

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - FEF**

ANDRESSA DE MELO NEITZKE

**EFEITO DO TREINAMENTO AERÓBICO VERSUS TREINAMENTO  
EM ALTA INTENSIDADE NO CONTROLE GLICÊMICO DE  
PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA**

BRASÍLIA - DF

2017

ANDRESSA DE MELO NEITZKE

**EFEITO DO TREINAMENTO AERÓBICO VERSUS TREINAMENTO  
EM ALTA INTENSIDADE NO CONTROLE GLICÊMICO DE  
PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA**

Relatório final apresentado a Universidade de Brasília, como parte das exigências para a obtenção do título de Graduação em Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lídia Mara Aguiar Bezerra de Melo  
Co-orientador: MsC. Filipe Dinato de Lima

BRASÍLIA - DF

2017

A Deus que iluminou meu caminho durante esta caminhada.

Ao professor Filipe Dinato pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim.

Aos meus amigos – os que acompanharam de perto e os de longe – por tanto que foram luz e me ajudaram em diversas situações. Sem a energia de vocês essa caminhada seria muito mais difícil

## AGRADECIMENTOS

É difícil agradecer todas as pessoas que de algum modo, nos momentos mais serenos e ou apreensivos, fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso primeiramente agradeço a todos de coração.

Sou grata à minha mãe Andrea, pelo amor e apoio incondicional durante toda graduação e pela preocupação para que estivesse sempre andando pelo caminho correto. Ao meu pai César, pelos sacrifícios, lutas diárias e suporte nos momentos mais difíceis. Foi com eles que aprendi que a vida não é fácil, mas temos que persistir nos nossos sonhos para torna-la única! Por mais difícil que fossem as circunstâncias, vocês sempre tiveram paciência e confiança e eu serei eternamente grata pelo que vocês fazem por mim. A minha irmã Gabriela, que muitas vezes veio ser o meu suporte e ponto de equilíbrio sempre que precisei de ajuda ou de boas risadas e ainda teve uma participação ativa nesse trabalho. Gabi, é por você que eu acordo e luto diariamente para servir de exemplo nessa sua caminhada que está começando!

Ao meu orientador, Filipe, que com paciência durante as reuniões de orientação nunca me deixou perder o foco ou desistir da minha própria capacidade. Sou eternamente grata por todo suporte que tive de você nessa etapa final, não tenho palavras suficientes para expressá-las aqui!

Agradeço a minha tia Erica que tanto deu apoio, suporte, foi conselheira e professora ao longo dessa caminhada. Ao meu primo (e irmão) João que muitas vezes viajou até aqui e me tirava da tensão do dia a dia com os passeios e comilanças. Aos meus tios, em especial Guilherme e Laura, que algumas vezes trocaram ideias comigo e iluminaram meus caminhos profissionais com suas experiências. Aos meus avós, Dona Lourdes e Dr. Regi e D. Irani (*in memoriam*) e Seu Kuno (*in memoriam*), vocês nunca me deixaram desistir, mesmo que indiretamente. E falo isso por vocês terem criado pessoas com tanta força de vontade e garra, as quais eu tenho de exemplo e posso chamar de pais.

Sou grata especialmente a minha amiga e parceira de curso e de noites de estudo, Isabella, a quem eu aprendi a construir laços eternos e quem, de quebra, me trouxe uma família que vou levar para sempre: Tia Cláudia e tio Sérgio, obrigada por sempre estarem dispostos a me ajudar e por terem aberto as portas da casa e da vida de vocês e me acolhido tão bem durante esses quatro anos.

As minhas amigas que o curso me deu e futuras colegas de profissão, em

especial, Isa, Lu e Bella. Obrigada por todos os momentos em que fomos estudiosas, brincalhonas, atletas, cantoras e cúmplices. Obrigada pela paciência, pelos sorrisos, pelos abraços, pelas mensagens de apoio e desespero nas madrugadas de WhatsApp (santo grupo!) e pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês.

Aos meus amigos que, mesmo espalhados pelo Brasil, sempre estiveram me dando todo apoio e cumplicidade. Em especial, Vitty, Camis, Matheus (fofinho), Tháta e Lulis porque mesmo quando distantes, vocês estavam presentes em minha vida.

Agradeço aos professores que desempenharam, com dedicação, as aulas ministradas e empenho em compartilhar seus conhecimentos.

Finalmente agradeço a Deus e Nossa Senhora por terem me dado saúde e força para superar as dificuldades, além de família e amigos que não me deixaram esmorecer nas vezes que pensei não ser capaz. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

## RESUMO

A diabetes é uma das maiores emergências de saúde global do século 21. A cada ano mais pessoas vivem com esta condição, que pode resultar em complicações no cotidiano e até levar a morte. A Diabetes Mellitus tipo 2 é a forma mais comum de DM, ocorrendo em 90% a 95% de todos os pacientes diabéticos e caracteriza-se pela resistência à insulina. A prática de exercício físico em indivíduos com diabetes, a longo prazo, pode reduzir até 100% da necessidade de medicamentos nos casos de diabetes do tipo 2. Além disso, a prática regular de exercício físico contribui para a redução de peso corporal e para o risco cardiovascular, que são fatores de risco para indivíduos diabéticos. Entretanto, recentemente, tem sido proposto a inclusão de exercícios de alta intensidade em programas de atividade física para essa população.

**Objetivo:** Investigar o efeito do treinamento aeróbio comparado ao treinamento de alta intensidade no controle glicêmico de indivíduos com diabetes mellitus do tipo 2.

**Métodos:** Buscas nas bases de dados eletrônica do Scielo e do PubMed de estudos em inglês usando os seguintes descritores: *high intensity interval training, intensity exercise, intense training, aerobic training combinado com diabetes, glycemic control e insulin resistance*. Para delimitar ainda mais a quantidade de artigos foram selecionados artigos publicados entre os anos de 1992 e 2017. A qualidade dos artigos foi avaliada através da escala PEDro.

**Resultados:** Dos oito estudos utilizados, quatro concluíram que melhoram e três mostraram que não há melhoras significativas. Para glicose em jejum dois mostraram resultados positivos e dois que não há resultado significativo. Para insulina em jejum todos os dois artigos mostraram que houve melhora, bem como os estudos que utilizaram teste oral de tolerância a glicose que apresentaram resultados positivos para o controle glicêmico. **Considerações finais:** Tanto o treinamento de alta intensidade quanto o treinamento aeróbico tradicional promovem adaptações positivas no controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo 2. Entretanto, esse aumento não é diferente entre os grupos.

**Palavras-chave:** Diabetes tipo 2; treinamento de alta intensidade; treinamento aeróbico; controle glicêmico

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>1.1. Objetivos</b> .....	12
<b>1.1.1. Objetivo Geral</b> .....	12
<b>1.1.2. Objetivo específico</b> .....	12
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	13
<b>2.1. Modelo de estudo</b> .....	13
<b>2.2. Critérios de Busca e Seleção</b> .....	13
<b>2.2.1. Critérios de Inclusão</b> .....	13
<b>2.2.2. Critérios de Exclusão</b> .....	13
<b>2.3. Análise da Qualidade Metodológica dos Estudos</b> .....	14
<b>3. RESULTADOS</b> .....	16
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	19
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	24
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

A Diabetes Mellitus (DM) é uma das maiores emergências de saúde global do século XXI. Cada ano que passa, mais pessoas vivem com esta condição, que pode resultar em complicações no cotidiano. Diabetes e suas complicações são as principais causas de morte na maioria dos países atualmente. A diabetes tipo 2 é a forma comum da doença e aumentou ao passo que a cultura e hábitos sociais se modificaram (*International Diabetes Federation, 2015*).

Estima-se pela *International Diabetes Federation* (IDF) que 193 milhões de pessoas com diabetes não são diagnosticadas, portanto, tem mais risco de desenvolver graves quadros de complicações. Além disso, um em cada onze adultos tem diabetes no mundo; um em cada sete nascimentos é afetado pela diabetes gestacional e cerca de 12% das despesas de saúde global são gastas com a diabetes (IDF, 2015).

Em 2010, mais ou menos 12 milhões de brasileiros eram acometidos pela diabetes; em 2012, 1,5 milhões de mortes no mundo tiveram estreita relação com a doença; em 2014, 9% da população mundial acima dos 18 anos possuía diabetes. Estima-se que em 2030 a diabetes será a sétima maior causa de mortes no mundo (Who, 2016).

A DM é uma doença crônica caracterizada por altas concentrações de glicose no sangue, ou seja, a hiperglicemia, resultantes de defeitos na secreção ou ação da insulina. Nela estão presentes irregularidades que afetam a síntese dos carboidratos, proteínas e gorduras, e que aumentam o risco de morte (Wannamethee *et al.*, 2011). Os sintomas que levam ao diagnóstico dessa doença são: fadiga, cansaço, sede e fome intensas, micção frequente e perda de peso, apesar da excessiva fome (Gross *et al.*, 1999). Geralmente, os jovens e as crianças acometidos pela doença são magros (ADA, 2017).

Desde 1977 essa doença passou a ser classificada em função de seu determinante etiológico sendo categorizada em diabetes do tipo 1 ou do tipo 2, apesar também de serem reconhecidos outros tipos de diabetes, como a diabetes gestacional, por exemplo (ADA, 2003).

A Diabetes Mellitus Tipo 1 é mais comum em crianças e adolescentes e seu diagnóstico geralmente ocorre em crianças entre as idades de 5 e 6 anos e entre 11 e 13 anos (Thompson Jr *et al.*, 1996). É também conhecida como insulino-dependente,



já que, devido à produção ineficiente da insulina em função da destruição das células  $\beta$ -pancreáticas (ADA, 2011), torna-se necessária a aplicação desse hormônio de forma exógena, geralmente através de uma injeção. Sem esta ingestão, aumenta-se o risco do acúmulo de corpo cetônicos que elevam seus níveis plasmáticos. O desenvolvimento da cetoacidose diabética causa um aumento de gordura no sangue e, por consequência, o mau funcionamento dos rins (ACSM, 2000). Caso não seja tratada, a cetoacidose pode conduzir ao coma e, em questão de dias ou semanas, pode levar à morte. Essa destruição das células decorrem de um processo autoimune em indivíduos com predisposição genética, porém, em alguns casos, a origem da doença é idiopática (Tan *et al.*, 2009).

Segundo estimativas, 2 a 3% das crianças com DM Tipo 1 morrem nos primeiros 10 anos depois do diagnóstico, e 12 a 13% morrem 20 anos depois do diagnóstico devido a complicações, como o excesso de episódios de hipo ou hiperglicemia (Lancha Júnior, 2016).

Por sua vez, a Diabetes Mellitus tipo 2 é a forma mais comum de DM, ocorrendo em 90% a 95% de todos os pacientes diabéticos. Ela também é conhecida como não insulino-dependente, por não possuir a necessidade, em um primeiro momento, do uso de insulina exógena para o controle da doença. Caracteriza-se pela resistência à insulina normalmente concomitante com a secreção ineficiente desse hormônio. Estudos citam diferentes causas para o desenvolvimento deste tipo de diabetes, embora a origem específica não seja conhecida (Suplicy *et al.*, 2012). O portador de DM2 tem, na maioria dos casos, mais de 30 anos no momento do diagnóstico, embora a doença também possa ocorrer em fases mais precoces da vida (Who, 2016).

Em consequência da deficiência parcial ou total na produção pancreática de insulina, da deficiência da ação da insulina circulante ou até mesmo do aumento da resistência à ação da insulina, a principal característica do paciente diabético, seja ele do tipo 1 ou tipo 2, é a hiperglicemia, que é o aumento da concentração de glicose no sangue, com uma maior propensão para aumento de cetoacidose (ADA, 2011).

A hiperglicemia tem progressão gradativa, lenta e assintomática, o que contribui para que haja um índice elevado de pacientes subdiagnosticados (Clausen *et al.*, 2008). A solicitação de exames para fins de diagnósticos da diabetes deve ser considerada em todos os indivíduos a partir dos 45 anos. Em situações de aumento do risco, como casos de histórico familiar de diabetes, sobrepeso ou obesidade, dislipidemias, intolerância à glicose ou hipertensão arterial, essa solicitação deve ser

realizada em fases mais precoces da vida. Existem basicamente quatro métodos de diagnóstico que podem ser úteis para determinação do quadro clínico do paciente, sendo eles: 1) glicose plasmática de jejum superior a 125mg/dL ou 6,9 mmol/L; 2) glicose plasmática casual superior a 199mg/dL ou 11 mmol/L associada a sintomas; 3) glicose plasmática duas horas após a ingestão de uma sobrecarga oral de glicose (administração de 75g de glicose) superior a 199mg/dL ou 11 mmol/L; 4) hemoglobina glicada superior a 6,4% (ADA, 2011).

A manutenção de um estado de hiperglicemia por um longo período de tempo pode implicar em diversas complicações, muitas vezes irreversíveis, para o paciente, como doenças micro e macrovasculares, oculares e renais (ADA, 2011). Embora a cura para a diabetes ainda esteja longe de ser alcançada, existem vários tratamentos disponíveis que, ao serem seguidos de forma regular e responsável, proporcionam saúde e qualidade de vida para o diabético, a saber podemos citar o exercício físico (Snowling *et al.*, 2006).

Segundo definições do *American College of Sports Medicine* (ACSM), “*exercício físico se refere ao movimento do corpo que é produzido pela contração dos músculos esqueléticos e que aumenta o gasto energético. Exercício refere-se ao movimento planejado, estruturado e repetitivo para melhorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física.*” (Chodzko-Zajko *et al.*, 2009).

A prática de exercício físico em indivíduos com quadro de DM, a longo prazo, reduz a necessidade de insulina exógena de 30 a 50% nos casos de diabetes do tipo 1 e pode reduzir até 100% a necessidade de insulina exógena e medicamentos nos casos de diabetes do tipo 2. Além disso, a prática regular de exercício físico contribui para a redução de peso corporal e para o risco cardiovascular, que são fatores de risco para indivíduos diabéticos (Li *et al.*, 2009).

A prática regular de exercício físico, bem como o controle da alimentação, possuem um papel fundamental na vida do paciente diabético. Porém, como qualquer conduta terapêutica, as intervenções devem ser realizadas com cautela (Lancha Júnior, 2016) pois apresentam riscos à essa população especial como precipitar um ataque cardíaco, pois a pressão arterial aumenta e conseqüentemente aumentam os riscos de retinopatia e nefropatia (Hargraves, 2006).

Existem algumas considerações especiais para praticantes de exercício físico que possui DM determinadas pelo ACSM: a) monitorar a glicose antes e após o exercício; b) evitar a injeção de insulina nos membros exercitados; c) evitar exercícios que

aumentem em excesso a pressão arterial; d) observar riscos de lesões nos pés e e) evitar o pico de insulina (Colberg *et al.*, 2010). Nesse sentido, antes de iniciar o programa de exercícios, o indivíduo diabético deve ser avaliado cuidadosamente para as co-morbidades a fim de se aferir se não há nenhum risco ou restrição quanto à prática de quaisquer exercícios (Colberg *et al.*, 2010).

Dito isso, o exercício aeróbio tradicional é caracterizado por movimentos rítmicos, repetitivos e contínuos, do mesmo grande grupo muscular, feitos durante pelo menos 10 minutos por sessão (Chodzko-Zajko *et al.*, 2009). O metabolismo aeróbio é a forma primária de produção de energia durante exercícios como corrida, ciclismo, natação e esportes de endurance. Se for praticado com intensidade e frequência mais elevadas, esse tipo de exercício mobiliza os receptores de insulina e, quanto maior a intensidade e a duração, maior a mobilização de receptores de insulina (SBD, 2015). Por outro lado, consideram-se exercícios de alta intensidade aqueles que são executados acima de 70% do VO<sub>2</sub> máximo ou 75% da frequência cardíaca (FC) máxima (SBD, 2015).

Com base nisso, citamos o treino intervalado de alta intensidade, composto por estímulos executados em alta, máxima ou supramáxima intensidade, embora ainda não haja um consenso sobre a denominação. (Vecchio; Ribeiro; Picanço; Galliano, 2014). Exercício em alta intensidade é composto por esforços com níveis em torno de 90% do pico de consumo de oxigênio. Já as demais intensidades, máxima e supramáxima, são conhecidas também como atividades “*all out*”, e caracteriza-se pela exigência de maior grau de intensidade que os participantes disponibilizam para a realização do exercício (Buchheit; Laursen, 2013).

Os grupos de HIIT (*High Intensity Interval Training*) podem ser divididos de acordo com característica da sua prática, sendo o tempo de esforço o mais comum para essa divisão. (Vecchio; Ribeiro; Picanço; Galliano, 2014).

Intensidade, intervalo de trabalho e de recuperação são elementos essenciais para a caracterização de um treino como HIIT. Porém é importante ressaltar que não há consenso na literatura em relação à intensidade, duração e número de intervalos ideais de execução para caracterização do programa proposto, por isso é ideal que mais estudos sejam realizados sobre o tema para auxiliar a responder essas questões (Del Vecchio *et al.*, 2014).

Segundo um estudo realizado em 2010, os benefícios da atividade física no tratamento do diabetes tipo 2 estão relacionados às respostas agudas e crônicas sobre a ação da insulina, tanto nos exercícios aeróbios quanto nos exercícios

resistidos (Colberg *et al.*, 2010).

A prática regular do treinamento aeróbio gera adaptações crônicas em indivíduos diabéticos, tais como aumento da sensibilidade da insulina, melhora o controle glicêmico e aumenta a formação de glicogênio muscular e hepático. De acordo com recomendações do ACSM, treinamentos aeróbios devem ser realizados com frequência mínima de três dias semanais, com não mais de dois dias consecutivos, com intensidade moderada (40-60% do VO<sub>2</sub> máximo) e volume mínimo de 150 minutos por semana. Entretanto, vale ressaltar que a intensidade vigorosa (acima de 60% do VO<sub>2</sub> máximo) pode ser benéfica e promover adaptações positivas (Colberg *et al.*, 2016).

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

O objetivo do estudo foi investigar o efeito do treinamento aeróbio comparado ao treinamento de alta intensidade no controle glicêmico de indivíduos com diabetes mellitus do tipo 2.

### **1.1.2. Objetivo específico**

O objetivo específico do estudo foi investigar e analisar o efeito do treinamento de alta intensidade no controle glicêmico de indivíduos com diabetes mellitus do tipo 2, utilizando o treinamento aeróbio como comparação de resultados.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Modelo de estudo**

O estudo foi caracterizado como uma revisão sistemática de estudos experimentais e quase-experimentais.

### **2.2. Critérios de Busca e Seleção**

Foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônica do Scielo e do PubMed de estudos em inglês e português, usando os seguintes descritores: treinamento intervalado de alta intensidade (*high intensity interval training*), exercício de intensidade (*intensity exercise*), treinamento intenso (*intense training*), treinamento aeróbio (*aerobic training*) combinado com diabetes, controle glicêmico (*glycemic control*) e resistência insulínica (*insulin resistance*). Para delimitar ainda mais a quantidade de artigos foram selecionados artigos publicados entre os anos de 1992 e 2017 e utilizados os seguintes seletores de palavras-chaves das bases de dados: *AND* e *OR*, além de alterar a busca apenas para palavras-chaves que aparecem nos títulos e subtítulos (*titles/abstracts*) dos artigos nas bases de dados.

Os estudos identificados pela estratégia de busca inicial foram avaliados independentemente e foram selecionados aqueles que se encaixaram nos critérios de inclusão descritos no tópico abaixo.

#### **2.2.1. Critérios de Inclusão**

Os estudos foram incluídos na revisão sistemática se na metodologia estivessem descritos: a) Intervenções aplicadas com indivíduos que possuem diabetes mellitus do tipo 2; b) estudos em que os indivíduos apresentem ou não síndrome metabólica, tais como obesidade, hipertensão, complicações cardiovasculares e dislipidemia; c) estudo de caráter experimentais (RCT) ou quase-experimentais; d) estudos que tenham sido revisados por pares.

#### **2.2.2. Critérios de Exclusão**

Foram excluídos da revisão aqueles que apresentaram indivíduos que possuam: a) doenças neurológicas, retinopatia grave, doença cardiovascular grave, função hepática prejudicada, macroalbuminúria, asma, câncer, lesões músculo-esqueléticas ou qualquer outra contra-indicação para o exercício; b) estudos em que os participantes estivessem utilizando insulina exógena e c) aqueles que apresentaram participantes com anormalidades eletrocardiográficas ou hipertensão grave.

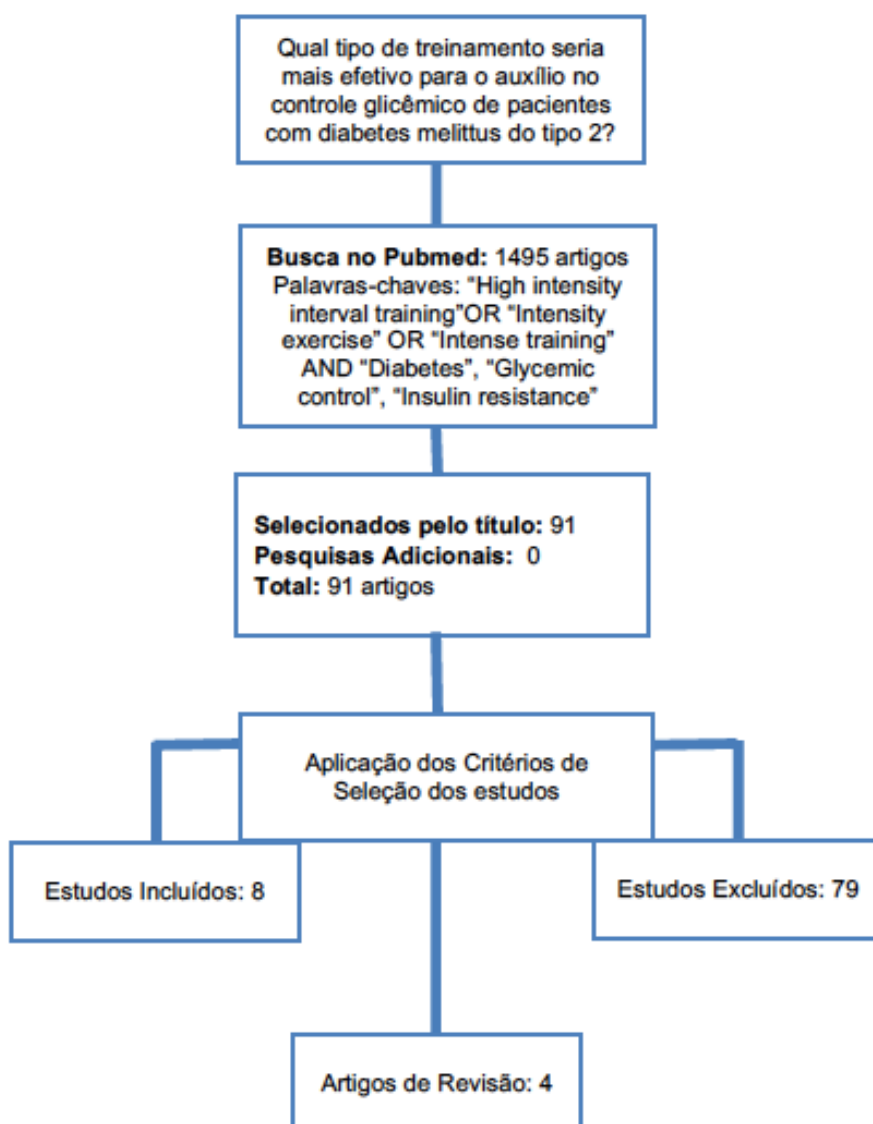


Figura 1 Etapas de busca e seleção dos artigos.

### 2.3. Análise da Qualidade Metodológica dos Estudos

Os estudos que passaram pelos critérios de inclusão foram avaliados quanto à qualidade metodológica com a escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) por

mais de um pesquisador. Estudos com baixa qualidade metodológica (escore menor do que 3) foram descartados.

### 3. RESULTADOS

As variáveis avaliadas pelos estudos foram: hemoglobina glicada (HbA<sub>1c</sub>); glicose em jejum; glicose plasmática; insulina em jejum; tolerância à glicose (através de teste oral de tolerância à glicose) e controle glicêmico (feito durante o dia inteiro), conforme exposto na Tabela 1.

Dos oito artigos selecionados, sete utilizaram a medida de HbA<sub>1c</sub>, o equivalente à 87,5% do total dos artigos; seis utilizaram nível de glicose em jejum (75%); um utilizou glicose plasmática (12,5%); dois mensuraram resultados através do nível de insulina em jejum (25%); dois avaliaram o nível de tolerância à glicose (25%) e um utilizou controle glicêmico durante o dia inteiro (12,5%). Todos os artigos utilizaram combinações de duas ou mais variáveis citadas acima para chegar à um resultado final mais próximo da realidade.

Todos os artigos tiveram escore maior que três na escala PEDro, sendo que apenas um artigo foi classificado com escore equivalente à seis (Madsen *et al.*, 2015) e os demais (sete artigos) foram classificados com escore equivalente à sete (Hansen *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2012; Terada *et al.*, 2013; Yan *et al.*, 2014; Alvarez *et al.*, 2016; Revdal *et al.*, 2016; Ruffino *et al.*, 2017).

Em relação à comparação feita entre os estudos, um estudo utilizou grupos de exercícios (alta intensidade e baixa intensidade) versus inatividade física (Yan *et al.*, 2014); um comparou alta intensidade versus intensidade moderada (Ruffino *et al.*, 2017); um comparou atividades de alta intensidade versus baixa intensidade (Li *et al.*, 2012); um mensurou apenas resultados do exercício de alta intensidade (Revdal *et al.*, 2016); dois compararam exercícios de alta intensidade versus inatividade física (Madsen *et al.*, 2015; Alvarez *et al.*, 2016); um utilizou comparações de intensidade baixa para moderada versus intensidade moderada para alta (Hansen *et al.*, 2009) e um artigo comparou exercício intervalado de alta intensidade versus exercício contínuo de intensidade moderada (Terada *et al.*, 2013).

As variáveis apresentadas foram combinadas em alguns estudos que mostraram valores positivos e negativos, conforme exposto na Tabela 2. Alvarez *et al.* (2016) diz em seu estudo que o grupo que realizou a intervenção de HIIT apresentou melhora nos níveis de glicose em jejum e HbA<sub>1c</sub> comparado ao grupo controle, Madsen *et al.* (2015) dizem que o grupo de HIIT apresentou resultados de controle



glicêmico e HbA<sub>1c</sub> significativamente reduzidos, bem como Yan *et al.*, (2014) que apresentou valores de HbA<sub>1c</sub> e glicose plasmática em jejum reduzidos e disse ainda que a adição de exercícios melhorou significativamente o controle glicêmico dos participantes. Já Revdal *et al.* (2016) reportam que 12 semanas de exercício de alta intensidade não melhoraram o controle glicêmico e Ruffino *et al.*, (2017) afirmam que a intervenção intervalada de alta intensidade não foi eficaz para melhorar a sensibilidade à insulina ou controle glicêmico a curto prazo. No estudo de Terada *et al.*, (2013) ambos os grupos que trabalharam exercícios de alta intensidade apresentaram pouco ou quase nenhum resultado significativo positivo na HbA<sub>1c</sub>. Hansen *et al.*, (2009) mostrou que os exercícios aplicados reduziu os níveis de HbA<sub>1c</sub> em ambos os grupos, mas que não foram observadas diferenças entre os grupos de treinamento de baixa a moderada intensidade ou moderada a alta intensidade. Além disso, Li *et al.*, (2012) reportam em seu estudo que 12 semanas de treinamento não mudou significativamente a HbA<sub>1c</sub> e glicose em jejum em nenhum dos grupos de baixa intensidade ou alta intensidade.

Tabela 1 Características dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Artigo	Amostra	Grupos	Duração da intervenção	Intervenção	Variáveis avaliadas
(Ruffino <i>et al.</i> , 2017)	n = 16 homens (55 ± 5 anos)	REHIT (16 homens) e Caminhada Moderada (CM)	16 semanas (8 em REHIT e 8 em CM)	REHIT x Intensidade Moderada	Sensibilidade a insulina (insulina em jejum); controle glicêmico (TOTG)
(Revdal <i>et al.</i> , 2016)	n = 21 (20 a 65 anos)	HIIE (n=11) e Sprint de volume baixo (n=10)	12 semanas	Alta intensidade	Controle glicêmico (HbA1c)
(Li <i>et al.</i> , 2012)	n = 60 (40 a 60 anos)	Low Intensity Interval Training (n=30) e High Intensity Exercise (n=30)	12 semanas	HIIT x Baixa intensidade	Sensibilidade à insulina; HbA1c
(Yan <i>et al.</i> , 2014)	n = 41 (40 a 70 anos)	Baixa intensidade (n=22); intensidade vigorosa (n=9); Grupo controle (n=10)	12 semanas	Exercício x Inatividade	HbA1c; glicose plasmática
(Terada <i>et al.</i> , 2013)	n = 15 (55 a 75 anos)	Exercício Intervalado de Alta Intensidade e Exercício Contínuo de Intensidade Moderada	12 semanas	Exercício Intervalado de Alta Intensidade x Exercício Contínuo de Intensidade Moderada	Hemoglobina glicada
(Madsen <i>et al.</i> , 2015)	n = 23 (56 ± 2 anos)	HIIT (n=10) e Controle (n=13)	8 semanas	Treinamento intervalar de alta intensidade e baixo volume e Controle	Teste oral de tolerância a glicose; glicose em jejum e hemoglobina glicada
(Alvarez <i>et al.</i> , 2016)	n = 23 (44.5 ± 1.8 anos)	HIIT (n=13) e Controle (n=10)	16 semanas	Corrida; caminhada; corrida leve e controle	Glicose em jejum e hemoglobina glicada
(Hansen <i>et al.</i> , 2009)	n = 50 (59 ± 8 anos)	Baixa para moderada intensidade e moderada para alta intensidade	6 meses	Exercícios de baixa para moderada intensidade X Exercícios de moderada para alta intensidade	Controle glicêmico (HbA1c; glicose em jejum)

LEGENDA: HIIE = High Intensity Interval Exercise; REHIT = Reduced-exertion high-intensity interval training; HIIT = High Intensity Interval Training; TOTG = Teste Oral de Tolerância a Glicose; HbA1c = hemoglobina glicada

Tabela 2 Resumo dos resultados dos artigos selecionados.

Artigo	Exercícios	Carga	Volume (séries x repetições)	Duração da sessão	Resultado
(Ruffino <i>et al.</i> , 2017)	Sprints na bicicleta vs. Caminhada Moderada	Sprints 100% vs. CM = 40-55% do VO <sub>2</sub> máx.	Sprints = 2 de 10-20s CM = -	Bicicleta = 10 minutos CM = 30 minutos	REHIT não aumentou o controle glicêmico em pacientes com DM2.
(Revdal <i>et al.</i> , 2016)	Caminhada rápida ou corrida vs. Sprints de baixa intensidade	Caminhada rápida = 90% FC máx Sprints = 70% FC máx	Caminhada rápida = 10x1minuto Sprints = 2x20s	HIIE = 27 minutos Sprint = 10 minutos	12 semanas de exercício de alta intensidade não melhoraram o controle glicêmico
(Li <i>et al.</i> , 2012)	Caminhada rápida ou corrida	S 1 e 2 = 50%VO <sub>2</sub> máx // S 3 e 4 = 50%VO <sub>2</sub> máx (Low Group) e 65%VO <sub>2</sub> máx(HIIT) // S 5 a 12 = 50%VO <sub>2</sub> máx (Low Group) e 75%VO <sub>2</sub> máx (HIIT)	Semana 1 = 1x15min // Semana 2 = 2x15min // Semana 3 e 4 = 2x20min (Low Group) e 2x15min (HIIT) // Semana 5 a 12 = 2x120kcal (Low Group) e 75%VO <sub>2</sub> máx (HIIT)	56,1 ± 3,0 min / sessão (Low Group) 34,3 ± 2,4 min / sessão (HIIT)	O treinamento não mudou significativamente a HbA <sub>1c</sub> e glicose em jejum em nenhum dos grupos
(Yan <i>et al.</i> , 2014)	Protocolo de caminhada de Balke	Intensidade baixa = 50%VO <sub>2</sub> máx vs. Intensidade vigorosa = 75%VO <sub>2</sub> máx	-	45 minutos ambos grupos	HbA <sub>1c</sub> = menor em ambos grupos combinados Glicose plasmática = Grupo exercício do que controle.
(Terada <i>et al.</i> , 2013)	Teste de estresse graduado em esteira	Alta intensidade = 100%VO <sub>2</sub> máx vs. Moderado Contínuo = 40%VO <sub>2</sub> máx	Alta intensidade = 1minX100%VO <sub>2</sub> máx Moderado = 30 a 60minX40%VO <sub>2</sub> máx	30 a 60 minutos	Ambas intervenções têm pouco impacto na HbA <sub>1c</sub>
(Madsen <i>et al.</i> , 2015)	Cicloergômetro	70rpm	10 séries x 60s	30 minutos	Grupo HIIT apresentou controle glicêmico e HbA <sub>1c</sub> reduzidos
(Alvarez <i>et al.</i> , 2016)	Correr levemente, correr ou caminhar	15 a 17 na escala de percepção de esforço	8 séries de 30 segundos	22 a 37.5 minutos	Grupo HIT apresentou redução na dosagem diária de medicação anti-hiperglicêmica.
(Hansen <i>et al.</i> , 2009)	Caminhada; ciclismo e ski cross country	Baixa para moderada = 50%VO <sub>2</sub> máx vs. Moderada para intensa = 75%VO <sub>2</sub> máx	-	Baixa para moderada = 55 minutos // Moderada para alta = 40 minutos	Endurance contínuo reduziu os níveis de hemoglobina glicada, sem diferenças entre grupos.

LEGENDA: HIIT = High Intensity Interval Training; HbA<sub>1c</sub> = hemoglobina glicada; RPM = Rotação por Minuto

#### 4. DISCUSSÃO

Durante anos a prática de atividade física tem sido utilizada como adjuvante no tratamento de pacientes com DM2. Como uma alternativa para prática, o exercício de alta intensidade surgiu com a intenção de melhorar os níveis de controle glicêmico de forma mais eficiente por demandar menos tempo. Deste modo, o principal objetivo desse estudo foi investigar, através de uma revisão sistemática, o efeito do treinamento de alta intensidade comparado ao treinamento aeróbico tradicional no controle glicêmico de indivíduos com DM2.

Evidências apontam que a prática de exercício físico melhora os níveis da HbA<sub>1c</sub>. Dos sete estudos que avaliam essa variável, quatro concluem que a hemoglobina glicada tem melhora significativa quando comparada ao valores basais. Isso pode ser explicado devido aos mecanismos envolvidos nos efeitos do exercício de alta intensidade (HIIT) no controle glicêmico de pacientes com DM2. Pode-se especular que a redução da massa corporal pode estar envolvida nas melhorias no controle glicêmico encontradas após o programa HIIT de baixo volume (Alvarez *et al.*, 2016). A prática de exercícios aumenta a disposição de glicose e diminui a resistência à insulina muscular através de uma série de mecanismos. A insulina aumenta o transporte de glicose no músculo através da translocação de GLUT4 (proteína de transporte de glicose) para o músculo. As mudanças induzidas pelo treinamento por contração muscular incluem aumentos na concentração de GLUT4 no músculo, aumento da síntese de glicogênio e alterações na composição muscular, favorecendo o aumento da disposição de glicose (Yan *et al.*, 2014). Ainda segundo esse estudo de Yan *et al.* (2014), houve uma diminuição significativa da HbA<sub>1c</sub> em 1,1% nos grupos que realizaram a intervenção em ambas intensidades (baixo e vigoroso), algo que é clinicamente significativa, uma vez que uma redução na HbA<sub>1c</sub> em 0,6% mostrou reduzir o risco de complicações microvasculares em 25% de chance. Em contrapartida, Madsen *et al.* (2015) citam que efeito melhorado da HbA<sub>1c</sub> pode ter sido favorecido unicamente pelo treinamento de uma combinação de exercícios aeróbicos não necessariamente de alta intensidade.

Dois dos estudos apresentaram ainda que nenhum dos participantes tiveram que aumentar a medicação oral de redução de glicose no período de intervenção (Hansen *et al.*, 2009; Alvarez *et al.*, 2016). Em contraste, os participantes tiveram de

diminuir a dose de medicação, porém isso ocorreu tanto no grupo que realizou intervenção de intensidade baixa para moderada e de intensidade moderada para vigorosa, sugerindo que a implementação de um programa contínuo de exercícios de alta intensidade não é necessária para reduzir a HbA<sub>1c</sub> em pacientes com diabetes tipo 2. Os autores ressaltam que os pacientes com DM2 geralmente sofrem de fraqueza muscular, doenças cardiovasculares e apresentam ainda uma certa intolerância ao exercício, portanto a implementação de um regime de exercícios de alta intensidade pode ser associada a uma baixa adesão por parte do paciente e maiores taxas de abandono ou ao difícil envolvimento do paciente sedentário com DM2 em programas de exercícios intensos. Como demonstrado no estudo, a taxa de desistência do grupo de maior intensidade foi maior do que no grupo de intensidade reduzida e com maior duração do tempo de treino (Hansen *et al.*, 2009).

Dos estudos que utilizaram as medidas HbA<sub>1c</sub>, três não apresentam melhorias significativas na hemoglobina glicada quando comparada aos valores basais após a intervenção, conseqüentemente, um regime de exercício contínuo de resistência contínua menos intensa pode ser igualmente eficaz quando uma maior duração do exercício compensa a menor intensidade do exercício, de forma que o paciente tenha uma maior motivação e não desista da prática da atividade física (Li *et al.*, 2012; Terada *et al.*, 2013; Revdal *et al.*, 2016). Como possível causa para isso os estudos citaram que o período de intervenção tenha sido curto para alterar o metabolismo e reduzir a hemoglobina glicada em um grupo de pacientes com DM2 (Li *et al.*, 2012; Revdal *et al.*, 2016).

Em relação ao nível de glicose em jejum, quatro dos oito estudos totais apresentaram resultados para essa variável. Dois artigos apresentaram que a glicose em jejum melhorou em comparação ao nível basal e explicam que essa redução observada após a intervenção de alta intensidade, mas não após a intervenção do grupo de exercício aeróbico convencional, pode ter sido ocasionada por uma melhoria induzida pelo treinamento na produção de glicogênio hepático (Madsen *et al.*, 2015; Alvarez *et al.*, 2016). Já os outros dois artigos que apresentaram que o nível de glicose em jejum pós intervenção não melhorou significativamente, atribuem esse resultado provavelmente ao nível de aderência da atividade pelos indivíduos randomizados nos grupos e ao tempo de duração do exercício (Li *et al.*, 2012; Terada *et al.*, 2013). Isso sugere que tanto o exercício de alta intensidade quanto o treinamento aeróbico tradicional alteram os valores da glicose em jejum, porém

estudos mais profundos são necessários visto que dois dos quatro estudos apresentaram que o nível de aderência ao exercício pode influenciar na alteração dos valores de glicose em jejum. Ou seja, não só a intensidade do treino altera positivamente essa variável, mas também a disposição do aluno para a prática da intervenção, que caso não seja alta, não gerará tanta melhora após a prática dos exercícios.

Yan *et al.* (2014) em seu estudo em 2014 concluíram que os grupos que realizaram os exercícios propostos tiveram pouco impacto sobre o aumento da glicose plasmática, mas a resposta ao efeito da glicose foi atenuada, enquanto o grupo controle demonstrou nenhuma alteração. Sugere-se assim que o exercício adicional em indivíduos fisicamente ativos pode aumentar o controle de glicose através de um impacto exclusivo na eliminação de glicose pós-prandial, independentemente da perda de peso ou agentes farmacológicos utilizados. Dessa forma, os autores sugerem que o exercício sozinho pode melhorar o metabolismo da glicose em diabéticos tipo 2.

Apenas dois dos oito estudos utilizados mostraram resultados sobre os níveis de insulina em jejum. O estudo de Li *et al.* (2012) encontrou que os valores pós intervenção melhoraram significativamente quando comparados com os valores basais pré intervenção. Os autores atribuíram essa melhora ao aumento do conteúdo mitocondrial do músculo esquelético, que pode ser um fator importante que rege a ação da insulina. Maiores volumes de exercício podem induzir mais mudanças no músculo esquelético, que por sua vez podem induzir mais alterações no conteúdo mitocondrial do músculo esquelético, em comparação com regimes de exercícios de menor. Já o estudo de Ruffino *et al.* (2017), sugeriu que essa melhora significativa ocorre apenas nos indivíduos que apresentaram maiores valores de insulina em jejum e que apresentam a doença com maior tempo de duração, atribuindo isso ao fato de que o tempo de oito semanas da intervenção tenha sido insuficiente para melhorar a sensibilidade à insulina nesse grupo de pacientes.

Dos oito estudos que mensuraram o nível de tolerância à glicose, apenas três apresentaram resultados pré e pós intervenção. Desses, todos os três estudos concordaram que o nível de tolerância à glicose feito através do teste oral de tolerância à glicose (TOTG) teve melhora significativa quando comparado aos valores basais pré intervenção. Os autores atribuem isso ao fato de que o aumento significativo da insulina no grupo de pacientes com DM2 pode ser explicado por uma habilidade

vagamente melhorada do pâncreas para despertar as células  $\beta$ -produtoras de insulina para a ação do tecido. Além disso, a prática de exercícios aumenta a disposição de glicose e diminui a resistência à insulina muscular, sugerindo que os pacientes com DM2 podem exigir uma dose e/ou intensidade maior do treinamento físico para melhorar a sensibilidade à insulina (Yan *et al.*, 2014; Madsen *et al.*, 2015; Ruffino *et al.*, 2017).

Como último estudo analisado por essa revisão, o artigo de Ruffino *et al.* (2017) dizem que o controle glicêmico feito através do teste de tolerância à glicose realizado durante o dia inteiro apresentou valores de glicemia pós-prandial reduzidos e atribui isso à melhor resposta da insulina ocasionada pelo efeito do exercício, da produção e ação da insulina no organismo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a revisão dos artigos, pode-se afirmar que tanto o treinamento de alta intensidade quanto o treinamento aeróbico tradicional promovem adaptações positivas no controle glicêmico em indivíduos com DM2. Entretanto, esse aumento no controle glicêmico não é diferente quando comparamos os grupos entre si (Revdal *et al.*, 2016). Essa análise indica que o exercício de alta intensidade pode ser implementado para reduzir a barreira do tempo associada ao exercício nesses indivíduos, mas que não necessariamente apresentará melhores resultados quando comparado ao exercício aeróbico tradicional.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM. Diabetes mellitus e exercício. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 6, p. 16-22, 2000. ISSN 1517-8692.

ADA, A. D. A. Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. **Diabetes Care**, v. 26 Suppl 1, p. S5-20, Jan 2003. ISSN 0149-5992 (Print)  
0149-5992.

\_\_\_\_\_. Standards of Medical Care in Diabetes—2011. **Diabetes Care**, v. 34, n. Suppl 1, p. S11-61, Jan 2011. ISSN 0149-5992 (Print).

\_\_\_\_\_. Standards of medical care in diabetes—2017. **Diabetes care**, v. 40, n. Supplement 1, 2017. ISSN 0149-5992.

ALVAREZ, C. et al. Low-Volume High-Intensity Interval Training as a Therapy for Type 2 Diabetes. **Int J Sports Med**, v. 37, n. 9, p. 723-9, Aug 2016. ISSN 0172-4622.

CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 7, p. 1510-30, Jul 2009. ISSN 0195-9131.

CLAUSEN, T. D. et al. High prevalence of type 2 diabetes and pre-diabetes in adult offspring of women with gestational diabetes mellitus or type 1 diabetes: the role of intrauterine hyperglycemia. **Diabetes Care**, v. 31, n. 2, p. 340-6, Feb 2008. ISSN 0149-5992.

COLBERG, S. R. et al. Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. **Diabetes Care**, v. 33, n. 12, p. e147-67, Dec 2010. ISSN 0149-5992 (Print).

COLBERG, S. R. et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 39, n. 11, p. 2065-2079, Nov

2016. ISSN 0149-5992.

DEL VECCHIO, F. B. et al. **Exercício Intermitente: Estado da Arte e Aplicações Práticas**. OMP EDITORA, 2014. ISBN 8562240028.

GROSS, J. L.; NEHME, M. Detecção e tratamento das complicações crônicas do diabetes melito: Consenso da Sociedade Brasileira de Diabetes e Conselho Brasileiro de Oftalmologia. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 45, p. 279-284, 1999. ISSN 0104-4230.

HANSEN, D. et al. Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients. **Diabetologia**, v. 52, n. 9, p. 1789-97, Sep 2009. ISSN 0012-186x.

HARGRAVES, M. **Exercise Metabolism**. Champaign: Human Kinectis, 2006.

IDF, I. D. F. **IDF diabetes atlas**. International Diabetes Federation, Executive Office, 2015.

LANCHA JÚNIOR, A. **Avaliação e prescrição de exercícios físicos: normas e diretrizes**. Barueri, São Paulo: Manole, 2016.

LI, C. et al. Prevalence of pre-diabetes and its association with clustering of cardiometabolic risk factors and hyperinsulinemia among U.S. adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2006. **Diabetes Care**, v. 32, n. 2, p. 342-7, Feb 2009. ISSN 0149-5992.

LI, J. et al. Duration of exercise as a key determinant of improvement in insulin sensitivity in type 2 diabetes patients. **Tohoku J Exp Med**, v. 227, n. 4, p. 289-96, Aug 2012. ISSN 0040-8727.

MADSEN, S. M. et al. High Intensity Interval Training Improves Glycaemic Control and Pancreatic beta Cell Function of Type 2 Diabetes Patients. **PLoS One**, v. 10, n. 8, p.

e0133286, 2015. ISSN 1932-6203.

REVDAL, A.; HOLLEKIM-STRAND, S. M.; INGUL, C. B. Can Time Efficient Exercise Improve Cardiometabolic Risk Factors in Type 2 Diabetes? A Pilot Study. **J Sports Sci Med**, v. 15, n. 2, p. 308-13, Jun 2016.

RUFFINO, J. S. et al. A comparison of the health benefits of reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT) and moderate-intensity walking in type 2 diabetes patients. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 42, n. 2, p. 202-208, Feb 2017. ISSN 1715-5312.

SBD, S. B. D. D. Posicionamento oficial SBD: Atividade física e diabetes - a prática segura de atividades desportivas., 2015.

SNOWLING, N. J.; HOPKINS, W. G. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. **Diabetes Care**, v. 29, n. 11, p. 2518-27, Nov 2006. ISSN 0149-5992 (Print) 0149-5992.

SUPLICY, H.; FIORIN, D. Diabetes mellitus tipo 2. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 69, n. 12, p. 9, 2012.

TAN, S. et al. Traveller health: prevalence of diabetes, pre diabetes and the metabolic syndrome. **Ir Med J**, v. 102, n. 6, p. 176-8, Jun 2009. ISSN 0332-3102 (Print) 0332-3102.

TERADA, T. et al. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. **Diabetes Res Clin Pract**, v. 99, n. 2, p. 120-9, Feb 2013. ISSN 0168-8227.

THOMPSON JR, R. J.; GUSTAFSON, K. E. **Adaptation to chronic childhood illness**. American Psychological Association, 1996. ISBN 1557983275.

WANNAMETHEE, S. G. et al. Impact of diabetes on cardiovascular disease risk and

all-cause mortality in older men: influence of age at onset, diabetes duration, and established and novel risk factors. **Arch Intern Med**, v. 171, n. 5, p. 404-10, Mar 14 2011. ISSN 0003-9926.

WHO, W. H. O. **Global report on diabetes**. World Health Organization, 2016. ISBN 924156525X.

YAN, H. et al. Effect of Aerobic Training on Glucose Control and Blood Pressure in T2DDM East African Males. **ISRN Endocrinology**, v. 2014, p. 6, 2014.