tronco cerebral e nervos autônomos afetam a eletrofisiologia cardíaca e arritmia, e que estes podem funcionar como um sistema interativo. Os papéis de estresse mental e emoção em arritmogênese e morte súbita cardíaca são descritos na literatura (TAGGART et al., 2011; GOMES et al., 2014).

Repercussões do DM2 na saúde mental

Alguns distúrbios psicológicos que acompanham a DM apresentam grande impacto sobre a condição geral de saúde. Analisadas em conjunto, essas situações podem produzir aumento da atividade simpática e decréscimo do tônus vagal, com espasmos coronarianos, aumento da ativação plaquetária e redução da variabilidade da frequência cardíaca, modificações estas relacionadas à maior morbi-mortalidade (PAPASAVVAS et al., 2015). A interação entre esses fatores pode induzir à recorrência de isquemia miocárdica, oclusão trombótica coronariana, novo IAM, arritmia cardíaca e morte súbita (TAGGART et al., 2011). Além do fato de que pacientes deprimidos apresentam baixa aderência aos tratamentos e programas de reabilitação propostos, o que dificulta o retorno às atividades laborais e o retorno da atividade sexual (MEURS et al., 2015).

Entende-se por ansiedade o conjunto de manifestações somáticas transitórias, tais como, taquicardia, hiperventilação, sudorese e manifestações psicológicas com sentimentos de apreensão, nervosismo, inquietude, podendo, ainda, acarretar alterações do ciclo sono-vigília. Já a depressão engloba uma variedade de distúrbios psíquicos que diferem quanto à sintomatologia, gravidade, curso e prognóstico (PAPASAVVAS et al., 2015). Tully et al. (2015) observaram que o transtorno de ansiedade generalizada está significativamente associado com eventos cardiovasculares e cerebrovasculares no seguimento de cinco anos após evento cardíaco. Roohafza et al. (2015) reforçaram que muitos pacientes, além dos seus cônjuges, experimentam algum nível de estresse, ansiedade e depressão depois de se deparar com alguma complicação cardíaca.

Intervenções e sistema de biofeedback cardiovascular no DM2

O tratamento da DM2 inclui o uso de medicamentos antidiabéticos, modificações no estilo de vida (nutrição saudável e atividade física diária) além do monitoramento de alguns aspectos como pressão arterial e perfil lipídico (PIVARI et al., 2019). Como forma de promover o controle autônomo sistêmico, dispositivos fisiológicos denominados de *Biofeedback* Cardiovascular (BCV) atuam através da arritmia sinusal respiratória, mecanismo esse guiado pela respiração controlada promovendo uma autorregulação fisiológica (BLUM et al., 2019).

Em geral, *biofeedback* e neurofeedback são projetados para aumentar habilidades de enfrentamento dos pacientes para suas situações atuais (TAGGART et al., 2011). O termo "*biofeedback*" refere-se à instrumentação ou processo de treinamento que permite que a informação biológica a ser gravada, exibida, e comunicada de volta para um indivíduo, permita que o indivíduo faça ajustes em processos fisiológicos que podem melhorar a saúde ou o desempenho (GOMES et al, 2014).

Demin (2012) ao examinar um caráter de mudança de atividade cerebral bioelétrica e indicadores gráficos nas sessões de *biofeedback* por parâmetros de variabilidade do ritmo cardíaco, observou que havia otimização de processos neurodinâmicos e mais expressamente da estabilização dos indicadores de hemodinâmica relacionados ao tônus simpático cardíaco após o treinamento com *biofeedback* cardiovascular.

A gravidade dos sintomas de depressão e aptidão cardiorrespiratória são inversamente correlacionadas e constituem preditores significativos de mortalidade e incapacidade em diversas populações (PAPASAVVAS et al., 2015). No que diz respeito à neuropatia autonômica, a ativação exacerbada do componente simpático do sistema nervoso autônomo associada a um estresse psicológico podem afetar negativamente a qualidade de vida e estado clínico dos pacientes (CONDER & CONDER, 2014).

Nesse contexto, o *biofeedback* pode ser aplicado. Trata-se de um método que busca proporcionar o controle e a regulação de reações mentais e fisiológicas pelo próprio indivíduo, através de sensores ligados a um monitor e às ferramentas tecnológicas específicas, levando à melhoria da saúde e bem-estar, interferindo na progressão da doença (MORAVEC & McKEE, 2011). O *biofeedback* cardiovascular, propriamente dito, é uma técnica de automodulação fisiológica mediada pela ressonância entre dois mecanismos de regulação cardiovascular: o reflexo barorreceptor e a arritmia sinusal respiratória, para alcançar a coerência cardíaca (GOMES et al, 2014).

Segundo Coghi (2016) existem três eixos fisiológicos que fundamentam os efeitos psicofisiológicos benéficos dos exercícios realizados usando o *biofeedback* cardiovascular ou *biofeedback* de variabilidade de frequência cardíaca. O primeiro eixo, conhecido como restabelecimento da homeostase autonômica, está relacionado à ação automática de certos centros neurais que controlam a pressão arterial, a ação

barorreflexa. Este eixo pode atuar na autorregulação da hipertensão arterial, na asma, na fibromialgia, na reabilitação cardíaca, nas doenças das artérias coronárias.

O segundo eixo de atuação do *biofeedback* cardiovascular é a ação aferente vagal. Este eixo trabalha na estimulação do nervo vago e na estimulação profunda do cérebro, estando relacionado à atividade de centros neurais superiores localizados no cérebro emocional, ou seja, no sistema límbico (COGHI, 2016). Dessa forma, é caracterizado como uma intervenção promissora para depressão, ansiedade, fobias, stress, insônia, bem como aumento do desempenho em esportes, na dança e para execução musical (GEVIRTZ, 2013).

O terceiro eixo, o anti-inflamatório, embora ainda não muito bem compreendido, baseia-se no fato de que o sistema nervoso autônomo modula a produção de citocinas, moléculas associadas a processos inflamatórios (COGHI, 2016). Pesquisadores (LEHRER et al, 2010) sugerem que intervenções no sistema nervoso parassimpático devem modular as respostas inflamatórias que não são funcionais, não relacionadas à regeneração tissular, e que podem criar problemas de saúde, como doenças autoimunes ou saúde debilitada. Os estudos de Lehrer mostraram que o treinamento com *biofeedback* cardíaco reduzem os sintomas das citocinas quando comparado com um grupo controle. Isto mostra mais uma importante aplicação do *biofeedback* cardíaco.

Dessa forma, assim como em pacientes pós-acidente vascular encefálico e outras afecções, a utilização do *biofeedback* cardiovascular pode atuar benéficamente na melhoria dos níveis de depressão, ansiedade, estresse e distúrbios de sono de indivíduos os quais têm suas incidências diretamente proporcionais ao tempo de convivência com o DM, além de atuar na disfunção autonômica, melhorando a variabilidade da frequência cardíaca (GOMES et al, 2014; LI et al., 2015).

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com a *International Diabetes Federation*, 1 em cada 11 adultos tem diabetes o que corresponde a 463 milhões de pessoas. A DM2 é responsável por 90% dos casos de diabetes a qual se caracteriza pela resistência à insulina e aumento dos níveis de glicose no sangue. A estimativa é que 8,8% da população mundial com idade entre 20 e 79 anos possua diabetes na qual em 2040 o número dos portadores seja

superior a 642 milhões, sendo cerca de 75% dos casos em países em desenvolvimento. No Brasil essa estimativa atinge 14,3 milhões de pessoas e alcançando o 4º país com maior número de pessoas com diabetes (IDF, 2019; SBC, 2017).

A DM2 é mais comum a partir da quarta década de vida, porém o número de pessoas mais jovens cresce devido aos fatores de riscos relacionados, dentre eles: hábitos de vida, obesidade, histórico familiar, raça, etnia e componentes de síndromes metabólicas como hipertensão arterial e dislipidemia (SBC, 2017; RAO, 2015). Baixos níveis de atividade física, estresse e sintomas depressivos parecem estar presentes o que interfere diretamente na qualidade de vida e saúde mental (YASUI-FURUKORI et al., 2019; BUKHT et al., 2019; FUNG et al., 2018). Sendo assim, o tratamento consiste em mudanças no estilo de vida com educação em saúde, alimentação e atividade física no qual se pode incluir a reabilitação cardiopulmonar, assim como o consumo de agentes antidiabéticos orais e/ou infiltrado de insulina (SBC, 2017).

Dentre as complicações decorrentes da hiperglicemia, a neuropatia autonômica é uma condição na qual afeta alguns sistemas como o sistema cardiovascular, geniturinário e tegumentar sendo a neuropatia autonômica cardíaca mais expressiva. A neuropatia autonômica cardiovascular está presente em um a cada quatro indivíduos com DM2 o que corresponde a 26,9%, aumentando a propensão no desenvolvimento de complicações autonômicas (HAG et al., 2019; BELLO et al., 2019).

Na tentativa do controle autonômico foram desenvolvidos recursos denominados de BCV que funcionam como uma autorregulação fisiológica do sistema nervoso autônomo, fazendo com que os indivíduos aprendam a modular a resposta de seu próprio organismo através de informações vindas do batimento cardíaco por meio de sensores externos. Fisiologicamente essa regulação se dá através da associação dos barorreceptores e arritmia sinusal respiratória (CLIMOY et al., 2014; MUNSTER-SEGEV et al., 2017).

Distúrbios psicológicos como ansiedade, depressão e transtornos de estresse pós-traumático são frequentemente associados com o Diabetes Mellitus (DM) e podem ter um importante papel prognóstico com um evento coronário. Alguns distúrbios psicológicos que acompanham a DM apresentam um impacto sobre a condição geral de saúde. Analisadas em conjunto, essas situações podem produzir aumento da atividade simpática e decréscimo do tônus vagal, com espasmos

coronarianos, aumento da ativação plaquetária e redução da variabilidade da frequência cardíaca, modificações estas relacionadas à maior morbi-mortalidade (PAPASAVVAS et al., 2015). A interação entre esses fatores pode induzir à recorrência de isquemia miocárdica, oclusão trombótica coronariana, novo IAM, arritmia cardíaca e morte súbita (TAGGART et al., 2011). Além do fato de que pacientes deprimidos apresentam baixa aderência aos tratamentos e programas de reabilitação propostos, o que dificulta o retorno às atividades laborais e o retorno da atividade sexual (MEURS et al., 2015).

A gravidade dos sintomas de depressão e aptidão cardiorrespiratória constituem preditores significativos de mortalidade e incapacidade, de forma que a gravidade dos sintomas da depressão é inversamente correlacionada com a aptidão cardiorrespiratória (PAPASAVVAS et al., 2015). No que diz respeito à neuropatia autonômica, a ativação exacerbada do componente simpático do sistema nervoso autônomo associada a um estresse psicológico podem afetar negativamente a qualidade de vida e estado clínico dos pacientes (CONDER & CONDER, 2014). Nesse contexto, pode ser aplicado o *biofeedback* que é um método que busca proporcionar o controle e a regulação de reações mentais e fisiológicas pelo próprio indivíduo, através de sensores ligados a um monitor e às ferramentas tecnológicas específicas, levando à melhoria da saúde e bem-estar, interferindo na progressão da doença (MORAVEC & McKEE, 2011). O *biofeedback* cardiovascular, propriamente dito, é uma técnica de automodulação fisiológica mediada pela ressonância entre dois mecanismos de regulação cardiovascular: o reflexo barorreceptor e a arritmia sinusal respiratória, para alcançar a coerência cardíaca (GOMES et al, 2014).

O uso contínuo do software cardioEmotion Home, *biofeedback* cardiovascular desenvolvido pela NPTNEUROPSICOTRONICS LTDA (COGHI, 2013), por meio de nove jogos interativos, pode melhorar o equilíbrio emocional, reduzir os efeitos do estresse e da ansiedade, além de auxiliar na redução da pressão alta, do colesterol, da depressão, do déficit de atenção, da hiperatividade, insônia, transtorno de aprendizagem e do controle da resistência à insulina.

Dessa forma, assim como em pacientes pós-acidente vascular encefálico, a utilização do *biofeedback* cardiovascular pode atuar beneficemente na melhoria dos níveis de depressão, ansiedade, estresse e desordens de sono de indivíduos que têm suas incidências diretamente proporcionais ao tempo de convivência com o DM, além de atuar na disfunção autonômica, melhorando a variabilidade da frequência cardíaca,

que pode acometer esses pacientes declinando a qualidade de vida (GOMES et al, 2014; LI et al., 2015). Assim, se torna imprescindível comprovar o potencial que a utilização do *biofeedback* cardiovascular pode proporcionar ao processo de tratamento das complicações do DM, e conseqüentemente no seu valor prognóstico.

Nesse contexto, a aplicação sistematizada do software cardioEmotion Home, *biofeedback* cardiovascular desenvolvido pela NPTNEUROPSICOTRONICS LTDA (COGHI, 2013), por meio de nove jogos interativos, poderá melhorar o equilíbrio emocional, reduzir os efeitos do estresse e da ansiedade, além de auxiliar na redução da pressão alta, do colesterol, da depressão, do déficit de atenção, da hiperatividade, insônia, transtorno de aprendizagem e do controle da resistência à insulina, atuando como um coadjuvante no tratamento das complicações do DM e, conseqüentemente, no seu prognóstico.

1.4 ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE *BIOFEEDBACK* NO TRATAMENTO DE INDIVÍDUOS COM DIABETES *MELLITUS* 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Tainá Maria de Souza Vidal¹, Marina Lira Cavalcante², Estela Batista Santos³, Victor Franklyn de Oliveira³, Tamires do Nascimento³, Osmanda⁴, Silvia Regina Arruda de Moraes⁵

¹Doutoranda da Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE Brasil.

²Fisioterapeuta, egressa do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE Brasil.

³Discentes do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE Brasil.

⁴Fisioterapeuta, egressa do Curso de Fisioterapia da UNIFAVIP WYDEN, Caruaru/PE Brasil.

⁵Docente do Departamento de Anatomia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE Brasil.

*Laboratório de Plasticidade Neuromuscular (LAPLAN)

Resumo

O objetivo deste artigo foi avaliar as evidências disponíveis do uso do *biofeedback* em indivíduos com Diabetes *Mellitus* (DM) tipo 2 sobre as variáveis glicêmicas, no controle autonômico cardiovascular via estimulação vagal, na capacidade funcional, na saúde mental e/ou estado geral de saúde. Foi realizado um levantamento nas bases de dados MEDLINE/PUBMED, WEB OF SCIENCE, CINAHL, COCHRANE, LILACS e SCIELO utilizando sete descritores no Medical Subject Headings, três termos-livres e quatorze cruzamentos. Na base de dados MEDLINE, via Publisher MEDLINE foram encontrados 559 artigos. Na COCHRANE foram encontrados 255 artigos. Já nas bases WEB OF SCIENCE e CINAHL foram encontrados 214 artigos e nas bases de dados LILACS e SciELO foram encontrados 4 artigos, conjuntamente. Do total, 4 artigos foram incluídos para análise na presente revisão. Nos estudos analisados foi observado incremento metabólicos e psíquicos como benefícios da aplicação de protocolos de treinamento de relaxamento assistido e sistemas de *biofeedback*, ilustrados em sua maioria pelas respostas eletromiográficas, em pacientes diabéticos do tipo 2. Conclui-se, pelas evidências relatadas nesta revisão, que o *biofeedback* em pacientes com DM parece ser eficaz na promoção do controle glicêmico e dos distúrbios emocionais, tais como depressão e ansiedade. Embora tenham sido verificados benefícios de sistemas de *biofeedback* no tratamento de indivíduos com diabetes *mellitus* tipo 2, a eficácia deste tipo de intervenção sobre a pressão arterial e em variáveis cardiovasculares ainda não é conclusiva.

Palavras-chave: Diabetes *Mellitus*, Disautonomia, Neuropatia autonômica, *Biofeedback*.

INTRODUÇÃO

O *biofeedback* cardiovascular é uma técnica de automodulação fisiológica mediada pela ressonância entre o reflexo barorreceptor e a arritmia sinusal respiratória, dois mecanismos de regulação cardiovascular, com vistas a alcançar a coerência cardíaca¹. Vem sendo utilizado para proporcionar o controle e a regulação de reações mentais e fisiológicas pelo próprio indivíduo, através de sensores ligados a um monitor e às ferramentas tecnológicas específicas, levando à melhoria da saúde e bem-estar e interferindo na progressão da doença².

Atualmente, as doenças crônicas são as principais causas de morte no mundo e uma das doenças crônicas mais frequentes desse século é o Diabetes *mellitus* tipo

2 (DM2), com previsão de que a sua prevalência atinja cerca de 592 milhões pessoas até 2035^{3,4}. Dentre as várias complicações do DM, a neuropatia autonômica cardiovascular (NAC) é caracterizada por um desequilíbrio do tônus parassimpático e simpático, resultando em perda da variabilidade da frequência cardíaca, taquicardia de repouso, hipotensão ortostática e morte súbita⁵.

A eficácia dos sistemas de *biofeedback* tem sido investigada em uma série de transtornos psiquiátricos e distúrbios musculoesqueléticos. No entanto, até o momento, há poucos estudos sobre a aplicabilidade clínica de técnicas baseadas em feedback para o controle dos distúrbios causados pelo DM2. Kulur et al.⁶ evidenciaram um aumento significativo na variabilidade da frequência cardíaca e também melhora de parâmetros metabólicos após o treino da respiração em indivíduos com DM2 que realizaram treinamento com *biofeedback* cardiovascular durante um ano⁶.

Assim, no intuito de propor recomendações para futuras investigações e para a prática clínica, o objetivo deste artigo foi revisar sistematicamente as evidências disponíveis sobre os efeitos da aplicação de sistemas de *biofeedback* sobre variáveis glicêmicas, o controle autonômico, a capacidade funcional, a saúde mental, o estado geral de saúde e/ou qualidade de vida de indivíduos com DM2.

MÉTODOS

Para esta revisão sistemática foi realizada uma busca nas bases de dados MEDLINE/PUBMED (1977-2019), WEB OF SCIENCE (1976-2019), CINAHL (2000-2019), COCHRANE (1984-2019) LILACS (2011) e SCIELO (2011) sem restrições de ano ou idioma, no período de julho de 2020 a agosto de 2020.

Através do *Medical Subject Headings* (MeSH) e *Descritores em Ciências da Saúde* (DeCS) os seguintes descritores foram utilizados para a seleção dos artigos: “*Biofeedback*” (DeCS) OR “Cardiovascular *Biofeedback*” (TL) AND “*Diabetes mellitus*” (DeCS) AND “Treatment” (DeCS). “*Biofeedback*” (DeCS) OR “Cardiovascular *Biofeedback*” (TL) AND “*Diabetes mellitus*” (DeCS) OR “Cardiac dysautonomia” (DeCS) OR “Diabetic Neuropathies” (DeCS) OR “Peripheral Neuropathy” (TL) OR “Primary Dysautonomias” (DeCS) OR “Heart rate variability” (DeCS) AND “Diabetes” (TL). “*Biofeedback*” (DeCS) OR “Cardiovascular *Biofeedback*” (TL) “Heart rate variability” (DeCS) AND “Diabetes” (TL).

A busca foi conduzida nas bases eletrônicas por dois pesquisadores independentes (TMSV e MLC) através de um protocolo pré-definido (disponível com os autores). Um terceiro avaliador (SRAM) foi consultado quando necessário como sensor para definição da inclusão ou não dos artigos discordantes entre os pesquisadores.

Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão para a seleção dos artigos para a revisão: 1) ser ensaios clínicos controlados; 2) ter como sujeitos de pesquisa indivíduos com DM tipo 2 submetidos ao *biofeedback*, podendo estar associado ou não a outra modalidade terapêutica, seja medicamentosa, cirúrgica ou de exercícios físicos; 3) abordar as alterações em variáveis glicêmicas, no sistema nervoso, na capacidade funcional, na saúde mental ou na qualidade de vida.

Os artigos foram excluídos da revisão obedecendo aos seguintes critérios: 1) estudos apresentados em congressos, 2) estudos de casos, revisões e estudos metodológicos ou experimentais, 3) trabalhos que abordaram a associação da DM com câncer, lesão de sistema nervoso central, doença pulmonar obstrutiva, 4) casos de pré ou pós-transplante cardíaco, 5) artigos que abordassem repercussões sobre o sistema gastrointestinal.

A avaliação do risco de viés dos estudos foi realizada de acordo com o Cochrane Risk of Bias Tool. De acordo com o instrumento, para cada estudo independentemente são avaliados diferentes domínios relacionados a risco de vieses: Geração da sequência de randomização: corresponde ao método utilizado para gerar a sequência de alocação dos participantes, que deve ser aleatório; Sigilo da alocação: o método para alocar os participantes aos grupos do estudo, que idealmente o investigador não deve conseguir interferir para onde ele será alocado até que o participante tenha ingressado no estudo; Mascaramento (cegamento) de participantes e equipe: corresponde ao paciente e a equipe do estudo desconhecer a que grupo o mesmo foi alocado; Mascaramento (cegamento) na avaliação de desfecho: corresponde aos avaliadores de desfecho desconhecerem a que grupo os participantes foram alocados; Dados incompletos de desfechos: corresponde a perdas de seguimento de participantes do estudo ou missings para determinados desfechos avaliados; Relato seletivo de desfechos: corresponde à possibilidade dos autores terem avaliados múltiplos desfechos, mas relatados apenas alguns de maior conveniência; Outras fontes de vieses: outros potenciais vieses, não compreendidos nos domínios acima descritos. Para cada um desses domínios foi avaliado o risco de

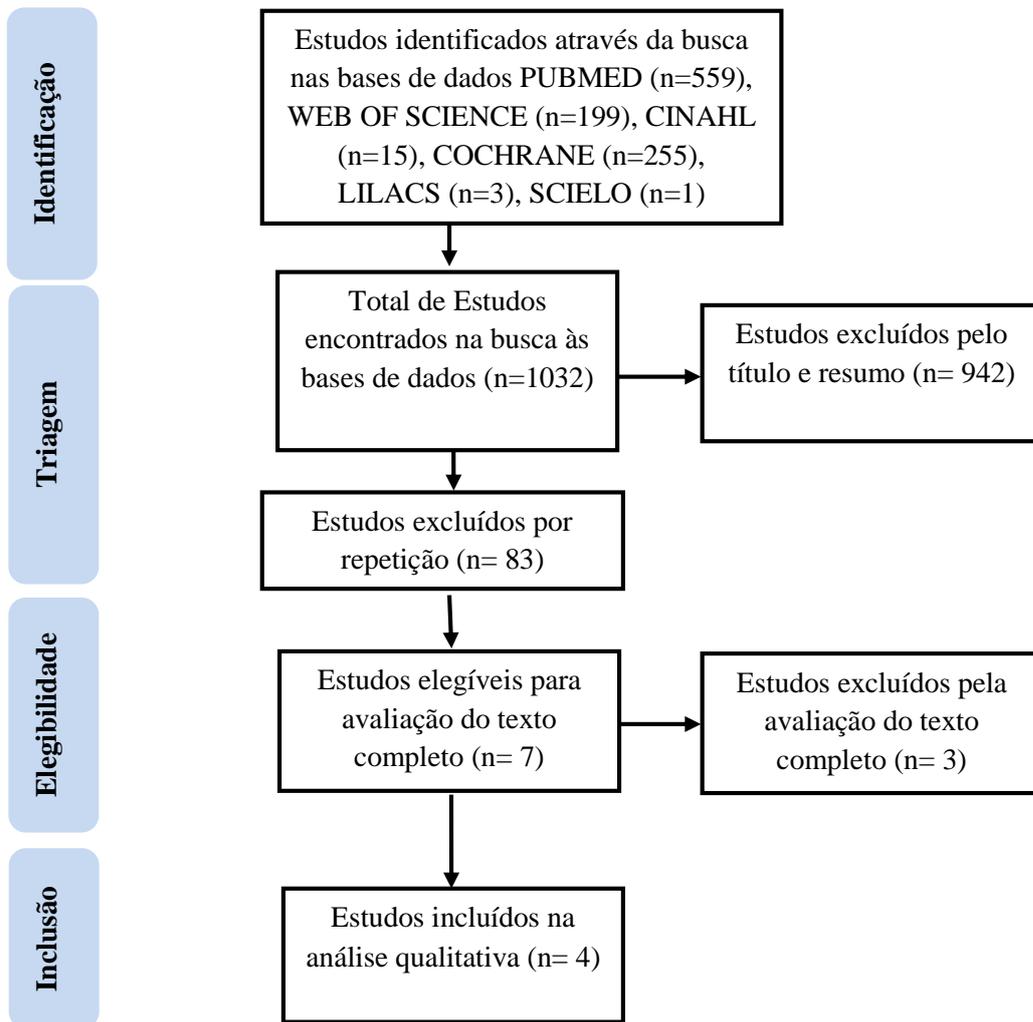
viés, sendo classificado como alto (high), incerto (unclear) ou baixo risco de viés (low risk of bias).

Foram considerados como desfechos primários: a variabilidade da frequência cardíaca/variáveis hemodinâmicas e capacidade cardiopulmonar. Como desfechos secundários: o controle glicêmico e aspectos da saúde mental e qualidade de vida.

RESULTADOS

Dos 1032 artigos encontrados, sete artigos foram potencialmente elegíveis e selecionados para uma análise mais detalhada do texto completo. Após esta análise, três artigos foram excluídos: o primeiro⁷ que utilizou apenas da terapia cognitivo comportamental para retroalimentação, o segundo⁸ que apresentou dois grupos de intervenção sem nenhum controle com finalidade comparativa e o terceiro⁹ que incluiu indivíduos pré-diabéticos. Sendo assim, apenas quatro ensaios clínicos foram elegíveis para a revisão (Figura 1).

Figura 1. Busca e seleção dos estudos para a Revisão Sistemática de acordo com o PRISMA (Preferred Reporting of Systematic Review).



Quanto à análise do risco de viés, os artigos demonstraram alto risco na maioria dos itens analisados, devido ou à ausência de informações ou a falta de clareza dessas informações. Apenas um dos estudos apresentou alto rigor metodológico¹⁰, contemplando todos os critérios de qualidade (Quadro 1). Outro ponto importante refere-se ao cálculo do tamanho da amostra, que foi realizado apenas em um dos estudos incluídos¹⁰.

Quadro 1: Apresentação da qualidade dos estudos individuais incluídos na revisão sistemática.

	Landman et al., 2013 ¹⁰	McGinnis et al., 2005 ¹¹	Jablon et al., 1997 ¹²	Lane et al., 1993 ¹³
Geração da sequência de randomização	Low	Unclear	High	Unclear
Sigilo da alocação	Low	High	High	High
Mascaramento (cegamento) de participantes e equipe	Low	High	High	High
Mascaramento (cegamento) na avaliação de desfecho	Low	High	High	High
Dados incompletos de desfechos	Low	Low	Low	Low
Relato seletivo de desfechos	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear
Outras fontes de vieses	Low	Low	Low	Low

Um total de 145 pacientes diabéticos de ambos os sexos foram avaliados. Os estudos foram realizados nos Estados Unidos da América e na Holanda entre os anos de 1993 e 2013. Os participantes incluídos nas pesquisas eram predominantemente da etnia branca não hispânica. Os estudos envolveram participantes com idade média de 50 anos e tempo de diagnóstico de diabetes de um a oito anos. Os principais critérios de inclusão consistiram em indivíduos com DM tipo 2 não insulino-dependentes.

Quanto às características dos estudos incluídos, pode-se observar que nenhum dos artigos selecionados no presente estudo analisaram as variáveis elencadas como desfechos primários nessa revisão, tais como repercussões sobre a variabilidade da frequência cardíaca e capacidade cardiopulmonar e consumo máximo de oxigênio. Apenas na pesquisa de Landman et al.¹⁰ pode-se verificar o impacto do *biofeedback* sobre uma variável hemodinâmica, os níveis de pressão arterial. Todos

os outros estudos incluídos¹¹⁻¹³ realizaram análise dos desfechos secundários previstos nessa revisão sistemática: variáveis acerca do controle glicêmico e aspectos relacionados à saúde mental (Tabela 1).

Com relação aos dispositivos utilizados para implementação do *biofeedback*, apenas um estudo aplicou um software desenvolvido para esta finalidade¹⁰, através de captação de movimentos torácicos, enquanto os outros pesquisadores utilizaram feedback de relaxamento por meio de estímulos eletromiográficos e eletrodérmicos¹¹⁻¹³ (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização dos artigos incluídos na amostra.

Autor/ Ano/ Local/	Desenho do estudo	Objetivo da pesquisa	Características da amostra	Instrumentos de Biofeedback aplicados
Landman et al., 2013 Holanda	Ensaio clínico controlado e randomizado duplo-cego.	Avaliar os efeitos da redução da frequência respiratória guiada pelo dispositivo na pressão arterial em pacientes com diabetes mellitus tipo 2 e hipertensão arterial.	Quarenta e oito pacientes (30 homens e 18 mulheres) com diagnóstico de DM tipo 2 e hipertensão arterial tratada com 1 ou mais fármacos anti-hipertensivos.	Dispositivo RESPERATE que consiste em uma caixa de controle, um sensor capta os movimentos do tórax do usuário e um conjunto de fones de ouvido.
McGinnis et al., 2005 EUA	Ensaio clínico randomizado e controlado	Determinar os efeitos do biofeedback e relaxamento na glicemia e HbA1c em pacientes com diabetes tipo 2.	Trinta e nove pacientes (10 homens e 29 mulheres) com diagnóstico de DM tipo 2.	Biofeedback sobre a tensão muscular através do J & JM-57 Electromyograph e biofeedback da temperatura da pele do dedo pelo dispositivo T-808A Bio-Logic,
Jablon et al., 1997 EUA	Ensaio clínico controlado.	Avaliar o efeito do treino progressivo de relaxamento e EMG biofeedback sobre o nível de glicose em pacientes diabéticos	Vinte indivíduos (10 homens e 10 mulheres) com diagnóstico de DM não insulino-dependente.	Biofeedback por Eletromiografia e via Eletrodérmica.
Lane et al., 1993 EUA	Ensaio clínico controlado e randomizado.	Examinar os benefícios do treinamento de relaxamento para pacientes com NIDDM e investigar diferenças individuais que poderiam prever uma resposta positiva para treinamento de relaxamento.	Trinta e oito voluntários (26 homens e 12 mulheres) com diagnóstico de DM não dependentes de insulina.	Biofeedback por Eletromiografia (Cyborg Model J33 EM6 with BL 900 Integrator).

*HbA1c: Hemoglobina glicada; NIDDM: Diabete Mellitus não insulino-dependentes; DM: Diabetes Mellitus.

Outro parâmetro analisado foi que somente o artigo com melhor qualidade metodológica realizou intervenção “sham” no grupo controle¹⁰, enquanto em dois estudos^{11,13} realizaram abordagem educativa no grupo controle e em um estudo¹² o grupo controle foi a própria lista de espera, o qual não foi submetido a alguma intervenção (Tabela 2).

Quanto ao tempo de intervenção com o *biofeedback* observou-se variação de 4¹², 8^{10,13} a 10¹¹ semanas. A duração total dos protocolos supervisionados variou entre 6,6¹³, 7,5¹¹, 8¹² e 14¹⁰ horas, sendo esse último o único com sessões domiciliares autoadministradas pelos pacientes após orientações dos pesquisadores. Em todos os casos foram passadas recomendações e fitas de áudio para sessões de relaxamento em casa. As sessões supervisionadas duraram entre 45 e 50 minutos em uma frequência de 1 a 2 vezes na semana¹¹⁻¹³ (Tabela 2).

Com relação à análise e os resultados encontrados nas pesquisas incluídas foi observado que não houve alterações significativas na pressão arterial sistólica e diastólica de diabéticos após protocolo com *biofeedback*¹⁰. Além disso, foi verificado melhoria do controle glicêmico em pacientes com DM Tipo 2 por meio do treinamento de relaxamento assistido com *biofeedback*¹¹⁻¹³, e apresentação de impacto positivo na saúde mental e qualidade de vida dos indivíduos estudados (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização das intervenções dos artigos incluídos na amostra.

Autor/Jornal/ Fator de Impacto	Intervenção proposta	Resultados encontrados
Landman et al/ <i>JAMA Intern Med.</i> 16.54	Com o dispositivo RESPERATE, os usuários escutaram uma melodia através dos fones de ouvido, que guia para diminuir a sua taxa de respiração, de preferência para menos de 10 respirações / min. O grupo de controle usou um dispositivo visualmente idêntico orientando os usuários para uma frequência de respiração de aproximadamente 14 respirações / min. Os pacientes visitaram a clínica duas vezes. Todos os pacientes foram informados de que o objetivo foi estudar os efeitos da musicoterapia. Todas as instruções foram dadas verbalmente e por escrito em um encontro presencial e foram repetidas depois de 1 semana por telefone. Os pacientes foram convidados a realizar o exercício 15 minutos por dia em aproximadamente o na mesma hora do dia por 8 semanas.	Não houve alterações significativas na pressão arterial sistólica e diastólica, com diferença na pressão arterial sistólica de 2,35 mmHg (IC 95%, -6,50 a 11,20) a favor do grupo controle e uma diferença na pressão arterial diastólica de 2,25 mmHg (95 % IC, -2,16 a 6,67) a favor do grupo de intervenção. Assim, este estudo não mostrou efeitos benéficos do dispositivo RESPeRATE sobre a PA em pacientes com DM2 e hipertensão. Além disso, possíveis efeitos adversos foram observados.
McGinnis et al/ <i>Diabetes Care</i> 11.857	O treinamento foi realizado em 10 sessões de uma vez por semana, individuais e de 45 minutos. O feedback consistiu de treinamento de biofeedback e relaxamento EMG (cinco sessões) ou térmicas (cinco sessões). Os pacientes verificaram sons suaves e valores numéricos que indicaram nível de tensão muscular ou a temperatura do dedo. Uma fita de áudio de 15 minutos foi fornecida aos pacientes para uma prática doméstica recomendada de relaxamento. Parte de cada sessão promoveu uma abordagem de resolução de problemas para o gerenciamento do estresse e autocuidado, enfatizando que o assunto poderia diminuir a resposta ao estresse. Como parte do processo de aprendizagem, os pacientes foram encorajados experimentar um sensor de controle sobre suas respostas fisiológicas ao estresse. O feedback foi usado para demonstrar que o sujeito poderia, de fato, controlar a tensão muscular e temperatura da pele utilizando relaxamento e imagens simples. O grupo controle participou de um processo educativo sobre o diabetes que consistiu em três sessões individuais de 60-75 minutos realizadas em um intervalo de 3 a 4 semanas. Cada sessão foi ensinada por uma enfermeira registrada e dirigiu-se à tópicos de diferentes tipos de diabetes, formas de controle, índice glicêmico, exercício físico, monitoramento da glicemia, os efeitos da medicação, efeitos do estresse, prevenção de complicações da diabetes e a necessidade para exames médicos.	O biofeedback e o relaxamento foram associados com diminuições significativas na média da glicemia, A1C e tensão muscular em comparação com o grupo controle. Ao acompanhamento de 3 meses, o grupo de tratamento continuou a demonstrar menor glicemia e A1C. Ambos os grupos diminuíram os resultados quanto aos aspectos relacionados à depressão e ansiedade. Os pacientes com depressão apresentaram maior níveis de glicose no sangue e tendeu a abandonar o estudo.
Jablon et al/ <i>Applied Psychophysiology and Biofeedback</i> 1.017	Este estudo usou um pré-teste-pós-teste, tratamento versus lista de espera (grupo controle). A condição de tratamento consistiu de um teste de tolerância de glicose oral pré-tratamento (OGTT), seguida de 4 semanas de treinamento de relaxamento progressivo (PRT) e biofeedback, e uma sessão final de OGTT pós-tratamento (n = 10). A condição de lista de espera consistiu em uma sessão inicial de OGTT seguida de 4 semanas sem PRT ou biofeedback, e uma sessão de OGTT pós-sem tratamento (n = 10). Cada grupo participou de uma reunião inicial individual em que o relacionamento entre o estresse, controle de diabetes e complicações diabéticas de longo prazo foi brevemente discutido juntamente com as especificidades do tratamento e medidas de avaliação. Após a sessão de OGTT de pré-tratamento, os sujeitos foram ao laboratório para oito sessões de tratamento individual de 60 min durante um período de 4 semanas. O tratamento consistiu de treinamento de relaxamento progressivo (PRT) e biofeedback EMG. O PRT é um programa descrito por Bernstein & Borkovec (1973) foi usado em conjunto com Biofeedback EMG para permitir uma aprendizagem mais rápida de mudanças sutis na tensão (Schwartz, 1978). Os pacientes receberam uma série progressiva de três fitas de áudio de 20 minutos de procedimentos de relaxamento e foram instruídos a praticar com a fita duas vezes diariamente e foram incentivados a praticar mini sessões de relaxamento de 30-60 segundos sem a utilização da fita 10-20 vezes ao dia. Ao longo da fase de tratamento de 4 semanas, os pacientes monitoraram sua prática doméstica de técnicas de relaxamento em um diário. Os pacientes documentaram o tempo, a configuração, o nível de tensão inicial e final, e seus valores subjetivos de experiências de relaxamento após cada sessão de treino.	O treinamento de relaxamento assistido com biofeedback não pode ser visto como um método como efetivo e eficaz para melhorar o controle glicêmico em pacientes com DM Tipo II que não são dependentes de insulina.
Lane et al/ <i>Diabetes Care</i> 11.857	Os sujeitos do grupo de tratamento receberam sessões semanais de treinamento de relaxamento assistido por biofeedback de 50 min durante as 8 semanas. Durante estas sessões de treinamento, foi fornecido feedback auditivo contínuo da tensão muscular, refletindo mudanças no nível de EMG registrado a partir de eletrodos de superfície. Os indivíduos também receberam instrução para o treinamento progressivo de relaxamento muscular, do Laboratório de Física de Relaxamento Progressivo, Duke University, que usa exercícios de relaxamento padronizados gravados em uma fita cassete de áudio. O desempenho durante as sessões de treinamento com o biofeedback foram avaliadas por medições de EMG integrado, frequência cardíaca, PA e glicemia que foram coletados no início e final de cada sessão de biofeedback. Durante e após o treinamento os sujeitos foram instruídos a praticar os exercícios de relaxamento duas vezes por dia em casa, usando a fita de áudio para ajudá-los, ao longo dos 12 meses de estudo. Sessões adicionais de relaxamento assistidas por EMG foram fornecidas durante as visitas de acompanhamento no 3, 4, 5 e 6 mês.	Os indivíduos demonstraram melhorias significativas no nível de GHb, mas não na tolerância à glicose, após 8 semanas de tratamento convencional intensivo. Essas melhorias persistiram ao longo do período de acompanhamento. O treinamento de relaxamento não conferiu benefício adicional além do oferecido pelo tratamento convencional de diabetes para pacientes com NIDDM.

* EMG: Eletromiografia; A1C: Hemoglobina glicada; PA: Pressão Arterial; NIDDM: Diabetes Mellitus não insulino-dependentes.

DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão mostraram que houve incremento no controle glicêmico e nas variáveis emocionais como benefícios da aplicação de protocolos de treinamento de relaxamento assistido e sistemas de *biofeedback*, ilustrados em sua maioria pelas respostas eletromiográficas, em pacientes diabéticos do tipo 2.

Na presente revisão, os artigos incluídos demonstraram um elevado índice de risco de viés em todos os domínios avaliados através Cochrane Risk of Bias Tool. Revisões Sistemáticas são práticas comuns em pesquisas clínicas, porém foi verificado extrema escassez na temática pretendida, especialmente no que diz respeito a abordagem cardíaca de pacientes com diabetes tipo 2, devido a insuficiência de ensaios clínicos com aplicabilidade de *biofeedback* cardiovascular¹⁴.

Nesse contexto, cabe caracterizar a importância do fenômeno da Coerência Cardíaca como uma técnica na qual há conexão íntima entre o cérebro e coração¹⁵, que acarreta mudanças fisiológicas no corpo, ou seja, desenvolve harmonia do ritmo cardíaco, um equilíbrio do sistema nervoso autônomo, que é um sistema potencialmente afetado a longo prazo em diabéticos¹⁶, provocando uma regulação da pressão arterial e de outras glândulas e órgãos. Essa harmonia do ritmo cardíaco influencia diretamente a pressão arterial, a respiração e o funcionamento do sistema imunológico¹⁷.

Embora o desfecho primário dessa revisão sistemática tenha sido a aplicabilidade do *biofeedback* na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de diabéticos, tal aspecto não foi avaliado por nenhum dos estudos analisados. A relevância desta análise se deve à reflexão dos possíveis benefícios à população diabética pelo treinamento de um estado psicofisiológico, caracterizado pelo aparecimento de ondas cardíacas sinusais no espectro da VFC, pelo aumento da potência verificado no espectro de densidade de potência e pelo equilíbrio do sistema nervoso autônomo, que é alcançado quando se obtém perfeita sincronia entre a respiração, a frequência cardíaca e a pressão arterial, e ainda ocorre o arraste de funções hormonais e imunológicas. É, portanto, um estado de equilíbrio entre os ramos simpáticos e parassimpáticos do sistema nervoso autônomo. Este estado é sensível às emoções, que podem desequilibrar o balanço entre os ramos desse sistema¹.

A VFC pode ser considerada um indicador consistente do funcionamento autônomo do indivíduo, sendo que a redução da VFC é vista como um fator de risco

para doenças cardiovasculares e está associada a alterações metabólicas como ganho de peso, diabetes e hipertensão¹⁸. O aumento da VFC sinaliza boa adaptação fisiológica do indivíduo e está vinculada a melhores taxas de sobrevivência em pacientes que sofreram ataques cardíacos súbitos e arritmias letais¹⁹⁻²¹. Nesse sentido, sabe-se que a prática regular de atividades esportivas e exercícios físicos aumenta a VFC^{21,22} e a possibilidade de aumento da VFC a partir de estímulos específicos tem levado pesquisadores a investigar o efeito de técnicas cognitivas e respiratórias que também possam trazer esses benefícios aos sujeitos praticantes²³.

No entanto, não foram encontradas investigações científicas acerca dos efeitos da técnica de *biofeedback* cardiovascular em indivíduos com DM tipo 2, população na qual há grande prevalência de desenvolvimento de disautonomia ou neuropatia autonômica²⁴. Apenas Landman et al.¹⁰ levou em consideração o ritmo sinusal respiratório para desenvolver o protocolo de *biofeedback* e verificar o impacto nos níveis de pressão arterial. Os demais estudos¹¹⁻¹³ utilizaram técnicas de relaxamento associados a estímulos da musicoterapia e de conceitos da terapia cognitivo-comportamental, e para retroalimentação foi priorizada a resposta muscular através de dados eletromiográficos no intuito de oferecer melhorias em parâmetros glicêmicos e aspectos emocionais.

De modo geral, a abordagem utilizando formas de *biofeedback* mostra-se consistente em proporcionar benefícios aos sujeitos submetidos ao treinamento, com resultados tanto em termos emocionais, fisiológicos e comportamentais no aumento no rendimento pessoal^{1,14}. Em uma análise mais subjetiva, os resultados de McGinnis et al¹¹.; Jablon et al.¹² & Lane et al.¹³ demonstraram melhoras significativas em escalas de depressão, ansiedade e estresse aplicadas no pré e pós-treinamento com *biofeedback*. Tais resultados são respaldados com os achados de alguns pesquisadores que também analisaram os efeitos e comprovaram os benefícios do *biofeedback* sobre os estados emocionais em outros grupos. Ginsberg²⁵ estudou distúrbio do estresse pós-traumático em veteranos de combate; Trousselard et al.²⁶ comprovou a redução da ansiedade em esquizofrenia em remissão com um estudo piloto e Beckham²⁷ que analisaram o tratamento da depressão perinatal com o *biofeedback* da variabilidade da frequência cardíaca numa unidade especializada em psiquiatria perinatal.

Quanto aos ganhos fisiológicos, Robert²⁸ alcançou êxito com uma intervenção comportamental neurocardíaca para melhorar o controle vagal da frequência cardíaca.

Já Alabdulgader¹⁶ demonstrou uma nova modalidade não farmacológica, por meio da aplicação do *biofeedback* cardiovascular, capaz de baixar a pressão arterial em pacientes hipertensos; assim como Aguiar²⁹, que também comprovou que o *biofeedback* cardiovascular foi capaz de controlar a pressão arterial em pacientes com diabetes do tipo 2. Esses resultados sobre níveis da pressão arterial estão em discordância aos apresentados por Landman et al.¹⁰ que não verificou diferença estatisticamente significativa antes e após intervenção com o *biofeedback*. Tal desacordo levanta questionamentos como a resposta diferenciada em diabéticos ou o fato de uma possível falha na ressonância entre os dois mecanismos de regulação cardiovascular no sistema de *biofeedback* utilizado por Landman et al.¹⁰: o reflexo barorreceptor e a arritmia sinusal respiratória. Ainda sobre os aspectos fisiológicos, pode-se citar os resultados acerca dos parâmetros glicêmicos encontrados nos estudos de McGinnis et al.¹¹, Jablon et al.¹² e Lane et al.¹³. Melhoras semelhantes são observadas em diabéticos submetidos a intervenções com exercícios físicos, essencialmente os aeróbicos³⁰⁻³².

Os recursos avaliativos aplicados nas pesquisas analisadas estão em conformidade com o que vem sendo retratado na literatura¹. Nas avaliações psicofisiológicas, instrumentos padronizados e validados para população estudada como o Inventário de Depressão de Beck¹¹, Inventário estatal de ansiedade¹², Inventário de ansiedade do estado de Spielberger¹¹, Inventário de personalidade Eysenck¹³ também foram aplicados nas pesquisas de Reiner³³ e Sherlin et al.³⁴ que viram as repercussões do treinamento com *biofeedback* em indivíduos ansiosos e Karavidas et al.³⁵ e Siepmann et al.³⁶ que analisaram os efeitos sobre sintomas depressivos.

Outro fator importante que parece demonstrar uma influência nos resultados apresentados pelos estudos além da forma de administração do *biofeedback*, é o tempo de aplicação do protocolo para efeitos crônicos que nos estudos de Karavidas et al.³⁵ e Zucker et al.³⁷ também apresentaram duração variável de 4 a 10 semanas de treinamento totalizando 6,6 a 10 horas de treino com sistema de *biofeedback*. Em todos os casos foram dadas orientações para realização de exercícios domiciliares. Por fim, é válido salientar que o tipo de dispositivo escolhido pela maioria dos estudos incluídos para implementação do *biofeedback* em indivíduos com DM tipo 2 sofre o risco de viés, devido a alta prevalência nessa população de complicações neurológicas como a neuropatia periférica³⁸. Essa neuropatia afeta as extremidades,

especialmente, os membros inferiores, e a resposta da análise eletromiográfica para promoção do *biofeedback* pode ficar comprometida, pois em seu estudo neurofisiológico ele possibilita a avaliação das fibras densamente mielinizadas, motoras e sensitivas, em regiões distais e proximais das extremidades, porém pode não ter acesso às fibras finamente mielinizadas^{39,40}.

CONCLUSÃO

Apesar das evidências de baixa qualidade disponíveis até o presente momento, os resultados dessa revisão sugerem que o *biofeedback* associado a intervenções para relaxamento mental, com a utilização de música e psicoterapia e aplicados em protocolos com duração de mais de 8 semanas, parece ser eficaz na promoção do controle glicêmico e nos distúrbios emocionais, tais como depressão e ansiedade, em pacientes diabéticos tipo 2.

No entanto, a eficácia deste tipo de intervenção na pressão arterial e em variáveis cardiovasculares ainda é escasso e inconclusivo em indivíduos com DM2. Além disso, não foi possível avaliar se há benefícios à população diabética pelo treinamento de um estado psicofisiológico, caracterizado pelo aparecimento de ondas cardíacas sinusais no espectro da VFC, pelo aumento da potência verificado no espectro de densidade e pelo equilíbrio do sistema nervoso autônomo, alcançando perfeita sincronia entre a respiração, a frequência cardíaca e a pressão arterial.

REFERÊNCIAS

- 1- Gomes, J.S. & Coghi, M.F. *Biofeedback* Cardiovascular e suas aplicações: revisão de literatura. *Avanc. Psicol. Latinoamer.*, 2014, 32, 199-216.
- 2 - Moravec CS1, McKee MG. *Biofeedback* in the treatment of heart disease. *Cleve Clin J Med.* 2011, 78, 20-23.
- 3 - Archvadze A, Kistauri A, Gongadze N, Makharadze T, Chirakadze K. Medical basis of diabetic neuropathy formation (Review). *Georgian Med News.* 2018 Oct;(283):154-162.

- 4 - Kosiborod M, Gomes MB, Nicolucci A, Pocock S, Rathmann W, Shestakova MV, Watada H, Shimomura I, Chen H, Cid-Ruzafa J, Fenici P, Hammar N, Surmont F, Tang F, Khunti K. Vascular complications in patients with type 2 diabetes: prevalence and associated factors in 38 countries (the DISCOVER study program). *Cardiovasc Diabetol.* 2018 Nov 28;17(1):150.
- 5 - Schmid, H. Impacto Cardiovascular da Neuropatia Autonômica do Diabetes *Mellitus*. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, 2007, 51, 232-243.
- 6 - Kulur, A.B.; Haleagrahara, N.; Adhikary, P.; Jeganathan P.S. Efeito da Respiração Diafragmática sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca na Doença Cardíaca Isquêmica com Diabetes. *Arq. Bras. Cardiol.*, 2009;92(6):457-463.
- 7 - Inouye, J.; Li, D.; Davis, J. et al. Psychosocial and Clinical Outcomes of a Cognitive Behavioral Therapy for Asians and Pacific Islanders with Type 2 Diabetes: A Randomized Clinical Trial. *Hawai'i Journal Of Medicine & Public Health*, 2015, 74, 11-16.
- 8 – Danuta, M.; Lamparski, D.M.; Wing, R.R. Blood Glucose Discrimination Training in Patients with Type II Diabetes. *Biofeedback and Self-Regulation*, 1989, 14, 3-11.
- 9 – Chen, Y.J.; Lu, C.H.; Lee, C.H. et al. The psychoneuroimmunological effects of heart rate variability *biofeedback* in prediabetes individuals: a randomized controlled trial. *Psychoneuroendocrinology*, 2019, 107, 37-41.
- 10 - Landman, G.W.D.; Drion, I.; Kornelis J.J. et al. Device-Guided Breathing as Treatment for Hypertension in Type 2 Diabetes *Mellitus* A Randomized, Double-blind, Sham-Controlled Trial. *JAMA Intern Med.*, 2013, 173,1346-1350.
- 11 - Mcginnis, R.A.; Mcgrady, A.; Cox, S.A. et al. *Biofeedback*-Assisted Relaxation in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 2005, 28, 9-14.

- 12 - Jablon, S.L.; Naliboff, B.D.; Gilmore, S.L. et al. Rosenthal. Effects of Relaxation Training on Glucose Tolerance and Diabetic Control in Type II Diabetes. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 1997, 22, 3-12.
- 13 – Lane JD, McCaskill CC, Ross SL, Feinglos MN, Surwit RS. Relaxation Training for NIPPM: Predicting who may benefit. *Diabetes Care*, 1993, 16(8):1087-94.
- 14 - Moura, R.R. & Mendes, T. Contribuições da Técnica Coerência Cardíaca: Um estudo de revisão. *Rev Cien Escol Estad Saud Publ Cândido Santiago-RESAP*. 2016, 2, 163-177.
- 15 - Ribeiro G. Apostila de Psicoterapia do Trauma [Módulo 3] O Uso da Hipnose com Traumas. Apostila de Hipnoterapia Infantil, 2008.
- 16 - Alabdulgader, A.; McCraty, R.; Atkinson, M. et al. Long-Term Study of Heart Rate Variability Responses to Changes in the Solar and Geomagnetic Environment. *Scientific Reports*, 2018, 8, 2663-2671.
- 17 - Childre D, Martin H. *The HeartMath solution*. San Francisco: Harper San Francisco, 1999.
- 18 - Sowden G.L., Huffman J.C. The impact of mental illness on cardiac outcomes: a review for the cardiologist. *Int J Cardiol*. 2009, 132, 30-37.
- 19 - Kawaguchi R.; Yu, J.; Honda, J. et al. A membrane receptor for retinol binding protein mediates cellular uptake of vitamin A. *Science*. 2007, 315, 820-825.
- 20 - Stein, K.M. Noninvasive risk stratification for sudden death: Signal-averaged electrocardiography, nonsustained ventricular tachycardia, heart rate variability, Baroreflex sensitivity, and QRS duration. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 2008, 51, 106–117.
- 21 - MacKinnon, S.; Gevirtz, R.; McCraty, R. et al. Utilizing heart beat evoked potentials to identify cardiac regulation of vagal afferents during emotion and resonant breathing. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 2013, 38, 241–255.

- 22 - Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use *European Heart Journal*, 1996, 17, 354–381.
- 23 - Nolan, R.P.; Floras, J.S.; Harvey, P.J. et al. Behavioral neurocardiac training in hypertension: a randomized, controlled trial. *Hypertension*, 2010, 55, 1033–1039.
- 24 - 33 - Huang, C.; Gevirtz, R.; Onton, J. et al. Investigation of vagal afferent functioning using heart beat event related potentials. Paper Presented at the 45th, Annual Meeting of the Association for Applied Psychophysiology and *Biofeedback*, 2014.
- 25 - Ginsberg, J.P.; Powell, D.A.; Berry, M.E. Cardiac coherence and posttraumatic stress disorder in combat veterans. *Alternative therapies in health and medicine*, 2019, 16, 52-60.
- 26 - Trousselard, M.; Canini, F.; Claverie, D. et al. Cardiac Coherence Training to Reduce Anxiety in Remitted Schizophrenia, a Pilot Study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2016; 41: 61–69.
- 27 – Beckham, J. A pilot treatment of perinatal depression study of *biofeedback* of heart rate variability in a specialized unit in perinatal psychiatry. 2013.
- 28 – Robert, P.N. Neurocardiac behavioral training in hypertension: a randomized controlled trial. 2010;55,1033-39.
- 29 – Aguiar, A.A. Contribuições da técnica de coerência cardíaca no controle da pressão arterial em pacientes do município de conceição do Tocantins. Gurupi, 2015.
- 30 – Monteiro, M.F.; Sobral Filho, D.C. Exercício físico e o controle da pressão arterial. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004, 10, 513-16.

- 31 – Tjonna, A.E.; Lee, S.J.; Rognmo, O. et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*. 2008, 118, 346-354.
- 32 – Boulé, N.G.; Haddad, E.; Kenny, G.P. et al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes *mellitus*: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA*. 2001, 286, 1218-1227.
- 33 – Reiner, R. Integrating a portable *biofeedback* device into clinical practice for patients with anxiety disorders: results of a pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2008, 33, 55-61.
- 34 - Sherlin, L.; Gevirtz, R.; Wyckoff, S. Effects of Respiratory Sinus Arrhythmia *Biofeedback* Versus Passive *Biofeedback* Control. *International Journal of Stress Management*, 2009, 16, 233-248.
- 35 - Karavidas, M. K.; Lehrer, P. M.; Vaschillo, E. et al. Preliminary results of an open label study of heart rate variability *biofeedback* for the treatment of major depression. *Applied Psychophysiol. Biofeedback*, 2007, 32, 19-30.
- 36 – Siepmann, M.; Aykac, V.; Unterdörfer, J. et al. A pilot study on the effects of heart rate variability *biofeedback* in patients with depression and in healthy subjects. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2008, 33, 195-201.
- 37 – Zucker, T.L.; Samuelson, K.W.; Muench, F. et al. The effects of respiratory sinus arrhythmia *biofeedback* on heart rate variability and posttraumatic stress disorder symptoms: a pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2009, 34, 135-143.
- 38 – Kamei, N.; Yamane, K.; Nakanishi, S. et al. Effectiveness of Semmes-Weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening. *J Diabetes Complications*. 2005, 19, 47-53.

39 – Spolaora, F.; Sawachaa, Z.; Guarnerib, G. et al. Altered EMG patterns in diabetic neuropathic and not neuropathic patients during step ascending and descending. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2016, 31, 32-39.

40 - Sawacha, Z.; Spolaor, F.; Guarneri, G. et al. Abnormal muscle activation during gait in diabetes patients with and without neuropathy. *Gait & Posture*. January 2012, 35, 101–105.

1.5 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

Avaliar as repercussões do uso do *biofeedback* cardiovascular sobre o sistema nervoso autonômico, na capacidade funcional, na saúde mental, no controle glicêmico e na qualidade de vida de indivíduos com diabetes *mellitus* tipo 2.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Mensurar glicemia capilar, frequência cardíaca, pressão arterial e saturação periférica de oxigênio antes e após cada sessão de treinamento com o software de *biofeedback* cardiovascular;
- Examinar as variáveis fornecidas pelo próprio software antes e após cada sessão de treinamento, tais como: frequência cardíaca média e nota de rendimento e percentuais médios quanto aos estados de coerência cardíaca;
- Averiguar a qualidade de vida antes e após o protocolo com *biofeedback* cardiovascular;
- Analisar o nível de ansiedade, sintomas de depressão e de estresse antes e após o treinamento com *biofeedback* cardiovascular;
- Analisar a hemoglobina glicosilada antes e após o treinamento com *biofeedback* cardiovascular;
- Verificar a variabilidade da frequência cardíaca antes e após do protocolo de *biofeedback* cardiovascular;
- Verificar a tolerância ao esforço antes e após o treinamento com *biofeedback* cardiovascular.

1.6 HIPÓTESE

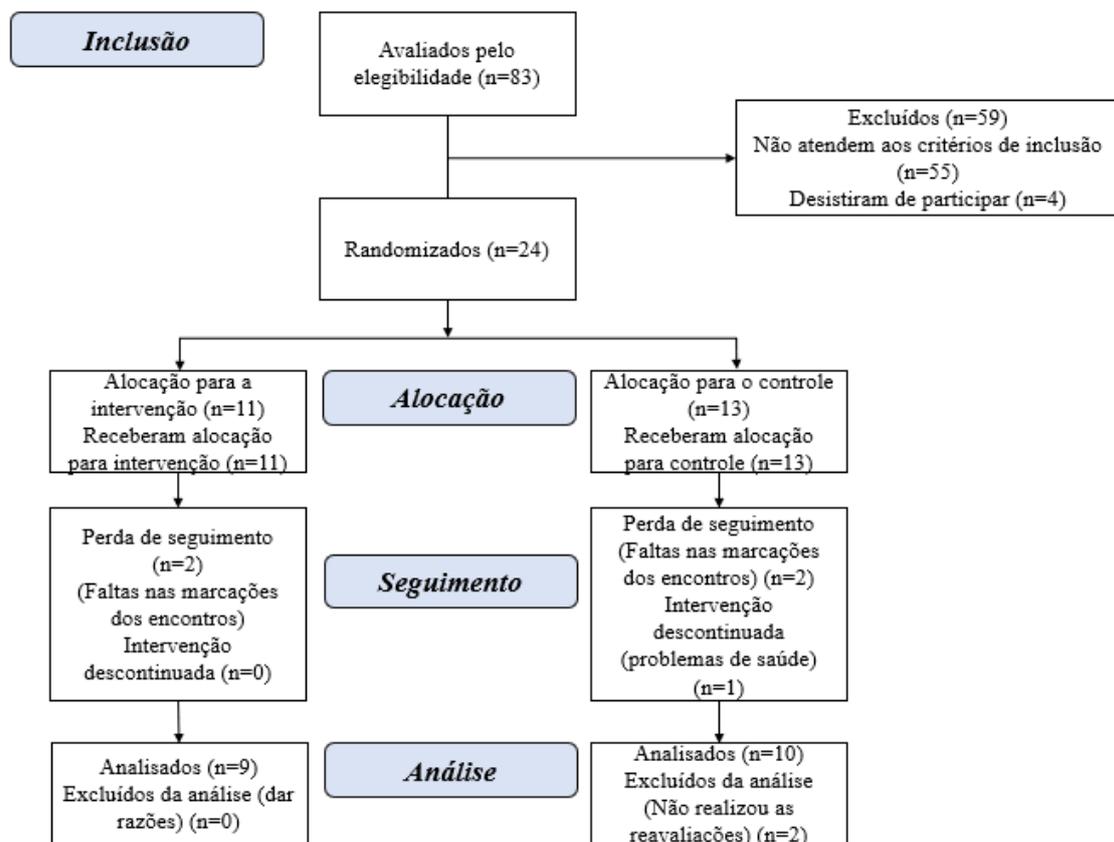
O treinamento com um software de *biofeedback* cardiovascular otimiza a condição de saúde, especialmente a variabilidade da frequência cardíaca de diabéticos tipo 2 por meio de um maior controle mental.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se um ensaio clínico controlado e randomizado, o qual seu delineamento está descrito no fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Fluxograma CONSORT compreendendo os quatro estágios de um estudo clínico controlado.



2.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no Laboratório de Plasticidade Neuromuscular do Departamento de Anatomia da UFPE e no Laboratório de Fisioterapia Cardiorrespiratória do Departamento de Fisioterapia da UFPE.

2.3 POPULAÇÃO DO ESTUDO

Os indivíduos foram recrutados no setor de endocrinologia do Hospital das Clínicas da UFPE, no Instituto Brasileiro de Diabetes (IBRADI), e através de ampla divulgação em redes sociais e no boletim informativo da UFPE (ASCOM). Os participantes foram agrupados aleatoriamente, em grupo intervenção e grupo controle clinicamente equivalente. As avaliações ocorreram no início e no encerramento da intervenção proposta, por meio de aplicação de questionários (depressão, ansiedade, estresse e qualidade de vida), coleta de sangue para análise da hemoglobina glicosilada, exame de holter 24 horas e ergoespirometria.

As intervenções só foram iniciadas após finalização de todas as etapas avaliativas. Um grupo seguiu a intervenção que incluiu o protocolo de treinamento utilizando um software de *biofeedback* cardiovascular com duração de oito semanas, enquanto o outro grupo não participou do programa de treinamento. Ao final do período de oito semanas, todos os participantes foram submetidos às mesmas avaliações iniciais.

2.3.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo: indivíduos portadores de Diabetes mellitus tipo 2, de ambos os sexos, com idade entre 50 a 75 anos; sedentários, sem história de doenças neurológicas, musculares ou reumáticas fora da etiologia da diabetes, que residiam na região do Grande Recife e que concordaram em participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

2.3.2 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão aplicados foram: angina instável, marca-passo, pneumopatias graves ou outras doenças limitantes como neoplasias, valvulopatias, demência avançada, aneurisma de aorta, insuficiência renal e insuficiência cardíaca descompensada. Foram excluídos também os indivíduos que apresentarem doenças ortopédicas e/ou neurológicas que pudessem impossibilitar a realização do teste

cardiopulmonar, além dos pacientes que apresentaram deficiências intelectuais que lhes restringissem responder aos questionários e entenderem os jogos propostos.

2.3.3 Tipo de amostragem

Os pacientes foram identificados através de contato telefônico e em seguida selecionados por conveniência e convidados a participar do estudo de acordo com os critérios de inclusão e de exclusão acima descritos.

2.4 DEFINIÇÃO DO TAMANHO AMOSTRAL, RANDOMIZAÇÃO E ALOCAÇÃO

O cálculo do tamanho amostral foi realizado no programa *Statcal* do software Epiinfo 3.5.3. Para o cálculo foi realizado um estudo piloto envolvendo 5 pacientes distribuídos nos dois grupos do estudo, utilizando como base a variável Pnn>50 do exame de Holter 24 horas com efeito de 7,38, desvio padrão de 3,72, $\alpha = 0,05$ e um Power = 80%, sendo calculado um N de 4 participantes por grupo. Considerando que 30% destes pacientes poderiam ser descontinuados da série de avaliações por motivos diversos, tais como: mudança de endereço, falta de adesão, realização de exercícios físicos e outras doenças associadas iniciadas após o início do recrutamento, estimou-se uma amostra de seis pacientes em cada grupo.

A randomização dos participantes foi realizada de acordo com uma lista de números sequenciais de um a X (número de pacientes a serem randomizados), por meio do programa *Research Randomizer* (<https://www.randomizer.org/>), utilizando as palavras CONTROLE e *BIOFEEDBACK* CARDIOVASCULAR.

2.5 DEFINIÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

2.5.1 Definição de termos e coleta de dados

Termo	Definição
Diabetes mellitus tipo 2	Síndrome metabólica de origem multifatorial. Se não tratado e bem

	controlado, produz, no transcorrer do tempo, danos severos e potencialmente fatais, como o infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral, cegueira, impotência, acometimento renal, úlceras e amputações de membros inferiores.
Teste de exercício cardiopulmonar ou Ergoespirometria	Método não invasivo que mede a capacidade do corpo de realizar as trocas gasosas, dando uma avaliação objetiva da capacidade e/ou limitação ao exercício físico.
Holter 24 horas	Instrumento capaz de mensurar respiração por respiração o volume da caixa torácica e de seus diferentes compartimentos a partir de marcadores reflexivos dispostos em pontos anatômicos específicos da caixa torácica.
Qualidade de vida	Método utilizado para medir as condições de vida de um ser humano, envolvendo o bem-estar físico, mental, psicológico e emocional, relacionamentos sociais, como família e amigos e também saúde, educação e outras circunstâncias da vida.
Saúde mental	Caracterizada por um estado de bem-estar no qual uma pessoa é capaz de apreciar a vida, trabalhar e contribuir para o meio em que vive ao mesmo tempo em que administra suas próprias emoções

Hemoglobina glicosilada	Exame de sangue muito utilizado para o acompanhamento dos pacientes diabéticos, por ser ele uma forma eficaz de avaliar os níveis médios da glicose sanguínea nos últimos 2 ou 3 meses.
-------------------------	---

2.5.2 Variáveis dependentes

Variável	Definição	Categorização
Consumo máximo/pico de oxigênio (VO_{2pico})	Quantidade máxima de O_2 que o organismo pode absorver da atmosfera para os alvéolos, transportando, liberando e utilizando o O_2 nos tecidos. Representa o nível de atividade física do indivíduo, a reserva máxima do sistema cardiovascular.	Medido em mililitros por quilograma de peso por minuto ($mL/Kg^{-1}.min^{-1}$)
Equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2)	Mantendo-se a VE em condições de temperatura corporal, pressão, saturação e VO_2 e VCO_2 em temperatura inicial, pressão, vias aéreas secas, relacionam quantos litros de ar por minuto são necessários e devem ser ventilados para produzir em CO_2 . Eficiência ventilatória que depende da resposta respiratória durante o aumento da carga de trabalho no esforço. É secundária à ventilação total, ao espaço morto e à ventilação alveolar, o que reflete a capacidade das trocas gasosas e também representa a capacidade funcional.	Medido em ($mL/(Kg \times min)$)

Tempo de recuperação do VO_{2max} ($Tt/2VO_2$) ($T. \frac{1}{2}$)	Diz respeito ao <i>tempo</i> necessário para se alcançar 50% da variação do VO_{2max} atingido.	Medido em segundos (s)
Consumo máximo de oxigênio para o primeiro limiar anaeróbico ($L1VO_{2pico}$)	Maior valor de oxigênio alcançado durante o equivalente de oxigênio mínimo. Expressa a capacidade funcional do indivíduo.	Medido em mL/(Kg x min)
Frequência cardíaca repouso (FCr)	Velocidade do ciclo cardíaco medida pelo número de contrações do coração por minuto em repouso.	Medido em batimentos por minuto (bpm)
Frequência cardíaca máxima (FCm)	Velocidade do ciclo cardíaco medida pelo número de contrações do coração por minuto em exercício físico.	Medido em batimentos por minuto (bpm)
Frequência cardíaca após 1 minuto (FC')	Velocidade do ciclo cardíaco medida pelo número de contrações do coração por minuto após um minuto da finalização do exercício físico.	Medido em batimentos por minuto (bpm)
Frequência cardíaca após 2 minuto (FC'')	Velocidade do ciclo cardíaco medida pelo número de contrações do coração por minuto após dois minutos da finalização do exercício físico.	Medido em batimentos por minuto (bpm)
Questionário de qualidade de vida SF-36	Questionário composto por 36 itens, agrupados em oito dimensões de saúde: funcionamento do organismo, dor corporal, socialização, saúde mental, vitalidade, percepção geral da saúde, limitações causadas por problemas físicos e limitações por distúrbios emocionais. Ele tem o	Score de 0 a 100

	propósito de examinar a percepção do estado de saúde pelo próprio indivíduo.	
Questionário de qualidade de vida <i>DQOL</i>	Específico para paciente diabético, o qual contém 44 questões de múltipla escolha organizadas em quatro domínios: satisfação (15 questões), impacto (18 questões), preocupações sociais/vocacionais (7 questões) e preocupações relacionadas ao diabetes (4 questões).	As respostas estão organizadas em uma escala Likert de 5 pontos.
Escala de depressão de Beck	Inventário de autoavaliação contendo 21 itens, as perguntas abordam sentimento de tristeza, depreciação, perda de perspectiva sobre oportunidades futuras, ressentimento, perda de interesse e prazer nas atividades diárias e relações humanas.	Após a finalização do teste deve-se somar todos os pontos para obter a sua pontuação total que deverá ser entre 0 e 63: Pontuação de 0 a 13: nenhuma depressão; Pontuação de 14 a 19: depressão leve; Pontuação de 20 a 28: depressão moderada; Pontuação de 29 a 63: depressão grave.

<p>Escala de ansiedade de Beck</p>	<p>A escala consta de uma série de 21 questões de múltipla escolha, perguntas de autoavaliação sobre a percepção de ansiedade por parte do paciente ao longo da semana anterior.</p>	<p>Após a somatória dos pontos de cada pergunta tem-se uma pontuação total de toda a Escala de Ansiedade de Beck, que deve ficar entre zero e sessenta e três: zero a sete pontos indica um nível mínimo de ansiedade, de oito a quinze pontos indica uma leve ansiedade, 16-25 pontos indica ansiedade moderada e 26-63 pontos indica ansiedade severa.</p>
<p>Inventário de sintomas de estresse de Lipp para adultos (ISSL)</p>	<p>O ISSL procura identificar, de forma objetiva, a presença de sintomas de estresse, o tipo de sintoma existente (somático ou psicológico) e a fase atual.</p>	<p>Alerta, na ocorrência de 7 (sete) ou mais itens; Resistência, na ocorrência de 4 (quatro) ou mais dos itens; e quase Exaustão</p>

		e Exaustão, na ocorrência de 9 (nove) ou mais itens.
SDNN (Holter 24h)	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo.	Expresso em ms.
SDANN (Holter 24h)	Representa o desvio padrão das médias dos intervalos RR normais, a cada 5 minutos, em um intervalo de tempo.	Expresso em ms.
SDNNi (Holter 24h)	É a média do desvio padrão dos intervalos RR normais a cada 5 minutos.	Expresso em ms.
rMSSD (Holter 24h)	É a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo	Expresso em ms.
pNN50 (Holter 24h)	Representa a porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms.	Expresso em %.
HEMOGLOBINA GLICOSILADA (HbA1c)	Reagente para diagnóstico clínico, tipo conjunto completo, tipo de análise quantitativo de hemoglobina glicosilada, método cromatografia de troca iônica e apresentação teste.	Os parâmetros considerados para análises foram: Índice não diabéticos com porcentagem de 6-8%; índice bem controlados com porcentagem de 7,5-8,9%; índice limítrofe com porcentagem de

		9-10% e Índice mal controlados com porcentagem de 10-%.
--	--	---

2.5.3 Variável independente

Variáveis	Definição	Categorização
Tratamento da hiperglicemia	Meios de controlar o nível de glicose no sangue	Medicamento e/ou Insulina

2.5.4 Variáveis de controle

Variáveis	Definição	Categorização
Idade	Calculada em anos pela data de nascimento que consta do Registro Geral fornecido pelo paciente e registrado na data de aplicação do questionário	Medida em anos
Peso (Massa)	Magnitude física que permite exprimir a quantidade de matéria contida num corpo.	Medido em quilogramas (Kg)
Altura	Dimensão vertical de um corpo	Medida em metros (m)
IMC	Medida internacional utilizada para cálculo do peso ideal de uma pessoa.	Medido em quilogramas por metro

		quadrado (Kg/m ²)
Tempo de diagnóstico do DM2	Processo analítico de que se vale o especialista ao exame de uma doença ou de um quadro clínico, para chegar a uma conclusão.	> 5 anos > 10 anos > 20 anos

2.5.5 Variáveis descritivas

Variáveis	Definição	Categorização
Sexo	Conjunto de características físicas e funcionais que distinguem o macho da fêmea	Masculino ou Feminino
Uso de medicamento	Utilização de produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico.	Sim ou Não
International Physical Activity Questionnaire - IPAQ	Composto de seis perguntas relacionadas ao tempo que o paciente gastou realizando atividade física na última semana.	De acordo com as respostas cedidas, o paciente pode ser classificado como: sedentário, insuficientemente ativo, ativo e muito ativo.
Hipertensão arterial sistêmica	Manutenção de níveis de pressão arterial acima de 140 mmHg na sistólica e 90 mmHg na diastólica.	Sim ou Não

Uso de insulina	A insulina humana (NPH e Regular) utilizada no tratamento de diabetes atualmente é desenvolvida em laboratório, a partir da tecnologia de DNA recombinante. A insulina chamada de 'regular' é idêntica à humana na sua estrutura. Já a NPH é associada a duas substâncias (protamina e o zinco) que promovem um efeito mais prolongado.	Sim ou Não
-----------------	---	------------

2.6 OPERACIONALIZAÇÃO DAS MEDIDAS

2.6.1 Avaliação diagnóstica

O processo de avaliação foi constituído de: anamnese, aplicação de questionários, coleta de sangue para análise da hemoglobina glicosilada, exame com Holter 24h e teste de esforço cardiopulmonar. Além disso, para os participantes do grupo de treinamento com o *Biofeedback* cardiovascular foram aferidos a glicemia capilar por meio do glicosímetro e fitas glicêmicas da linha Accu-Chek Active, a pressão arterial pelo esfigmomanômetro digital OMRON modelo HEM-6122, frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio pelo oxímetro de pulso MORE FITNESS modelo MF-416, conforme ilustrado na Figura 1.

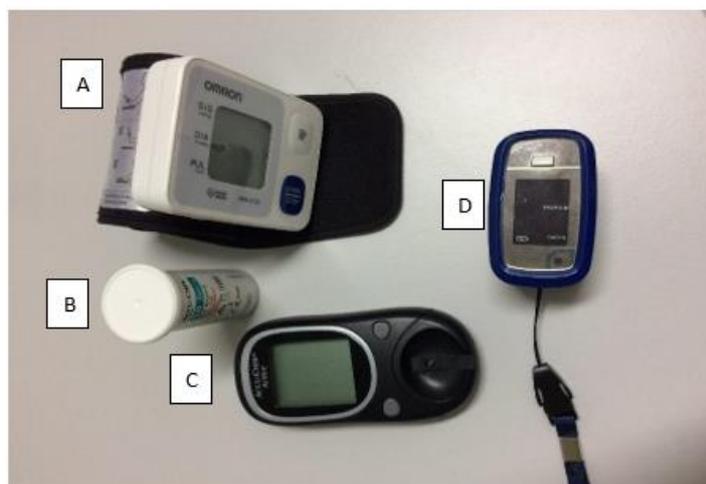


Figura 1 - Equipamentos utilizados para aferição de variáveis nos participantes do grupo de treinamento com o Biofeedback cardiovascular. A: Esfigmomanômetro digital; B: Fitas glicêmicas; C: Glicosímetro; D: Oxímetro de pulso.

2.6.2 Anamnese

Antes do preenchimento da ficha de avaliação (APÊNDICE C), os indivíduos responderam a um checklist (APÊNDICE D) para assegurar o cumprimento dos critérios de inclusão e exclusão. Na parte de anamnese da ficha foram coletados: dados de identificação pessoal; história clínica (hipertensão, complicações cardíacas, alterações neurológicas e alterações reumatológicas); história social (tabagismo, etilismo e prática de atividade física); independência funcional e limitações nas atividades de vida diária (AVDs); medicações em uso e história de quedas e fraturas. Posteriormente foram aferidos os sinais vitais (pressão arterial-PA, frequência cardíaca-FC e frequência respiratória-FR), mensurados a altura, o peso através da balança digital com antropômetro – Welmy modelo W300 (Brasil) com capacidade para 300 kilogramas (Kg), precisão de 50 gramas (g) e antropômetro com limite de 2 metros (m), e calculado o Índice de Massa Corporal (IMC).

2.6.3 Questionário aplicados

Inicialmente, a fim de assegurar o sedentarismo do paciente diabético incluído, foi aplicado o questionário internacional de atividade física (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ) (ANEXO A) (BENEDETTI et al, 2007). O mesmo é composto de seis perguntas relacionadas ao tempo que o paciente gastou realizando atividade física na última semana. De acordo com as respostas cedidas, o paciente pode ser classificado como: sedentário, insuficientemente ativo, ativo e muito ativo.

Para a investigação da depressão, foi aplicado o inventário de depressão de Beck (IDB) (ANEXO B) (GOMES-OLIVEIRA et al., 2012); já para a ansiedade, foi utilizado o inventário de ansiedade de Beck (IAB) (ANEXO C) (CUNHA, 2001). No que se refere à verificação da presença de estresse psicológico crônico, aplicou-se o inventário de sintomas de estresse de Lipp para adultos (ISSL) (ANEXO D) (SCHMIDT, 2011).

No IDB, que é um inventário de autoavaliação contendo 21 itens, as perguntas abordam sentimento de tristeza, depreciação, perda de perspectiva sobre oportunidades futuras, ressentimento, perda de interesse e prazer nas atividades diárias e relações humanas. Utiliza uma ferramenta de classificação em que cada item é posicionado em uma escala de quatro pontos, de 0 a 3, na qual zero (0) significa

que não está apresentando sintomas, enquanto três (3) significa que está apresentando uma forma grave de sintomas. Após a finalização do teste deve-se somar todos os pontos para obter a sua pontuação total que deverá ser entre 0 e 63: Pontuação de 0 a 13: nenhuma depressão; Pontuação de 14 a 19: depressão leve; Pontuação de 20 a 28: depressão moderada; Pontuação de 29 a 63: depressão grave.

No IAB, as perguntas abordam tipicamente sintomas psicossomáticos: dormência e parestesia, palpitações, medo de morrer, nervosismo e dificuldade de respirar. A escala consta de uma série de 21 questões de múltipla escolha, perguntas de auto-avaliação sobre a percepção de ansiedade por parte do paciente ao longo da semana anterior. Cada pergunta possui quatro alternativas de resposta: Não, Levemente, Moderadamente ou Severamente. A pontuação é zero quando a resposta for não, um ponto quando a resposta for levemente, 2 pontos quando a resposta for moderadamente e quatro pontos quando a resposta for severamente. Após a somatória dos pontos de cada pergunta tem-se uma pontuação total de toda a Escala de Ansiedade de Beck, que deve ficar entre zero e sessenta e três: zero a sete pontos indica um nível mínimo de ansiedade, de oito a quinze pontos indica uma leve ansiedade, 16-25 pontos indica ansiedade moderada e 26-63 pontos indica ansiedade severa.

Os dois instrumentos podem ser utilizados em pacientes de 17 a 80 anos de idade, psiquiátricos ou não. O ISSL procura identificar, de forma objetiva, a presença de sintomas de estresse, o tipo de sintoma existente (somático ou psicológico) e a fase atual: Alerta, na ocorrência de 7 (SETE) ou mais itens; Resistência, na ocorrência de 4 (quatro) ou mais dos itens; e quase Exaustão e Exaustão, na ocorrência de 9 (nove) ou mais itens.

A análise da qualidade de vida dos pacientes foi realizada através da aplicação de dois questionários: o SF-36 (ANEXO E) (CICONELLI, 1997), que é composto por 36 itens, agrupados em oito dimensões de saúde: funcionamento do organismo, dor corporal, socialização, saúde mental, vitalidade, percepção geral da saúde, limitações causadas por problemas físicos e limitações por distúrbios emocionais, e tem o propósito de examinar a percepção do estado de saúde pelo próprio indivíduo. Todos os itens do questionário são classificados em escala de 0 a 100, no qual a pontuação zero corresponde a má percepção de saúde, ao contrário da pontuação máxima de cem. E o DQOL (ANEXO F) (CORRER et al., 2008), específico para paciente diabético, o qual contém 44 questões de múltipla escolha

organizadas em quatro domínios: satisfação (15 questões), impacto (18 questões), preocupações sociais/vocacionais (7 questões) e preocupações relacionadas ao diabetes (4 questões). As respostas estão organizadas em uma escala Likert de 5 pontos. A satisfação está distribuída em uma escala de intensidade (1 = muito satisfeito; 2 = bastante satisfeito; 3 = médio satisfeito; 4 = pouco satisfeito; 5 = nada satisfeito). As respostas dos domínios de impacto e das preocupações estão distribuídas em uma escala de frequência (1 = nunca; 2 = quase nunca; 3 = às vezes; 4 = quase sempre; 5 = sempre) (15). Nessas escalas, quanto mais próximo a 1 estiver o resultado, melhor a avaliação da qualidade de vida.

2.6.4 Avaliação da capacidade funcional – teste de exercício cardiopulmonar (TECP)

Foi realizado o TECP sintoma-limitante com o protocolo de rampa (SILVA et al., 2003) em esteira (*Centurium 300*, Micromed, Brasil) através do software ErgoPC Elite® associado ao eletrocardiograma (Micromed, Brasil) com 12 canais. O teste foi realizado sob condição padrão de temperatura, pressão e umidade, respiração-por-respiração, estando o voluntário respirando em uma máscara facial sem vazamentos durante o exercício. Antes de cada teste foi realizada a calibração do equipamento para pressão, gás e volume. Para assegurar que os pacientes atingissem o esforço máximo durante o exame, foram considerados os exames onde os pacientes apresentassem uma razão de troca respiratória ($R \geq 1,1$) (ARENA, et al 2011). O teste foi realizado por um profissional médico em um ambiente equipado com todos os equipamentos de emergência e equipe treinada. O tempo do teste foi determinado pelo paciente, baseado no nível de dispneia e assegurado pelo médico, sendo aquele necessário para adquirir um teste de esforço máximo, mantendo a segurança do paciente, visto que todos os sinais vitais estavam sendo continuamente avaliados (Figura 2).



Figura 2 - Realização do teste de exercício cardiopulmonar por um paciente acompanhado pela médica cardiologista assistente.

2.6.5 Hemoglobina glicosilada

Para análise da hemoglobina glicosilada foi utilizado o reagente para diagnóstico clínico, com a inscrição BR0380589, tipo conjunto completo, tipo de análise quantitativo de hemoglobina glicosilada, método cromatografia de troca iônica, apresentação teste. A coleta de sangue foi realizada no departamento de Fisioterapia da UFPE, seguindo normas de segurança e higiene para coleta de material biológico, sob supervisão de uma pesquisadora colaboradora do Programa de Pós-graduação em Genética da UFPE. Os parâmetros considerados para análises foram: Índice não diabéticos com porcentagem de 6-8%; índice bem controlados com porcentagem de 7,5-8,9%; índice limítrofe com porcentagem de 9-10% e Índice mal controlados com porcentagem de 10-%.

2.6.6 Exame Holter

No exame de Holter 24 horas para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), os indivíduos foram monitorados durante 24 horas utilizando o aparelho de gravação Cardio Light da marca Cardios. A colocação dos canais do gravador foi realizada por fisioterapeutas treinados nas localizações determinadas conforme figura 3. Toda preparação e as orientações aos pacientes foram realizadas

no Laboratório de Fisioterapia Cardiorrespiratória da UFPE, onde encontra-se disponível o Software CardioNet[®] para carregamento e envio dos exames gravados após as 24 horas de coleta.

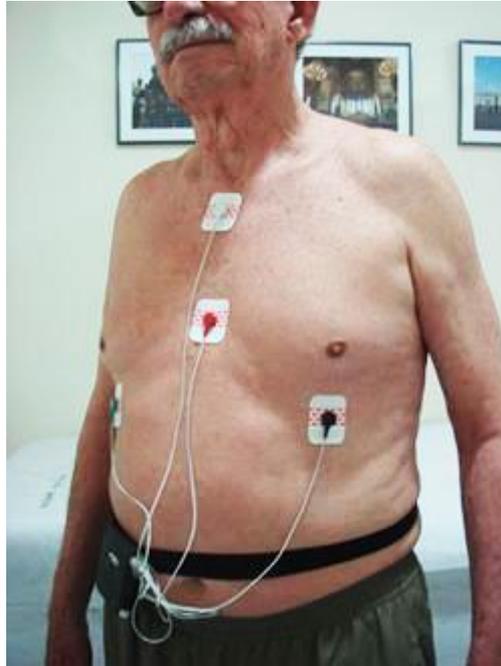


Figura 3 - Realização do Holter 24 horas aplicado pela pesquisadora treinada.

2.6.7 Intervenção – Protocolo de Biofeedback cardiovascular

O protocolo de treinamento com *biofeedback* cardiovascular foi realizado com o software *cardioEmotion Home* – NPTNEUROPSICOTRONICS LTDA (COGHI, 2013), três sessões semanais com duração de 50 minutos, durante oito semanas, totalizando vinte horas de treinamento. Esse software foi desenvolvido para que os sujeitos alcancem o estado de coerência cardíaca durante o treinamento por meio de nove jogos interativos, dos quais quatro foram selecionados para serem aplicados neste estudo: 1. Início, 4. Criação, 7. Renovação, 8. Aconchego (nas Figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9 estão representadas algumas das imagens utilizadas). Foi permitida a reposição de falta por 5 dias consecutivos após a data prevista para finalização do protocolo de treinamento.

O software *cardioEmotion Home* e equipamentos (sensores) utilizados na pesquisa desta tese de doutorado foram fornecidos em nome do Laboratório de

Plasticidade Neuromuscular da UFPE, sob representação da professora Sílvia Regina Arruda de Moraes, pela empresa Neuropsictronics Ltda.

O protocolo foi aplicado em uma sala reservada no departamento de Fisioterapia da UFPE que possui uma mesa redonda acompanhada de duas cadeiras acolchoadas em iluminação e temperatura controladas. Durante a sessão só permaneceram na sala o participante e a terapeuta pesquisadora.

Em cada jogo aplicado acompanha-se no canto esquerdo da tela do computador uma barra vertical com uma bolinha branca móvel, à medida que a bolinha sobe o participante será incitado a inspirar, no ritmo do deslocamento da bolinha. Quando a bolinha está descendo é solicitado para ele uma expiração. Recomenda-se realizar a respiração diafragmática, a qual é orientada e treinada antes da primeira sessão do protocolo e solicitada a realização desse padrão respiratório diariamente por cinco minutos nas posições de decúbito dorsal e sentada.

A barra vertical muda de coloração interna, conforme o estado de coerência cardíaca alcançada pelo usuário, em vermelha (ausência total de sincronia do ritmo sinusal), azul (ritmo sendo alcançado) e verde (perfeita coerência cardíaca). Tal conformidade é administrada pela aferição da frequência cardíaca do participante através de um sensor colocado no lobo da orelha direita. Além do feedback visual dessa barra vertical, ocorre também um feedback auditivo diferenciado, de acordo com a coloração apresentada na barra, a cada batida da bolinha branca na extremidade superior e inferior da barra.

Outro importante feedback visual é a animação do próprio jogo interativo. A partir do alcance da coerência cardíaca, também apresentada na coloração interna da barra vertical, modificam-se os eventos ilustrados na tela do notebook. Por exemplo: no início do jogo 1, quando a barra está verde, o monge que até então estava sentado tentando meditar, observa-se uma levitação do monge além de vários raios luminosos saindo do seu peito. Ocorre ainda um incentivo maior para concentração e permanência no estado de coerência cardíaca, pois quanto mais tempo consegue-se manter a barra verde, elementos novos aparecem na tela.



Figura 4 -Tela de controle dos treinamentos do cardioEmotion Home.



Figura 5 - Jogo 1. Início.



Figura 6 - Jogo 4. Criação.



Figura 7 - Jogo 7. Renovação.



Figura 8 - Jogo 8. Aconchego.

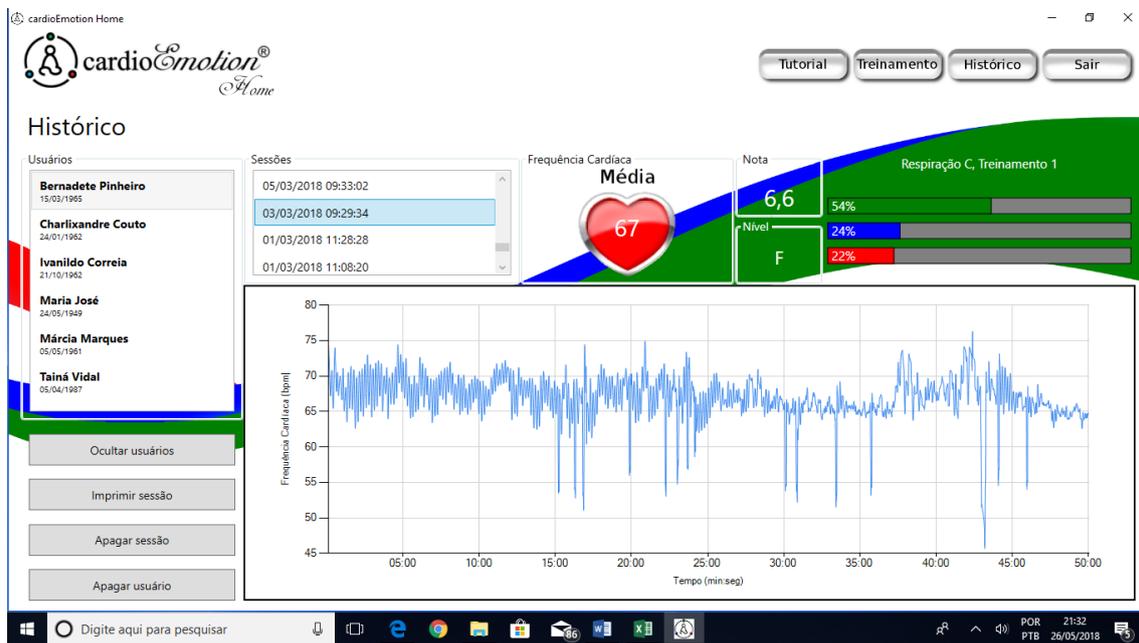


Figura 9 - Tela do software cardioEmotion que indica as variáveis de frequência cardíaca média, nota de rendimento e percentuais nos estados de coerência cardíaca.

2.7 ETAPAS E MÉTODOS DE COLETA DOS DADOS

Os pacientes foram identificados através de entrevista por contato telefônico, os mesmos foram selecionados, informados sobre os objetivos e procedimentos do

estudo e questionados quanto ao interesse em participar. Os interessados compareceram no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da UFPE, onde foi realizada a avaliação inicial composta por anamnese, aplicação dos questionários, escalas e inventário, além da coleta de sangue para análise da hemoglobina glicosilada. Em dias posteriores marcados, se incluídos, realizaram o TECP e o Holter 24 horas.

Aos indivíduos elegíveis, que desejaram participar, foram solicitados a assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.8 ANÁLISE DOS DADOS

2.8.1 Plano de tabulação e análise dos dados

2.8.1.1 Planilhas

As planilhas para armazenamento e análise dos dados foram elaboradas no Excel XP 2010 Microsoft®.

2.8.1.2 Forma de entrada de dados

Os dados foram digitados por meio de códigos pré-estabelecidos, sendo utilizada a opção “Validação de Dados” do programa Excel para especificar valores possíveis dentro da amostra e impedir que dados inválidos fossem digitados nas células. Em seguida, a planilha foi revisada por outro pesquisador da equipe para minimizar erros de tabulação.

2.9 TESTES ESTATÍSTICOS

A análise descritiva para as variáveis numéricas foi representada em valores de média e desvio padrão (DP), e para as variáveis categóricas em frequências relativas (%). Inicialmente, foi realizada a análise de inspeção visual de histogramas e teste de normalidade (*Shapiro-Wilk*) para determinar a distribuição dos dados. Diferenças entre grupos no baseline para os diferentes desfechos foram avaliadas por meio do teste de teste t independente ou *Mann-Whitney*.

As comparações grupo, tempo e interação grupo*tempo estão representadas em média e desvio padrão. Significância nos fatores também foram apresentados com as diferenças médias e seus respectivos intervalos de confiança a 95% (IC95%). Previamente à comparação dos dados, foram observadas a distribuição dos dados pela análise gráfica Q-Q *plot* e teste de *Shapiro-Wilk* e homogeneidade das variâncias pelo teste de *Levene*. Foi utilizado o teste ANOVA com medidas repetidas. Nos casos de significância em múltiplas comparações, foi aplicado o pós-teste de *Bonferroni*. Diferenças foram consideradas significantes quando $p < 0,05$. O software SPSS versão 22 (IBM SPSS Corporation, New York, USA) foi utilizado para essas análises.

Para o estudo da série de casos, a análise descritiva para as variáveis numéricas foi representada em valores de média e desvio padrão (DP). Inicialmente, foi realizada a análise de inspeção visual de histogramas e teste de normalidade pelo *Shapiro-Wilk* para determinar a distribuição dos dados. Diferenças entre os momentos pré (M1) e pós (M2) foram avaliadas por meio do teste t-pareado (teste de *t-student*), e apresentadas em média \pm DP, bem como a média das diferenças e seus respectivos intervalos de confiança a 95% (IC95%). Diferenças foram consideradas significantes quando $p < 0,05$. O software SPSS versão 22 (IBM SPSS Corporation, New York, USA) foi utilizado para as análises inferenciais e o *GraphPad Prism* versão 5.03 para plotagem gráfica.

2.10 ASPECTOS ÉTICOS

Os procedimentos experimentais do estudo foram elaborados seguindo as diretrizes da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), CEP/CCS/UFPE sob CAAE – 02472112.9.0000.5208 e parecer número 2.264.442. Todos os indivíduos concordaram em participar voluntariamente através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B) e estiveram cientes dos objetivos e procedimentos do estudo, assim como dos riscos e benefícios da sua participação. Em qualquer momento durante a realização do estudo os participantes poderiam se retirar, sem nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou na Instituição que apoiou este estudo.

2.11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CICONELLI, R.M. Tradução para português e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida Medical outcomes study 36 Item Short form Health survavey (SF-36). **(Tese de doutorado)**. Escola Paulista de Medicina (UNIFESP), 1997.

COGHI, M.F. Redução de Estresse por *Biofeedback* Cardiovascular em Empresa Incubada. **ISMA**, v.13, n.1, p.1-17, 2013.

COGHI, M.F. Princípios de funcionamento do biofeedback cardíaco: Eixo anti-inflamatório. **Newsletter cardioEmotion – CIÊNCIA**. Edição 3, fevereiro de 2016.

CORRER, C.J.; PONTA, R.; MELCHIORS, A.C. et al. Tradução para o Português e Validação do Instrumento Diabetes Quality of Life Measure (DQOL-Brasil). **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 52, n. 3, p. 515-522, 2008.

CUNHA, J. A. Manual da versão em português das Escalas Beck. São Paulo: **Casa do Psicólogo**, 2001.

GOMES-OLIVEIRA, M. H. et al. Validação da versão brasileira em português do Inventário de Depressão de Beck-II numa amostra da comunidade. *Rev. Bras. Psiquiatr.*, vol.34, n.4, pp.389-394, 2012.

GOMES, J.S. & COGHI, M.F. *Biofeedback* Cardiovascular e suas aplicações: revisão de literatura. **Avanc. Psicol. Latinoamer.**, v.32, n.2, p. 199-216, 2014.

LEHRER, P., KARAVIDAS, M. K., LU, S.-E., COYLE, S. M., OIKAWA, L. O., MACOR, M., et al. Voluntarily produced increases in heart rate variability modulate autonomic effects of endotoxin induced systemic inflammation: an exploratory study. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, v. 35, p. 303–315, 2010.

YAZBEK JR, P. et al. Ergoespirometria. Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 71, n. 5, p. 719-724, 1998.

3 ARTIGOS ORIGINAIS

3.1 REPERCUSSÕES DO BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR NO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO, SAÚDE MENTAL E QUALIDADE DE VIDA DE INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO E RANDOMIZADO

Tainá Maria de Souza Vidal¹

Daniella Cunha Brandão²

Estela Batista Santos³

Victor Franklyn de Oliveira³

Aline Maria Torres dos Santos⁴

Camila Cavalcante dos Santos⁴

Valéria Mayaly Alves de Oliveira⁵

Dário Costa⁶

Juliana Andrade Ferreira de Souza⁷

Arméle de Fátima Dornelas de Andrade⁸

Sílvia Regina Arruda de Moraes⁹

RESUMO

Introdução: O Diabetes Mellitus (DM) caracteriza-se como um grupo de distúrbios heterogêneos, que se caracterizam pelo aumento da concentração de glicose no sangue. Se tornou uma das afecções mais prevalentes da última década, com 463 milhões de portadores em todo mundo, sendo sua forma mais comum a DM do tipo 2, caracterizada por resistência a insulina decorrente do estilo de vida e de causas multifatoriais. As complicações podem levar a danos na macrovasculatura e microvasculatura, esta pode desencadear nefropatia, retinopatia, neuropatia e disfunções sexuais. Além disso, os danos a microvasculatura ainda podem afetar a saúde mental e qualidade de vida destes indivíduos. O *biofeedback* cardiovascular é uma técnica de autorregulação fisiológica do sistema nervoso autônomo, em que o indivíduo pode aprender as respostas do seu próprio corpo através de informações vindas do batimento cardíaco, sendo capaz de afetar a regulação das emoções e melhorar o controle vagal. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as repercussões de um treinamento com *biofeedback* cardiovascular sobre o sistema nervoso autônomo, saúde mental e qualidade de vida de indivíduos com DM2. **Metodologia:** Foram randomizados 24 pacientes, dos quais 11 foram alocados para o grupo intervenção e 13 para o grupo controle. Os participantes do grupo intervenção foram submetidos a um protocolo de treinamento com *biofeedback* cardiovascular durante oito semanas, com um total de 20 horas de treino. **Resultados:** Após a

intervenção foram observadas diferenças estatisticamente significativas sobre as variáveis de saúde mental e qualidade de vida. Além disso, a variabilidade da frequência cardíaca alcançou significância estatística em uma de suas variáveis ($p=0,018$), porém, no resultado do pós-teste o valor de $p>0,05$ não alcançou significância estatística. **Conclusão:** O protocolo de intervenção foi capaz de alcançar respostas positivas na saúde mental e qualidade de vida, nos quais foi possível observar uma pequena, mas significativa melhora da ansiedade no grupo intervenção, além de melhoras subjetivas relacionadas ao estresse, entretanto os resultados no SNA foram convergentes.

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) caracteriza-se como um grupo de distúrbios heterogêneos, tendo em comum o aumento da concentração de glicose no sangue. Figura entre as quatro doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) que, para a Organização Mundial da Saúde (OMS), devem ter intervenção prioritária.^{1,2} Pode ser classificado em dois grupos principais, o diabetes tipo 1 e o tipo 2, sendo este segundo o mais comum, com aproximadamente 90-95% de todos os casos de DM.³

Se tornou uma das afecções mais prevalentes da última década, com 463 milhões de portadores no mundo, e a estimativa é de que em 2045 esse número alcance os 700 milhões. A América do Sul concentra 32 milhões de diabéticos, e destes, aproximadamente 48% estão no Brasil, fazendo com que o país ocupe o quinto lugar no ranking de países com mais casos no mundo. Por ser a principal causa de mortalidade e incapacidade prematura em seus portadores, principalmente em países subdesenvolvidos, como o Brasil, ela foi responsável por 4,2 milhões de mortes em todo mundo decorrente de suas complicações em 2019.^{4,5,6}

Em sua forma mais comum, o DM do tipo 2 (DM2), a hiperglicemia é decorrente do uso ineficaz da insulina, da resistência à insulina ou da deficiência relativa de insulina, que irá prejudicar o transporte e a homeostase da glicose no sangue. A resistência à insulina pode estar associada à obesidade, sedentarismo e envelhecimento. No entanto, suas causas não são totalmente conhecidas, a hipótese mais aceita é de que seja resultado de uma etiologia multifatorial, em que os fatores genéticos e ambientais são a base da doença. A resistência crônica à insulina pode levar a várias consequências, como complicações macrovasculares e microvasculares.^{7,8}

As complicações da microvasculatura são as mais comuns, como a nefropatia diabética, retinopatia, neuropatia e a disfunção sexual. A neuropatia afeta quase 50% dos pacientes com DM2 a mais de 10 anos, promovendo nesses indivíduos uma disfunção do nervo periférico, causado pela hiperglicemia, que irá acometer preferencialmente axônios sensoriais, autonômicos e em menor grau, axônios motores, determinando manifestações clínicas diversas, desde o pé diabético até complicações cardiovasculares.^{9,10} Quando o nervo autonômico é acometido, pode surgir a neuropatia autonômica cardíaca (NAC) que será caracterizada pela perda da função parassimpática, ou disfunção simpática a longo prazo. Com a perda da função parassimpática, o paciente irá apresentar um aumento da frequência cardíaca em repouso.¹¹

Os danos a microvasculatura também podem afetar o cérebro, e essa é uma das hipóteses que explicam o alto índice de distúrbios emocionais na população com DM2, que tem duas vezes mais chances de desenvolver depressão que pessoas normoglicêmicas. As causas não são totalmente esclarecidas, mas sabe-se que sua patogenia é complexa e multifatorial, uma das hipóteses mais aceitas são os danos vasculares nas regiões frontais e subcorticais do cérebro, que são envolvidas na regulação do humor. Além disso, a depressão pode estar relacionada a vários determinantes como a obesidade, síndrome metabólica, disfunção sexual, pacientes dependentes de insulina, eventos hipoglicêmicos e hiperglicêmicos graves, além da progressão das complicações da neuropatia e nefropatia, por exemplo. A combinação da depressão com a DM reduz a qualidade de vida geral, aumenta o risco de complicações e reduz a expectativa de vida.^{12,13,14}

Em geral o tratamento propõe mudanças na alimentação, a prática frequente de exercícios físicos e o tratamento farmacológico, sendo a mudança do estilo de vida um dos maiores preditores de melhora. No entanto, a maneira com que o indivíduo percebe a doença pode fazer com que haja baixa adesão ao tratamento, o que também pode provocar alguns conflitos emocionais.¹⁵ Um tratamento interessante e que vem sendo bem utilizado nas últimas décadas é o *biofeedback*, que faz uso de instrumentos com o objetivo de fornecer feedback em tempo real sobre as respostas fisiológicas do paciente para que ele aprenda e altere o resultado. Os tipos mais comuns de medidas são da função e variabilidade da frequência cardíaca, respiração, ondas cerebrais, e atividade eletrodérmica.¹⁶ Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as repercussões de um treinamento com *biofeedback*

cardiovascular sobre o sistema nervosa autônomo, saúde mental e qualidade de vida de indivíduos com DM2.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo

Trata-se um ensaio clínico controlado e randomizado realizado pelo Laboratório de Plasticidade Neuromuscular do Departamento de Anatomia da UFPE em parceria com o Laboratório de Fisioterapia Cardiorrespiratória do Departamento de Fisioterapia da UFPE e com a Neuropsictronics Ltda. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética sob o CAAE 72119317.7.0000.5208, número do parecer 2.264.442 e publicado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) com o número de registro RBR-7xds2v.

Sujeitos

Os indivíduos foram recrutados através de ampla divulgação em redes sociais e no boletim informativo da UFPE (ASCOM). Os participantes foram agrupados, aleatoriamente, em grupo intervenção e grupo controle clinicamente equivalente. As avaliações ocorreram no início e no encerramento da intervenção proposta, por meio de aplicação de questionários (depressão, ansiedade, estresse e qualidade de vida) e exame de holter 24 horas.

As intervenções só foram iniciadas após a conclusão de todas as etapas avaliativas. O grupo intervenção foi submetido ao protocolo de treinamento utilizando um software de *biofeedback* cardiovascular com duração de oito semanas, enquanto o grupo controle não participou do programa de treinamento. Ao final do período de oito semanas, todos os participantes foram submetidos às mesmas avaliações iniciais.

Tamanho amostral

O cálculo do tamanho amostral foi realizado no programa *Statcal* do software Epiinfo 3.5.3. Para o cálculo foi realizado um estudo piloto envolvendo 5 pacientes distribuídos nos dois grupos do estudo, utilizando como base a variável Pnn>50 do exame de Holter 24 horas com efeito de 7,38, desvio padrão de 3,72, alfa de 5% e poder de 80%, sendo calculado um N de 4 participantes por grupo.

Randomização e alocação

A randomização dos participantes foi realizada de acordo com uma lista de números sequenciais, por meio do programa *Research Randomizer* (<https://www.randomizer.org/>), utilizando as palavras CONTROLE e *BIOFEEDBACK* CARDIOVASCULAR.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos no estudo: indivíduos com Diabetes *mellitus* tipo 2, de ambos os sexos, idade entre 50 a 75 anos; sedentários, sem história de doenças neurológicas, musculares ou reumáticas fora da etiologia da diabetes, que residiam na região do Grande Recife e que concordaram em participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os critérios de exclusão aplicados foram: angina instável, marca-passo, pneumopatias graves ou outras doenças limitantes como neoplasias, valvulopatias, demência avançada, aneurisma de aorta, insuficiência renal e insuficiência cardíaca descompensada. Foram excluídos também os indivíduos que apresentarem doenças ortopédicas e/ou neurológicas, além dos pacientes que apresentarem deficiências intelectuais que lhes restrinjam responder aos questionários e entenderem os jogos propostos.

Avaliação

O processo de avaliação foi constituído de: anamnese, aplicação de questionários, e exame com Holter 24 horas.

Anamnese

Na parte de anamnese da ficha foram coletados: dados de identificação pessoal; história clínica (hipertensão, complicações cardíacas, alterações neurológicas e alterações reumatológicas); história social (tabagismo, etilismo e prática de atividade física); independência funcional e limitações nas atividades de vida diária (AVDs); medicações em uso e história de quedas e fraturas. Posteriormente foram aferidos os sinais vitais (pressão arterial-PA, frequência cardíaca-FC e frequência respiratória-FR), mensurados a altura, o peso através da balança digital com antropômetro – Welmy modelo W300 (Brasil) com capacidade para 300 kilogramas (Kg), precisão de 50 gramas (g) e antropômetro com limite de 2 metros (m), e calculado o Índice de Massa Corporal (IMC).

Questionários

Inicialmente, a fim de assegurar o sedentarismo do paciente diabético incluído, foi aplicado o questionário internacional de atividade física (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ).¹⁷ O mesmo é composto de seis perguntas relacionadas ao tempo que o paciente gastou realizando atividade física na última semana. De acordo com as respostas cedidas, o paciente pode ser classificado como: sedentário, insuficientemente ativo, ativo e muito ativo.

Para a investigação do nível de ansiedade e de sintomas de depressão, foram utilizados os inventários de ansiedade e de depressão de Beck (IAB e IDB).¹⁸ No que se refere à verificação da presença de estresse psicológico crônico, foi feita a aplicação do inventário de sintomas de estresse de Lipp para adultos (ISSL).¹⁹

No IAB, as perguntas abordam tipicamente sintomas psicossomáticos: dormência e parestesia, palpitações, medo de morrer, nervosismo e dificuldade de respirar. É utilizada para medir a gravidade do nível de ansiedade do paciente. A escala consta de uma série de 21 questões de múltipla escolha, perguntas de auto-avaliação sobre a percepção de ansiedade por parte do paciente ao longo da semana anterior. Cada pergunta possui quatro alternativas de resposta: Não, Levemente, Moderadamente ou Severamente. A pontuação é zero quando a resposta for não, um ponto quando a resposta for levemente, dois pontos quando a resposta for moderadamente e três pontos quando a resposta for severamente. Após a somatória dos pontos de cada pergunta tem-se uma pontuação total de toda a Escala de Ansiedade de Beck, que deve ficar entre zero e sessenta e três: zero a sete pontos indica um nível mínimo de ansiedade, de oito a quinze pontos indica uma leve ansiedade, 16-25 pontos indica ansiedade moderada e 26-63 pontos indica ansiedade severa.

No IDB, que é um inventário de autoavaliação contendo 21 itens, as perguntas abordam sentimento de tristeza, depreciação, perda de perspectiva sobre oportunidades futuras, ressentimento, perda de interesse e prazer nas atividades diárias e relações humanas. Utiliza uma ferramenta de classificação em que cada item é posicionado em uma escala de quatro pontos, de 0 a 3, na qual zero (0) significa que não está apresentando sintomas, enquanto três (3) significa que está apresentando uma forma grave de sintomas. Após a finalização do teste deve-se somar todos os pontos para obter a sua pontuação total que deverá ser entre 0 e 63:

Pontuação de 0 a 13: nenhuma depressão; Pontuação de 14 a 19: depressão leve; Pontuação de 20 a 28: depressão moderada; Pontuação de 29 a 63: depressão grave. Os dois instrumentos podem ser utilizados em pacientes de 17 a 80 anos de idade, psiquiátricos ou não.

O ISSL procura identificar, de forma objetiva, a presença de sintomas de estresse, o tipo de sintoma existente (somático ou psicológico) e a fase atual: Alerta, na ocorrência de 7 (SETE) ou mais itens; Resistência, na ocorrência de 4 (quatro) ou mais dos itens; e quase Exaustão e Exaustão, na ocorrência de 9 (nove) ou mais itens.

A análise da qualidade de vida dos pacientes aconteceu pela apuração de dois questionários: o SF-36²⁰, que é composto por 36 itens, agrupados em oito dimensões de saúde: funcionamento do organismo, dor corporal, socialização, saúde mental, vitalidade, percepção geral da saúde, limitações causadas por problemas físicos e limitações por distúrbios emocionais, e tem o propósito de examinar a percepção do estado de saúde pelo próprio indivíduo. Todos os itens do questionário são classificados em escala de 0 a 100, no qual a pontuação zero corresponde a má percepção de saúde, ao contrário da pontuação máxima de cem. E o DQOL²¹, específico para paciente diabético, o qual contém 44 questões de múltipla escolha organizadas em quatro domínios: satisfação (15 questões), impacto (18 questões), preocupações sociais/vocacionais (7 questões) e preocupações relacionadas ao diabetes (4 questões). As respostas estão organizadas em uma escala Likert de 5 pontos. A satisfação está distribuída em uma escala de intensidade (1 = muito satisfeito; 2 = bastante satisfeito; 3 = médio satisfeito; 4 = pouco satisfeito; 5 = nada satisfeito). As respostas dos domínios de impacto e das preocupações estão distribuídas em uma escala de frequência (1 = nunca; 2 = quase nunca; 3 = às vezes; 4 = quase sempre; 5 = sempre) (15). Nessas escalas, quanto mais próximo a 1 estiver o resultado, melhor a avaliação da qualidade de vida.

Exame Holter 24 horas

No exame de Holter 24 horas para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), os indivíduos foram monitorados durante 24 horas utilizando o aparelho de gravação Cardio Light da marca Cardios. A colocação dos canais do gravador foi realizada por fisioterapeutas treinados nas localizações determinadas no tórax. Toda preparação e as orientações aos pacientes foram realizadas no Laboratório de Fisioterapia Cardiorrespiratória da UFPE, onde encontra-se disponível

o Software CardioNet[®] para carregamento e envio dos exames gravados após as 24 horas de coleta.

Intervenção: Protocolo de Biofeedback cardiovascular

O protocolo de treinamento com *biofeedback* cardiovascular aconteceu em três sessões semanais com duração de 50 minutos cada sessão por oito semanas, totalizando vinte horas de treinamento, com a utilização do *software cardioEmotion Home* – NPTNEUROPSICOTRONICS LTDA.²⁵ que foi desenvolvido para que os sujeitos alcancem o estado de coerência cardíaca durante o treinamento por meio de nove jogos interativos, dos quais quatro foram selecionados para serem aplicados: 1. Início, 4. Criação, 7. Renovação, 8. Aconchego. Foi permitida a reposição de falta por 5 dias consecutivos após a data prevista para finalização do protocolo de treinamento.

O protocolo foi aplicado em uma sala reservada no departamento de Fisioterapia da UFPE que possui uma mesa redonda acompanhada de duas cadeiras acolchoadas em iluminação e temperatura controladas. Durante a sessão só permaneceram na sala o participante e a terapeuta pesquisadora.

Em cada jogo aplicado acompanha-se no canto esquerdo da tela do computador uma barra vertical com uma bolinha branca móvel, à medida que a bolinha sobe o participante será incitado a inspirar, no ritmo do deslocamento da bolinha. Quando a bolinha está descendo é solicitado a ele então, uma expiração. Recomenda-se realizar a respiração diafragmática, a qual é orientada e treinada antes da primeira sessão do protocolo e solicitada a realização desse padrão respiratório diariamente por cinco minutos nas posições de decúbito dorsal e sentada.

A barra vertical muda de coloração interna, conforme o estado de coerência cardíaca alcançada pelo usuário, em vermelha (ausência total de sincronia do ritmo sinusal), azul (ritmo sendo alcançado) e verde (perfeita coerência cardíaca). Tal conformidade é administrada pela aferição da frequência cardíaca do participante através de um sensor colocado no lobo da orelha direita.

Além do feedback visual dessa barra vertical, ocorre também um feedback auditivo diferenciado, de acordo com a coloração apresentada na barra, a cada batida da bolinha branca na extremidade superior e inferior da barra.

Outro importante feedback visual é a animação do próprio jogo interativo. A partir do alcance da coerência cardíaca, também apresentada na coloração interna da barra vertical, modificam-se os eventos ilustrados na tela do notebook. Por exemplo:

No jogo 1. Início, quando a barra está verde, o monge que até então estava sentado tentando meditar, observa-se uma levitação do monge além de vários raios luminosos saindo do seu peito. Ocorre ainda um incentivo maior para concentração e permanência no estado de coerência cardíaca, pois quanto mais tempo consegue-se manter a barra verde, elementos novos aparecem na tela.

Análise estatística

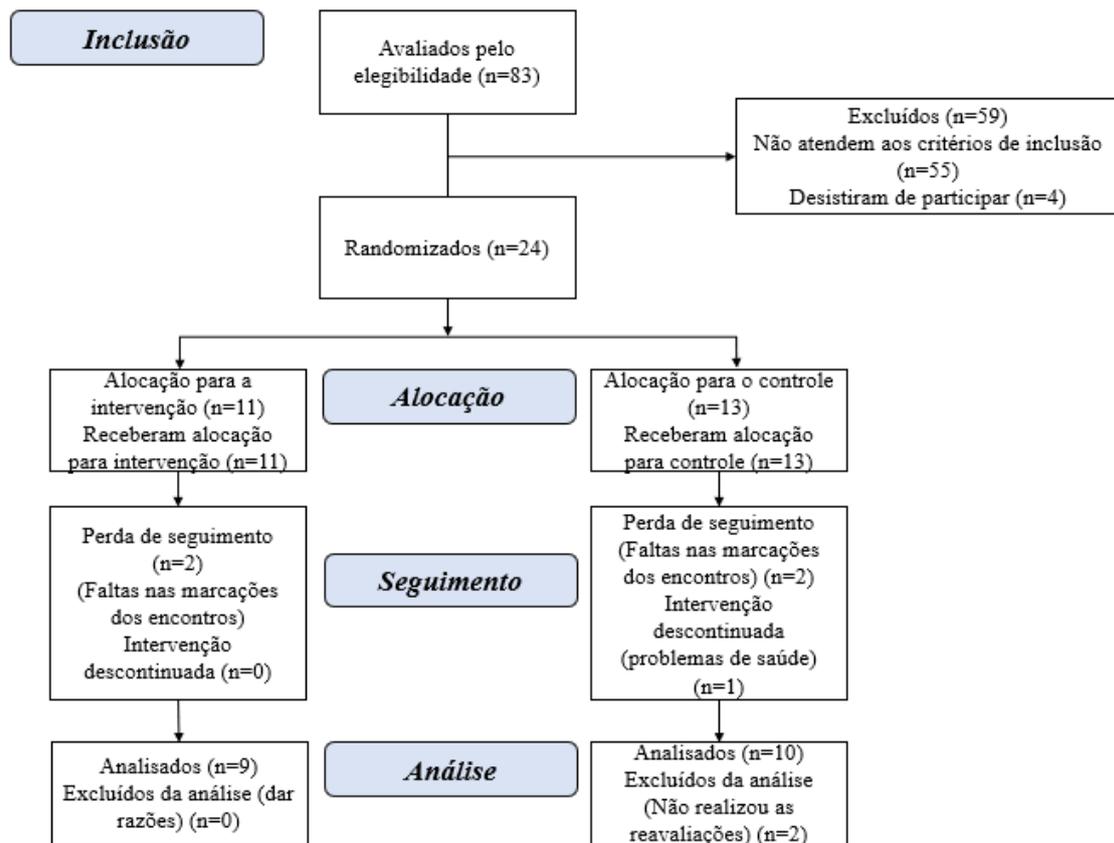
A análise descritiva para as variáveis numéricas foi representada em valores de média e desvio padrão (DP), e para as variáveis categóricas em frequências relativas (%). Inicialmente, foi realizada a análise de inspeção visual de histogramas e teste de normalidade (*Shapiro-Wilk*) para determinar a distribuição dos dados. Diferenças entre grupos no baseline para os diferentes desfechos foram avaliadas por meio do teste t independente ou *Mann-Whitney*.

As comparações grupo, tempo e interação grupo*tempo estão representadas em média e desvio padrão. Significância nos fatores também foram apresentados com as diferenças médias e seus respectivos intervalos de confiança a 95% (IC95%). Previamente à comparação dos dados, foram observadas a distribuição dos dados pela análise gráfica Q-Q *plot* e teste de *Shapiro-Wilk* e homogeneidade das variâncias pelo teste de *Levene*. Foi utilizado o teste ANOVA com medidas repetidas. Nos casos de significância em múltiplas comparações, foi aplicado o pós-teste de *Bonferroni*. Diferenças foram consideradas significantes quando $p < 0,05$. O software SPSS versão 22 (IBM SPSS Corporation, New York, USA) foi utilizado para essas análises.

RESULTADOS

Dezessete participantes concluíram as análises propostas, conforme ilustrado no fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Fluxograma CONSORT compreendendo os quatro estágios de um estudo clínico controlado.



A tabela A aponta os dados antropométricos e clínicos da amostra, por grupo. O perfil da amostra era predominantemente feminino. Todos os sujeitos eram hipertensos e em sua grande maioria, inativos fisicamente. Aproximadamente metade dos sujeitos apresentavam o diagnóstico de diabetes mellitus há mais de 20 anos. O GC apresentou 37,5% de sua amostra como insulino dependente, enquanto que para o GTB a ocorrência foi em 55,6% dos casos.

Tabela A. Características antropométricas e clínicas dos grupos na linha de base (n=17). §

Variáveis	GTB (n=9)	GC (n=8)
Idade (anos)	62,75±5,34	59,11±6,90
Sexo, n (%)		
Feminino	6 (66,7)	6 (75,0)
Masculino	3 (33,3)	2 (25,0)
Massa corporal (kg)	73,13±12,49	75,67±7,28
Estatura (m)	1,58±0,11	1,62±0,12
IMC (kg/m²)	29,34±3,11	28,95±2,81
Tempo de DM, n (%)		
≥ a 5 anos	2 (22,2)	1 (12,5)
≥ a 10 anos	2 (22,2)	3 (37,5)
≥ a 20 anos	5 (55,6)	4 (50,0)
IPAQ, n (%)		
Inativo	6 (66,7)	6 (75,0)
Insuficientemente ativo	3 (33,3)	2 (25,0)
HAS, n (%)		
Sim	9 (100,0)	8 (100,0)
Não	0 (0,0)	0 (0,0)
Insulinodependente, n (%)		
Sim	5 (55,6)	3 (37,5)
Não	4 (44,4)	5 (62,5)

Legenda: GTB – Grupo Treino *Biofeedback*; GC – Grupo Controle; IMC – Índice de Massa Corporal; DM – Diabetes Mellitus; HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica; IPAQ – Questionário Internacional de Atividade Física.

§ Valores representados em média ± desvio padrão, frequência absoluta e relativa (%)

A tabela B a seguir representa a comparação dos grupos no baseline (pré-intervenção). As variáveis que não apresentaram similaridade no momento inicial ($p < 0,05$) foram as respostas obtidas nos questionários sobre o estado de alerta, resistência e exaustão pelo LIPP. Para as demais variáveis, os grupos mantiveram-se semelhantes no momento inicial.

Tabela B. Média (m) e desvio padrão (DP) dos grupos intervenção com *biofeedback* cardiovascular (GTB) e controle (GC) no baseline.

Desfechos	GTB (n=9)	GC (n=8)	Valor de p
DQoL	108,00±29,19	114,50±25,44	0,634
Ansiedade	13,22±10,64	20,00±18,44	0,370
Depressão	13,44±10,42	11,25±4,27	0,588
Alerta	2,44±1,74	5,50±3,74	0,044*
Resistência	5,22±3,59	8,63±2,39	0,039*
Exaustão	4,44±4,48	12,00±4,34	0,006*
NNs	102278,44±22582,62	108592,63±16643,63	0,673
NN médio	838,11±172,01	773,13±95,06	0,743
SDNN	106,22±36,88	112,63±17,64	0,541
SDANN	95,00±34,39	103,13±17,06	0,423
SDNNIDX	42,11±19,85	41,13±16,15	0,888
NNNs	100775,67±23358,48	107220,63±17680,34	0,673
RMSSD	33,78±18,59	30,13±20,66	0,815
TINN	370,28±87,85	471,11±94,63	0,074
pNN>50	9,15±8,56	6,73±10,27	0,673
FC mín	54,22±10,77	56,88±5,64	0,606
FC méd	74,78±14,33	79,38±9,88	0,673
FC máx	111,4±21,51	130,13±23,29	0,106
Capacidade funcional	64,44±22,56	47,50±21,88	0,252
Limitação física	38,89±39,75	46,88±47,13	0,921
Dor	46,67±17,38	39,88±23,09	0,611
Estado geral de saúde	39,89±14,93	41,25±18,08	0,402
Vitalidade	56,11±9,61	53,75±10,94	0,820
Aspectos sociais	68,06±17,80	64,06±30,94	0,274
Limitação emocional	48,15±44,45	37,50±45,21	0,606
Saúde mental	63,11±11,62	55,50±15,03	0,218

Legenda: FC – Frequência Cardíaca (bpm) * significância estatística com $p < 0,05$.

A comparação intra e intergrupos dos desfechos avaliados por meio de questionários (DQoL, sinais e sintomas de ansiedade e depressão e avaliação do estado de alerta, resistência e exaustão) encontram-se na tabela C. Com relação à DQoL, não foi possível observar diferenças significativas para o efeito entre grupos ($F=0,07$; $p= 0,790$), entre avaliações ($F=2,57$; $p=0,129$). Assim como, a partir dos dados obtidos por meio do questionário de Beck, não foram detectados efeitos significativos entre grupos ($F=0,983$; $p= 0,337$) para o estado de ansiedade; e entre grupos ($F=0,01$; $p= 0,923$) para sinais e sintomas de depressão.

Com relação ao LIPP, especificamente do domínio “Alerta”, a análise de variância apontou diferença significativa entre grupos ($F=5,95$; $p= 0,028$). O domínio “Resistência” não apresentou diferenças significativas entre grupos ($F=1,99$; $p= 0,179$). No entanto, efeitos da interação entre grupo e tempo foram observados ($F=6,80$; $p=0,020$). Tal interação aponta que o GC apresentou 2,13 pontos a menos no momento pós-intervenção [IC95%= (0,53 a 3,72); $p=0,012$] comparado ao momento pré-intervenção. Além disso, no momento pré-intervenção, o GTB apresentou uma diferença média de -3,40 pontos [IC95%= (-6,61 a -0,20); $p=0,039$] comparado ao GC (Tabela C).

O domínio “Exaustão” apresentou efeitos de grupo ($F=8,76$; $p= 0,046$) e interação (significativos ($F=4,73$; $p=0,046$). Efeitos significativos do tempo não foram observados ($F=3,31$; $p=0,089$). Especificamente, o efeito do grupo aponta que o GTB apresentou uma diferença de -6,19 pontos [IC95%= (-10,66 a -1,73); $p=0,01$], comparado ao GC. A interação aponta também que no momento pré-intervenção o GTB apresentou uma diferença de -7,56 pontos [IC95%= (-12,13 a -2,98); $p=0,003$] comparado ao GC; e no momento pós-intervenção essa diferença foi de -4,83 pontos [IC95%= (-9,57 a -0,09); $p=0,046$] (Tabela C).

Tabela C. Média e desvio padrão entre os grupos intervenção com *biofeedback* cardiovascular (n=9) e controle (n=8) e comparação dos efeitos de grupo, tempo e interação para os desfechos psicossociais.

	GTB_pré	GTB_pós	GC_pré	GC_pós	G	T	G*T
DQoL	108,00±29,19	105,67±23,64	114,50±25,44	105,25±16,46	0,790	0,129	0,353
Ansiedade	13,22±10,64	11,11±10,34	20,00±18,44	16,50±13,23	0,337	0,210	0,750
Depressão	13,44±10,42	9,78±7,12	11,25±4,27	12,63±5,32	0,923	0,373	0,062
Alerta	2,44±1,74	3,00±2,59	5,50±3,74	5,38±2,67	0,028*	0,773	0,650
Resistência	5,22±3,59	5,78±4,02	8,63±2,39	6,50±2,14	0,179	0,148	0,020*
Exaustão	4,44±4,48	4,67±4,06	12,00±4,34	9,50±5,09	0,046*	0,089	0,046*

Legenda: GTB – Grupo Treino *Biofeedback*; GC – Grupo Controle; G – valor de p para o efeito entre grupos; T – valor de p para o efeito do tempo; G*T – valor de p para o efeito da interação entre grupo e tempo. * significância estatística, p<0,05

Tabela D. Média e desvio padrão entre os grupos intervenção com *biofeedback* cardiovascular (n=9) e controle (n=8) e comparação dos efeitos de grupo, tempo e interação para os desfechos de variabilidade da frequência cardíaca.

	GTB_pré	GTB_pós	GC_pré	GC_pós	G	T	G*T
NNs	102278,44±22582,62	94690,11±15740,81	108592,63±16643,63	105879,25±14642,39	0,301	0,090	0,405
NN médio	838,11±172,01	874,22±143,69	773,13±95,06	803,25±111,83	0,303	0,068	0,861
SDNN	106,22±36,88	116,67±46,82	112,63±17,64	113,50±17,89	0,917	0,266	0,344
SDANN	95,00±34,39	106,89±47,35	103,13±17,06	106,25±18,12	0,800	0,251	0,497
SDNNIDX	42,11±19,85	45,89±14,16	41,13±16,15	37,75±8,58	0,534	0,927	0,117
NNNs	100775,67±23358,48	92736,67±18184,66	107220,63±17680,34	104816,75±15301,38	0,303	0,120	0,387
RMSSD	33,78±18,59	38,44±17,52	30,13±20,66	24,50±14,76	0,319	0,808	0,018*
TINN	370,28±87,85	447,86±122,13	471,11±94,63	483,23±93,39	0,112	0,128	0,258
pNN>50	9,15±8,56	10,29±8,36	6,73±10,27	3,77±5,93	0,277	0,391	0,066
FC mín	54,22±10,77	49,56±9,09	56,88±5,64	53,88±7,08	0,393	0,005*	0,481
FC méd	74,78±14,33	70,89±10,65	79,38±9,88	76,88±9,29	0,332	0,055	0,657
FC máx	111,4±21,51	115,78±20,19	130,13±23,29	126,13±13,02	0,125	0,965	0,284

Legenda: GTB – Grupo Treino *Biofeedback*; GC – Grupo Controle; FC – Frequência Cardíaca; G – valor de p para o efeito entre grupos; T – valor de p para o efeito do tempo; G*T – valor de p para o efeito da interação entre grupo e tempo. * significância estatística, p<0,05.

A tabela D representa os dados da VFC avaliados pelo método Holter, nos grupos *biofeedback* cardiovascular e controle e nos dois momentos avaliados. De forma geral, não foi possível observar efeito da intervenção (avaliação entre grupos) para as variáveis. Com relação às mensurações de frequência cardíaca, a FCmín não apresentou efeitos significativos para o grupo ($F=0,77$; $p=0,393$) e interação ($F=0,52$; $p=0,481$), mas foi observado diferenças significativas do efeito do tempo ($F=11,05$; $p=0,005$). Houve uma mudança da FCmín de, em média 3,83bpm [IC95%= 1,38 a 6,29; $p=0,005$] entre o momento pré e pós-intervenção, ou seja, independente do grupo a FCmín na primeira avaliação foi inferior à segunda avaliação. Para as demais medidas de frequência cardíaca não foram observadas diferenças significativas (Tabela D).

Tabela E. Média e desvio padrão entre os grupos intervenção com *biofeedback* cardiovascular (n=9) e controle (n=8) e comparação dos efeitos de grupo, tempo e interação para os diferentes domínios do questionário SF-36.

	GTB_pré	GTB_pós	GC_pré	GC_pós	G	T	G*T
Capacidade funcional	64,44±22,56	65,56±20,68	50,0±27,39	47,50±21,88	0,154	0,826	0,569
Limitação por aspectos físicos	38,89±39,75	69,44±42,89	43,75±43,81	46,88±47,13	0,622	0,254	0,166
Dor	46,67±17,38	60,44±16,50	40,75±28,84	39,88±23,09	0,143	0,312	0,253
Estado geral de saúde	39,89±14,93	50,11±16,53	47,75±22,31	41,25±18,08	0,950	0,631	0,044*
Vitalidade	56,11±9,61	58,89±8,94	57,50±14,88	53,75±10,94	0,690	0,869	0,279
Aspectos sociais	68,06±17,80	87,50±17,68	57,81±19,98	64,06±30,94	0,035*	0,123	0,414
Limitação por aspectos emocionais	48,15±44,45	85,18±29,39	37,50±37,53	37,50±45,21	0,056	0,176	0,176
Saúde mental	63,11±11,62	76,44±15,55	54,00±17,37	55,50±15,03	0,022*	0,104	0,188

Legenda: GTB – Grupo Treino *Biofeedback*; GC – Grupo Controle; G – valor de p para o efeito entre grupos; T – valor de p para o efeito do tempo; G*T – valor de p para o efeito da interação entre grupo e tempo. * significância estatística, p<0,05.

A tabela E representa a comparação intra e intergrupos de cada domínio avaliado no questionário SF-36. O domínio “capacidade funcional” não apresentou efeitos significativos de grupo, assim como o domínio “limitação por aspectos físicos”, o domínio “dor”, o domínio “vitalidade” e o domínio “limitação por aspectos emocionais”. O domínio “estado geral de saúde” não apresentou efeito significativo do grupo ($F=0,01$; $p=0,950$), nem do tempo ($F=0,24$; $p=0,631$), mas foi observado efeito de interação ($F=4,84$; $p=0,044$), no entanto quando aplicado o pós-teste, o mesmo não apresentou diferenças significativas ($p>0,05$) para todas as interações possíveis entre grupo e tempo.

O domínio “aspectos sociais” apresentou efeito significativo do grupo ($F=5,38$; $p=0,035$), sendo uma diferença média entre GTB e GC de 16,84 pontos (IC95%=1,37 a 32,32; $p=0,035$). Assim como, diferença entre grupos foi significativa para o domínio “saúde mental” ($F=6,57$; $p=0,022$), no qual o GTB apresentou uma diferença média de 15,03 pontos (IC95%=2,52 a 27,53; $p=0,022$) quando comparado ao GC. Tais dados indicam que o GTB relatou maior pontuação nesses domínios comparados ao GC.

Além disso, foi realizada uma análise de distribuição de frequência com as pontuações do DQOL, A-BECK, B-DECK E LIPP dos participantes do grupo intervenção. Para o teste de normalidade dos valores do questionário e inventários foi utilizado o Teste de Shapiro-Wilk, no qual a análise comparativa pré e pós-intervenção foi feita através do Teste de Wilkson não obtendo diferenças significativas.

A partir da análise da distribuição percentual do questionário, inventários e escala verificou-se na análise da qualidade de vida aumento de 11,1% de escores menores dos 100 pontos (Tabela F), o que se relaciona com uma melhor percepção de qualidade de vida. Em relação à presença de sintomas de estresse não foram observadas diferenças estatísticas na fase de alerta, resistência e exaustão, antes e após o treinamento com BCV (Tabela G).

Tabela F. Valores da análise de qualidade de vida pré e pós-intervenção.

Indivíduos	DQOL ANTES		DQOL DEPOIS	
	Valores	%	Valores	%
1	110	11,1	96	11,1
2	133	11,1	128	11,1
3	107	11,1	101	11,1
4	53	11,1	59	11,1
5	110	11,1	120	11,1
6	78	11,1	83	11,1
7	123	11,1	123	11,1
8	105	11,1	110	11,1
9	153	11,1	131	11,1

Legendas: Número de participantes = 9. Valores de referência para análise da qualidade de vida (DQOL): 0 – 220 pontos. Quanto menor a pontuação melhor é a percepção da qualidade de vida.

Tabela G. valores da análise da qualidade de vida e nível de estresse pré e pós-intervenção.

INDIVÍDUOS	LIPP-A ANTES		LIPP-A DEPOIS		LIPP-R ANTES		LIPP-R DEPOIS		LIPP-E ANTES		LIPP-E DEPOIS	
	ALERTA		ALERTA		RESISTÊNCIA		RESISTÊNCIA		EXAUSTÃO		EXAUSTÃO	
	Valores	%	Valores	%	Valores	%	Valores	%	Valores	%	Valores	%
1	0	11,1	1	11,1	5	11,1	6	11,1	3	11,1	2	11,1
2	5	11,1	4	11,1	8	11,1	12	11,1	8	11,1	8	11,1
3	1	11,1	1	11,1	2	11,1	2	11,1	2	11,1	0	11,1
4	3	11,1	3	11,1	6	11,1	5	11,1	4	11,1	7	11,1
5	1	11,1	0	11,1	5	11,1	1	11,1	3	11,1	2	11,1
6	3	11,1	6	11,1	1	11,1	2	11,1	1	11,1	2	11,1
7	1	11,1	2	11,1	3	11,1	6	11,1	1	11,1	3	11,1
8	4	11,1	2	11,1	4	11,1	6	11,1	3	11,1	5	11,1
9	4	11,1	8	11,1	13	11,1	12	11,1	15	11,1	13	11,1

Legendas: Número de participantes = 9. Valores de referência para análise da escala de estresse de LIPP: Na fase de alerta (presença de 7 ou mais sintomas); na fase de resistência (presença de 4 ou mais sintomas) e na fase de exaustão (presença de 9 ou mais sintomas).

Quando analisado os valores percentuais dos aspectos de ansiedade e depressão pelos inventários de Beck, houve redução de 11,1% no nível de ansiedade moderada e de 11,1% para 0% nos níveis de depressão leve e grave, após o treinamento com BCV (Tabela H).

Tabela H. Distribuição dos valores e percentuais das avaliações de sintomas de ansiedade e depressão nos participantes, antes e após o treinamento com BCV.

Indivíduos	A-BECK ANTES		A-BECK DEPOIS		D-BECK ANTES		D-BECK DEPOIS	
	Valores	%	Valores	%	Valores	%	Valores	%
1	7	11,1	3	11,1	21	11,1	5	11,1
2	11	11,1	13	11,1	16	11,1	10	11,1
3	11	11,1	3	11,1	5	11,1	3	11,1
4	8	11,1	4	11,1	10	11,1	9	11,1
5	5	11,1	3	11,1	10	11,1	6	11,1
6	21	11,1	22	11,1	10	11,1	9	11,1
7	1	11,1	9	11,1	2	11,1	6	11,1
8	19	11,1	10	11,1	10	11,1	13	11,1
9	36	11,1	33	11,1	37	11,1	27	11,1

Legendas: Número de participantes = 9. Valores de referência para análise dos inventários de ansiedade (A-BECK): 0 – 7 (NÍVEL MÍNIMO DE ANSIEDADE); 8 – 15 (ANSIEDADE LEVE); 16 – 25 (ANSIEDADE MODERADA); 26 – 63 (ANSIEDADE SEVERA) e de depressão (D-BECK): 0 – 13 (NÍVEL MÍNIMO DE DEPRESSÃO); 14 – 19 (DEPRESSÃO LEVE); 20 – 28 (DEPRESSÃO MODERADA); 29 – 63 (DEPRESSÃO GRAVE).

DISCUSSÃO

Com o aumento da prevalência global do DM2, tem sido observado diagnósticos precoces da doença, o que faz com que as mulheres em idade reprodutiva sejam mais afetadas.²⁶ A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), realizada em 2013, estimou que 6,2% da população brasileira com 18 anos de idade ou mais teve diagnóstico de diabetes, destes 7% eram mulheres e 5,4% homens.²⁷ A diabetes mellitus gestacional (DMG) é um grande fator de risco para desenvolvimento da DM2. Estima-se que 20-50% das mulheres que apresentam DMG evoluam para a DM2 nos

10 anos seguintes.²⁸ Além disso, existem evidências de que a menarca em idade precoce está associada a um pior controle glicêmico e risco maior de desenvolver a DM2.²⁶ Nosso estudo dispôs de um total de 9 pessoas no grupo intervenção, dos quais 66,7% eram do sexo feminino, confirmando a alta prevalência nesta população, o mesmo ocorreu no GC onde 75,0% dos indivíduos eram mulheres. Admite-se que tal observação pode estar relacionadas com questões culturais e socioeconômicas regionais.

Outro fator de risco, e um dos mais frequentes para o desenvolvimento do DM2 é a obesidade. São considerados obesos indivíduos que apresentem um índice de massa corporal (IMC) $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ em adultos e $> 27 \text{ kg/m}^2$ em idosos. Embora um IMC $> 25 \text{ kg/m}^2$ já esteja associado ao aumento do risco de DM2.²⁷ A obesidade está associada a perturbação do metabolismo da glicose, e aumento do metabolismo cardíaco, que aumenta o risco de doenças cardiovasculares.²⁹ Gomes et al.³⁰ em um estudo observacional com 2510 pacientes de 10 cidades brasileiras, com idade de $58,8 \pm 11,6$ anos e tempo de diagnóstico clínico de DM de $9,0 \pm 7,3$ anos com uma prevalência de 61% de indivíduos do sexo feminino, relatou uma média do IMC de $28,3 \pm 5,2 \text{ kg/m}^2$, destes 948 (42,1%) tinham sobrepeso e 741 (32,9%) eram obesos, observando um total de 74,1% de toda a amostra de indivíduos com sobrepeso ou obesos. A maior prevalência de obesidade foi na região sul e sudeste comparada a região nordeste, ainda foi observado que as pacientes do sexo feminino apresentaram maior IMC e maior prevalência de obesidade. No presente estudo os indivíduos do GTB apresentaram uma média de IMC de $29,43 \pm 3,11$ com uma massa corporal média de $73,13 \pm 12,49 \text{ Kg}$ e estatura de $1,58 \pm 0,11$, evidenciando sobrepeso com um limiar próximo a obesidade.

A duração do DM pode levar a sérias complicações se a doença se estender por muito tempo. Aproximadamente 50% dos pacientes com DM2 podem desenvolver a neuropatia diabética após 10 anos de duração da doença, sendo esta, a complicação microvascular mais comum neste tipo de diabetes.⁹ KHAN et al.¹⁴ observou que os níveis de ansiedade e depressão também estão envolvidos a fatores como a neuropatia e nefropatia dolorosa, assim como ao maior tempo de duração da DM. Um estudo multicêntrico com 259 indivíduos Venuraju et al.³¹ analisou a duração da DM2 e da PA sistólica como determinantes de estenose coronária, os participantes tinham idade média de 62.0 anos, IMC de 28.4 e duração média da diabetes de 13 anos. O estudo concluiu que a combinação entre uma duração $> 10,5$ anos de DM2 e

PAS \geq 140mmHg está associado a um alto risco de doença arterial coronariana (DAC) assintomática, assim como efeitos adversos de comorbidades cardiovasculares (CV). Observamos em nossa amostra uma predominância de 55,6% do GTB que conviviam com o diabetes a 20 anos ou mais, a predominância de maior tempo também ocorreu no GC, onde 50% se apresentavam diabéticos a 20 anos ou mais.

Outro fator de risco modificável é o sedentarismo, que pode levar a consequências graves e aumento do risco de DM, hipertensão e mortalidade. É caracterizado por um gasto energético \leq 1,5 METs.^{32,33} Os portadores do DM2 geralmente estão abaixo do nível recomendado de atividade física. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente metade da população brasileira não se exercita, isso faz com que o Brasil ocupe a 5ª posição mundial de países com maior número de sedentários. Com o avançar da idade a prevalência do sedentarismo aumenta progressivamente, na população de 15 a 19 anos, 32,7% são sedentários, já entre aqueles entre 65 a 74 anos, 64,4% são sedentários, estando na região norte e nordeste o maior número de sedentários do país.^{27,34} Através do questionário internacional de atividade física (IPAQ), constatamos que nem o GTB nem o GC tiveram níveis de atividade física aceitável no presente estudo, sendo 66,7% inativos e 33,3% insuficientemente ativos no GTB, valores parecidos também foram observados no GC.

O tipo 2 do diabetes pode coexistir com diversas comorbidades associadas, dentre elas está a hipertensão. Na América Latina a hipertensão é responsável por 1,6 milhões de mortes anualmente devido a doença cardiovascular (DCV), dos quais quase 1/3 morrem antes dos 70 anos. A prevalência da hipertensão descontrolada se dá principalmente em pessoas com baixos níveis educacionais, que tenham sobrepeso e obesidade, fatores estes que também estão associados ao rápido aumento do DM2.³⁵ A coexistência de DM2 e hipertensão está associado a um risco de 2 a 4 vezes maior de doença cardiovascular, doença renal terminal e morte, em comparação com adultos normoglicêmicos.³⁶ Existem vários mecanismos patogênicos que tentam explicar a associação entre diabetes mellitus e hipertensão, alguns autores defendem que seja mediado pelo sistema adrenérgico, que inclui o controle do sistema renina-angiotensina-aldosterona.³⁷ A associação da HAS com o DM2 obteve predominância absoluta em nosso estudo, sendo 100% dos dois grupos estudados de indivíduos hipertensos.

Sabe-se que o DM2 se dá principalmente devido à resistência à insulina, a deficiência na secreção de hormônios insulínicos e ao aumento da produção hepática de glicose devido a glicogenólise e gluconeogenesis, estando fatores genéticos e ambientais envolvidos na patogênese. A medida que a sensibilidade a insulina vai se deteriorando progressivamente, as células β pancreáticas aumentam a secreção de insulina e levam a hiperinsulemia compensatória, quando esse mecanismo falha em reduzir o nível de glicemia, o pâncreas acaba sendo exposto a vários estresses, que podem levar a disfunções nas células β . Assim, acabam surgindo algumas complicações diabéticas graves, como a retinopatia, nefropatia, cegueira, dependência de diálise e amputação. Como a deterioração das células β se dá com o tempo, o tratamento inicial para o DM2 geralmente não envolve terapia com insulina, a insulino terapia normalmente só é utilizada em fases em que a doença progride e a produção de insulina é insuficiente.³⁸ A terapia com insulina no DM2 é significativamente diferente daquela usada para tratar pessoas com diabetes tipo 1, o tratamento frequentemente se inicia com insulina basal e é direcionado ao controle da glicemia em jejum.³⁹ Os insulino dependentes do nosso estudo foram de 55,6%, havendo leve predominância sobre os que não usam a insulina, curiosamente a taxa de indivíduos que apresentam a DM a 20 anos ou mais também é de 55,6%. Visto que o maior tempo de DM está associado a maior deterioração das células β e conseqüente necessidade de insulina,³⁸ podemos sugerir uma forte correlação entre os achados numéricos, sendo o tempo de DM e a insulino dependência diretamente proporcionais.

O *biofeedback* cardiovascular (BCV) é definido como um sistema de retroalimentação, permitindo que o paciente desenvolva consciência, confiança e aumento do controle voluntário de seus processos fisiológicos.⁴⁰ Existem variados tipos de instrumentos, o *biofeedback* da VFC, conhecido como HRV (Heart Rate Variability), é um dos mais confiáveis quando se diz respeito ao SNA. Ele é capaz de quantificar o índice de expressão emocional a partir da interação entre sistema nervoso simpático (SNS) e sistema nervoso parassimpático (SNP). A sessão consiste basicamente em treinar a respiração a taxas mais lentas do que o normal, ao mesmo tempo em que se observa a tela do computador e por conseqüência o ritmo cardíaco. Esse procedimento leva a autorregulação dos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo e redução dos efeitos do estresse.^{41,42}

Isso acontece, pois o batimento cardíaco e a respiração estão estreitamente associadas, e o sucesso do *biofeedback* HRV depende do treinamento da respiração. À medida que diminuimos conscientemente nossa frequência respiratória, em dado momento o batimento cardíaco entrará em sincronia com a respiração, com o coração acelerando na fase de inspiração e desacelerando na fase de expiração. Quando o indivíduo alcança esse estado, sua eficiência cardiorrespiratória é máxima, e as consequências serão diminuição da taxa média do batimento cardíaco, aumento de sua variabilidade, e aumento da coerência psicofisiológica, sendo este último indicador de equilíbrio entre os sistemas simpático e parassimpático. Na sociedade atual a maioria das pessoas tem o SNS mais ativado que o SNP, o que pode acarretar sintomas de estresse e hiperatividade. Com a prática da respiração lenta e compassada, é possível aumentar o equilíbrio interno, que é a base do *biofeedback*.⁴² O estudo de revisão de Lantyer et al.⁴¹ analisou os efeitos do *biofeedback* sobre os transtornos relacionados ao estresse e a ansiedade. A revisão foi composta por 29 artigos dos quais aproximadamente 86.3% demonstraram eficácia na utilização do *biofeedback* como recurso terapêutico na ansiedade, no estresse e em transtornos relacionados.

O inventário de sintomas de estresse desenvolvido por Lipp, o qual leva o mesmo nome, avalia os índices de alerta, resistência e exaustão, além do tipo de sintoma mais frequente, sendo físico ou psicológico.⁴³ Em nosso estudo foram observadas mudanças estatisticamente significativas sobre os índices de “resistência” e “exaustão” no LIPP, ($p=0,020$) e ($p=0,046$) respectivamente. Apesar dos achados terem significância estatística, principalmente nos efeitos de interação entre grupo e tempo, não podemos afirmar que houve melhora nos níveis de estresse após a intervenção, pois os valores na pré-intervenção apontam que os grupos iniciaram de forma distinta, apresentando valores para “resistência” de $5,22\pm 3,59$ no GTB e $8,63\pm 2,39$ no GC com ($p=0,039$), e exaustão de $4,44\pm 4,48$ no GTB e $12,00\pm 4,34$ no GC com ($p=0,006$). Corroborando a isto, se comparamos os valores da pré e pós intervenção do GTB não teremos efeitos significativos, na “resistência”, por exemplo, não houve diferença estatística no antes e depois do grupo, provavelmente a diferença estatística da interação entre grupo e tempo se deu através do GC que teve diminuição de 2,13 pontos na pós-intervenção, o mesmo ocorreu na “exaustão”. Apesar disso, o índice de ansiedade teve diferença estatisticamente positiva, apresentando um valor

de $13,22 \pm 10,64$ na pré-intervenção e $11,11 \pm 10,32$ na pós intervenção, com diferença média de $-2,72$ pontos ($p=0,028$) comparado ao GC.

A qualidade de vida (QV) é considerada um aspecto importante em pacientes com doenças crônicas, pois baixos índices de QV estão associados a falta de mobilidade que acarretará baixos níveis de exercício e/ou saúde mental.⁴⁴ Desde que foi decidido pela OMS que a saúde não é apenas a ausência de doença, mas sim um completo bem estar físico, mental e social, a QV tem sido bastante importante na prática clínica e nos cuidados a saúde.⁴⁵ Dentre as avaliações da QV destaca-se o questionário padronizado Short Form Health Survey 36 (SF-36), que é capaz de identificar diferenças clínicas e socialmente relevantes no âmbito da saúde da população em geral e daqueles que são acometidos por alguma doença. O SF-36 é composto por 36 perguntas que resultarão em um score, onde as pontuações mais altas indicam melhor estado de saúde.⁴⁶

O estudo de Hallman et al.⁴⁷, analisou os efeitos do *biofeedback* HRV em indivíduos com dor crônica na cervical relacionada ao estresse. Sua amostra foi composta por 24 indivíduos, e as análises de qualidade de vida foram feitas através do SF-36. Após o protocolo foram observados aumento da SDNN em repouso e melhoras nos subíndices de vitalidade ($p=0,005$), função social ($p=0,047$) e dor ($p=0,009$) do SF-36. Em nosso estudo os subíndices que obtiveram diferença estatisticamente significativas foram os de “estado geral da saúde”, “aspectos sociais” e de “saúde mental”. O domínio de “estado geral da saúde” foi observado efeito significativo de interação ($p=0,044$), no entanto ao ser aplicado o pós-teste, o mesmo não alcançou diferenças significativas. O domínio de “aspectos sociais” apresentou efeito significativo entre grupos ($p=0,035$), no GTB foi observado valor de $68,06 \pm 17,80$ na pré-intervenção e $87,50 \pm 17,68$ na pós intervenção, obtendo uma diferença média de $16,84$ pontos entre o GTB e o GC. Também houve efeito significativo entre grupos no domínio de “saúde mental” ($p=0,022$), com diferença média de $15,03$ pontos do GTB para o GC. Não foram observadas diferenças significativas nos domínios de tempo e interação de ambos os domínios.

No presente estudo não foram observadas diferenças estatisticamente significativas em relação aos sintomas de ansiedade e depressão, apenas quando analisados em termo de porcentagem no qual foi possível observar redução de $11,1\%$ no nível de ansiedade moderada e de $11,1\%$ para 0% nos níveis de depressão leve e grave após o uso do BCV. Outros estudos também analisaram o efeito do BCV sobre

os aspectos de ansiedade e depressão como mostra um estudo randomizado controlado realizado por Climove et al. (2014)⁴⁸, no qual um dos objetivos foi observar os efeitos do *biofeedback* em variações psicológicas como ansiedade e depressão em pacientes com doença arterial coronariana onde também não apresentou diferenças estatísticas.

Essa pesquisa de Climove et al. (2014)⁴⁸ foi realizada durante 10 sessões, 2 vezes por semana com duração de 45 a 60 minutos, tempo menor que a presente pesquisa que consistiu em 3 sessões semanais com duração de 50 minutos por um período de 8 semanas, mas que os resultados se correlacionam. O que contrapõe o estudo realizado por Munafó et al. (2016)⁴⁹ utilizando um tempo menor de intervenção que consistiu em 5 sessões semanais durante 45 minutos, obtendo diferença estatisticamente significativa em relação à ansiedade ($p=0,004$) em relação ao grupo controle que preencheu um diário de estresse durante 5 semanas no qual era designado semanalmente ao psicólogo.

Ainda assim, o estresse foi mais um aspecto de saúde mental avaliado no presente estudo, contudo, não foram observadas diferenças estatísticas na fase de alerta, resistência e exaustão, antes e após intervenção. Na literatura, escassos são os estudos que analisam o nível de estresse em indivíduos com DM2 após o uso de BCV. Um estudo realizado por Plans et al. (2019)⁵⁰ avaliou o efeito de um aplicativo guiado pela respiração sobre a uma simulação de estresse. A pesquisa foi composta por 75 participantes divididos em 3 grupos, grupo intervenção no qual foi orientado a utilizar o aplicativo guiado pela respiração, grupo controle e grupo ruminação que utilizaram uma versão modificada do aplicativo sem o guia da respiração, refletindo sobre o desempenho de resolução do estresse exposto. Ao final foi solicitado a todos os participantes o preenchimento do Questionário de Pensamentos para analisar os valores de estresse.

Essa pesquisa não obteve valores estatisticamente significativos em relação ao estresse, pois os valores basais se correlacionaram com o pós-intervenção. O que se compara com os resultados do presente estudo apesar da intervenção de Plans et al. (2019)⁵⁰ analisar os efeitos agudos da recuperação fisiológica ao estresse, no entanto, acredita-se que os resultados de estresse estejam relacionados a cronicidade o que pode ter interferido nos resultados da pesquisa. Mas, quando comparamos com presente estudo, apesar dos aspectos de estresse ter sido analisado por um período maior, os resultados se equivalem.

Quando analisado os valores referentes à qualidade de vida no atual estudo verificou-se aumento de 11,1% de escores menores dos 100 pontos, o que se relaciona com uma melhor percepção de qualidade de vida. Em termos estatísticos não se obteve resultados significativos, o que se correlaciona com os estudos realizados por Klimov et al. (2014)⁴⁸ através do questionário de qualidade de vida SF-12, no qual os valores de linha base se assemelham com os mensurados após a intervenção.

Já no estudo de Munafó et al. (2016)⁴⁹ a análise da qualidade de vida foi feita através do SF-36 obtendo melhoras estatisticamente significativas apenas quando analisado os aspectos de forma individualizada como saúde geral ($p=0,04$), vitalidade ($p=0,03$) e funcionamento social ($p=0,03$). Na presente pesquisa, o tamanho da amostra corresponde a um número baixo no qual há necessidade de grupos maiores incluindo grupo controle para entender melhor a influência do uso do BCV. Pois, é um recurso atuante no controle do sistema nervoso autônomo podendo modular respostas quanto aos aspectos cardiovasculares através do controle da respiração inclusive em indivíduos com DM2 como relata o estudo de Howorka et al. (2013)⁵¹.

Partindo do princípio que o coração não tem uma regularidade fixa, mas bate de forma irregular em intervalos variados, ao se permitir a autorregulação simpática e parassimpática, obtendo o controle da VFC há uma melhor funcionalidade do organismo, pois a respiração e a frequência cardíaca estarão integradas, fazendo com que haja a respiração ressonante ou ressonância cardiorrespiratória (RC).⁵² A RC é definida pelo aumento da amplitude máxima de oscilação da frequência cardíaca, que é alcançada quando o ritmo cardiovascular é sincronizado ao ritmo respiratório, é refletida no espectro da potência do VFC, que é caracterizado pelo aumento da amplitude de LF (low frequency) em torno de 0,1Hz e diminuição VLF (very low frequency) e HF (high frequency), com 4 ou 6 ciclos respiratórios por minuto. É o principal objetivo do treinamento com VFC, e pode ser aprendida e treinada através do *biofeedback*.^{52,53}

O estudo de Chen et al.⁵⁴, com pré-hipertensivos analisou a variabilidade da frequência cardíaca nas respostas cardiovasculares e na modulação simpático-vagal após tarefas estressoras, e demonstrou respostas positivas após intervenção com *biofeedback* HRV (BF-HRV). Sua amostra foi de 32 pessoas que foram randomizadas em dois grupos, 12 para o grupo de BF-HRV e 10 para o grupo de respiração abdominal lenta (RAL). Basicamente, nas sessões de *biofeedback* os indivíduos foram

instruídos a realizar respiração abdominal com uma frequência de ressonância, após 15 sessões foram observados aumentos significativos na HF e diminuições na relação LF/HF, efeitos semelhantes foram observados no grupo de RAL, porém o grupo do *biofeedback* obteve resultados superiores na modulação autonômica cardíaca, demonstrando que o BF-HRV é capaz de aumentar a capacidade de tolerância e recuperação de condições estressantes. Além disso, foram observados diminuição da PA e vantagem sobre o aumento da atividade vagal comparado a RAL.

Os achados relacionados a VFC do estudo não apresentaram diferença estatisticamente significativa na maioria de suas variáveis, a única variável com efeito significativo foi a RMSSD, que obteve diferença significativa entre a interação grupo e tempo ($p=0,018$). A RMSSD é medida por intervalos RR-adjacentes e representa a atividade parassimpática.⁵⁵ Sendo o ramo parassimpático cardíaco responsável pela diminuição da FC, sugerimos que esse seja um achado positivo sobre a atividade autonômica cardíaca. No entanto, vale ressaltar que não houve significância nas estatísticas depois de ser realizado o pós-teste, onde os valores de ($p>0,05$).

CONCLUSÃO

Os achados mais significantes foram na saúde mental e qualidade de vida, nos quais foi possível observar uma pequena, mas significativa melhora da ansiedade no grupo intervenção, além de melhoras subjetivas relacionadas ao estresse. O estudo desempenhou papel importante ao corroborar com pesquisas anteriores sobre a influência positiva do *biofeedback* cardiovascular na qualidade de vida, sendo possível observar resultados satisfatórios sobre os índices de aspecto social e saúde mental.

No primeiro momento, também obteve-se resposta positiva da atividade parassimpática pela análise das variáveis da VFC, no entanto o pós-teste descartou os efeitos positivos obtidos na única variável que demonstrou significância estatística, isso pode ter acontecido devido a possíveis interferências na VFC, visto que o ritmo cardíaco pode ser facilmente alterado por fatores externos. Sugerimos que o BCV seja mais uma forma de tratamento adotado na prática clínica dos pacientes com DM2, tendo em vista seu amplo poder de trabalhar pontos específicos relacionados a doença. Reconhecemos a carência de evidências e estudos na área, e as limitações

do presente estudo, recomendamos que haja mais pesquisas sobre o tema com uma amostra de indivíduos maior.

REFERÊNCIAS

- 1) HARREITER, J., RODEN, M. Diabetes mellitus- Definition, Klassifikation, Diagnose, Screening und Pravention (Update 2019). **Springer Nature**, 2019.
- 2) MALTA, D. C. Prevalência de diabetes mellitus determinada pela hemoglobina glicada na população adulta brasileira, Pesquisa Nacional de Saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, n. 2, p. 1-13, 2019.
- 3) AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2019. **Diabetes Care**, v. 42, n. 1, p. s13-s28, 2019.
- 4) International Diabetes Federation. **Diabetes Atlas**, 9º Edição, 2019.
- 5) GLOVACI, D.; FAN, W.; WONG, N. D. Epidemiology of Diabetes Mellitus and Cardiovascular Disease. **Current Cardiology Reports**, v. 21, n. 21, p. 1-8, 2019.
- 6) FRANCISCO, P. M. S. B., et al. Prevalência de diabetes em adultos e idosos, uso de medicamentos e fontes de obtenção: uma análise comparativa de 2012 e 2016. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. 1-4, 2019.
- 7) SIRDAH, M. M.; READING, N. S. Genetic predisposition in type 2 diabetes: A promising approach toward a personalized management of diabetes. **Clinical Genetics**, p. 1-23, 2020.
- 8) BERDUDI, A., et al. Type 2 Diabetes and its Impact on the Immune System. **Current Diabetes Reviews**, v. 15, n. 5, p. 442-449, 2020.
- 9) FASELIS, C., et al. Microvascular Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. **Current Vascular Pharmacology**, v. 18, n. 2, p. 117-124, 2020.
- 10) FELDMAN, E. L., et al. Diabetic neuropathy. **Nature Reviews | Disease Primers**, v. 5, n. 41, p. 1-18, 2019.
- 11) WOOTON, A. K.; MELCHIOR, L. Diabetes-associated cardiac autonomic. **The Nurse Practitioner**, v. 45, n. 2, p. 24-31, 2020.
- 12) SLOTEN, T. T, et al. Cerebral microvascular complications of type 2 diabetes: stroke, cognitive dysfunction, and depression. **The Lancet**, p. 1-12, 2020.
- 13) LIU, X., et al. Anxiety and depression in diabetes care: longitudinal associations with health-related quality of life. **Scientific Reports**, v. 10, n. 8307, p. 1-9, 2020.

- 14) KHAN, P., et al. Incidence of Anxiety and Depression Among Patients with Type 2 Diabetes and the Predicting Factors. **Cureus**, v. 11, n. 3, p. 1-8, 2019.
- 15) SILVA, S. A.; ALVES, S. H. S. Conhecimento do diabetes tipo 2 e relação com o comportamento de adesão ao tratamento. **Estudos Interdisciplinares em Psicologia**, v. 9, n. 2, p. 39-57, 2018.
- 16) KONDO, K., et al. Efficacy of *Biofeedback* for Medical Conditions: an Evidence Map. **Journal of General Internal Medicine**, 2019.
- 17) BENEDETTI, T.R.B.; ANTUNES, P.C.; AÑEZ, C.R.R. et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Rev Bras Med Esporte**, v.13, n.1, p.11-16, 2007.
- 18) CUNHA, J. A. Manual da versão em português das Escalas Beck. São Paulo: **Casa do Psicólogo**, 2001.
- 19) SCHMIDT, M.M. et al. Características Psicológicas dos Pacientes Submetidos à Intervenção Coronária Percutânea. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.97, n.4, p. 331-337, 2011.
- 20) CICONELLI, R.M. Tradução para português e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida Medical outcomes study 36 Item Short form Health survey (SF-36). **(Tese de doutorado)**. Escola Paulista de Medicina (UNIFESP), 1997.
- 21) CORRER, C.J.; PONTA, R.; MELCHIORS, A.C. et al. Tradução para o Português e Validação do Instrumento Diabetes Quality of Life Measure (DQOL-Brasil). **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 52, n. 3, p. 515-522, 2008.
- 22) LEHRER, P., KARAVIDAS, M. K., LU, S.-E., COYLE, S. M., OIKAWA, L. O., MACOR, M., et al. Voluntarily produced increases in heart rate variability modulate autonomic effects of endotoxin induced systemic inflammation: an exploratory study. *Appl. Psychophysiol. **Biofeedback***, v. 35, p. 303–315, 2010.
- 23) GOMES, J. S., COGHI, M.F., COGHI, P. F. *Biofeedback* cardiovascular e suas aplicações: revisão de literatura. **Avances en Psicología Latino americana**. v. 32, n.2, p. 199-216, 2014.
- 24) NPT NEUROPSICOTRONICS LTDA. Manual de Treinamento cardioEmotion Home. **Exemplar do facilitador**, p.1-21, 2013.
- 25) COGHI, M.F. Redução de Estresse por *Biofeedback* Cardiovascular em Empresa Incubada. **ISMA**, v.13, n.1, p.1-17, 2013.
- 26) CRETU, D., et al. Reproductive health in women with type 2 diabetes mellitus. **Hormones**, p. 1-10, 2020.

- 27) SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020. **Clannad Editora Científica**. 2019.
- 28) TOBIAS, D. K. Prediction and Prevention of Type 2 Diabetes in Women with a History of GDM. **Current Diabetes Reports**, v. 18, n. 78, p. 1-5, 2018.
- 29) CARBONE, S., et al. Obesity, risk of diabetes and role of physical activity, exercise training and cardiorespiratory fitness. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 62, p. 327-333, 2019.
- 30) GOMES, M. B., et al. Prevalência de Sobrepeso e Obesidade em Pacientes Com Diabetes Mellitus do Tipo 2 no Brasil: Estudo Multicêntrico Nacional. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 50, n. 1, p. 136-144, 2006.
- 31) VENURAJU, S. M., et al. Duration of type 2 diabetes mellitus and systolic blood pressure as determinants of severity of coronary stenosis and adverse events in an asymptomatic diabetic population: PROCEED study. **Cardiovascular Diabetology**, v.18, n. 51, p. 1-9, 2019.
- 32) LEMES, I. R., et al. Sedentary behaviour is associated with diabetes mellitus in adults: findings of a cross-sectional analysis from the Brazilian National Health System. **Journal of Public Health**, p. 1-8, 2018.
- 33) KOLADOOZ, F., et al. Prevalence of Known Risk Factors of Type 2 Diabetes Mellitus in Multiethnic Urban Youth in Edmonton: Findings From the WHY ACT NOW Project. **Canadian Journal of Diabetes**, v. 30, p. 1-8, 2018.
- 34) BALDUCCI, S., et al. Effect of a Behavioral Intervention Strategy on Sustained Change in Physical Activity and Sedentary Behavior in Patients With Type 2 Diabetes. **JAMA**, v. 321, n. 9, p. 880-890, 2019.
- 35) JARAMILLO, P. L., et al. Latin American Consensus on the management of hypertension in the patient with diabetes and the metabolic syndrome. **Consensus Document**, v. 37, n. 6, p. 1126-1147, 2019.
- 36) SUN, D., et al. Type 2 Diabetes and Hypertension: A Study on Bidirectional Causality. **Circulation Research**, v. 124, n. 6, p. 930-937, 2019.
- 37) CRYER, M. J.; HORANI, T.; DIPETTE, D. J. Diabetes and Hypertension: A Comparative Review of Current Guidelines. **The Journal of Clinical Hypertension**, v. 18, n. 2, p. 95-100, 2016.
- 38) CHELLAPPAN, D. K., et al. Current therapies and targets for type 2 diabetes mellitus. **Panminerva Médica**, v. 60, n. 3, p. 117-131, 2018.

- 39) KRZYMIEN, J.; LADZYNSKI, P. Insulin in Type 1 and Type 2 Diabetes—Should the Dose of Insulin Before a Meal be Based on Glycemia or Meal Content? **Nutrients**, v. 11, n. 607, p. 1-13, 2019.
- 40) NETO, A. R. N. *Biofeedback* em terapia cognitivo-comportamental. **Arquivos Médicos Dos Hospitais e Da Faculdade De Ciências Médicas Da Santa Casa De São Paulo**, v. 55, n. 3, p. 127-132, 2010.
- 41) LANTYER, A. S.; VIANA, M. B.; PADOVANI, R. C. *Biofeedback* no tratamento de transtornos relacionados ao estresse e à ansiedade: uma revisão crítica. **Psico-USF**, v. 18, n. 1, p. 131-140, 2013.
- 42) RABELO, P.; MÁRMORA, C.; RIBEIRO, L. A eficácia do *biofeedback* HRV na redução da ansiedade de performance musical: um estudo musical. **Psicologia, Saúde & Doenças**, v. 19, n. 2, p. 197-207, 2018.
- 43) MALAGRIS, L. E. N.; FIORITO, A. C. C. Avaliação do nível de stress de técnicos da área de saúde. **Estudos de Psicologia**, v. 23, n. 4, p. 391-398, 2006.
- 44) NOGUEIRA, P., et al. A Review of Commercial and Medical-Grade Physiological Monitoring Devices for *Biofeedback*-Assisted Quality of Life Improvement Studies. **Journal of Medical Systems**, v. 43, n. 101, p. 1-10, 2018.
- 45) MAGNABOSCO, P.; NOGUEIRA, M. S. Qualidade de vida relacionada a saúde em indivíduos com hipertensão arterial. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 13, n. 2, p. 225-231, 2009.
- 46) LAGUARDIA, J., et al. Dados normativos brasileiros do questionário Short Form-36 versão 2. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, n. 4, p. 889-897, 2013.
- 47) HALLMAN, D. M., et al. Effects of Heart Rate Variability *Biofeedback* in Subjects with Stress-Related Chronic Neck Pain: A Pilot Study. **Appl Psychophysiol Biofeedback**, v. 36, p. 71-80, 2011.
- 48) CLIMOV D, LYSY C, BERTEAU S, DUTRANNOIS J, DEREPPE H, BROHET C, et al. *Biofeedback* on heart rate variability in cardiac rehabilitation: practical feasibility and psycho-physiological effects. **Acta Cardiol.**, v. 69, n. 3, p. 299–307, 2014.
- 49) MUNAFÒ M, PATRON E, PALOMBA D. Improving Managers' Psychophysical Well-Being: Effectiveness of Respiratory Sinus Arrhythmia *Biofeedback*. **Appl Psychophysiol Biofeedback.**, v. 41, n.2, p. 129–39, 2016.
- 50) PLANS D, MORELLI D, STEFAN S, OLLIS L, HILL S. Use of a *Biofeedback* Breathing App to Augment Poststress Physiological Recovery: Randomized Pilot Study **Corresponding Author**, v. 3, 2019.

- 51)HOWORKA K, PUMPRLA J, TAMM J, SCHABMANN A, KLOMFAR S, KOSTINEAK E, et al. Basic and Clinical Effects of guided breathing on blood pressure and heart rate variability in hypertensive diabetic patients. **Autonomic Neuroscience Basic and Clinical.**, v. 179, n. 2, p. 131–7, 2013.
- 52)JÚNIOR, E. P. P. *Biofeedback* Cardiovascular: impacto do treinamento da ampliação da variabilidade da frequência cardíaca sobre variáveis psicofisiológicas e desempenho esportivo. **Tese de doutorado**, Universidade Federal do Paraná, 2017.
- 53)MCCATRY, R. Coherence: Bridging personal, social, and global health. **Alternative Therapies**, v. 16, n. 4, p. 10-24, 2010.
- 54)CHEN, S., et al. Effects of heart rate variability *biofeedback* on cardiovascular responses and autonomic sympathovagal modulation following stressor tasks in prehypertensives. **Journal of Human Hypertension**, p. 1-7, 2015.
- 55)VANDERLEI, L. C. M., et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

3.2 EFEITOS DO BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR NAS VARIÁVEIS, ERGOESPIROMÉTRICAS, CARDIOMETABÓLICAS, RESPIRATÓRIAS E NO CONTROLE GLICÊMICO EM INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2

Tainá Maria de Souza Vidal¹

Daniella Cunha Brandão²

Estela Batista Santos³

Victor Franklyn de Oliveira³

Aline Maria Torres dos Santos⁴

Camila Cavalcante dos Santos⁴

Valéria Mayaly Alves de Oliveira⁵

Maria Inês Remígio⁶

Juliana Andrade Ferreira de Souza⁷

Arméle de Fátima Dornelas de Andrade⁸

Sílvia Regina Arruda de Moraes⁹

RESUMO

Introdução: O diabetes mellitus tipo 2 é um distúrbio caracterizado pela captação deficiente de glicose ou resistência a ação da insulina com elevação crônica da glicemia, que leva a distúrbios microvasculares e macrovasculares, aumentando a incidência de doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e neuropatia autonômica, entre outras. Estes pacientes apresentam menor condição aeróbica, menor consumo máximo de oxigênio, débito cardíaco entre outras variáveis. No que concerne à proposta terapêutica para esses casos, o biofeedback cardiovascular é uma técnica de autorregulação fisiológica do sistema nervoso autônomo (SNA) geralmente associado a terapias de relaxamento, que afeta estruturas como o sistema cardiovascular, sistema respiratório, SNA e os sistemas de regulação da emoção e é capaz de melhorar o controle vagal da frequência cardíaca. O objetivo do estudo foi avaliar as repercussões do uso do *biofeedback* cardiovascular sobre a capacidade funcional e o controle glicêmico de indivíduos com DM2. **Metodologia:** Trata-se de uma série de casos, na qual 9 pacientes passaram por análise dos níveis de hemoglobina glicosilada e tiveram sua capacidade funcional avaliada através da ergoespirometria, participaram então de 20 horas de treinamento com *biofeedback* cardiovascular. **Resultados:** Foi observada diferença significativa na variável hemoglobina glicosilada, com diminuição da concentração sanguínea de, em média 1,58g/dL. Para as demais variáveis mensuradas, tempo de alcance do consumo máximo de oxigênio, tempo de recuperação após o teste, frequência cardíaca de repouso, frequência cardíaca máxima, frequência cardíaca 1 min e 2 min após o teste, as diferenças não foram estatisticamente significativas. **Conclusão:** O biofeedback cardiovascular foi capaz de promover uma redução significativa dos valores de hemoglobina glicosilada em pacientes diabéticos, entretanto, não exerceu influência significativa sobre as variáveis da capacidade funcional.

INTRODUÇÃO

O diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) é a forma mais prevalente de diabetes, consistindo em 90% dos casos e se caracteriza pela captação deficiente de glicose associada à resistência da ação da insulina nos tecidos corporais, ocasionando altos níveis de glicose circulante^{1,2}. É um importante e crescente problema de saúde em todo o mundo, segundo a OMS, é a terceira maior causa de mortalidade prematura e é responsável por 10,7% da mortalidade mundial por todas as causas³. Possui etiologia relacionada com fatores genéticos e contribuição significativa de fatores ambientais, dentre eles, hábitos dietéticos e inatividade física que se destacam como os principais fatores de risco^{2,3}.

A manutenção da glicemia elevada cronicamente provoca disfunções em diversas estruturas, podendo comprometer vasos de grande ou pequeno calibre provocando doenças macrovasculares e microvasculares, respectivamente¹. O DM2 está associado à maior incidência de doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, cegueira, insuficiência renal e amputações não traumáticas de membros inferiores³. As complicações específicas de longo prazo do diabetes são a retinopatia, as neuropatias periférica e autonômica, a microalbuminúria e nefropatia, a doença vascular periférica e a doença coronariana⁴.

Estudos documentaram a relação entre capacidade cardiorrespiratória (CCR) reduzida e diabetes. O aumento de 1 equivalente metabólico da tarefa, que representa a energia necessária para suprir as necessidades metabólicas em repouso, sendo quantificado como 3,5ml/kg/min de consumo de oxigênio para um indivíduo adulto, no nível de CCR está associado a uma redução de 5% na incidência de diabetes⁵. A CCR é inversamente relacionada à mortalidade em indivíduos com diabetes, podendo ser explicada pelo comprometimento do metabolismo oxidativo, pela perturbação na dinâmica vascular e por alterações na função autonômica cardíaca⁶. Estes pacientes apresentam menor condição aeróbica, menor força muscular e menor flexibilidade, menor consumo máximo de oxigênio, menor débito cardíaco e capacidade de extração tecidual de oxigênio⁴.

No que concerne a propostas terapêutica que busquem beneficiar esses pacientes, sugere-se o *biofeedback* cardiovascular (BFC) que restaura a homeostase autonômica por ser uma técnica de autorregulação fisiológica do sistema nervoso

autônomo (SNA). Se dá por meio de registros dos intervalos de tempo, entre cada batimento cardíaco, por um sensor externo. Os dados são calculados por meio de software e devem ser mostrados simultaneamente ao paciente para que ele estabeleça uma comparação entre os estímulos que estão sendo gerados e suas reações fisiológicas^{7,8}.

O *biofeedback* é geralmente associado a terapia de relaxamento, como a respiração profunda ou relaxamento progressivo⁹. Além de afetar as estruturas envolvidas nas regulações neurocardíacas, como o SNA, sistema cardiovascular, sistema respiratório e os sistemas de regulação da emoção, ele é capaz de melhorar o controle vagal da frequência cardíaca⁸. De fato, em um estudo publicado em 2015 com 10 indivíduos, Chen et al.¹⁰, analisaram os efeitos do *biofeedback* na modulação do SNA e concluíram que ele tem efeitos benéficos nas respostas cardiovasculares e melhora a modulação simpático vagal autonômica. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar as repercussões do uso do *biofeedback* cardiovascular sobre a capacidade funcional e no controle glicêmico de indivíduos com DM2.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma série de casos na qual foram incluídos homens e mulheres com a faixa etária entre 50 e 75 anos de idade com diagnóstico de DM2 há pelo menos três anos que não praticassem exercício físico de maneira regular e que fizessem controle da doença por meio de medicamentos anti-hiperglicêmicos podendo ser insulino-dependentes ou não. A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Fisioterapia Cardiorrespiratória e de Plasticidade Neuromuscular dos Departamentos de Fisioterapia e Anatomia, respectivamente, da Universidade Federal de Pernambuco. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os critérios de exclusão aplicados foram: angina instável, marca-passo, pneumopatias graves ou outras doenças limitantes como neoplasias, valvulopatias, demência avançada, aneurisma de aorta, insuficiência renal e insuficiência cardíaca descompensada. Foram excluídos também os indivíduos que apresentarem doenças ortopédicas e/ou neurológicas que possam impossibilitar a realização do teste cardiopulmonar.

Foi realizado o TECP sintoma-limitante com o protocolo de rampa¹² em esteira (Centurium 300, Micromed, Brasília, Brasil) através do software ErgoPC Elite® associado ao eletrocardiograma (Micromed, Brasília, Brasil) com 12 canais. O teste foi realizado sob condições padrão de temperatura, pressão e umidade, respiração-por-respiração, estando o voluntário respirando em uma máscara facial sem vazamentos durante o exercício. Antes de cada teste ocorreu a calibração do equipamento para pressão, gás e volume. Para assegurar que os pacientes atingissem o esforço máximo durante o exame, foram considerados os exames nos quais os pacientes apresentassem uma razão de troca respiratória $(R) \geq 1,1$.¹³ O teste foi realizado por um profissional médico em um ambiente equipado com todos os equipamentos de emergência e equipe treinada. O tempo do teste foi determinado pelo paciente, baseado no nível de dispneia e assegurado pelo médico, sendo aquele necessário para adquirir um teste de esforço máximo, mantendo a segurança do paciente, visto que todos os sinais vitais foram continuamente avaliados.

Para análise da hemoglobina glicosilada foi utilizado o reagente para diagnóstico clínico, com a inscrição BR0380589, tipo conjunto completo, tipo de análise quantitativo de hemoglobina glicosilada, método cromatografia de troca iônica, apresentação teste. A coleta de sangue foi realizada seguindo normas de segurança e higiene para coleta de material biológico, sob supervisão de uma pesquisadora colaboradora.

O processo de avaliação diário foi constituído da aferição, antes e após cada sessão de BCV, da glicemia capilar por meio do glicosímetro e fitas glicêmicas da linha Accu-Chek Active, da pressão arterial pelo esfigmomanômetro digital OMRON modelo HEM-6122, da frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio pelo oxímetro de pulso MORE FITNESS modelo MF-416. Além disso, ao final de cada sessão de BCV, o *software cardioEmotion* fornece um relatório de performance contendo: nota de rendimento, frequência cardíaca média e os percentuais de coerência cardíaca, entre vermelho, azul e verde.

Intervenção: Protocolo de Biofeedback cardiovascular

O protocolo de treinamento com *biofeedback* cardiovascular aconteceu em três sessões semanais com duração de 50 minutos cada sessão, durante oito semanas, totalizando vinte horas de treinamento, com a utilização do *software cardioEmotion Home* – NPTNEUROPSICOTRONICS LTDA.¹⁶ que foi desenvolvido

para que os sujeitos alcancem o estado de coerência cardíaca durante o treinamento por meio de nove jogos interativos, dos quais quatro foram selecionados para serem aplicados: 1. Início, 4. Criação, 7. Renovação, 8. Aconchego. Foi permitida a reposição de falta por 5 dias consecutivos após a data prevista para finalização do protocolo de treinamento.

O protocolo foi aplicado em uma sala reservada no departamento de Fisioterapia da UFPE que possui uma mesa redonda acompanhada de duas cadeiras acolchoadas em iluminação e temperatura controladas. Durante a sessão só permaneceram na sala o participante e a terapeuta pesquisadora.

Em cada jogo aplicado acompanha-se no canto esquerdo da tela do computador uma barra vertical com uma bolinha branca móvel, à medida que a bolinha sobe o participante será incitado a inspirar, no ritmo do deslocamento da bolinha. Quando a bolinha está descendo é solicitado ele então, uma expiração. Recomenda-se realizar a respiração diafragmática, a qual é orientada e treinada antes da primeira sessão do protocolo e solicitada a realização desse padrão respiratório diariamente por cinco minutos nas posições de decúbito dorsal e sentada.

A barra vertical muda de coloração interna, conforme o estado de coerência cardíaca alcançada pelo usuário, em vermelha (ausência total de sincronia do ritmo sinusal), azul (ritmo sendo alcançado) e verde (perfeita coerência cardíaca). Tal conformidade é administrada pela aferição da frequência cardíaca do participante através de um sensor colocado no lobo da orelha direita.

Além do feedback visual dessa barra vertical, ocorre também um feedback auditivo diferenciado, de acordo com a coloração apresentada na barra, a cada batida da bolinha branca na extremidade superior e inferior da barra.

Outro importante feedback visual é a animação do próprio jogo interativo. A partir do alcance da coerência cardíaca, também apresentada na coloração interna da barra vertical, modificam-se os eventos ilustrados na tela do notebook. Por exemplo: No jogo 1.Início, quando a barra está verde, o monge que até então estava sentado tentando meditar, observa-se uma levitação do monge além de vários raios luminosos saindo do seu peito. Ocorre ainda um incentivo maior para concentração e permanência no estado de coerência cardíaca, pois quanto mais tempo consegue-se manter a barra verde, elementos novos aparecem na tela.

A análise descritiva para as variáveis numéricas foi representada em valores de média e desvio padrão (DP). Inicialmente, foi realizada a análise de inspeção visual de histogramas e teste de normalidade pelo *Shapiro-Wilk* para determinar a distribuição dos dados. Diferenças entre os momentos pré (M1) e pós (M2) foram avaliadas por meio do teste t-pareado (teste de *t-student*), e apresentadas em média±DP, bem como a média das diferenças e seus respectivos intervalos de confiança a 95% (IC95%). Diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$. O software SPSS versão 22 (IBM SPSS Corporation, New York, USA) foi utilizado para as análises inferenciais e o *GraphPad Prism* versão 5.03 para plotagem gráfica.

RESULTADOS

Um total de nove sujeitos foram elencados dentro dos critérios de elegibilidade pré-estabelecidos. Não houve perda de dados amostrais. O perfil antropométrico e clínico da amostra está apresentado na tabela A.

A comparação das variáveis hemodinâmicas, respiratórias e metabólicas nos momentos pré (M1) e pós (M2) intervenção, encontram-se na tabela B. Diferença significativa foi observada apenas para a variável hemoglobina, onde após a intervenção com *biofeedback* cardiovascular foi observada a diminuição da concentração sanguínea de, em média 1,58g/dL (IC95% = 0,14 a 2,98; $p=0,04$). Para as demais variáveis hemodinâmicas mensuradas, não foram observadas diferenças significativas.

Tabela A. Características antropométricas e clínicas dos sujeitos submetidos à protocolo de intervenção com treinamento de *biofeedback* cardiovascular. §

Variáveis	n=9
Idade (anos)	62,75±5,34
Sexo, n (%)	
Feminino	6 (66,7)
Masculino	3 (33,3)
Massa corporal (kg)	73,13±12,49
Estatura (m)	1,58±0,11
IMC (kg/m²)	29,34±3,11
Tempo de DM, n (%)	
≥ a 5 anos	2 (22,2)
≥ a 10 anos	2 (22,2)
≥ a 20 anos	5 (55,6)
IPAQ, n (%)	
Inativo	6 (66,7)
Insuficientemente ativo	3 (33,3)
HAS, n (%)	
Sim	9 (100,0)
Não	0 (0,0)
Insulinodependente, n (%)	
Sim	5 (55,6)
Não	4 (44,4)

Legenda: IMC – Índice de Massa Corporal; DM – Diabetes *Mellitus*; HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica; IPAQ – Questionário Internacional de Atividade Física. § Valores representados em média ± desvio padrão, frequência absoluta e relativa (%)

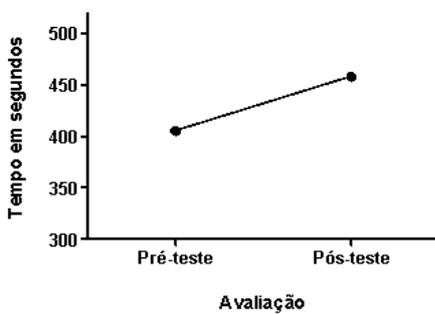
Tabela B. Média \pm desvio padrão das variáveis hemodinâmicas no momento pré (M1) e pós (M2) intervenção dos sujeitos submetidos ao protocolo de *biofeedback* cardiovascular (n=9).

Variáveis	Média \pm DP	Média \pm DP	Diferença média		t	Valor de p
	M1	M2	M1-M2 \pm DP	IC95%		
TVO ₂ _máx, seg	405,56 \pm 55,69	458,11 \pm 73,36	-52,56 \pm 79,74	-113,85 a 8,74	-1,98	0,08
T _{1/2} , seg	145,56 \pm 34,71	153,44 \pm 31,63	-7,89 \pm 38,54	-37,51 a 21,74	-0,61	0,56
FCr, bpm	73,78 \pm 16,23	67,11 \pm 11,51	6,67 \pm 10,52	-1,42 a 14,76	1,90	0,09
FCm, bpm	121,22 \pm 22,71	120,44 \pm 19,16	0,78 \pm 15,86	-11,41 a 12,97	0,15	0,89
FC', bpm	109,11 \pm 21,16	105,11 \pm 22,18	4,00 \pm 12,97	-5,97 a 13,97	0,93	0,38
FC'', bpm	96,89 \pm 21,53	94,44 \pm 19,42	2,44 \pm 12,93	-7,49 a 12,39	0,57	0,59
Hemoglobina, g/dL	9,43 \pm 2,99	7,86 \pm 2,48	1,56 \pm 1,85	0,14 a 2,98	2,54	0,04*
VO ₂ pico, ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	17,37 \pm 3,33	16,77 \pm 3,43	0,60 \pm 1,26	-0,37 a 1,57	1,43	0,19
L ₁ VO ₂ pico, ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	13,34 \pm 3,55	12,48 \pm 1,68	0,85 \pm 2,78	-1,28 a 2,99	0,92	0,39
TLV ₁ , seg	241,11 \pm 95,16	274,11 \pm 68,36	-33,00 \pm 92,53	-104,13 a 38,13	-1,07	0,32
VE/VCO ₂ , L/100ml	31,10 \pm 5,01	31,67 \pm 2,71	-0,57 \pm 5,00	-4,41 a 3,28	-0,34	0,74
VE/VCO ₂ slope,L/100ml	32,53 \pm 8,07	31,64 \pm 3,48	0,88 \pm 6,31	-3,96 a 5,73	0,42	0,69

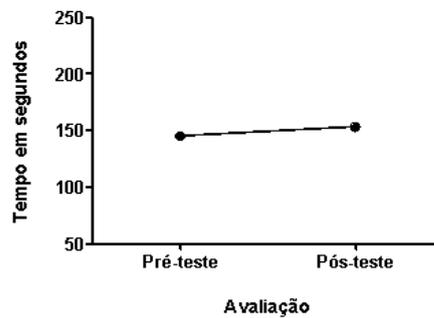
Legenda: TVO₂_máx: Tempo de alcance do consumo máximo de oxigênio, em segundos; T_{1/2}: Tempo de recuperação após o teste, em segundos; FCr: Frequência cardíaca de repouso, em batimentos por minuto; FCm: Frequência cardíaca máxima, em batimentos por minuto; FC': Frequência cardíaca após 1 minuto do final do teste, em batimentos por minuto; FC'': Frequência cardíaca após 2 minutos do final do teste, em batimentos por minuto; VO₂ pico: Consumo de oxigênio de pico; L₁VO₂ pico: Pico de consumo de oxigênio para o primeiro limiar anaeróbico; TLV₁: Tempo para atingir o primeiro limiar ventilatório; VE/VCO₂: Equivalente respiratório de dióxido de carbono; VE/VCO₂ slope: Inclinação equivalente respiratório de dióxido de carbono; DP: Desvio-padrão; IC95%: Intervalo de confiança a 95%; t: valor do teste t pareado; * significância estatística, p <0,05.

A figura A demonstra o comportamento das seguintes variáveis mensuráveis no teste de ergoespirometria: a) tempo de alcance do consumo máximo de oxigênio; b) tempo de recuperação após o teste; c) frequência cardíaca de repouso; d) frequência cardíaca máxima; e) frequência cardíaca 1 min após o teste e f) frequência cardíaca 2 min após o teste, para cada momento de avaliação. Não houve diferença entre as avaliações ($p > 0,05$)

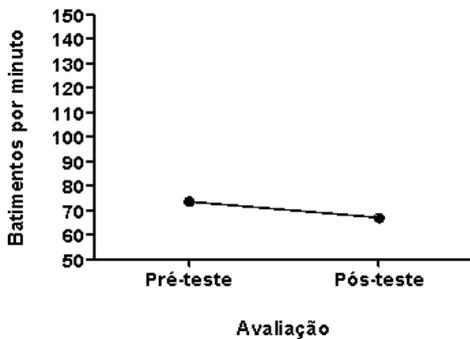
Tempo de alcance do consumo máximo de oxigênio
(TVO_2 máx)



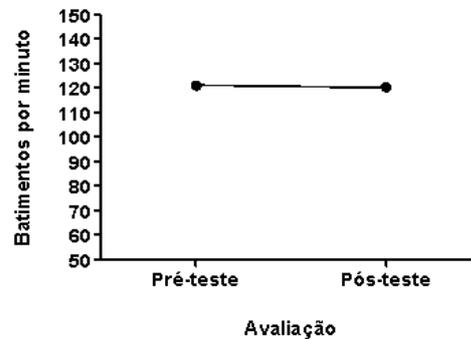
Tempo de recuperação após o teste
($T_{1/2}$)



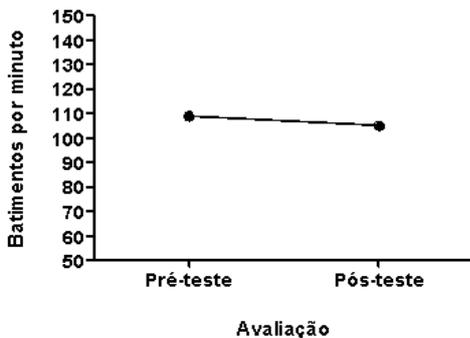
Frequência cardíaca de repouso
(FCr)



Frequência cardíaca máxima
(FCm)



Frequência cardíaca 1 minuto após o teste
(FC')



Frequência cardíaca 2 minutos após o teste
(FC'')

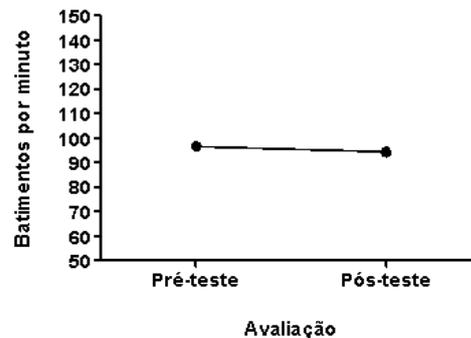


Figura A. Plotagem gráfica do comportamento das variáveis hemodinâmicas antes e após oito semanas de intervenção com *biofeedback* cardiovascular.

A figura B a seguir representa o comportamento da hemoglobina e das demais variáveis de resposta hemodinâmica mensuradas no teste ergoespirométrico.

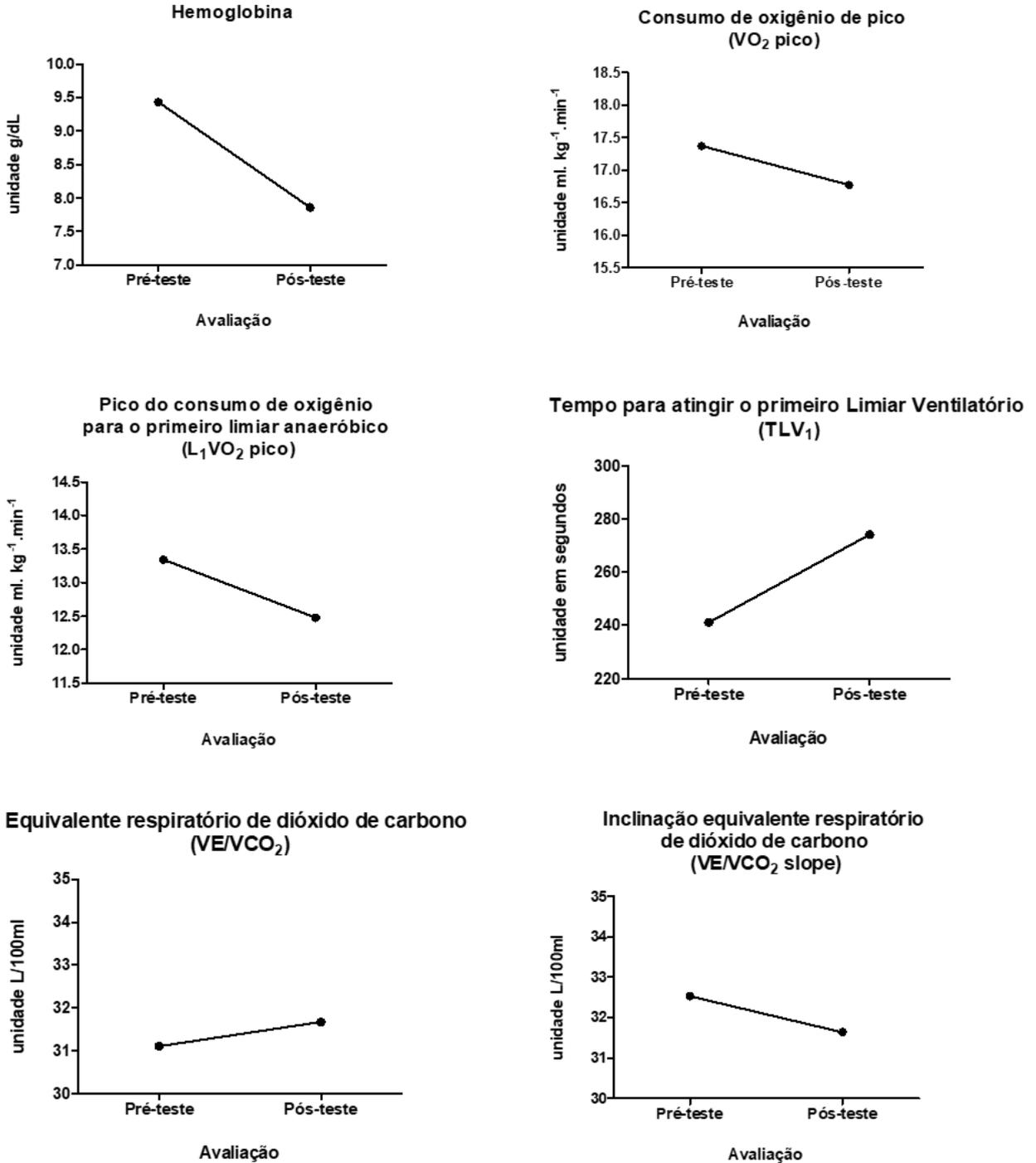


Figura B. Plotagem gráfica do comportamento das variáveis hemodinâmicas antes e após oito semanas de intervenção com *biofeedback* cardiovascular.

A tabela C a seguir, aponta a possível mudança de desfecho clínico das variáveis glicemia capilar, pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC) e saturação de oxigênio (SO₂) imediatamente após o término da sessão de *biofeedback* cardiovascular (50 min de duração). Diferenças significativas entre os momentos foram evidenciadas nas variáveis glicemia capilar e FC. Especificamente, uma única sessão de *biofeedback* cardiovascular reduziu, em média, 14,33mg/dL (IC95%=1,79 a 28,87; p=0,03) de glicemia capilar e reduziu, em média 3,56bpm (IC95%=0,23 a 6,89; p=0,04) a frequência cardíaca dos sujeitos. Não foram observadas diferenças significativas para as demais variáveis mensuradas.

Na tabela D encontra-se a comparação intragrupo após 8 semanas (24 sessões) de *biofeedback* cardiovascular. Não foram observadas mudanças nos desfechos clínicos, de forma significativa.

As figuras C e D ilustram o comportamento da glicemia capilar, pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca e saturação de oxigênio após uma única sessão de treinamento com *biofeedback* cardiovascular e após 24 sessões (8 semanas) de treinamento com *biofeedback* cardiovascular, respectivamente.

Tabela C. Média \pm desvio padrão dos desfechos glicêmicos e hemodinâmicos no momento pré (M1) e pós (M2) intervenção dos sujeitos submetidos a uma única sessão (50min de duração) de *biofeedback* cardiovascular (n=9).

Variáveis	Média \pm DP		Diferença média		t	Valor de p
	M1	M2	M1-M2 \pm DP	IC95%		
Glicemia capilar, mg/dL	192,33 \pm 75,79	178,00 \pm 74,09	14,33 \pm 16,31	1,79 a 28,87	2,64	0,03*
PAS, mmHg	128,56 \pm 14,67	128,44 \pm 15,98	0,11 \pm 19,55	-14,92 a 15,14	0,02	0,99
PAD, mmHg	71,89 \pm 8,54	73,89 \pm 15,50	-2,00 \pm 12,39	-11,53 a 7,53	-0,48	0,64
FC, bpm	70,33 \pm 12,39	66,78 \pm 13,10	3,56 \pm 4,33	0,23 a 6,89	2,46	0,04*
SO₂, %	97,44 \pm 1,51	97,22 \pm 1,64	0,22 \pm 1,39	-0,85 a 1,29	0,48	0,65

Legenda: PAS – Pressão arterial sistólica; PAD – Pressão arterial diastólica; FC – Frequência cardíaca; SO₂ – Saturação periférica de oxigênio; DP: Desvio-padrão; IC95%: Intervalo de confiança a 95%; t: valor do teste t pareado; * significância estatística, p <0,05.

Tabela D. Média \pm desvio padrão dos desfechos glicêmicos e hemodinâmicos no momento pré (M1) e pós (M2) intervenção dos sujeitos submetidos a um protocolo de 8 semanas de *biofeedback* cardiovascular (n=9).

Variáveis	Média \pm DP		Diferença média		t	Valor de p
	M1	M2	M1-M2 \pm DP	IC95%		
Glicemia capilar, mg/dL	192,33 \pm 75,79	217,00 \pm 75,37	-24,67 \pm 75,46	-82,67 a 33,34	-0,98	0,36
PAS, mmHg	128,56 \pm 14,67	130,44 \pm 17,07	-1,89 \pm 22,78	-19,40 a 15,63	-0,25	0,81
PAD, mmHg	71,89 \pm 8,54	75,44 \pm 9,82	-3,56 \pm 10,13	-11,34 a 4,23	-1,05	0,32
FC, bpm	70,33 \pm 12,39	64,78 \pm 13,43	5,56 \pm 12,38	-3,96 a 15,07	1,35	0,22
SO ₂ , %	97,44 \pm 1,51	97,78 \pm 0,97	-0,33 \pm 1,12	-1,19 a 0,53	-0,89	0,39

Legenda: PAS – Pressão arterial sistólica; PAD – Pressão arterial diastólica; FC – Frequência cardíaca; SO₂ – Saturação periférica de oxigênio; DP: Desvio-padrão; IC95%: Intervalo de confiança a 95%; t: valor do teste t pareado; * significância estatística, p <0,05.

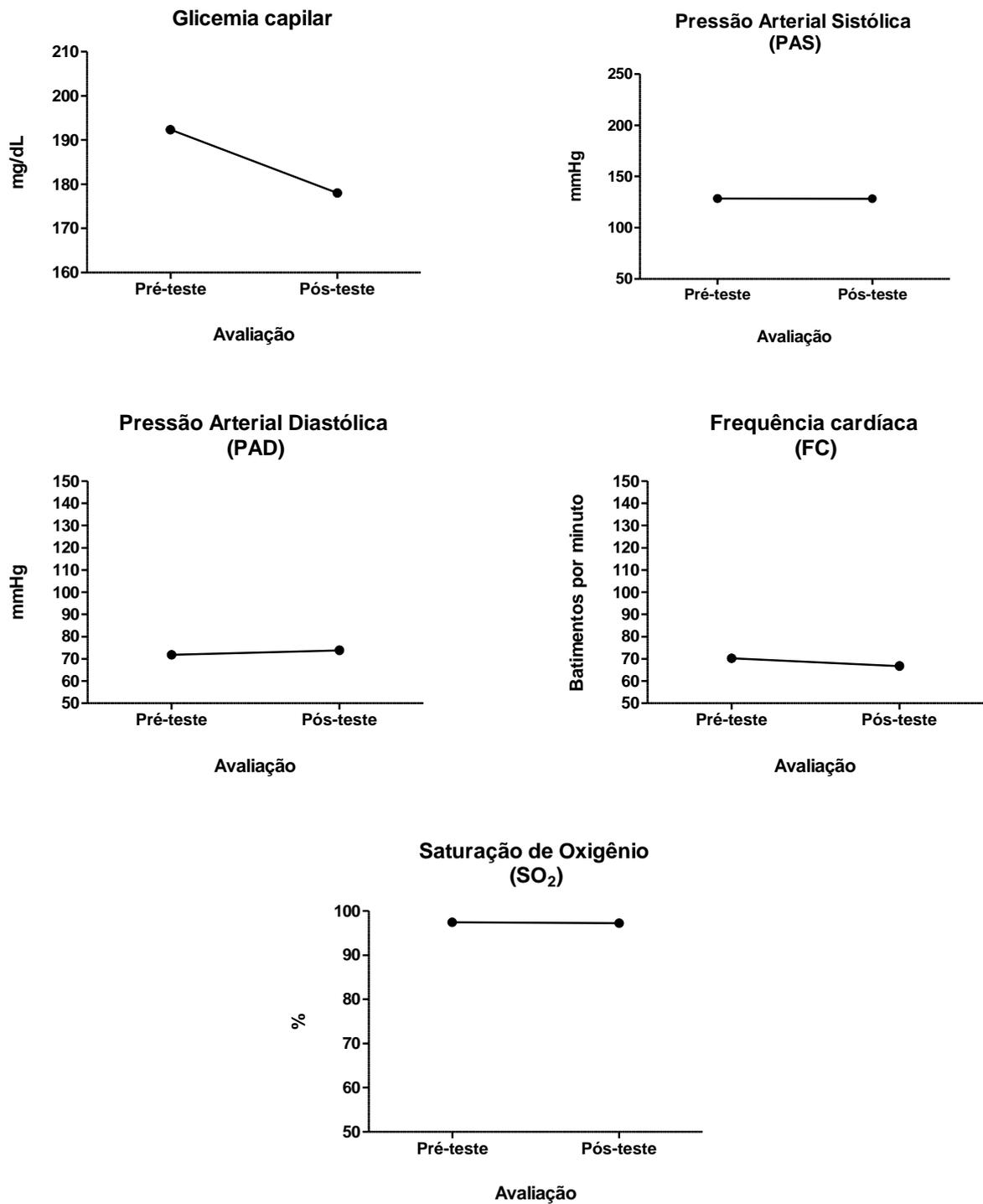


Figura C. Comportamento da glicemia capilar, pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca e saturação de oxigênio após uma única sessão de treinamento com *biofeedback* cardiovascular (n=9).

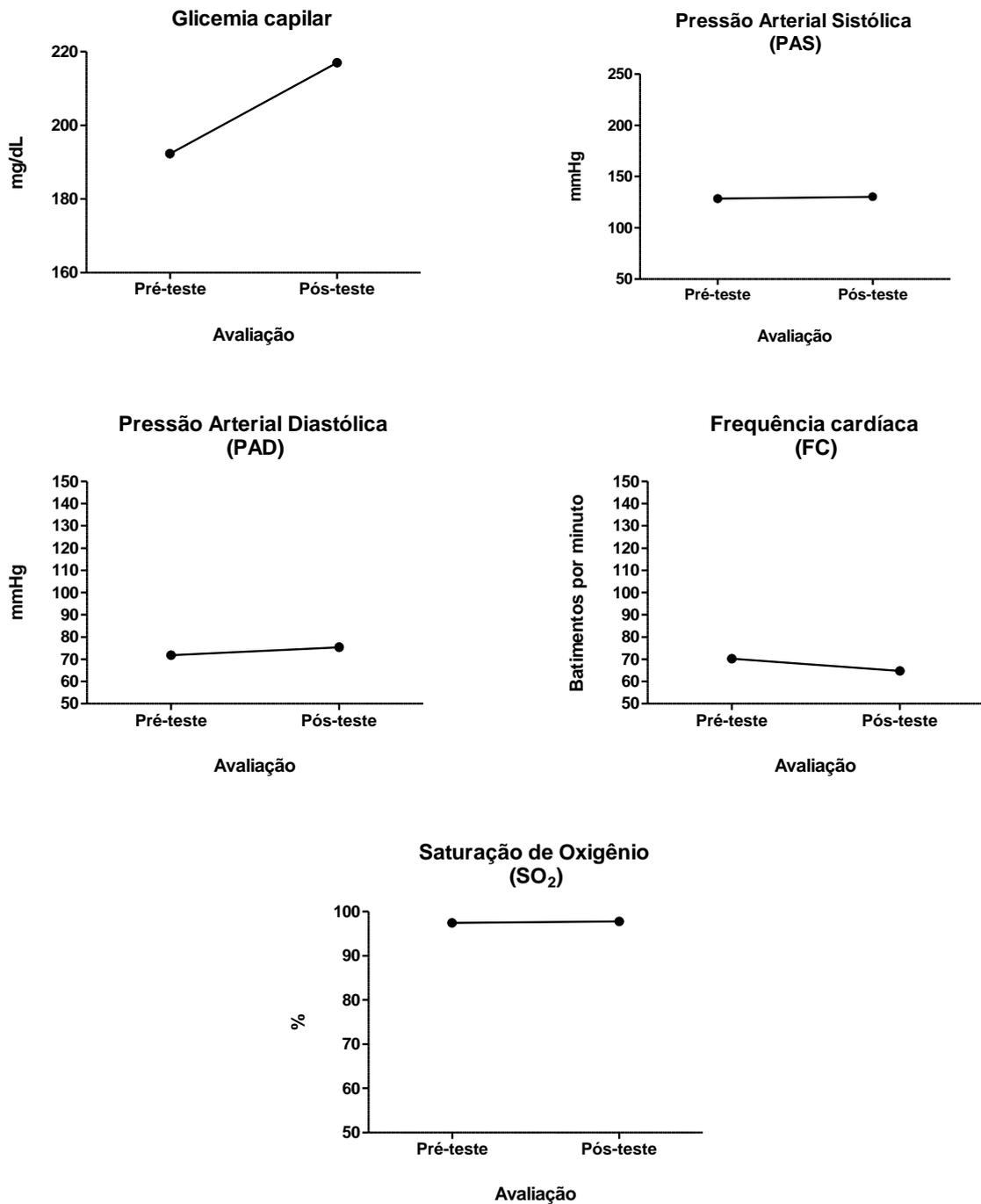


Figura D. Comportamento da glicemia capilar, pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca e saturação de oxigênio após 24 sessões (8 semanas) de treinamento com *biofeedback* cardiovascular (n=9).

Após a primeira (D1) e última (D24) sessão de treinamento com *biofeedback* cardiovascular, o relatório de performance indicou que os sujeitos submetidos ao protocolo de intervenção apresentaram desempenho semelhante (Tabela E).

Tabela E. Performance dos sujeitos submetidos à protocolo de intervenção com *biofeedback* cardiovascular, após a 1ª e 24ª sessão de treinamento. §

Dados de performance	Após 1ª sessão (D1)	Após 24ª sessão (D24)
Frequência cardíaca média, bpm	69,78 ± 14,45	67,67 ± 13,29
Nota de rendimento, pontos	4,31 ± 1,82	4,07 ± 2,60
Percentual vermelho, %	40,11 ± 20,36	45,11 ± 25,24
Percentual azul, %	33,56 ± 6,77	29,00 ± 8,90
Percentual verde, %	26,33 ± 18,87	25,89 ± 27,57

§ Valores representados em média ± desvio padrão.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou as variáveis ergoespirométricas e o controle glicêmico de 9 pessoas após 24 sessões de tratamento com *biofeedback* cardiovascular e não encontrou mudanças estatisticamente significativas na maioria das variáveis analisadas. As variáveis VO_2 pico, L_1VO_2 pico e TVO_2 máx não possuíram alterações significativas, com diferenças médias de $0,60 \pm 1,26$ (p 0,19), $0,85 \pm 2,78$ (p 0,39) e $-52,56 \pm 79,74$ (p 0,08) respectivamente. É importante ressaltar a escassez de estudos sobre o uso de *biofeedback* cardiovascular em pacientes diabéticos, o que dificulta a comparação dos resultados.

Existe uma relação diretamente proporcional entre idade e desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas, fazendo com que os idosos apresentem prevalências mais elevadas de DM, o que pode ser justificado pelas alterações fisiológicas inerentes ao processo de envelhecimento^{17, 18,19}. O DM em idosos está relacionado a uma maior mortalidade prematura, maior associação com outras comorbidades, com as grandes síndromes geriátricas, além dos prejuízos em relação à capacidade funcional, autonomia e qualidade de vida¹⁹.

As comorbidades e complicações metabólicas em consequência do DM são resultado, principalmente, do seu descontrole, do tempo de desenvolvimento e de aspectos genéticos da patologia^{18, 20,21}. No presente estudo os pacientes apresentaram uma idade média de $62,75 \pm 5,34$ anos, com tempo de diagnóstico de 20 anos ou mais, sendo a maioria do sexo feminino e com IMC classificado em sobrepeso ($29,34 \pm 3,11$). A maioria dos participantes eram inativos, insulino dependentes e todos apresentavam também hipertensão arterial sistêmica.

Nesses aspectos, o DM está associado a uma série de complicações como a hipertensão, dislipidemia, aterosclerose, degenerações microvasculares e neuropatias²². A neuropatia autonômica diabética é uma sequela importante da diabetes, e uma das manifestações mais frequentes dela é a neuropatia autonômica cardiovascular, que afeta cerca de 20% dos diabéticos⁶. O DM afeta o controle autonômico sobre o sistema cardiovascular por causar danos na inervação, além de alterar a sensibilidade de barorreceptores, resultando em descontrole da pressão arterial, aumento da atividade simpática e redução da atividade parassimpática²². O sistema nervoso autônomo comprometido, pode ser considerado um dos motivos da diminuição da capacidade funcional nesses pacientes.²³ E essa diminuição também está relacionada ao comprometimento do metabolismo oxidativo, outra explicação possível pode ser que a dinâmica vascular perturbada altere o fluxo sanguíneo periférico, prejudicando a musculatura, além de levar a uma redução no débito cardíaco⁶. A baixa aptidão cardiorrespiratória também está associada a um risco aumentado de controle glicêmico prejudicado²⁴.

Um estudo realizado por Vukomanovic et al.²³ com 115 indivíduos, sendo 62 diabéticos, buscou determinar a função do SNA avaliada pela VFC, VO₂, cinética da FC e regulação da glicose, e relataram que pacientes diabéticos possuem frequência cardíaca e pressão arterial de repouso maiores que pessoas não diabéticas, no pico dos testes a frequência cardíaca foi menor nos diabéticos, a recuperação da frequência cardíaca no primeiro, segundo e terceiro minuto é significativamente menor, a captação de oxigênio no limiar ventilatório, a captação máxima de oxigênio e o pulso de oxigênio também foram significativamente menores nos diabéticos, VE/CO₂ e VE/VCO₂ slope foram maiores no grupo diabético. Eles também relataram que os índices de VFC e de hemoglobina glicada (HbA1c) têm significativa correlação com os parâmetros de aptidão cardiorrespiratória. Milan-matos et al.²² relataram, que a resposta cardiovascular no período de recuperação em diabéticos não se comporta normalmente, e relacionaram isso ao comprometimento do controle autonômico.

Vários autores vêm estudando diferentes formas de melhorar a capacidade funcional dos diabéticos, mas há pouquíssimas evidências científicas sobre as atuações dos sistemas de *biofeedback* cardiovascular sobre as variáveis da capacidade funcional, especialmente em pacientes diabéticos, como já existe com o exercício físico que parece ser a ferramenta mais pesquisada, juntamente com associações a ele. Um estudo de Milan-Matos et al.²², investigou os efeitos do uso de

fotobiomodulação (PBM) associada a exercícios de intensidade moderada sobre a modulação autonômica cardiovascular, medida pela sensibilidade barorreflexa em 11 homens com DM2 e não detectaram diferenças quando comparado ao placebo, mostrando que a PBM parece não ter efeitos sobre o controle autonômico cardiovascular. Entretanto, a combinação de PBM e exercícios de curta duração já foi relatada ser capaz de reduzir os níveis de glicose no sangue, a fadiga e aumentar a força de contração muscular, melhorando o desempenho muscular e acelerando a recuperação²².

O consumo de oxigênio é a mais importante variável da avaliação da condição aeróbia e da reserva funcional do indivíduo, ele mostra a capacidade do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio. Além da aptidão física, o VO₂max também reflete a função mitocondrial de uma pessoa, que é prejudicada em pacientes com diabetes tipo 2. É considerado máximo (VO₂max) quando apresenta uma estabilização, mesmo com o incremento da carga de trabalho, e de pico (VO₂pico) quando não atinge essa estabilização^{6,26}. O tempo de VO₂ máx é o tempo necessário para que o consumo de oxigênio durante o exercício chegue ao valor máximo. A capacidade funcional definida pelo pico de consumo de oxigênio (VO₂ pico) é um excelente preditor de doenças cardiovasculares e de mortalidade²³. A mudança no pico de VO₂ parece estar correlacionada com a glicemia em jejum e HbA1c²⁵.

Embora haja evidências de que, essa associação pode ser abolida quando outros fatores, como status diabético, idade e sexo são considerados, tornando a influência do controle glicêmico na capacidade de exercício modesta²⁷. O aumento do VO₂ pico está associado à diminuição da mortalidade cardiovascular e por todas as causas, em homens saudáveis, um aumento de cerca de 3,5 ml/kg/min no VO₂ pico está associado a uma redução pela metade da taxa de mortalidade em 8 anos e que um incremento de 1 ml/kg/min no VO₂ pico leva a uma redução de 9% na mortalidade²⁵.

O Equivalente respiratório de VCO₂, ou seja, a relação VE/VCO₂ relaciona quantos litros de ar por minuto são necessários para produzir 1L de CO₂, é uma variável de fundamental importância na detecção do limiar anaeróbio (LA), em condições normais são necessários cerca de 35 litros de ar para a produção de 1 litro de CO₂^{11,26}. A inclinação dessa relação (VE/VCO₂ slope) descreve a eficiência ventilatória do paciente, os valores normais da inclinação VE/VCO₂ mostram um aumento progressivo com o aumento da idade, mas uma inclinação de VE/VCO₂

acima do normal pode ser originada devido a doenças respiratórias ou cardíacas que induzem uma incompatibilidade de ventilação para perfusão²⁸.

O primeiro limiar anaeróbio, é o momento em que a produção de energia é suplementada pelo metabolismo anaeróbio láctico, aumentando a concentração de lactato no sangue²⁶. O VO_2 medido no limiar ventilatório 1 é determinado pelo momento em que passa a haver um aumento não linear da ventilação pulmonar (VE) em relação ao VO_2 ²⁹. O L_1VO_2 pico, analisado no estudo, diz respeito ao pico de consumo de oxigênio atingido pelo paciente durante o primeiro limiar anaeróbio e o TLV_1 diz respeito ao tempo que foi necessário para que o primeiro limiar ventilatório fosse atingido, quanto maior esse tempo significa que o corpo leva mais tempo para que comece a haver um acúmulo de lactato sanguíneo. O $T_{1/2}VO_2$ é o tempo necessário para haja uma queda de 50% do VO_2 medido no pico do esforço até o terceiro minuto na recuperação²⁹.

A recuperação da frequência cardíaca (RFC) reflete a função do SNA, especificamente a reativação do sistema nervoso parassimpático e a desativação do sistema simpático após o teste ergométrico²³. Ausência ou alteração da reativação parassimpática e um prolongamento na atividade simpática na fase de recuperação após o exercício explicam a dinâmica de recuperação alterada em pacientes com DM2³⁰. A RFC é um importante preditor independente de morte cardiovascular e por todas as causas, além de predizer a ocorrência de diabetes e sobrevida nessa população, indivíduos que apresentam lenta recuperação da FC (≤ 12 bpm) após esforço, têm risco quase quatro vezes maior de mortalidade^{21,23}. Lins et al.²¹, relatam que a RFC atenuada após o esforço é 2,4 vezes mais frequente nos diabéticos. Cada incremento de 1bpm na frequência cardíaca de reserva e na recuperação da frequência cardíaca está associado a uma queda de 2–3% na incidência de diabetes tipo 2 após o ajuste para fatores de risco³¹. A hemoglobina glicada (HbA1c) é o indicador de glicose mais utilizado e também é um importante fator de risco de doença cardiovascular em pacientes com DTM. Segundo estudos recentes, se os níveis de HbA1c forem reduzidos em 1%, o risco de complicações microvasculares será reduzido em 37% e o risco de morte relacionada ao diabetes poderá ser reduzido em 21%²⁴.

Em pacientes com doenças coronarianas ou cardíacas, alguns estudos relatam mudanças na VFC e as relacionam ao aumento da amplitude da arritmia sinusal respiratória. Também é sugerido que pacientes com quadro de insuficiência

cardíaca mediana apresentam melhoras na VFC e em indicadores de qualidade de vida, porém pacientes com quadros mais severos podem não ter respostas positivas⁷. O *biofeedback* de VFC promove ação significativa no controle da pressão arterial em indivíduos com hipertensão, com redução da pressão sanguínea sistólica e diastólica que podem permanecer por cerca de três meses após o treinamento^{7,10}. Nas variáveis da frequência cardíaca, autores relatam aumento em SDNN (Desvio padrão dos intervalos NN), RMSSD (Raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos NN subjacentes), pNN50 (Porcentagem dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 milissegundos), VLF (Very low frequency), LF (Low frequency) e HF (High frequency) e redução de uma resposta de ativação simpática. As alterações são maiores quando o treinamento é realizado na frequência ressonante⁷. Chen et al.¹⁰ em uma intervenção de 15 sessões com *biofeedback*, relataram uma diminuição acentuada da pressão arterial sistólica (de $131,58 \pm 8,41$ mmHg para $116,17 \pm 9,25$ mmHg) e PAD (de $81,33 \pm 3,06$ mmHg a $71,17 \pm 7,12$ mmHg) em pacientes pré hipertensos, em comparação com o grupo controle, além de relatarem redução da frequência cardíaca e respiratória e melhora na modulação simpaticovagal autonômica.

Liu et al.²⁴ e Sacre et al.³² demonstraram melhora significativa do VO_2 pico após intervenção com treinamento físico, que é uma das possibilidades terapêutica mais aplicada atualmente para modulação autonômica. No presente estudo foram observadas reduções em todas as variáveis da frequência cardíaca, a frequência cardíaca de repouso teve uma redução média de $6,67 \pm 10,52$ (p 0,09), a FCm teve uma redução média de $0,78 \pm 15,86$ (p 0,89), a recuperação da frequência cardíaca no primeiro e segundo minutos após o teste também tiveram reduções médias de $4,00 \pm 12,97$ (p 0,38) e $2,44 \pm 12,93$ (p 0,59), respectivamente. $T_{1/2}$ e TLV_1 tiveram aumentos estatisticamente insignificantes. O mesmo ocorreu com o VE/VCO_2 ($-0,57 \pm 5,00$, p 0,74), mas não com o VE/VCO_2 slope, que teve uma diferença média de $0,88 \pm 6,31$ (p 0,69).

Os níveis de hemoglobina foram a única variável com mudança estatisticamente significativa (p < 0,05) no nosso estudo, os valores iniciais de $9,43 \pm 2,99$ foram reduzidos para $7,86 \pm 2,48$, numa diferença média de $1,56 \pm 1,85$ (p 0,04), isso pode significar uma redução de mortalidade e de complicações microvasculares nesses pacientes, como relatado por Liu et al.²⁴ que, após revisão sobre treinamento intervalado de alta intensidade sobre o controle glicêmico,

detectaram reduções na HbA1c pouco conclusivas. Além disso, considerando que a hemoglobina glicada (HbA1c) tem correlação com parâmetros de aptidão cardiorrespiratória²³. Essa alteração pode significar um efeito positivo sobre a capacidade cardiorrespiratória desses pacientes. As alterações em frequência cardíaca de repouso e tempo de alcance de VO₂máx, foram mais consideráveis que as outras variáveis, apesar de estatisticamente insignificantes, o que significa que pode haver alguma alteração clínica, especialmente em protocolos de treinamento mais longos ou associados a exercícios físicos.

Em relação aos resultados estatisticamente observados na investigação deste estudo, foi possível observar os efeitos agudos com apenas uma única sessão de BCV sobre as variáveis de frequência cardíaca, reduzindo em média com base no valor pré-intervenção 3,56bpm (IC95%=0,23 a 6,89; p=0,04) e glicemia capilar 14,33mg/dL (IC95%=1,79 a 28,87; p=0,03). Essa relação da influência que o controle autonômico cardíaco promove aos níveis de glicemia no sangue, não foi evidenciado na literatura em comparação com a frequência cardíaca. A influência do sistema respiratório sobre a variabilidade da frequência cardíaca vem sendo estudada em diversas patologias e em indivíduos saudáveis com o intuito de promover o controle autonômico e redução do estresse fisiológico. Recursos desenvolvidos através de software como o BCV proporcionam maior facilidade de entendimento para que os participantes promovam o controle respiratório ideal que influencie na variabilidade da frequência cardíaca.

Esse mecanismo é denominado de arritmia sinusal respiratória, no qual inspiração consegue obter relação indireta com a diminuição da frequência cardíaca e a expiração o aumento. Essa sincronia e controle autonômico devem permanecer constantemente durante todo o protocolo de intervenção no qual é possível observar através do monitoramento do aplicativo^{33,34}. Já em relação aos efeitos crônicos das variáveis analisadas, não foram encontrados resultados estatisticamente significativos como glicemia capilar (p=0,36), PAS (p=0,81), PAD (p= 0,32), FC (p= 0,22) e SpO₂ (p= 0,39) o que pode estar relacionado com o nível de assincronia durante a intervenção.

Quando analisado a nota de rendimento dos participantes, os mesmos obtiveram uma média de 4,31 ± 1,82 após a 1ª sessão e 4,07 ± 2,60 após 24ª sessões, sendo considerada uma média baixa na escala de 0 a 10, o que pode ser explicado pelo maior tempo dos participantes no percentual vermelho, 40,11 ± 20,36 após a 1ª

sessão e $45,11 \pm 25,24$ após 24^o sessões, mostrando maior incoerência respiratória e conseqüentemente menor nota de rendimento.

CONCLUSÃO

Por fim, neste estudo foi possível observar uma redução significativa dos valores de hemoglobina glicosilada por meio do tratamento com *biofeedback* cardiovascular em pacientes diabéticos, entretanto, o BCV não exerceu influência significativa sobre as variáveis da capacidade funcional desses pacientes. As influências deste recurso sobre a capacidade funcional podem ser mais significativas, se este for associado a exercícios físicos na reabilitação de indivíduos portadores de diabetes *mellitus* tipo 2. Dessa forma são necessários mais estudos, especialmente do tipo ensaio clínico, com um maior número de participantes para oferecer uma melhor análise das repercussões do BCV sobre o indivíduo com DM2.

REFERÊNCIAS

1. VINHOLES, D.B. et al. Perfil do risco cardiovascular de pacientes diabéticos atendidos em ambulatório de especialidades. **Revista Ciência & Saúde**, v. 7, n. 3, p. 116-122, 2014.
2. BARRILE, S.R. et al. Efeito agudo do exercício aeróbio na glicemia em diabéticos 2 sob medicação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 21, n. 5, 2015.
3. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020. **Clannad Editora Científica**. 2019.
4. CASTRO, C.L.B. reabilitação cardiovascular em pacientes com diabete melito. **Revista DERC** v. 24, n. 2. p. 52-57, 2018.
5. AL-MALLAH, H.M., SAKR, S., Al-Qunaibet, A. Cardiorespiratory Fitness and Cardiovascular Disease Prevention: an Update. **Current Atherosclerosis Reports**. v. 20, n.1, p. 1-9, 2018.
6. RÖHLING, Martin et al. Cardiorespiratory fitness and cardiac autonomic function in diabetes. **Current Diabetes Reports**, v. 17, n. 12, p. 125, 2017.

7. GOMES, J. S., COGHI, M.F., COGHI, P. F. *Biofeedback* cardiovascular e suas aplicações: revisão de literatura. **Avances en Psicología Latino americana**, v. 32, n.2, p. 199-216, 2014.
8. PINTER, A. et al. Cardiac dysautonomia in depression – heart rate variability *biofeedback* as a potential add-on therapy. **Neuropsychiatric Disease and Treatment**, v. 15, p. 1287-1310, 2019.
9. MCGINNIS, R. A. et al. *Biofeedback*-Assisted Relaxation in Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, v. 28, n. 9, p. 2145-2149, 2005.
10. CHEN, S. et al. Effects of heart rate variability *biofeedback* on cardiovascular responses and autonomic sympathovagal modulation following stressor tasks in prehypertensives. **Journal of human hypertension**, v. 30, n. 2, p. 105-111, 2016.
11. YAZBEK JR, Paulo et al. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 71, n. 5, p. 719-724, 1998.
12. SILVA, O.B., FILHO, D.C. A new proposal to guide velocity and inclination in the ramp protocol for the treadmill ergometer. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 81, p.48-53, 2003.
13. ARENA, R., MYERS, J., GUAZZI, M. Cardiopulmonary exercise testing is a core assessment for patients with heart failure. **Congestive Heart Fail**, v. 17, p. 115-119, 2011.
14. LEHRER, P., KARAVIDAS, M. K., LU, S.-E., COYLE, S. M., OIKAWA, L. O., MACOR, M., et al. Voluntarily produced increases in heart rate variability modulate autonomic effects of endotoxin induced systemic inflammation: an exploratory study. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, v. 35, p. 303–315, 2010.
15. NPT NEUROPSICOTRONICS LTDA. Manual de Treinamento cardioEmotion Home. **Exemplar do facilitador**, p.1-21, 2013.
16. COGHI, M.F. Redução de Estresse por *Biofeedback* Cardiovascular em Empresa Incubada. **ISMA**, v.13, n.1, p.1-17, 2013.
17. MCGRADY, Angele. The effects of *biofeedback* in diabetes and essential hypertension. **Cleve Clin J Med**, v. 77, n. 3, p. 68-71, 2010.
18. MACEDO, Joyce Lopes et al. Perfil epidemiológico do diabetes *mellitus* na região nordeste do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 3, p. 25, 2019.

19. MALTA, Deborah Carvalho et al. Prevalência de diabetes *mellitus* determinada pela hemoglobina glicada na população adulta brasileira, Pesquisa Nacional de Saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. E190006. SUPL. 2, 2019.
20. VINETTI, Giovanni 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, p. 9238, 2015.
21. LINS, Tereza Cristina Barbosa et al. Relação entre a frequência cardíaca de recuperação após teste ergométrico e índice de massa corpórea. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 34, n. 1, p. 27-33, 2015.
22. MILAN-MATTOS, Juliana Cristina et al. Acute effect of photobiomodulation using light-emitting diodes (LEDs) on baroreflex sensitivity during and after constant loading exercise in patients with type 2 diabetes *mellitus*. **Lasers in Medical Science**, v. 35, n. 2, p. 329-336, 2020.
23. VUKOMANOVIC, Vladan et al. Association between functional capacity and heart rate variability in patients with uncomplicated type 2 diabetes. **Blood pressure**, v. 28, n. 3, p. 184-190, 2019.
24. LIU, Jing-xin et al. Effectiveness of high-intensity interval training on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. **Aging clinical and experimental research**, v. 31, n. 5, p. 575-593, 2019.
25. VERGES, B. et al. Effects of cardiac rehabilitation on exercise capacity in type 2 diabetic patients with coronary artery disease. **Diabetic medicine**, v. 21, n. 8, p. 889-895, 2004.
26. FIGUEIRA, Thiago Gomes et al. Ergoespirometria: interpretação das variáveis para identificação dos limiares metabólicos. **Revista CPAQV-Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida-CPAQV Journal**, v. 10, n. 1, 2018.
27. ROBERTS, Timothy J. et al. Exercise capacity in diabetes *mellitus* is predicted by activity status and cardiac size rather than cardiac function: a case control study. **Cardiovascular diabetology**, v. 17, n. 1, p. 44, 2018.
28. MEZZANI, Alessandro. Cardiopulmonary exercise testing: basics of methodology and measurements. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 14, n. Supplement 1, p. S3-S11, 2017.

29. HERDY, Artur Haddad et al. Teste cardiopulmonar de exercício: fundamentos, aplicabilidade e interpretação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 5, p. 467-481, 2016.
30. BHATI, Pooja et al. Diagnostic performance of resting and post-exercise heart rate variability for detecting cardiac autonomic neuropathy in type 2 diabetes *mellitus*. **Autonomic Neuroscience**, v. 219, p. 53-65, 2019.
31. JAE, Sae Young et al. Exercise heart rate reserve and recovery as predictors of incident type 2 diabetes. **The American journal of medicine**, v. 129, n. 5, p. 536. e7-536. e12, 2016.
32. SACRE, Julian W. et al. A six-month exercise intervention in subclinical diabetic heart disease: effects on exercise capacity, autonomic and myocardial function. **Metabolism**, v. 63, n. 9, p. 1104-1114, 2014.
33. BLUM, Johannes; ROCKSTROH, Christoph; GÖRITZ, Anja S. Heart rate variability *biofeedback* based on slow-paced breathing with immersive virtual reality nature scenery. **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. 2172, 2019.
34. ECONOMIDES, Marcos et al. Feasibility and efficacy of the addition of heart rate variability *biofeedback* to a remote digital health intervention for depression. **Applied psychophysiology and biofeedback**, v. 45, n. 2, p. 75-86, 2020.

4 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os resultados apresentados, mostra-se relevante o fato do treinamento com BCV ter proporcionado resposta positiva da atividade do sistema nervoso autônomo, sobretudo da via parassimpática, pela análise das variáveis da VFC. Visto a importância de novos recursos que auxiliem no processo de reabilitação e que visem à diminuição de morbimortalidade sobre os aspectos autonômicos em indivíduos com DM2, o uso BCV mostra ter efeitos positivos principalmente em relação à análise da hemoglobina glicosilada. Em relação aos aspectos de saúde mental e qualidade de vida, sugere-se a realização de novos estudos do tipo ensaios clínicos controlados que possam alcançar resultados estatisticamente significativos.

O tempo de intervenção da pesquisa aparenta ter relação direta quanto aos resultados obtidos na análise dos aspectos de saúde mental e qualidade de vida. Logo, há a necessidade de novas pesquisas que envolvam grupos maiores de indivíduos DM2 com duração de intervenção distinta na análise dos aspectos psicológicos e qualidade de vida antes e após o uso de BCV.

A busca por alternativas que visem a autorregulação fisiológica e alcancem resultados nas variáveis cardiometabólicas e respiratórias com o intuito de diminuir as complicações relacionadas à DM2 é imprescindível. Mesmo com uma pequena amostra foi possível observar efeitos agudos sobre as variáveis de FC e glicemia capilar, mas há necessidade de novos estudos com um maior número de participantes do tipo ensaio clínico randomizado e que alcancem uma maior sincronia sinusal respiratório em grupos e duração de intervenções distintas.

A grande limitação desse estudo foi o tamanho da amostra e a distribuição nos grupos, o que pode ter comprometido a análise das correlações nos grupos separadamente. Assim, percebe-se a necessidade da realização de mais estudo multicêntricos, controlados que utilizem esse importante instrumento de tratamento que não é ainda bem explorada na abordagem ao paciente com DM2, bem como sua correlação com a capacidade cardiopulmonar, qualidade de vida e saúde mental a fim de guiar uma melhor conduta terapêutica, proporcionando melhor capacidade funcional e prognóstico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.K.; GROSS, J.L.; RODRIGUES, T.C. Complicações Microvasculares e Disfunção Autonômica Cardíaca em Pacientes com Diabetes Melito Tipo 1. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.1, n.1, p. 1-6, 2011.

AMERICAN ASSOCIATION DIABETES (AAS). Standards of Medical Care in Diabetes - 2016: summary of revisions. *Diabetes Care*. 2016;39 Suppl 1:S4-5. Available from: http://care.diabetesjournals.org/content/39/Supplement_1/S4 2.

ARRUDA, G.O.; SCHMIDT, D.B.; MARCON, S.S. Internações por diabetes mellitus e a Estratégia Saúde da Família, Paraná, Brasil, 2000 a 2012. **Ciênc. saúde colet.**, v. 23, n. 2, p. 16-23, 2018.

ATLAS DE DIABETES DA **IDF**, 9a edição 2019. Disponível em / Available homepage: <https://www.diabetesatlas.org/en/>. Acesso em / Access in: 07/11/2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. (2017). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2017-2018).

BELLO ABIODUN, BILIAMINU SIKIRU, WAHAB KOLAWOLE SE. Distal Symmetrical Polyneuropathy and Cardiovascular Autonomic Neuropathy among Diabetic Patients in Ilorin: Prevalence and Predictors. **Niger Postgrad Med J.**, v. 26, n. 2, p. 123–8, 2019.

BLUM, J., ROCKSTROH, C., & GÖRITZ, A. S. Heart rate variability *biofeedback* based on slow-paced breathing with immersive virtual reality nature scenery. **Frontiers in Psychology**, v.10, p. 2172, 2019.

CIRIC, V.; RANCIC, N.; PESIC, M.; ANTIC, S.; KOCIC, R.; RADOJKOVIC, D.; RADENKOVIC, S. Incidence trend of type 1 diabetes mellitus in Serbia. **BMC Endocr Disord.**, v. 20, p. 34, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico: **Vigitel 2016**. Brasília: MS; 2016.

BRITO, A.S.X. & PANTOJA, M.R. Cintilografia Miocárdica com I123-MIBG na Avaliação da Insuficiência Cardíaca. **Revista SOCERJ**, v. 22, n. 4, p. 243-248, 2009.

BRUCE, K.M. et al. Recovery of cognitive function after coronary artery bypass graft operations. **Ann. Thorac. Surg.**, v.95, n.4, p.1306-1313, 2013.

BUKHT MOHAMMAD SADAAT, AHMED RUMANA KAZI, HOSSAIN SAHADAT, MASUD PARISHA, SULTANA SHUHANA KR. Association between physical activity and diabetic complications among Bangladeshi type 2 diabetic patients. **Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev.**, v. 13, n. 1, p. 806-9, 2019.

CARABETTI, J.A.M. Cardiomiopatia diabética. **Revista Uruguaya de Cardiología**, v. 32, n. 3, p. 264-276, 2017.

CARVALHO, E. E. V.; CRESCÊNCIO, J. C. et al. Improved endothelial function and reversal of myocardial perfusion defects after aerobic physical training in a patient with microvascular myocardial ischemia. **Amer. Jour. Phys. Medic. & Rehab./ Assoc. Acad. Physiat.**, v. 90, n. 1, p. 59-64, 2011.

CLIMOV D, LYSY C, BERTEAU S, DUTRANNOIS J, DEREPE H, BROHET C, et al. *Biofeedback* on heart rate variability in cardiac rehabilitation: practical feasibility and psycho-physiological effects. **Acta Cardiol.**, v. 69, n. 3, p. 299–307, 2014

COGHI, M.F. Redução de Estresse por *Biofeedback* Cardiovascular em Empresa Incubada. **ISMA**, v.13, n.1, p.1-17, 2013.

COGHI, M.F. Princípios de funcionamento do biofeedback cardíaco: Eixo anti-inflamatório. **Newsletter cardioEmotion – CIÊNCIA**. Edição 3, fevereiro de 2016.

CONDER, R.L. & CONDER, A.A. Heart rate variability interventions for concussion and Rehabilitation. **Front. Psychol.**, v.5, n.1, p. 1-7, 2014.

CUNHA, J. A. Manual da versão em português das Escalas Beck. São Paulo: **Casa do Psicólogo**, 2001.

DE ANGELIS, K.; SCHAAN, B.D.; RODRIGUES, B. et al. Disfunção Autonômica Cardiovascular no Diabetes *Mellitus* Experimental. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 51, n. 2, p. 185-194, 2007.

DEMIN, D.B. The assessment of reactions of polygraphic parameters at HRV-*biofeedback* training in adolescents with different variants of cardiac autonomic nervous system tone. **Vestn Ross Akad Med Nauk**, v.2, n.1, p.11-15, 2012.

DUQUE, M.; DÍAZ, J.C.; MOLINA, M.D. et al. Neuropatía autonómica diabética cardiovascular Diabetic autonomic cardiovascular neuropathy. **Rev Colomb Cardiol.**, v. 20, n. 2, p. 80-87, 2013.

FOSS-FREITAS, M.C.; MARQUES JUNIOR, W.; FOSS, M.C. Neuropatia Autonômica: Uma Complicação de Alto Risco no Diabetes Melito Tipo 1. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 52, n. 2, p. 398-406, 2008.

FUNG ACH, TSE G, CHENG HL, LAU ESH, LUK A, OZAKI R, et al. Depressive symptoms, co-morbidities, and glycemic control in Hong Kong Chinese elderly patients with type 2 diabetes mellitus. **Front Endocrinol (Lausanne)**, v. 9, p. 1–7, 2018.

GEVIRTZ, R. The promise of heart rate variability *biofeedback*: evidencebased applications. **Biofeedback**, v. 41, p. 110–120, 2013.

GOMES, J.S. & COGHI, M.F. *Biofeedback* Cardiovascular e suas aplicações: revisão de literatura. **Avanc. Psicol. Latinoamer.**, v.32, n.2, p. 199-216, 2014.

HAQ T, AHMED T, LATIF ZA, SAYEED MA, ASHRAFUZZAMAN SM. Cardiac autonomic neuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus having peripheral neuropathy: A cross-sectional study. **Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev.** v. 13, n. 2, p. 1523–8, 2019.

IMAZU, M.F.M.; FARIA, B.N.; ARRUDA, G.O.; SALES, C.A.; MARCON, S.S. Effectiveness of individual and group interventions for people with type 2 diabetes. **Rev Latino Am Enfermagem**, v. 23, n. 2, p. 200-207, 2015.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (IDF). Diabetes atlas update 2018: Regional & Country Facctsheets. Disponível em: <http://www.idf.org/diabetes-atlas-update-2018-regional-country-factsheets>

KHAN, R. M. M., CHUA, Z. J. Y., TAN, J. C., YANG, Y., LIAO, Z., & ZHAO, Y. (2019). From pre-diabetes to diabetes: diagnosis, treatments and translational research. **Medicina**, v. 55, n.9, p. 546, 2019.

KOLAHIAN, S., LEISS, V., & NÜRNBERG, B. Diabetic lung disease: fact or fiction?. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, v. 20, n. 3, p. 303-319, 2019.

LEHRER, P., KARAVIDAS, M. K., LU, S.-E., COYLE, S. M., OIKAWA, L. O., MACOR, M., et al. Voluntarily produced increases in heart rate variability modulate autonomic effects of endotoxin induced systemic inflammation: an exploratory study. *Appl. Psychophysiol.* **Biofeedback**, v. 35, p. 303–315, 2010.

MACEDO, M.M.L.; CORTEZ, D.N.; SANTOS, J.C.; REIS, I.A.; TORRES, H.C. Adesão e empoderamento de usuários com diabetes mellitus para práticas de autocuidado: ensaio clínico randomizado. **Rev Esc Enferm USP**, v. 51, p. 32-78, 2015.

MAMO, Y., BEKELE, F., NIGUSSIE, T., & ZEWUDIE, A. (2019). Determinants of poor glycemic control among adult patients with type 2 diabetes mellitus in Jimma University Medical Center, Jimma zone, south west Ethiopia: a case control study. **BMC Endocrine Disorders**, v. 1, n. 91, 2019.

MEURS, M.; BURGER, H.; VAN RIEZEN, J.; SLAETS, J.P. et al. The association between cardiac rehabilitation and mortality risk for myocardial infarction patients with and without depressive symptoms. **J. Affect Disord.**, v.18, n.8, p.278-283, 2015.

MIDDEL, B.; EL BAZ, N.; PEDERSEN, S.S. et al. in health-related quality of life 6 months after coronary artery bypass graft surgery: the influence of anxiety, depression, and personality traits. **J. Cardiovasc. Nurs.**, v.29, n.6, 544-554, 2014.

MOIEN, A.B.K.; MUHAMMAD, J.H.; JEFFREY, K.K.; ROMONA, D.G.; HALLA, M.; JUMA AL, K. Epidemiology of Type 2 Diabetes – Global Burden of Disease and Forecasted Trends. **Journal of Epidemiology and Global Health.**, v. 10, n.1, p. 107-111, 2020.

MORAVEC, C.S. & McKEE, M.G. *Biofeedback* in the treatment of heart disease. **Clevel. Clinic Jour. Medic.**, v.78, n.1, p.20-23, 2011.

MUNSTER-SEGEV M, FUERST O, KAPLAN SA, CAHN A. Incorporation of a Stress Reducing Mobile App in the Care of Patients With Type 2 Diabetes: A Prospective Study. **JMIR mHealth uHealth.** v. 5, n. 5, p. 75, 2017.

MUZHNIKOV, V.; VERSHININA, E.; MUZHNIKOV, R.; NIKITIN, K. Thermopuncture for the diagnosis, monitoring, and treatment of patients with type 2 diabetes. **J Acupunct Meridian Stud.**, v.18, p. 2005-2901, 2018.

PAPASAVVAS, T.; BONOW, R.O.; ALHASHEMI, M. Depression Symptom Severity and Cardiorespiratory Fitness in Healthy and Depressed Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med.**, v.7, n.1, p.1-12, 2015.

PARDAENS, S.; DE SMEDT, D.; DE BACQUER, D.; WILLEMS, A.M. Comorbidities and Psychosocial Characteristics as Determinants of Dropout in Outpatient Cardiac Rehabilitation. **J. Cardiovasc. Nurs.**, v.2, n.9, p.1-7, 2015.

PIOTROWICZ, E.; PIOTROWSKI, W.; PIOTROWICZ R. Positive Effects of the Reversion of Depression on the Sympathovagal Balance after Telerehabilitation in Heart Failure Patients. **Ann Noninvasive Electrocardiol.**, v.10, n.11, p.1-9, 2015.

PIVARI, F., MINGIONE, A., BRASACCHIO, C., & SOLDATI, L. Curcumin and type 2 diabetes mellitus: prevention and treatment. **Nutrients**, v. 11, n. 8, p. 1837, 2019.

RAO, P.V. Type 2 diabetes in children: Clinical aspects and risk factors. **Indian J Endocrinol Metab.**, v. 19, n. 7, p. 47–50, 2015.

RAJEEV CHAWLA, S.V. MADHU, B.M. MAKKAR, SUJOY GHOSH, BANSHI SABOO, SANJAY KALRA, AND ON BEHALF OF THE RSSDI-ESI CONSENSUS GROUP. RSSDI-ESI Clinical Practice Recommendations for the Management of Type 2 Diabetes Mellitus 2020. **Indian J Endocrinol Metab.**, v. 24, n.1, p. 1–122, 2020.

ROLIM, L.C.S.; SÁ, J.R.; CHACRA, A.R. et al. Neuropatia Autonômica Cardiovascular Diabética: Fatores de Risco, Impacto Clínico e Diagnóstico Precoce. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 90, n. 4, p. 24-32, 2008.

ROOHAFZA, H; SADEGHI, M.; KHANI, A. Psychological state in patients undergoing coronary artery bypass grafting surgery or percutaneous coronary intervention and their spouses. **Int. J. Nurs. Pract.**, v.21, n.2, p.214-220, 2015.

ROY, B. & GHATAK, S. Métodos Não-Lineares para Avaliar Mudanças na Variabilidade da Frequência Cardíaca em Pacientes com Diabetes Tipo 2. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 101, n. 4, p. 317-327, 2013.

SAEEDI, Pouya et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. **Diabetes research and clinical practice**, v. 157, p. 107843, 2019.

SAMIT, G.; BHAVYA, A.; KOEL, D.; AMERTA, G.; BINAYAK, S.; ANOOP, M. Increase in the risk of type 2 diabetes during lockdown for the COVID19 pandemic in India: A cohort analysis. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews.**, v. 14, p. 949-952, 2020.

SCHMID, H. Impacto Cardiovascular da Neuropatia Autonômica do Diabetes *Mellitus*. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 51, n. 2, p. 232-243, 2007.

SCHMIDT, M.M. et al. Características Psicológicas dos Pacientes Submetidos à Intervenção Coronária Percutânea. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.97, n.4, p. 331-337, 2011.

SCHMIDT, M.I.; DUNCAN, B.B.; SILVA, G.A.; MENEZES, A.M.; MONTEIRO, C.A.; BARRETO, S.M.; CHOR, D.; MENEZES, P.R. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. **Lancet**, v. 377, n. 9781, p. 1949-1961, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes-2014-2015. São Paulo: **SBD**; 2015. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/publico/images/2015/area-restrita/diretrizes-sbd-2015.pdf> 3.

SPEZZAFERRI, R. et al. Psychological disorders after coronary artery by-pass surgery: a one-year prospective study. **Monaldi Arch. Chest. Dis.**, v.72, n.4, p.200-205, 2009.

TAGGART, P.; CRITCHLEY, H.; LAMBIASE, P.D. Heart-brain interactions in cardiac arrhythmia. **Heart**, v.97, n.9, p.698-708, 2011.

TINO, S., WEKESA, C., KAMACOOKO, O., MAKHOBBA, A., MWEBAZE, R., BENGO, S. & KALEEBU, P. Predictors of loss to follow up among patients with type 2 diabetes mellitus attending a private not for profit urban diabetes clinic in Uganda—a descriptive retrospective study. **BMC health services research**, v. 19, n. 1, p. 598, 2019.

TULLY, P.J. et al. Depression, anxiety and major adverse cardiovascular and cerebrovascular events in patients following coronary artery bypass graft surgery: a five year longitudinal cohort study. *BioPsy*. **Medicine**, v.9, n.14, p.1-10, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, INTERNATIONAL Diabetes Federation. HEARTS D: diagnosis and management of type 2 diabetes. Consultation [Internet]. Genebra: **WHO**; 2020 [acessado em 15 julho 2020]. Disponível em: [Disponível em: https://apps.who.int/iris/handle/10665/331710](https://apps.who.int/iris/handle/10665/331710)

WILLIAMS, M.; PENMAN, D. **Atenção Plena: como encontrar a paz em um mundo frenético**. Rio de Janeiro: Sextante, 2015.

YASUI-FURUKORI N, MURAKAMI H, OTAKA H, NAKAYAMA H, MURABAYASHI M, MIZUSHIRI S, et al. Coping behaviors and depressive status in individuals with type 2 diabetes mellitus. **Ann Gen Psychiatry**. v. 18, n. 1, 2019.

APÊNDICE A - ARTIGO DE REVISÃO DA LITERATURA

EFEITOS DE INTERVENÇÕES BASEADAS EM EXERCÍCIOS NA MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA DE PACIENTES DIABÉTICOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Tainá Maria de Souza Vidal¹, Aline Maria Torres dos Santos², Camila Cavalcante dos Santos³, Silvia Regina Arruda de Moraes³

RESUMO

Introdução: O Diabetes Mellitus (DM), é descrito como uma desordem metabólica com múltipla etiologia, sendo uma condição grave que ocorre quando os níveis de glicose estão elevados no sangue. Se tornou um problema importante de saúde atingindo cerca de meio bilhão de pessoas com a afecção no mundo. Existem dois tipos principais de DM, o tipo 1 e o tipo 2, que tem por característica principal o quadro de resistência à insulina. O DM pode desencadear diversas complicações, dentre as mais comuns está a neuropatia autonômica diabética, que se caracteriza por danificar as fibras autonômicas nervosas que inervam o coração e os vasos sanguíneos levando conseqüentemente a modificações no ritmo cardíaco e vascular, essas alterações podem ser analisadas através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Os exercícios físicos são recomendados devido aos seus benefícios sobre os riscos cardiovasculares, ainda assim, existem dúvidas sobre seus protocolos e quanto ao tipo de exercício. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de intervenções baseadas em exercícios na modulação autonômica cardíaca de pacientes diabéticos. **Metodologia:** Para a estruturação deste estudo, realizou-se uma revisão sistemática da literatura, de artigos publicados entre 2010 e 2020, nas bases de dados PubMed, SciELO e Lilacs, entre janeiro e fevereiro de 2020. **Resultados:** Cinco estudos se enquadraram nos critérios de inclusão e exclusão para serem incluídos nesta revisão, desses, quatro abordaram o exercício físico aeróbico e um os exercícios respiratórios do Yoga. Todos os estudos analisaram as respostas simpáticas e parassimpáticas através da VFC e obtiveram significâncias estatísticas de $p < 0,05$. **Conclusão:** Foi observado que os estudos que utilizaram um protocolo de seis meses de exercícios aeróbicos alcançaram respostas significativamente positivas se comparado aqueles que utilizaram outros tipos de exercícios ou que realizaram o protocolo em um menor período de tempo.

INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus (DM) é descrito como uma desordem metabólica com múltipla etiologia, é uma condição grave e crônica que ocorre quando os níveis de glicose estão elevados no sangue, isso acontece porque o corpo não consegue produzir insulina suficiente ou não pode usar a que produz. A insulina é um hormônio produzido no pâncreas, é essencial pois permite que a glicose que está na corrente sanguínea entre nas células e seja transformada em energia, sendo também essencial para o metabolismo de proteínas e gorduras. Portanto, a falta de insulina, ou a incapacidade do corpo em respondê-la leva a níveis elevados de glicose no sangue (hiperglicemia), o indicador clínico de diabetes. A hiperglicemia favorece o desenvolvimento de degenerações crônicas junto a falência de diversos órgãos, como olhos, rins, coração, nervos e vasos sanguíneos. ^{1,2}

O DM é um importante problema de saúde em todo o mundo ³, e atingiu níveis alarmantes. Segundo a Federação Internacional de Diabetes (Internacional Diabetes Federation, IDF)², há cerca de meio bilhão de pessoas com diabetes no mundo, e estima-se que em 2045 esse número poderá aumentar e alcançar a marca dos 700 milhões. Segundo Cortez et al. (2015)⁴, em países subdesenvolvidos é a doença crônica que tem maior crescimento, no Brasil o número de diabéticos poderá chegar a 11 milhões até 2025. Esse aumento progressivo da prevalência de DM tem alertado a comunidade médica para a necessidade de mudanças dos hábitos de vida para assim favorecer a redução dos fatores de risco como a obesidade, má alimentação e sedentarismo, e conseqüentemente reduzir as complicações cardiovasculares. ⁵

Há dois tipos principais de diabetes, o diabetes tipo 1, que é uma doença autoimune que se caracteriza pela destruição de células β pancreáticas que levam a quadros de deficiência e resistência à insulina. E o diabetes tipo 2 que corresponde a 90-95% de todos os casos de DM, é caracterizada por etiologia complexa que envolve componentes genéticos e multifatoriais, há uma resistência dos tecidos periféricos a insulina, aumento da produção de glicose que leva a hiperglicemia e uma combinação de disfunções que levam ao aumento de ácidos graxos livres circulantes. ^{3,6}

Diversas são as repercussões acarretadas pela DM. Dentre as complicações agudas estão a hipoglicemia, hiperglicemia hiperosmolar e a cetoacidose diabética. As complicações crônicas levam a retinopatia, cardiopatia isquêmica, nefropatia, doença cerebrovascular e vascular periférica e as neuropatias.⁴ A neuropatia autonômica diabética é uma sequela importante do diabetes tipo 1 e tipo 2, um dos seus sintomas mais importantes é a neuropatia autonômica cardíaca (NAC), que atinge cerca de 20% dos

pacientes com DM, a sua prevalência aumenta com a idade e com tempo de persistência da diabetes. Seus fatores de risco, principalmente no tipo 2, envolvem a falta de controle glicêmico, dislipidemia, obesidade abdominal e hipertensão.^{7,8}

As complicações cardiovasculares são as principais causas de mortalidade e morbidade em pacientes com diabetes.⁹ A neuropatia autonômica cardiovascular associada ao diabetes causa danos as fibras nervosas autonômicas que inervam o coração e os vasos sanguíneos, causando modificações no ritmo cardíaco e vascular. Apesar de não ser muito bem reconhecida e nem compreendida, se comparada aos outros distúrbios diabéticos, suas complicações são sobretudo negativas na sobrevivência e qualidade de vida das pessoas com diabetes.^{10,11}

A inervação autonômica é o processo primário responsável pelo controle e frequência do desempenho cardíaco. O nervo vago é responsável por 75% de toda a atividade do sistema parassimpático, e é frequentemente o mais danificado, desse modo, as primeiras manifestações clínicas envolvem uma disfunção parassimpática, sendo rara as vezes que há disfunção simpática.¹² Três das principais estruturas do sistema cardiovascular tem suas funções moduladas pelo balanço simpático-vagal: o nó sinusal, ventrículos e vasos sanguíneos. Assim, uma anormalidade no controle da frequência cardíaca e vascular podem levar a intolerância ao exercício, hipotensão ortostática, diminuição do fluxo sanguíneo periférico e diminuição do débito cardíaco.^{7,8,13}

Para o diagnóstico da NAC o primeiro sinal é a redução da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que é uma análise das respostas da frequência cardíaca ou dos intervalos RR do eletrocardiograma.^{12,13} Um diagnóstico precoce está relacionado as melhores chances de resposta a intervenção, sendo essencial a perda de peso e os exercícios para melhorar a resistência à insulina.¹² Nos pacientes com DM o exercício é recomendado devido aos seus benefícios sobre o risco cardiovascular, controle metabólico, estilo de vida menos sedentário, redução da pressão arterial e frequência cardíaca, melhora da captação da glicose e aumento da ação da insulina.¹⁴ Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de intervenções baseadas em exercícios na modulação autonômica cardíaca de pacientes diabéticos.

METODOLOGIA

Para a estruturação deste estudo, realizou-se uma revisão sistemática da literatura, de artigos publicados entre 2010 e 2020, nas bases de dados PubMed (National Library of

Medicine), SciELO (Scientific Eletronic Library Online) e Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) entre Janeiro e Fevereiro de 2020. Os seguintes descritores foram adotados para a consulta as bases de dados: “Frequência cardíaca”, “Sistema nervoso autônomo”, “Desnervação autonômica”, “Tratamento”, “Fisioterapia”, “Reabilitação cardíaca” e “Qualidade de vida”, todos cadastrados nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS) e no Medical Subject Headings (MeSH), além do termo livre “Variabilidade da frequência cardíaca” e seus respectivos equivalentes em inglês e espanhol. Os descritores foram combinados em 15 cruzamentos para estratégia de busca nas bases de dados.

Os critérios de inclusão para a revisão foram: Artigos em língua portuguesa, inglesa ou espanhola, que tivessem período de publicação entre os anos de 2010 e 2020, que tratassem apenas de ensaios clínicos e que tivessem análises da modulação autonômica cardíaca através da VFC. Os critérios de exclusão foram: Revisões de literatura, estudos com animais, trabalhos sem acesso ao texto completo, estudos em andamento, artigos que tratassem de outras patologias que não fossem referentes ao diabetes.

A pesquisa foi realizada por dois avaliadores em três etapas: primeira fase de identificação, onde os artigos foram analisados e selecionados apenas pela leitura dos títulos nas bases de dados, na fase seguinte foram analisados os resumos dos mesmos e na fase final, houve leitura do texto na íntegra. Em cada etapa havia uma comparação de estudos selecionados afim de chegar a um consenso sobre quais estudos avançariam para a próxima fase, caso houvesse discordância entre os participantes ativos, um terceiro avaliador desempataria. As etapas da pesquisa estão resumidas na figura 1.

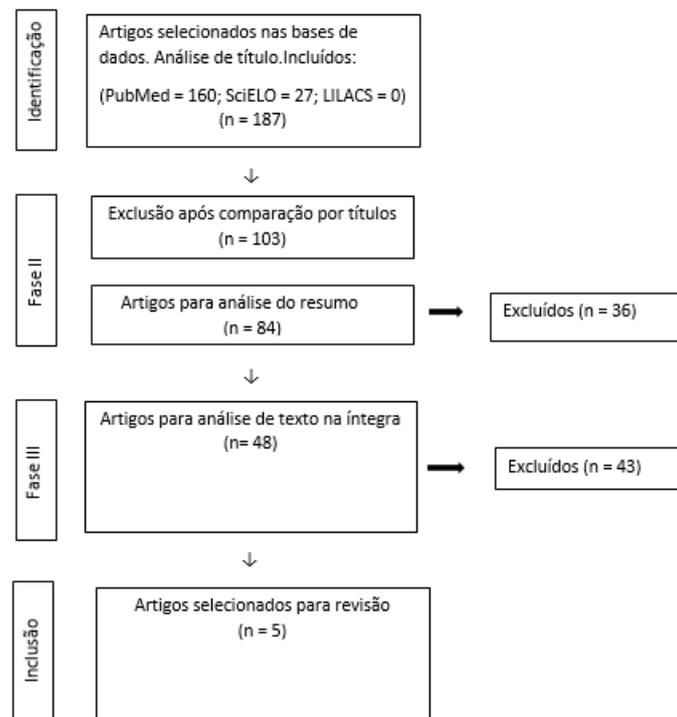


Figura 1. Fluxograma da Metodologia

RESULTADOS

Foram encontrados 187 artigos nas bases de dados, dos quais, 48 tiveram relevância para análise do texto na íntegra. Porém, apenas cinco estudos se adequaram aos critérios de inclusão para a revisão sistemática, todos em língua inglesa. Os artigos elegidos apresentam como intervenção algum tipo de exercício, destes, quatro abordam a intervenção baseada em exercícios aeróbicos e um em exercícios de respiração do yoga. O tempo médio para o tratamento entre os quatro primeiros estudos citados são de aproximadamente 19 semanas, sendo o último, o de exercícios de respiração, feito em apenas uma sessão. A média de idade do grupo intervenção dos estudos foi de 44,2 anos e a média da amostra dos mesmos foi de 30,2 indivíduos. Todos os cinco estudos utilizaram a VFC como forma de avaliação da modulação autonômica cardíaca, sendo também incluídas análises de $VO_{2máx}$, eletrocardiograma (ECG), análise da sensibilidade barorreflexa, FC, amostras de sangue, dentre outros. Os estudos incluídos na revisão estão dispostos na tabela 1.

RESULTADOS DA INTERVENÇÃO NA VFC E FC

A avaliação das variáveis da VFC foi realizada antes e após a intervenção em todos os estudos selecionados para esta revisão. No estudo de Sacre et al.¹⁵, os resultados que obtiveram significâncias estatísticas foram a CVNN ($p=0,073$), FC de repouso ($p=0,022$), intervalos RR_{mean} (nu) ($p=0,013$) e potência total (TP) ($p=0,032$), todos no grupo intervenção, outros resultados com significância estatística não foram alcançados. Goit et al.¹⁶, fizeram a análise da VFC por domínio de tempo (estatístico e geométrico) e da frequência, nas variáveis das três análises houve resultados significantes de ($p<0,05$). Grieco et al.¹⁷, na análise intergrupos destacaram significâncias estatísticas para o SDNN, RMSSD e TP com ($p<0,05$). Shin et al.¹⁸, obteve resultados de ($p<0,05$) para TP, LF e VLF. Já Goulopoulou et al.¹⁹, observaram resultados de ($p<0,05$) para TP, HF, LF e LF/HF.

Autores	Grupo	Idade média	Tipo do Diabetes	Intervenção	Duração	Avaliação	Desfecho
Goit et al, 2017	Intervenção (n=41)	44,1±4,5	Diabetes tipo II	Exercício aeróbico supervisionado de intensidade moderada, três vezes na semana. Exercícios: (caminhada rápida e corrida leve).	6 meses	ECG de repouso para análise da VFC	Progresso na regulação do ritmo cardíaco pela VFC, através do aumento do tônus cardio-vagal e diminuição do tônus cardio-simpático
Sacre et al, 2014	Intervenção (n=24) Controle (n=25)	59 ± 10 60 ± 9	Diabetes tipo II	Programa de exercícios com treinamento aeróbico e de resistência, sessões de ginástica e prescrição domiciliar. (Intensidade moderada-vigorosa).	6 meses	VO ₂ ; ECG para análise da VFC; FC de repouso; SBR; FC de exercício	Melhora da intolerância ao exercício e na disfunção subclínica do VE. Diminuição da frequência cardíaca e mudança favorável no equilíbrio simpático-vagal cardíaco.
Grieco et al, 2014	Intervenção (n=12) Controle (n= 14)	54,9±7,4 54,7±6,8	Diabetes tipo II	Exercícios respiratórios de Yoga (pranayama): respiração unilateral, respiração espontânea, respiração espontânea em pé, respiração estimulada e respiração passeada.	1 sessão	Análise da VFC e FC	Não foram observados impactos significativos na análise da intervenção, apenas um pequeno, mas importante efeito na VFC e FC em repouso

Shin et al, 2014	<i>Intervenção (n=15)</i>	$13,0 \pm 1,0$	<i>Diabetes tipo I</i>	<i>Exercícios de caminhada, 3 vezes por semana, com intensidade determinada pelo VO_2 máx., a 60%</i>	<i>12 semanas</i>	<i>Análise da VFC; Doppler para análise da velocidade do fluxo sanguíneo e teste ergométrico</i>	<i>Melhora do sistema nervoso autônomo cardíaco e desempenho essencial nas complicações diabéticas como a neuropatia autonômica subclínica e risco cardiovascular em pacientes pediátricos</i>
Goulopoulou, et al, 2010	<i>Intervenção 1 (n=23)</i>	50 ± 1	<i>Obesos com diabetes tipo II</i>	<i>Treinamento aeróbico supervisionado em casa, com intensidade moderada, utilizando a caminhada progressiva</i>	<i>16 semanas</i>	<i>Variabilidade da pressão arterial sistólica; VFC; SBR</i>	<i>Alterações da modulação autonômica cardíaca, com aumento da modulação simpática e redução do volume vagal</i>
	<i>Intervenção 2 (n=36)</i>	49 ± 1	<i>Obesos sem DM</i>				

Tabela 1- Estudos incluídos na revisão

VFC: Variabilidade da frequência cardíaca; ECG: Ecocardiograma; FC: Frequência cardíaca; SBR: Sensibilidade barorreflexa.

DISCUSSÃO

O presente estudo foi desenhado com o objetivo de elucidar os efeitos de intervenções de exercícios na modulação autonômica cardíaca de pacientes diabéticos. Para tal, foram incluídos 5 estudos do tipo ensaios clínicos, não houve estudos randomizados ou com cegamento. A amostra total dos estudos foi de 190 indivíduos, com idade média de 48,08 anos. Os estudos que especificaram sua população foram três, Goit et al.¹⁶, Grieco et al.¹⁷ e Shin et al.¹⁸ e contaram com uma amostra de 82 indivíduos, destes ~ 56% eram do sexo masculino, ~ 6% do sexo feminino e ~ 18,5% eram crianças do sexo masculino. A frequência de intervenção foi de no mínimo uma sessão¹⁷ e no máximo seis meses^{15,16}, realizados em pacientes tanto com diabetes tipo I quanto tipo II.

Os estudos diferiram quanto aos modos de suas intervenções, sendo que quatro estudos usaram como intervenção exercícios aeróbicos, um se utilizando de exercícios de ginástica junto a exercícios de resistência¹⁵ e três de caminhadas e corrida leve^{16,18,19} e um outro estudo se utilizou de exercícios de respiração com bases do Yoga¹⁷. Existiram variâncias quanto a frequência, duração, resistência, e número de sessões. As populações também foram diferentes, apenas os estudos de Sacre et al.,¹⁵ e Grieco et al.,¹⁷ contaram com os dois grupos convencionais (Intervenção e controle). Os outros três estudos contaram apenas com população de intervenção, sendo que a pesquisa de Goulopoulou et al.,¹⁹ dispôs de dois grupos de intervenção, um de obesos e outro de obesos com DM2.

No estudo de Sacre et al.,¹⁵ a intervenção de exercícios de seis meses ocorreu através de sessões de ginástica, de até 75 minutos, duas vezes por semana. A sessão era dividida em 20-40 minutos de exercício aeróbico e 6-12 minutos de exercícios de resistência, além da prescrição domiciliar, a intensidade variou de moderada a vigorosa. Goulopoulou et al.,¹⁹ também se utilizaram de exercícios aeróbicos, contudo, eram exercícios domiciliares com supervisão, a intervenção foi realizada durante 16 semanas, por 4 vezes na semana, e a carga dos exercícios foi aumentada gradualmente. Shin et al.,¹⁸ também teve sua intervenção baseada em caminhadas, durante 12 semanas, por três vezes na semana. Goit et al.,¹⁶ utilizaram um programa de exercícios aeróbicos de seis meses, onde realizaram sessões por três vezes na semana sob supervisão. Cada sessão tinha duração de 50 minutos, que se dividiam em 10 minutos de aquecimento, 30 minutos de atividade (caminhada rápida e corrida

leve) e 10 minutos de relaxamento. Por fim, Grieco et al.,¹⁷ utilizaram exercícios respiratórios com base no Yoga, que durou uma sessão de 39 minutos. O protocolo respiratório seguiu uma sequência com: respiração espontânea (5 minutos), respiração espontânea em pé (2 minutos), respiração estimulada a uma taxa de seis respirações por minuto (5 minutos), respiração unilateral (RUN) designada aleatoriamente (RUN1 [10 minutos]), respiração estimulada (5 minutos), RUN por narina oposta (RUN2 [10 minutos]) e respiração passeada em pé no lugar (2 minutos).

Todos utilizaram a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) como método avaliativo da função autonômica cardíaca. Além da VFC os estudos contaram com análises de teste de esforço que avaliaram o pico de VO₂, VO₂ máximo, VO₂ de reserva e FC máxima; exame clínico; análises bioquímicas e estrutura e função do ventrículo esquerdo (VE). Segundo Vanderlei et al. (2009),²⁰ as análises da VFC são essenciais pois de forma não invasiva são capazes de nos informar quanto as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos, os intervalos R-R. De modo que, uma baixa VFC pode indicar neuropatia autonômica, transplante cardíaco, insuficiência cardíaca congestiva (ICC), infarto agudo do miocárdio e outras doenças cardíacas, enquanto a alta VFC é um bom sinal de adaptação, o que normalmente indica indivíduos saudáveis com mecanismos autônomos eficientes.^{20,21}

As análises podem ser feitas tanto por domínio de tempo, quanto por domínio da frequência, que são os métodos lineares. Dentre as análises feitas por domínio de tempo estão, SDNN: análise do desvio padrão dos intervalos RR normais, expresso em ms; RMSSD: que é a raiz quadrada média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR adjacentes normais, também expresso em ms, e o pNN50: que é a porcentagem de intervalos RR sucessivos que tem duração maior que 50ms. O SDNN representa tanto as atividades simpáticas, quanto as parassimpáticas, já o RMSSD e o pNN50 representam apenas as atividades parassimpáticas. Além dos métodos estatísticos no domínio de tempo há também os geométricos, como o Plot de Poincaré que é representado por um plano cartesiano que apresenta uma série temporal, no qual cada intervalo RR se correlaciona com o intervalo antecedente definindo um ponto de plot.^{20,22}

As análises do domínio da frequência ou análise espectral incluem: Componente de alta frequência (HF, siglas em inglês), indicador do nervo vago sobre o coração que varia de 0,15 a 0,4 Hz. A potência HF em (ms), representa a potência absoluta da banda de alta frequência e a HF em (nu), representa potência relativa da

banda de alta frequência em unidades normais; componente de baixa frequência (LF), avaliação simpática-vagal, com predominância simpática, tem variação de 0,04 a 0,15Hz. A potência de LF em (ms), é a potência absoluta da banda de baixa frequência e LF (nu), é a potência relativa da banda de baixa frequência em unidades normais; componentes de muito baixa frequência (VLF) e ultrabaixa frequência (ULF), relacionados ao sistema renina-angiotensina-aldosterona, termorregulação e tônus vasomotor periférico. Além disso, temos a relação LF/HF que reflete o balanço simpático-vagal cardíaco.^{20,22}

Além da VFC a sensibilidade barorreflexa também está sujeita a alterações dos sistemas simpático e vagal. As células barorreceptoras ficam localizadas em grandes vasos sanguíneos, principalmente na aorta e carótida, e são responsáveis por detectar suas alterações. Ele atua como um protetor do coração, reduzindo a atividade simpática e aumentando a vagal quando a pressão sanguínea aumenta.²³

Sacre et al.,¹⁵ realizaram as análises tanto de VFC quanto da sensibilidade barorreflexa. As análises da VFC foram feitas através do domínio do tempo e da frequência, sendo o CVNN seu endpoint primário, pois segundo o estudo é um marcador da função parassimpática.¹⁵ Também foram realizadas análises da SDNN, RMSSD, TP, HF. Grieco et al.,¹⁷ também fizeram as análises por domínio de tempo e da frequência, as medidas no domínio do tempo incluíram SDNN e RMSSD e as medidas no domínio da frequência pela (TP) em ms². Goit et al.,¹⁶ também dispuseram de análises no domínio de tempo e da frequência, no domínio de tempo foram analisados o SDNN, RMSSD e o pNN50. A análise no domínio da frequência cardíaca consistiu em HF e LF em ms² e (nu), além da VLF. Também foi utilizado o método de dinâmica não-linear, o gráfico de Poincaré. Goulopoulou et al.,¹⁹ avaliaram a VFC unicamente por análises espectrais do domínio da frequência como a LF, HF e TP. As potências de alta e baixa frequência foram calculadas em ms² e unidades normalizadas (nu). Shin et al.,¹⁸ também tiveram análises apenas por domínio da frequência, com as variáveis de VLF, LF, HF e TP.

Após as análises, Sacre et al.,¹⁵ observaram que a intervenção acarretou um aumento significativo de 11% no pico de VO₂ no grupo intervenção comparado a -1% no controle (p=0,001). Contudo, uma melhor capacidade de exercício não foi acompanhada pela melhora na CVNN, o que contraria a hipótese dos autores que acreditavam que uma melhora no pico de VO₂ mediará um aumento no endpoint primário adotado para análise da VFC. Isso pode ser explicado pela aderência dos

grupos na pesquisa, já que aqueles que não puderam ir até as instalações previamente estabelecidas para o tratamento puderam fazer acompanhamento em casa, podendo este, ser um fator limitante. Apesar disso, o treinamento físico foi capaz de diminuir significativamente a FC ($p=0,022$) e aumentar o RR_{mean} ($p=0,013$), e os desfechos secundários da VFC obtiveram aumento estatisticamente significativos no grupo intervenção, como no SDNN e o TP ($p=0,032$). O HF, representando o nervo vago²⁰ também obteve melhora significativa no grupo intervenção.

Grieco et al.,¹⁷ observaram que a RMSSD e SDNN foram significativamente menores no grupo intervenção comparado ao controle ($p<0,05$). Além disso, dentre as análises feitas foi constatado que a FC média foi significativamente maior no grupo intervenção ($p<0,05$) que no controle. Em resumo, as análises de SDNN, RMSSD e TP foram significativamente mais baixas no grupo intervenção do que no controle. É importante destacar que nas análises intragrupo o protocolo resultou em uma diminuição da FC média e diminuição na TP, porém, outros resultados significativos não foram encontrados. Shin et al.,¹⁸ observaram significância estatística no TP, LF, FLV que sofreram aumentos significativos após o protocolo de treinamento físico ($p<0,05$). As outras variáveis não alcançaram valores importantes.

Goulopoulou et al.,¹⁹ dispuseram de dois grupos de intervenção, o grupo de obesos sem diabetes (OB) e o grupo de obesos com DM2, após a intervenção observou-se uma redução no HF e aumento no TP, LF e LF/HF após a carga de glicose, ou seja, houve redução parassimpática e aumento da resposta simpática, respostas que podem ser consideradas negativas, visto que demonstram redução da VFC. Ao analisar este estudo foi possível observar algumas limitações e riscos de viés, sua amostra conta com dois grupos de intervenção que tem em comum somente o fator da obesidade. Mesmo o peso elevado sendo um forte preditor para o DM2¹³, nem todos os obesos terão desfechos de diabetes, sendo assim, ter dois grupos de intervenção em situações diferentes pode ser caracterizado como uma transgressão metodológica, levando os resultados alcançados a um baixo nível de evidência. Isso fica ainda mais claro com os resultados da comparação entre grupos na linha de base, onde os indivíduos obesos com DM2 tiveram diferença estatisticamente significativa na circunferência da cintura se comparado ao grupo OB ($p=0,002$), iniciando assim o protocolo com diferenças estatísticas entre grupos, o que pode ser caracterizado como um viés de estudo.

Já Goit et al.,¹⁶ observaram que na análise das variáveis do domínio do tempo, o SDNN, RMSSD e pNN50 aumentaram significativamente após o exercício. Ainda observaram no domínio da frequência que a HF (ms^2) e a HF (nu) aumentaram significativamente após o exercício, enquanto a LF (nu) não teve alterações. Já na análise no gráfico de Poincaré, SD1 e SD2 aumentaram, enquanto SD2/SD1 diminuiu, ambos significativamente após o exercício. Todas as análises alcançaram um $p < 0,05$.

Ocorreram grandes variações nas análises da VFC entre os estudos, o que pode ser atribuído ao fato dos critérios adotados quanto a população de cada pesquisa, ou até mesmo o tempo em que o protocolo foi testado. Mesmo aqueles estudos que contaram com população parecida os resultados foram diferentes, comparando os dois estudos que dispuseram de grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nada se assemelhou, enquanto na pesquisa de Sacre et al.,¹⁵ houve aumento de SDNN e TP, na pesquisa de Grieco et al.,¹⁷ o SDNN e o TP diminuíram, aquele ainda não apresentou resultados significantes na RMSSD, enquanto este, apresentou uma diminuição no mesmo. Nos grupos em que não houve GC, apenas Goit et al.,¹⁶ fizeram a análise por domínio de tempo, na SDNN podemos observar uma semelhança com Sacre et al.,¹⁵, mas os outros resultados de domínio de tempo diferem dos grupos anteriores.

Após a intervenção de exercícios de Sacre et al.,¹⁵ foi possível observar que o método de intervenção de seis meses falhou em alcançar uma regressão no seu endpoint primário da VFC, que era o CVNN, o mesmo aconteceu para a sensibilidade barorreflexa. Porém, outros marcadores da VFC sofreram aumento significantes no grupo intervenção, e o programa de exercícios também foi capaz de diminuir a FC de repouso, induzida por uma melhora no equilíbrio simpático-vagal. Também foi possível observar resultados positivos no pico de VO_2 , evidenciando uma melhora na capacidade de exercícios destes indivíduos. Os resultados foram importantes não só para o SNA dos pacientes com DM2, como também demonstrou que um programa de exercícios de 6 meses foi capaz de induzir uma diminuição da FC de repouso e uma melhora na capacidade de exercício.

Outro protocolo de seis meses que também alcançou respostas positivas foi o de Goit et al.,¹⁶ que observaram que a VFC aumentou após o exercício, achado bastante positivo. As análises no domínio de tempo da VFC aumentaram após o exercício, como foi visto anteriormente houve aumento na RMSSD e o pNN50, que dizem respeito ao tônus vagal, também houve aumento no SDNN, fazendo assim com

que fosse observado aumento na atividade parassimpática. As análises do domínio da frequência também demonstraram que houve aumento da atividade parassimpática e diminuição da atividade simpática. Além disso, os resultados também foram parecidos nas medidas do Plot de Poincaré, que indicou aumento do tônus vagal e diminuição da influência simpática. O estudo teve por maior limitação a falta de grupo controle, mas é importante destacar que os achados positivos foram evidenciados nos três métodos avaliativos da VFC, o que fornece grande evidência dos resultados, mesmo na falta do GC.

Essas respostas positivas não foram evidenciadas no protocolo de exercícios de respiração de Grieco et al.,¹⁷ onde observaram que no grupo com DM2 os resultados foram mínimos, mas resultaram em uma significativa redução da FC durante o método de respiração da narina esquerda (RNE) se comparado com a FC geral, mas não houve significância estatística ao fim da avaliação. Nem a RUN nem a respiração lenta e passeada (RLP) obtiveram efeitos sobre a VFC no grupo normoglicêmico, mas em quase todas as análises da VFC houver reduções significativas no grupo intervenção se comparado ao controle. Os achados negativos podem ser explicados devido ao tempo de duração em que a intervenção foi realizada, pois o seu objetivo era justamente investigar os efeitos agudos dos exercícios de respiração do Yoga na população com DM2, o estudo também apresenta outras limitações, como de aderência da amostra, por exemplo.

No estudo Shin et al.,¹⁸ os autores destacam uma melhora na atividade autonômica cardíaca após a intervenção, além disso, evidenciou-se que a pressão arterial sistólica (PAS) e a pressão arterial diastólica (PAD) diminuíram significativamente. O estudo não mostra mais resultados significantes e não faz uma maior argumentação sobre a supracitada melhora na atividade autonômica, os resultados da análise do domínio da frequência mostram sim, que ocorreram alterações já que é apontado um aumento da TP, que representa a atividade do SNA como um todo²², aumento da VLF, uma análise pouco utilizada, que pode representar a atividade simpática termogênica e o LF, que está associado ao equilíbrio simpático-vagal²⁰, e talvez o estudo tomou por base esse achado para evidenciar a supracitada melhora, contanto, não se deixou claro. Os resultados ainda mostram que a potência de HF, que representa a atividade parassimpática²⁰ não sofreu diferenças após o treinamento, o que aumenta o questionamento quanto a melhora autonômica. Contudo, foi possível observar que a atividade global simpática não sofreu diferenças

após a intervenção, o que pode fornecer evidências, mesmo que mínimas, de uma melhora autonômica dos pacientes do presente estudo, descartando o aumento da atividade simpática.

Goulopoulou et al.,¹⁹ mostraram que após a intervenção houve um aumento da modulação simpática e redução da modulação vagal, essas alterações foram observadas em ambos os grupos intervenções. Ainda assim, o grupo OB teve aumento na sensibilidade barorreflexa, melhora na modulação autonômica rápida e nas respostas autonômicas a glicose junto a um aumento a sensibilidade a insulina, o mesmo não foi observado no grupo DM2, vale lembrar que o mesmo iniciou com diferença significativa em relação ao grupo DM2 na circunferência da cintura, o que pode levar a respostas mais significativas na modulação autonômica cardíaca.²⁴ O estudo destaca que os obesos com DM2 tiveram melhora das respostas autonômicas a carga oral de glicose após a intervenção, mesmo não apresentando melhora na VFC e sensibilidade barorreflexa. Os autores reconhecem que os resultados são limitados devido a avaliação ser unicamente por análises espectrais e pela falta de um grupo controle, mas destacam que um programa de exercícios aeróbicos é capaz de alterar a modulação cardíaca durante a hiperglicemia em obesos com e sem DM2, de fato, houve alterações na modulação simpático-vagal, mas não seria correto afirmar que essas alterações foram positivas no grupo DM2, considerando um predomínio de resposta simpática se comparada a vagal, sendo considerada positiva apenas satisfatória durante a hiperglicemia.

Após as análises dos estudos foi possível observar os efeitos dos exercícios na modulação autonômica cardíaca, no entanto, algumas respostas não foram claras o suficiente, como no estudo de Shin et al.,¹⁸ que destacou melhora em sua amostra de estudo, mas sem fazer uma argumentação clara. No estudo de Grieco et al.,¹⁷ houve alterações na MAC, porém, não tão positivas, já que houve diminuição da VFC no grupo intervenção. O estudo de Goulopoulou et al.,¹⁹ também demonstrou alterações na MAC após a intervenção, mas com aumento predominante do tônus simpático se comparado ao vagal. As respostas mais positivas e com considerada relevância estatística foram observadas nos estudos que utilizaram um protocolo de 6 meses de treinamento aeróbico, Sacre et al.,¹⁵ e Goit et al.,¹⁶, evidenciando eficácia nos exercícios aeróbicos como no de caminhada e corrida leve¹⁶ e nos exercícios aeróbicos de ginástica e de resistência¹⁵.

As oposições dos resultados podem ser explicadas pela falta de randomização e cegamento dos estudos, além das diferentes metodologias adotadas quanto a população e métodos de análises da VFC. Como mostrado anteriormente, os métodos de análises da VFC foram bastante variados, alguns estudos utilizaram os dois domínios, do tempo e da frequência^{15,16,17}, outros apenas um dos dois^{18,19}. Além do mais, também ocorreu diferenças dentro das próprias medidas, já que há um vasto meio de análises dentro de cada domínio. O achado mais significativo que pode explicar essas diferenças diz respeito ao tempo de protocolo, sendo aqueles de seis meses com resultados mais significativos.

Todos os estudos mostraram alterações na modulação cardíaca, como prevíamos, mas nem todas as alterações foram positivas. É importante ressaltar ainda, que mesmo não havendo melhora da VFC em todos os estudos, os mesmos demonstraram a importância de um programa de exercício em outras variáveis importantes em pacientes com DM, como na capacidade de exercício, diminuição da FC de repouso, aumento na sensibilidade a insulina, diminuição da circunferência da cintura, dentre outros. O achado mais relevante desta revisão fora para os pacientes com DM2, onde foi demonstrado que os exercícios aeróbicos a longo prazo podem levar a ajustes positivos no equilíbrio simpático-vagal. O único estudo que analisou os exercícios aeróbicos em pacientes com DM1 obteve resultados na VFC, em 12 sessões, mas estes não foram tão significativos quanto aquele.

CONCLUSÃO

As respostas positivas de exercícios na MAC foram demonstradas em três dos cinco estudos presentes nesta revisão, sendo dois de maior significância estatística, demonstrando que um protocolo de exercícios aeróbicos de seis meses foi capaz de aumentar a VFC de indivíduos com DM2. O protocolo que obteve mais relevância foi o de caminhada e corrida leve, seguido de exercícios aeróbicos de ginástica e de resistência. A maior limitação encontrada nos estudos foi relacionada a metodologia adotada para as amostras de indivíduos, nos quais foi observada grande carência de grupo controle em mais de 50% dos mesmos. Ainda assim, é evidente que os exercícios são capazes de alterar a VFC, bem como aumentar a capacidade de exercício e a sensibilidade a insulina destes pacientes, contudo, torna-se necessário que sejam realizadas mais pesquisas para a comprovação dos benefícios dos

exercícios na MAC, principalmente aqueles que se tratem de ensaios clínicos randomizados.

REFERÊNCIAS

- 1- FERREIRA, L.T. et al. Diabetes melito: hiperglicemia crônica e suas complicações. **Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde**, São Paulo, v. 36, n. 3, p-182-188, 2011.
- 2- International Diabetes Federation. **Diabetes Atlas**, 9º Edição, 2019.
- 3- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020. **Clannad Editora Científica**. 2019.
- 4- CORTEZ, D.N. 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.
- 5- OKOHSI. K., et al. Miocardiopatia Diabética. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 51, n. 2, p. 160-167, 2007.
- 6- AL-ASSI, Ola et al. Cardiac Autonomic Neuropathy as a Result of Mild Hypercaloric Challenge in Absence of Signs of Diabetes: Modulation by Antidiabetic Drugs. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, Egito, p. 1-19, 2018.
- 7- ROHLING, Martin et al. Cardiorespiratory Fitness and Cardiac Autonomic Function in Diabetes. **Current Diabetes Reports**, Alemanha, v. 17, p. 1-10, 2017.
- 8- ROHLING, Martin et al. Differential Patterns of Impaired Cardiorespiratory Fitness and Cardiac Autonomic Dysfunction in Recently Diagnosed Type 1 and Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, Alemanha, v. 40, p. 246-252, 2017.
- 9- DIMITROPOULOS, G.; TAHRANI, A.A.; STEVENS, M.J. Cardiac autonomic neuropathy in patients with diabetes mellitus. **World Journal of Diabetes**, Reino Unido, v. 5, n. 1, p. 17-39, 2014.
- 10-VINIK, A.I et al. Diabetic Autonomic Neuropathy. **Diabetes Care**, Estados Unidos, v. 26, n. 5, p. 1553-1579, 2003.
- 11-AGASHE, S.; PETAL, S. Cardiac Autonomic Neuropathy in Diabetes Mellitus. **Methodist Debakey Cardiovascular Journal**, Texas, v. 14, n. 4, p. 251-256, 2018.

- 12-BREDER, I.S.S.; SPOSITO, A.C. Cardiovascular autonomic neuropathy in type 2 diabetic patients. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo v. 65, n. 1, p. 56-60, 2019.
- 13-ROLIM, L.C.S.P. et al. Neuropatia Autonômica Cardiovascular Diabética: Fatores de Risco, Impacto Clínico e Diagnóstico Precoce. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 90, n. 4, p. e24-e32, 2008.
- 14-BARRILE, S.R. et al. Efeito agudo do exercício aeróbico na glicemia em diabéticos 2 sob medicação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 360-363, 2015.
- 15-SACRE, Julian W. et al. A six-month exercise intervention in subclinical diabetic heart disease: effects on exercise capacity, autonomic and myocardial function. 2015. 1-37p. Localizado em: *Metabolism Clinical and Experimental*.
- 16-GRIECO, Carmine R. et al. Acute Effect of Breathing Exercises on Heart Rate Variability in Type 2 Diabetes: A Pilot Study. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 20, n. 8, p. 642-648, 2014.
- 17-GOULOPOULOU, Styliani et al. Exercise training improves cardiovascular autonomic modulation in response to glucose ingestion in obese adults with and without type 2 diabetes mellitus. **Metabolism Clinical and Experimental**, v. 50, p. 901-910, 2010.
- 18-SHIN, Ki Ok et al. Exercise Training Improves Cardiac Autonomic Nervous System Activity in Type 1 Diabetic Children. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 26, n. 1, p. 111-115, 2014.
- 19-GOIT, Rajesh Kumar et al. Moderate intensity exercise improves heart rate variability in obese adults with type 2 diabetes. **Indian Heart Journal**, p. 1-6, 2017.
- 20-VANDERLEI, L.C.M. et al. Noções básicas da variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.
- 21-POLITANO, L. et al. Usefulness of heart rate variability as a predictor of sudden cardiac death in muscular dystrophies. **Acta Myologica**, Itália, v. 17, p. 114-122, 2008.
- 22-SHAFFER, F.; GINSBERG, J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. **Frontiers in Public Health**, Estados Unidos, v. 5, p. 1-17, 2017.

- 23-DIAS, V.H.C. **Cálculo e avaliação de índices da sensibilidade do barorreflexo e variabilidade da frequência cardíaca.** Dissertação de Mestrado – Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Brasília, p. 1-111.
- 24-OLIVEIRA, C.G.A. **Associação entre a modulação autonômica cardíaca e fatores de risco cardiovasculares e consumo alimentar em obesos graves.** Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Goiás, p. 1-52, 2018.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR NA NEUROPATIA AUTONÔMICA EM INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO II**, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) **Sílvia Regina Arrada de Moraes**, residente na rua Capitão Rui Lucena, n.160, apt.501, Boa Vista, Recife/PE, CEP 50.070-080. Telefone do pesquisador e e-mail para contato do pesquisador responsável (inclusive ligações a cobrar): 999048714 e sramoraes@gmail.com. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: **Tainá Maria de Souza Vidal** e **Daniella Cunha Brandão**. Telefones para contato: 991039194 e 981359335 e está sob a orientação de **Sílvia Moraes** Telefone: 999048714, e-mail sramoraes@gmail.com.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Trata-se de um ensaio clínico que tem como objetivo avaliar o impacto do uso do biofeedback cardiovascular sobre o sistema nervoso autonômico, na capacidade funcional, na saúde mental e no estado geral de saúde de indivíduos com diabetes mellitus tipo II com neuropatia autonômica. Inicialmente, o(a) senhor(a) poderá ser incluso em um grupo controle, porém é assegurado que todos participantes selecionados serão submetidos ao programa de reabilitação com biofeedback cardiovascular.
- Sua participação terá duração média de três meses, abrangendo um momento para avaliação inicial, participação em um programa de biofeedback cardiovascular com duração de doze semanas, sendo realizado três vezes por semana e outro momento para avaliação final. O(A) senhor(a) realizará um teste de esforço na esteira ergométrica para verificar sua capacidade funcional. E responderá a ficha de avaliação e questionários relacionados à sua qualidade de vida. A sessão de biofeedback será supervisionada por profissionais habilitados, tendo uma duração média de vinte minutos.
- A realização dessa pesquisa pode gerar alguns desconfortos como cansaço aos exercícios, porém em todos os momentos os pacientes estão sendo monitorados por equipamentos específicos e acompanhados por profissionais de saúde habilitados, como médicos cardiologistas e fisioterapeutas especializados, para minimizar qualquer desconforto apresentado ou possível risco.
- Os benefícios alcançados serão a melhora da variabilidade da frequência cardíaca, capacidade funcional e qualidade de vida, devido à resposta ao biofeedback cardiovascular, evitando ou minimizando complicações que acontecem devido ao diabetes mellitus tipo II. Assim, além de proporcionar acompanhamento especializado e promover saúde aos participantes com melhora do quadro clínico, se poderá oferecer o programa de reabilitação cardíaca como conduta benéfica e segura a outros pacientes necessitados, estendendo assim, os benefícios alcançados para sociedade.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa por meio de exames, testes e questionários, ficarão armazenados em pastas de arquivo, sob a responsabilidade da pesquisadora **Sílvia Regina Arrada de Moraes**, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decidido judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (recursos de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepcco@ufpe.br).

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR NA NEUROPATIA AUTONÔMICA EM INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO II**, como voluntário (a). Foi devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento, assistência ou tratamento.

Local e data _____
Assinatura do participante: _____

Impressão
digital
(opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____	Nome: _____
Assinatura: _____	Assinatura: _____

APÊNDICE C - FICHA DE AVALIAÇÃOPCT. Nº:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR
FT. TAINÁ VIDAL**FICHA DO PACIENTE**IDENTIFICAÇÃO:**

Nome: _____

Endereço: _____

Telefone(Res.): _____ Celular: _____

Data de Nascimento: ____ / ____ / ____ Idade: ____

Sexo: (1)Feminino (2)Masculino

Peso: _____ Kg Altura: _____ m IMC: _____

Estado Civil: _____

Escolaridade: () 1º Grau () 2º Grau () Superior

Profissão: _____

Médico Responsável: _____

AVALIAÇÃO:

História clínica:

() Hipertensão arterial

- () Complicações cardíacas
- () Alterações neurológicas
- () Alterações ortopédica e reumatológicas

História social:

- () Tabagismo
- () Etilismo
- () Prática de exercício físico

Medicamentos: _____

Antecedentes familiares: _____

Exame Físico:

1ª AVALIAÇÃO (/ /)

Sinais vitais:

Pressão arterial-PA _____

Frequência cardíaca-FC _____

Frequência respiratória-FR _____

Glicemia _____

APÊNDICE D - CHECK-LIST

CHECKLIST PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR

NOME COMPLETO		
IDADE		
DM TIPO 2		
TEMPO DIAGNÓSTICO		
ENDEREÇO (BAIRRO)		
	SIM	NÃO
ANGINA INSTÁVEL		
IAM		
MARCAPASSO		
ICC/ VALVULOPATIA		
DOENÇA PULMONAR/ TABAGISMO		
TTO CÂNCER		
INSUFICIÊNCIA RENAL		
LESÃO ORTOPÉDICA (MARCHA)		
PRATICA EXERCÍCIO FÍSICO		

ANEXO A – QUESTIONÁRIO IPAQ

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –
VERSÃO CURTA -

Nome: _____
 Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

_____ horas _____ minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não

ANEXO B – INVENTÁRIO DE BECK-D

INVENTÁRIO DE DEPRESSÃO DE BECK - BDI

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Este questionário consiste em 21 grupos de afirmações. Depois de ler cuidadosamente cada grupo, faça um círculo em torno do número (0, 1, 2 ou 3) próximo à afirmação, em cada grupo, que descreve **melhor** a maneira que você tem se sentido na **última semana, incluindo hoje**. Se várias afirmações num grupo parecerem se aplicar igualmente bem, faça um círculo em cada uma. Tome cuidado de ler todas as afirmações, em cada grupo, antes de fazer sua escolha.

1	0 Não me sinto triste 1 Eu me sinto triste 2 Estou sempre triste e não consigo sair disto 3 Estou tão triste ou infeliz que não consigo suportar	7	0 Não me sinto decepcionado comigo mesmo 1 Estou decepcionado comigo mesmo 2 Estou enojado de mim 3 Eu me odeio
2	0 Não estou especialmente desanimado quanto ao futuro 1 Eu me sinto desanimado quanto ao futuro 2 Acho que nada tenho a esperar 3 Acho o futuro sem esperanças e tenho a impressão de que as coisas não podem melhorar	8	0 Não me sinto de qualquer modo pior que os outros 1 Sou crítico em relação a mim por minhas fraquezas ou erros 2 Eu me culpo sempre por minhas falhas 3 Eu me culpo por tudo de mal que acontece
3	0 Não me sinto um fracasso 1 Acho que fracassei mais do que uma pessoa comum 2 Quando olho pra trás, na minha vida, tudo o que posso ver é um monte de fracassos 3 Acho que, como pessoa, sou um completo fracasso	9	0 Não tenho quaisquer idéias de me matar 1 Tenho idéias de me matar, mas não as executaria 2 Gostaria de me matar 3 Eu me mataria se tivesse oportunidade
4	0 Tenho tanto prazer em tudo como antes 1 Não sinto mais prazer nas coisas como antes 2 Não encontro um prazer real em mais nada 3 Estou insatisfeito ou aborrecido com tudo	10	0 Não choro mais que o habitual 1 Choro mais agora do que costumava 2 Agora, choro o tempo todo 3 Costumava ser capaz de chorar, mas agora não consigo, mesmo que o queria
5	0 Não me sinto especialmente culpado 1 Eu me sinto culpado grande parte do tempo 2 Eu me sinto culpado na maior parte do tempo 3 Eu me sinto sempre culpado	11	0 Não sou mais irritado agora do que já fui 1 Fico aborrecido ou irritado mais facilmente do que costumava 2 Agora, eu me sinto irritado o tempo todo 3 Não me irrito mais com coisas que costumavam me irritar
6	0 Não acho que esteja sendo punido 1 Acho que posso ser punido 2 Creio que vou ser punido 3 Acho que estou sendo punido	12	0 Não perdi o interesse pelas outras pessoas 1 Estou menos interessado pelas outras pessoas do que costumava estar 2 Perdi a maior parte do meu interesse pelas outras pessoas 3 Perdi todo o interesse pelas outras pessoas

INVENTÁRIO DE DEPRESSÃO DE BECK - BDI

13	<p>0 Tomo decisões tão bem quanto antes</p> <p>1 Acto as tomadas de decisões mais do que costumava</p> <p>2 Tenho mais dificuldades de tomar decisões do que antes</p> <p>3 Absolutamente não consigo mais tomar decisões</p>	18	<p>0 O meu apetite não está pior do que o habitual</p> <p>1 Meu apetite não é tão bom como costumava ser</p> <p>2 Meu apetite é muito pior agora</p> <p>3 Absolutamente não tenho mais apetite</p>
14	<p>0 Não acho que de qualquer modo pareço pior do que antes</p> <p>1 Estou preocupado em estar parecendo velho ou sem atrativo</p> <p>2 Acho que há mudanças permanentes na minha aparência, que me fazem parecer sem atrativo</p> <p>3 Acredito que pareço feio</p>	19	<p>0 Não tenho perdido muito peso se é que perdi algum recentemente</p> <p>1 Perdi mais do que 2 quilos e meio</p> <p>2 Perdi mais do que 5 quilos</p> <p>3 Perdi mais do que 7 quilos</p> <p>Estou tentando perder peso de propósito, comendo menos: Sim _____ Não _____</p>
15	<p>0 Posso trabalhar tão bem quanto antes</p> <p>1 É preciso algum esforço extra para fazer alguma coisa</p> <p>2 Tenho que me esforçar muito para fazer alguma coisa</p> <p>3 Não consigo mais fazer qualquer trabalho</p>	20	<p>0 Não estou mais preocupado com a minha saúde do que o habitual</p> <p>1 Estou preocupado com problemas físicos, tais como dores, indisposição do estômago ou constipação</p> <p>2 Estou muito preocupado com problemas físicos e é difícil pensar em outra coisa</p> <p>3 Estou tão preocupado com meus problemas físicos que não consigo pensar em qualquer outra coisa</p>
16	<p>0 Consigo dormir tão bem como o habitual</p> <p>1 Não durmo tão bem como costumava</p> <p>2 Acordo 1 a 2 horas mais cedo do que habitualmente e acho difícil voltar a dormir</p> <p>3 Acordo várias horas mais cedo do que costumava e não consigo voltar a dormir</p>	21	<p>0 Não notei qualquer mudança recente no meu interesse por sexo</p> <p>1 Estou menos interessado por sexo do que costumava</p> <p>2 Estou muito menos interessado por sexo agora</p> <p>3 Perdi completamente o interesse por sexo</p>
17	<p>0 Não fico mais cansado do que o habitual</p> <p>1 Fico cansado mais facilmente do que costumava</p> <p>2 Fico cansado em fazer qualquer coisa</p> <p>3 Estou cansado demais para fazer qualquer coisa</p>		

ANEXO C – INVENTÁRIO DE BECK-A

BAI _____ Data: _____

Nome: _____ Estado Civil: _____ Idade: _____ Sexo: _____

Ocupação: _____ Escolaridade: _____

Abaixo está uma lista de sintomas comuns da ansiedade. Por favor, leia cuidadosamente cada item da lista. Identifique o quanto você tem sido incomodado por cada sintoma durante a última semana, incluindo hoje, colocando um "x" no espaço correspondente, na mesma linha de cada sintoma.

	Absolutamente não	Levemente Não me incomoda muito	Moderadamente Fui muito desagradado por este sintoma	Gravemente Inconfortável por este sintoma
1. Dormência ou formigamento.				
2. Sensação de calor.				
3. Tremores nas pernas.				
4. Incapaz de relaxar.				
5. Medo que aconteça o pior.				
6. Aturdido ou tonto.				
7. Palpitação ou aceleração do coração.				
8. Sem equilíbrio.				
9. Atemorizado.				
10. Nervoso.				
11. Sensação de sufocação.				
12. Tremores nas mãos.				
13. Trêmulo.				
14. Medo de perder o controle.				
15. Dificuldade de respirar.				
16. Medo de morrer.				
17. Assustada.				
18. Indigestão ou desconforto no abdômen.				
19. Sensação de desmaio.				
20. Rosto avermelhado.				
21. Suor (não devido ao calor).				

*Tradução e adaptação por permission do NCS Pearson, Inc. Direitos reservados ©1991, e Aaron T. Beck. Tradução para a Língua portuguesa. Direitos reservados ©1991 a Aaron T. Beck. Todos os direitos reservados.
Tradução e adaptação brasileira, 2001, Casa do Psicólogo®. BAI é uma logotipo de NCS Pearson, Inc.

ANEXO D – INVENTÁRIO LIPP

Inventário de sintomas de estresse de Lipp para adultos

Assinale os itens que possam ser um sintoma verificando sua incidência e consultando posteriormente a tabela de resultados.

Sua evolução se dá em três fases:

ALERTA, RESISTÊNCIA E EXAUSTÃO.

Fase I – Alerta (alarme)

É a fase de contato com a fonte de estresse, com suas sensações típicas na qual o organismo perde o seu equilíbrio e se prepara para enfrentar a situação estabelecida em função de sua adaptação. São sensações desagradáveis, fornecendo condições para reação à estas sendo fundamentais para a sobrevivência do indivíduo.

Para identificá-la, assinale no interior das caixinhas, os sintomas que tem experimentado nas ÚLTIMAS 24 HORAS:

- Mãos e/ou pés frios
- Boca Seca
- Náusea ou dor no estômago
- Aumento de sudorese (muito suor)
- Tensão muscular (dores nas costas, pescoço, ombros)
- Aperto na mandíbula/ranger de dentes, ou roer unhas ou ponta de caneta
- Diarréia passageira
- Insônia, dificuldade de dormir
- Taquicardia (batimentos acelerados do coração)
- Respiração ofegante, entrecortada
- Hipertensão súbita e passageira (pressão alta súbita e passageira)
- Mudança de apetite (comer bastante ou Ter falta de apetite)
- Aumento súbito de motivação
- Entusiasmo súbito
- Vontade súbita de iniciar novos projetos

ALERTA → Na ocorrência de 7 (SETE) ou mais itens na FASE I

Fase II – Resistência (luta)

Fase intermediária em que o organismo procura o retorno ao equilíbrio. Apresenta-se desgastante, com esquecimento, cansativa e duvidosa. Pode ocorrer nesta fase a adaptação ou eliminação dos agentes estressantes e conseqüente reequilíbrio e harmonia ou evoluir para a próxima fase em conseqüência da não adaptação e/ou eliminação da fonte de estresse.

Para identificá-la assinale no interior das caixinhas, os sintomas que tem experimentado no ÚLTIMO MÊS:

- Problemas com a memória, esquecimentos
- Mal-estar generalizado, sem causa específica
- Formigamento nas extremidades (pés ou mãos)
- Sensação de desgaste físico constante
- Mudança de apetite
- Aparecimento de problemas dermatológicos (pele)
- Hipertensão arterial (pressão alta)
- Cansaço Constante
- Aparecimento de gastrite prolongada (queimação no estômago, azia)
- Tontura, sensação de estar flutuando
- Sensibilidade emotiva excessiva, emociona-se por qualquer coisa
- Dúvidas quanto a si próprio
- Pensamento constante sobre um só assunto
- Irritabilidade excessiva
- Diminuição da libido (desejo sexual diminuído)

RESISTÊNCIA → Na ocorrência de 4 (quatro) ou mais dos itens na FASE II

Fase III - Exaustão (esgotamento)

Fase "crítica e perigosa", ocorrendo uma espécie de retorno a primeira fase, porém agravada e com comprometimentos físicos em formas de doenças.

Para identificá-la assinale no interior das caixinhas, os sintomas que tem experimentado nos ÚLTIMOS 3 (TRÊS) MESES:

- Diarréias frequentes
- Dificuldades Sexuais
- Formigamento nas extremidades (mãos e pés)
- Insônia
- Tiques nervosos
- Hipertensão arterial confirmada
- Problemas dermatológicos prolongados (pele)
- Mudança extrema de apetite
- Taquicardia (batimento acelerado do coração)
- Tontura frequente
- Úlcera
- Impossibilidade de Trabalhar
- Pesadelos
- Sensação de incompetência em todas as áreas
- Vontade de fugir de tudo
- Apatia, vontade de nada fazer, depressão ou raiva prolongada
- Cansaço excessivo
- Pensamento constante sobre um mesmo assunto
- Irritabilidade sem causa aparente
- Angústia ou ansiedade diária
- Hipersensibilidade emotiva
- Perda do senso de humor

EXAUSTÃO → Na ocorrência de 9 (nove) ou mais itens na FASE III

Importante: Este teste tem a finalidade apenas de servir como uma referência (alerta) e não como a certeza de estar sendo vítima do Estresse. Em virtude disso não se perturbe se houver indícios de sua existência, devendo entretanto, de posse destes sinais, procurar ajuda de um profissional a fim de ser orientado.

ANEXO E - QUESTIONÁRIO SF-36

Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida -SF-36

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificuldade muito	Sim, dificuldade um pouco	Não, não dificuldade de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

ANEXO F- QUESTIONÁRIO DQOL

QUESTIONÁRIO SOBRE A QUALIDADE DE VIDA NO DIABETES – DQOL

Instruções: Por favor leia cada questão cuidadosamente e, na linha de cada pergunta, circule o número que melhor representa a sua opinião. Por favor, NÃO DEIXE NENHUMA QUESTÃO EM BRANCO. Em caso de dúvida, consulte a pessoa que lhe entregou o questionário.

SATISFAÇÃO	Muito Satisfeito	Bastante Satisfeito	Médio Satisfeito	Pouco satisfeito	Nada satisfeito
1. Você está satisfeito(a) com a quantidade de tempo que leva para controlar sua diabetes?	1	2	3	4	5
2. Você está satisfeito(a) com a quantidade de tempo que gasta fazendo exames gerais?	1	2	3	4	5
3. Você está satisfeito(a) com o tempo que leva para verificar seus níveis de açúcar no sangue?	1	2	3	4	5
4. Você está satisfeito(a) com seu tratamento atual?	1	2	3	4	5
5. Você está satisfeito(a) com a flexibilidade que você tem na sua dieta?	1	2	3	4	5
6. Você está satisfeito(a) com a apreensão que sua diabetes gera na sua família?	1	2	3	4	5
7. Você está satisfeito(a) com seu conhecimento sobre sua diabetes?	1	2	3	4	5
8. Você está satisfeito(a) com seu sono?	1	2	3	4	5
9. Você está satisfeito(a) com sua vida social e amizades?	1	2	3	4	5
10. Você está satisfeito(a) com sua vida sexual?	1	2	3	4	5
11. Você está satisfeito(a) com seu trabalho, escola ou atividades domésticas?	1	2	3	4	5
12. Você está satisfeito(a) com a aparência do seu corpo?	1	2	3	4	5
13. Você está satisfeito com o tempo que gasta fazendo exercícios físicos?	1	2	3	4	5
14. Você está satisfeito com seu tempo de lazer?	1	2	3	4	5
15. Você está satisfeito com sua vida em geral?	1	2	3	4	5

IMPACTO	Nunca	Quase Nunca	Às vezes	Quase Sempre	Sempre
16. Com que frequência você sente dor associada ao tratamento da sua diabetes?	1	2	3	4	5
17. Com que frequência você se sente constrangido(a) em ter que tratar sua diabetes em público?	1	2	3	4	5
18. Com que frequência você se sente fisicamente doente?	1	2	3	4	5
19. Com que frequência sua diabetes interfere na vida de sua família?	1	2	3	4	5
20. Com que frequência você tem uma noite de sono ruim?	1	2	3	4	5
21. Com que frequência você constata que sua diabetes está limitando sua vida social e amizades?	1	2	3	4	5
22. Com que frequência você se sente mal consigo mesmo(a)?	1	2	3	4	5
23. Com que frequência você se sente restringido(a) por sua dieta?	1	2	3	4	5
24. Com que frequência sua diabetes interfere em sua vida sexual?	1	2	3	4	5
25. Com que frequência sua diabetes o(a) priva de poder dirigir um carro ou usar uma máquina (ex. máquina de escrever)?	1	2	3	4	5
26. Com que frequência sua diabetes interfere em seus exercícios físicos?	1	2	3	4	5
27. Com que frequência você falta ao trabalho, escola ou responsabilidades domésticas por causa da sua diabetes?	1	2	3	4	5
28. Com que frequência você se percebe explicando a si mesmo o que significa ter diabetes?	1	2	3	4	5
29. Com que frequência você acha que sua diabetes interrompe suas atividades de lazer?	1	2	3	4	5
30. Com que frequência você se sente constrangido de contar aos outros sobre sua diabetes?	1	2	3	4	5
31. Com que frequência você se sente incomodado por ter diabetes?	1	2	3	4	5
32. Com que frequência você sente que, por causa da diabetes, você vai ao banheiro mais que os outros?	1	2	3	4	5
33. Com que frequência você come algo que não deveria ao invés de dizer que tem diabetes?	1	2	3	4	5

PREOCUPAÇÕES: SOCIAL/VOCACIONAL	Nunca	Quase Nunca	Às vezes	Quase Sempre	Sempre
34. Com que frequência te preocupa se você irá se casar?	1	2	3	4	5
35. Com que frequência te preocupa se você irá ter filhos?	1	2	3	4	5
36. Com que frequência te preocupa se você não irá conseguir o emprego que deseja?	1	2	3	4	5
37. Com que frequência te preocupa se lhe será recusado um seguro?	1	2	3	4	5
38. Com que frequência te preocupa se você será capaz de concluir seus estudos?	1	2	3	4	5
39. Com que frequência te preocupa se você perderá o emprego?	1	2	3	4	5
40. Com que frequência te preocupa se você será capaz de tirar férias ou viajar?	1	2	3	4	5

PREOCUPAÇÕES RELACIONADAS A DIABETES	Nunca	Quase Nunca	Às vezes	Quase Sempre	Sempre
41. Com que frequência te preocupa se você virá a desmaiar?	1	2	3	4	5
42. Com que frequência te preocupa que seu corpo pareça diferente porque você tem diabetes?	1	2	3	4	5
43. Com que frequência te preocupa se você terá complicações devidas a sua diabetes?	1	2	3	4	5
44. Com que frequência te preocupa se alguém não sairá com você por causa da sua diabetes?	1	2	3	4	5