

Universidade da Maia

Departamento de Ciências da Educação Física e Desporto



Programas de exercício físico em indivíduos com diabetes tipo 2

Relatório de Estágio

Sérgio Nunes

Ciências da Educação Física e Desporto -
Especialização em Exercício Físico e Saúde

Orientador Institucional

Prof. Doutora Carla Correia de Sá

Julho 2022



UNIVERSIDADE DA MAIA



RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Sérgio Miguel Monteiro Nunes

Nº 32096

Relatório de Estágio Curricular com vista à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Educação Física e Desporto – Especialização em Exercício Físico e Saúde, nos termos do Decreto-Lei nº 7727/2019 (2ª série), Nº 85 de 03 de Maio.

Orientadora Institucional: Prof^a. Doutora Carla Correia de Sá

Orientadora Cooperante: Doutora Raquel Kindlovits

Julho, 2022

AGRADECIMENTOS

Convicto de que um trabalho desta importância, não seria possível sem a colaboração, apoio, compreensão e empenho de várias pessoas, gostaria de agradecer a todos que de uma ou de outra forma prestaram o seu contributo.

À Professora Doutora Carla Correia de Sá, pela sua latitude, flexibilidade, cooperação e orientação pessoal e científica durante todo o período de estágio bem como no desenvolvimento deste relatório, possibilitando-me assim a conclusão de todo este ciclo.

À Doutora Raquel Kindlovits, não só pela preciosa cooperação e orientação deste trabalho como também pela forma coerente e criteriosa de como conduziu todo o estágio presencial na componente de treino em hipoxia, revelando uma especial delicadeza e atenção no trato mostrando-se sempre disponível para ajudar. Os seus conselhos e sugestões bem como a permanente valorização do trabalho desenvolvido e entusiasmo contagiante foram determinantes para o resultado final alcançado bem como o meu crescimento pessoal e profissional.

À minha família por todo o incentivo, apoio e constante presença em todos os momentos durante o decorrer de toda esta jornada.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

6MWT - 6 Minute Walk Test

CIDESD - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano

D - Diabetes

DT2 - Diabetes Tipo 2

FMD - Dilatação Fluxo-Mediada

HbA1c - Hemoglobina Glicada

ISMAI - Universidade da Maia

TUG - Time Up and Go

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	2
ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	3
ÍNDICE	4
RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	9
1.1 DIABETES	10
1.2 DIABETES TIPO 2	11
1.2.1 HIPOGLICEMIA	11
1.2.2 HIPERGLICEMIA	13
1.2.3 PÉ DIABÉTICO	13
1.3 EXERCÍCIO FÍSICO/ATIVIDADE FÍSICA E DIABETES	14
1.4 EXERCÍCIO AO NÍVEL DO MAR VERSUS ALTA ALTITUDE EM INDIVÍDUOS COM DIABETES TIPO 2	14
2. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO	16
2.1. OBJETIVOS	16
3. CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO	17
3.1. Descrição e planeamento das principais atividades	17
Programa Diabetes em Movimento®	17
3.2 DIABETES EM MOVIMENTO®	18
3.3 DESCRIÇÃO E PLANEAMENTO DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES	20
3.3.1 Avaliações físicas aos utentes do Programa Diabetes em Movimento:	20
3.3.2 Teste Time Up and Go (TUG) - Sentado, caminhar 2.44m e voltar a sentar	20
3.3.3 Handgrip Strength Test – Força de Preensão Manual	21

3.3.4 6 Minute Walk Test (6MWT) (Rikli & Jones, 1998).....	22
4. Programa Treino em Hipóxia	23
5. CRONOGRAMA REPRESENTATIVO DOS OBJETIVOS DELINEADOS	25
6. DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL	26
6.1. Identificação das principais dificuldades	26
7. CONCLUSÕES	27
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do estágio do mestrado em Ciências da Educação Física e Desporto - Especialização em Exercício Físico e Saúde.

O estágio decorreu no programa Diabetes em Movimento® e num projeto de Investigação Científica de treino em alta altitude simulada, os primeiros meses de forma online (primeiros 5 meses) e os restantes, de forma presencial na CMEP *Exercise Medical Center*, ambos com indivíduos com diabetes tipo 2.

O primeiro, Diabetes em Movimento®, é um programa comunitário, implementado a nível nacional e destinado a utentes com diabetes tipo 2, baseado na evidência científica. É um programa de exercício físico, distribuído ao longo de três sessões semanais num total de cerca de 6 horas.

Para a investigação científica, alguns dos participantes do programa Diabetes em Movimento® participaram nas sessões de exercícios que decorreram na CMEP *Exercise Medical Center*, com supervisão multiprofissional de educadores físicos, nutricionista e médicos. O programa de exercícios foi realizado tanto a nível do mar (normóxia), quanto em alta altitude (hipóxia), e decorreu durante os meses de março a junho de 2022, três vezes por semana e em dias não consecutivos.

A prática de exercício regular assume-se cada vez mais como parte fundamental do tratamento e controlo da diabetes tipo 2, com efeitos positivos no controlo glicémico, na insulino-resistência e no risco cardiovascular.

A maioria dos doentes com diabetes tipo 2 pode praticar exercício de forma segura e efetiva, desde que sejam tomadas determinadas precauções. O exercício deverá ser adaptado às complicações e contra-indicações de cada indivíduo e deve ser praticado com regularidade para ter benefícios continuados.

ABSTRACT

This work was developed within the scope of the internship of the master's degree in Physical Education and Sport Sciences - Specialization in Physical Exercise and Health.

The internship took place in the Diabetes em Movimento® program and in a Scientific Investigation project of simulated high-altitude training, the first months online (first 5 months) and the rest, in person at CMEP *Exercise Medical Center*, both with patients with diabetes type 2.

The first, Diabetes em Movimento®, is a community program, implemented at national level and aimed at users with type 2 diabetes, based on scientific evidence. It is a physical exercise program, distributed over three weekly sessions, totaling about 6 hours.

For scientific research, some of the participants of the Diabetes em Movimento® program participated in exercise sessions that took place at the CMEP *Exercise Medical Center*, with multidisciplinary supervision by physical educators, nutritionists, and physicians. The exercise program was performed both at sea level (normoxia) and at high altitude (hypoxia), and ran from March to June 2022, three times a week and on non-consecutive days.

The practice of regular exercise is increasingly assumed as a fundamental part of the treatment and control of type 2 diabetes, with positive effects on glycemic control, insulin resistance and cardiovascular risk.

Most patients with type 2 diabetes can exercise safely and effectively if certain precautions are taken. Exercise must be tailored to everyone's complications and contraindications and must be practiced regularly for continued benefits.

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório resulta de um estágio curricular no âmbito do Mestrado em Exercício Físico e Saúde da Universidade da Maia, que teve a duração de 9 meses na Universidade da Maia (ISMAI), associado ao Programa Comunitário Diabetes em Movimento[®] e o CMEP *Exercise Medical Center*, vinculado à investigação de doutoramento da orientadora cooperante do estágio.

O primeiro, Diabetes em Movimento[®], é um programa comunitário, implementado a nível nacional e destinado a utentes com diabetes tipo 2 (DT2), baseado na evidência científica. É um programa de exercício físico, distribuído ao longo de três sessões semanais num total de cerca de 6 horas.

A CMEP, por sua vez, é uma clínica de medicina desportiva e longevidade, localizada no Porto, e consta com profissionais de saúde de diversos ramos, como médicos, enfermeiros, fisioterapeutas, nutricionista e educadores físicos. No âmbito da investigação, há duas salas “*Everest*”, onde é possível controlar o oxigénio (11-20,97%), a temperatura (até 50°C), a humidade (até 80%) e a altitude (até 8000m). Além disso, conta com a disponibilidade de equipamentos desportivos, como passadeiras, bicicletas, *steps*, discos e halteres.

Tendo em vista a população a ser acompanhada e o enquadramento das instituições supracitados, o presente relatório ressalva a importância do estudo da diabetes e do exercício físico, tanto numa componente de programa comunitário, como numa componente de investigação de treino a nível do mar, quanto em alta altitude.

1.1 DIABETES

A Diabetes (D) é definida como uma desordem metabólica de etiologia multifatorial, caracterizada por hiperglicemia crônica e defeitos na secreção e ação da insulina (Alberti and Zimmet, 1998). A prevalência global de D em pessoas de 20 a 79 anos em 2021 foi estimada em 10,5% (536,6 milhões de pessoas), e é especulado um aumento para 12,2% (783,2 milhões) em 2045. A prevalência de D foi semelhante em homens e mulheres e foi maior naqueles entre 75 anos e 79 anos, conforme demonstrado na figura 1. Foi estimada uma prevalência, em 2021, maior nas áreas urbanas (12,1%) do que nas rurais (8,3%), e nas de alta renda (11,1%) em comparação com os países de baixa renda (5,5%). Espera-se que o aumento relativo na prevalência de D entre 2021 e 2045 ocorra em países de renda média (21,1%) em comparação com países de alta (12,2%) e baixa renda (11,9%). Os gastos globais em saúde relacionados à D foram estimados em 966 bilhões de dólares em 2021 e estão projetados para atingir 1.054 bilhões de dólares em 2045 (Sun, H., et al.,2022).

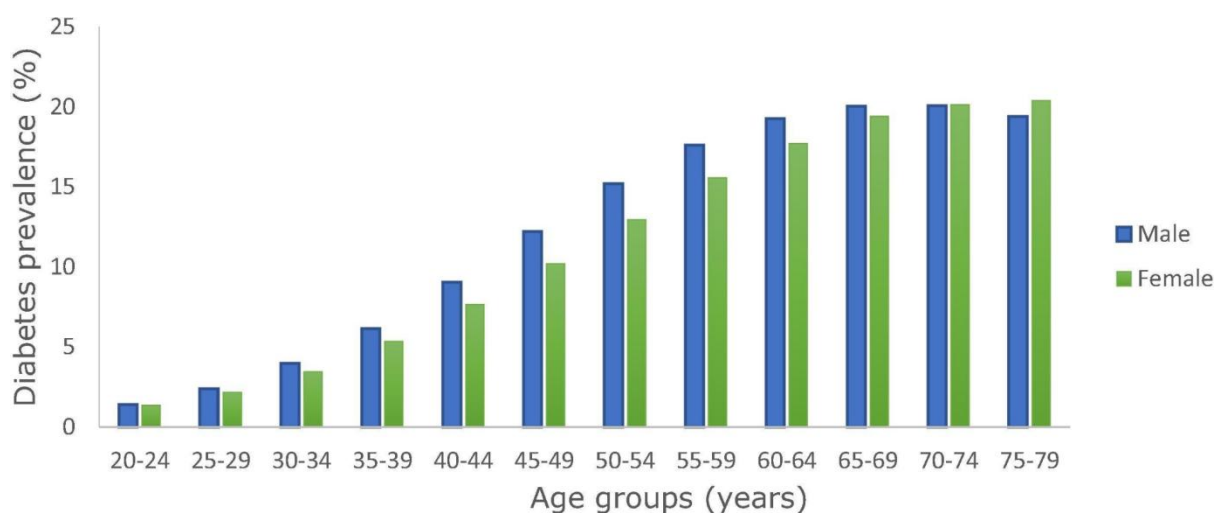


Figura 1. Prevalência da diabetes nas diversas faixas etárias e por sexo. Adaptado de: The World Bank. World Bank Country and Lending Groups. The World Bank; 2019.

1.2 DIABETES TIPO 2

A DT2 pode causar severas complicações tanto a curto como a longo prazo, classificadas em agudas e crônicas e podendo ser tanto micro como macro vasculares. A presença das complicações agudas, como a hipoglicemia, cetoacidose diabética e a síndrome hiperosmolar, pode colocar o paciente em risco de vida enquanto, as complicações crônicas vasculares, constituem a principal causa de morbidade e é uma crescente preocupação das autoridades sanitárias e de saúde pública (de Queiroz et al., 2011; Fowler, 2008; Gouni-Berthold & Krone, 2006). Para Meeuwisse-Pasterkamp, Van der Klauw, and Wolffenbuttel (2007), a maioria dos indivíduos com DT2 irão desenvolver alguma complicação vascular, no entanto, a redução da incidência e severidade das mesmas tem sido diminuídas mediante o controlo glicémico, de pressão arterial e dos distúrbios lipídicos (Meeuwisse-Pasterkamp et al., 2007).

1.2.1 HIPOGLICEMIA

A hipoglicemia é caracterizada por uma redução dos níveis glicémicos para valores abaixo de 70mg/dL e promove sintomas como palidez, fome, suores, fraqueza, tremores, palpitações, vertigem e fadiga (Freeland B., 2017). De modo a evitar os efeitos colaterais da hipoglicemia, é recomendada a ingestão de 20 gramas de hidratos de carbono de rápida absorção e o acompanhamento dos níveis de glicose capilar com auxílio de um glicosímetro a cada 10 minutos, até que alcance 100mg/dL (Leontis & Hess, 2017).

Sendo o estilo de vida um importante fator de risco para o desenvolvimento da DT2, a sua prevenção pode ser otimizada mediante a adoção de uma alimentação adequada, prática regular de exercício físico, controlando o estresse e cessação tabágica.(Nyenwe, Jerkins, Umpierrez, & Kitabchi, 2011; World Health Organization, 2017a).

Indivíduos com DT2, além de estarem sujeitos a este declínio “natural”, os níveis de deterioração da aptidão física são maiores comparados com pessoas sem

diabetes da mesma idade e independentemente do sexo (Anjos, Araújo, Barros, Pereira, & Pereira, 2012; Sinclair, Conroy, & Bayer, 2008)

Para Blair and Church (2003), indivíduos com DT2 que praticam, de forma regular atividade física/exercício físico, apresenta tanto ou mais benefícios do que um indivíduo da mesma idade sem diabetes, no sentido que um indivíduo sem diabetes apenas irá sentir uma sensação de bem-estar, redução dos riscos de depressão, controlo do peso e níveis lipídicos assim como melhorias na tensão arterial, glicose sanguínea, entre outros.

Portanto, ao gerir um idoso com DT2, também é importante considerar o efeito do distúrbio metabólico na composição corporal, de modo a considerar estratégias de tratamento com a adequação do estilo de vida, que incluem a alimentação e a combinação de exercícios com potenciais de melhorar a composição corporal à medida que envelhecem.

Neste contexto, a prescrição e supervisão de programas de exercício físico exerce um papel fundamental na qualidade de vida e na gestão da DT2, principalmente naqueles indivíduos com idades mais avançadas.

Uma vez que os indivíduos com DT2 podem desenvolver complicações ao longo da vida, deve ser tomada algumas precauções para a prática do exercício físico. O paciente diabético medicamentado com insulina ou agente hipoglicemiante oral tem um maior risco de hipoglicemia (níveis de glucose sanguínea <70 mg/dl) durante e depois o exercício. Neste sentido, o paciente deverá saber identificar os sintomas de hipoglicemia e fazendo necessário ajustar a medicação, o consumo de hidratos de carbono antes e depois do exercício e realizar a monitorização da glicemia capilar (ACSM). Para R. Mendes, Sousa, Reis, and Themudo (2011), quando for verificado níveis de glicemia capilar inferior a 100 mg/dl antes do exercício, o paciente deverá ingerir 15 a 20 gramas de hidratos de carbono de absorção rápida e se a duração for maior de uma hora ou de intensidade vigorosa, durante e após o exercício, deve ser ingerida hidratos de carbono adicionais.

Quando mal controlados, os indivíduos diabéticos correm o risco de desidratação, aumentando com a prática do exercício físico. Antes de iniciar o exercício, os indivíduos com DT2 devem estar hidratados e beber entre 0,4 a 0,8 L de água por hora durante o mesmo, e como forma de auxiliar na prevenção tanto da

hipoglicemia como hiperglicemia, pode ser adicionado hidratos de carbono na água (R. Mendes et al., 2011). Perante as complicações micro e macrovasculares eventualmente presentes nos indivíduos diabéticos, a prática do exercício pode agravar os mesmos, sendo necessário tomar algumas precauções. Para a retinopatia diabética, exercícios que aumentam a pressão intraocular devem ser evitados, nomeadamente exercício aeróbio de intensidade vigorosa, atividades de alto impacto assim como o exercício resistido e outros que provocam a manobra de valsalva (R. Mendes et al., 2011). Indivíduos com alterações neurovasculares devem manter um cuidado estrito com os pés para detetar e prevenir ulcerações e amputações (Sheri R. Colberg et al., 2016) e na existência de lesão ou ferida aberta, deve-se optar pela realização de exercícios que diminuem a sustentação do peso corporal, tais como a natação, bicicleta, remo, etc.,

1.2.2 HIPERGLICEMIA

Indivíduos com DT2, de uma forma geral, não necessitam de adiar o exercício devido a valores elevados de glicemia capilar (>300 mg/dL), caso se sintam bem e estiverem devidamente hidratados. No entanto, a prática de exercício deverá ser adiada em caso de hiperglicemias (>300 mg/dL) com presença de cetose (Colberg et al., 2010).

1.2.3 PÉ DIABÉTICO

Outra situação também muito frequente é o pé diabético, consequência da neuropatia periférica e da doença vascular periférica. A diminuição da sensibilidade nas extremidades resulta num aumento do risco de lesões e infeções (American Diabetes Association, 2011). Todos os indivíduos com neuropatia periférica devem usar calçado adequado e examinar os pés diariamente, especialmente antes e depois do exercício, para detetar precocemente possíveis lesões (Colberg et al., 2010; Marwick TH et al., 2009; American Diabetes Association, 2011). Os portadores de lesões nos pés ou feridas abertas devem restringir o exercício a actividades sem sustentação podal do peso corporal (Colberg et al., 2010; Marwick TH et al., 2009; American Diabetes Association, 2011). Natação e outras atividades aquáticas, exercício em bicicleta ou remo, exercícios em cadeiras e exercícios com

os membros superiores são algumas das atividades recomendadas. Apesar da marcha expor o pé a impactos que podem contribuir para o desenvolvimento e manutenção da ulceração (Marwick TH et al., 2009), a marcha de intensidade moderada não parece aumentar o risco de úlceras no pé ou de re-ulceração, em sujeitos com doença neurovascular (Colberg et al., 2010).

1.3 EXERCÍCIO FÍSICO/ATIVIDADE FÍSICA E DIABETES

Ao longo dos anos tem-se reafirmado a importância terapêutica da atividade física no controlo e tratamento da doença (Cai et al., 2017), sendo expressamente recomendado a realização de pelo menos 150 minutos de exercício físico aeróbio de intensidade moderada a vigorosa (marcha rápida, andar de bicicleta, etc.) e no mínimo 2 sessões de exercício resistido (Thiel et al., 2016). Para Thiel, Al Sayah, Vallance, Johnson, and Johnson (2017), o cumprimento destas recomendações poderá ter um impacto positivo no funcionamento físico da pessoa, podendo melhorar ou manter a sua qualidade de vida e aptidão física.

Os benefícios para a saúde da atividade física habitual e da prática de exercício físico regular, são atualmente sustentados por sólidas evidências científicas (World Health Organization, 2010), nomeadamente no controlo glicémico, na insulino-resistência e no risco cardiovascular (Colberg SR et al., 2010; Marwick TH et al., 2009). Como consequência, várias organizações internacionais recomendam a atividade física de uma forma geral e o exercício físico em particular, como uma estratégia de intervenção não farmacológica e de modificação do estilo de vida, fundamental na prevenção, tratamento e controlo da diabetes tipo 2 e dos problemas cardiovasculares associados (Colberg SR et al., 2010; Marwick TH et al., 2009; American Diabetes Association, 2011).

1.4 EXERCÍCIO AO NÍVEL DO MAR VERSUS ALTA ALTITUDE EM INDIVÍDUOS COM DIABETES TIPO 2

É estabelecido que o exercício físico melhora a homeostase da glicose, a sensibilidade a insulina e a função endotelial e, conseqüentemente, reduz o risco de para a doença cardiovascular na DT2 (Thijssen et al., 2010). Um estudo anterior em

indivíduos saudáveis demonstrou que, uma sessão de exercício de resistência em hipoxia teve efeitos superiores sobre consumo máximo de oxigênio e sensibilidade à insulina em comparação a uma única sessão de exercício de resistência em normóxia (Bailey et al., 2000). Além disso, a adição de exercício de resistência em hipoxia em indivíduos saudáveis melhorou a hipertrofia muscular quando comparado a realização de treino resistido sob condições de normóxia (Nishimura et al., 2010). Especificamente em DT2, uma única sessão de exercício de resistência em hipoxia teve efeitos superiores na sensibilidade à insulina em comparação com o exercício em normóxia (Mackenzie et al., 2011). O exercício em hipoxia também pode potencializar os efeitos na vascularização. A combinação de hipóxia com exercício leva a uma dilatação fluxo-mediada (FMD) melhorada e maior fluxo sanguíneo para os músculos ativos do que o exercício sob normóxia em homens saudáveis (Katayama et al., 2013).

Dada a importância de fluxo sanguíneo induzido pelo exercício para induzir adaptações vasculares (Tinken et al., 2010), a combinação de exercício com hipóxia pode levar a efeitos superiores na adaptação vascular comparado ao exercício físico em condições de normoxia, especialmente em indivíduos com DT2, que normalmente demonstram uma atenuação no fluxo sanguíneo induzido pelo exercício (Tinken et al., 2010).

Sabe-se que a atividade contrátil e a hipóxia estimulam a captação tardia de glicose no músculo esquelético via proteína quinase ativada por Ca^{2+}/AMP (AMPK) (Cartee GD et al., 1991; Chiu LL et al., 2004; Azevedo Jr JL et al., 1995) que permanece praticamente intacta na DT2 (Kennedy JW et al., 1999). Após o exercício, melhorias no controle da glicose são amplamente dependentes do transporte de glicose estimulado por insulina (Fisher JS et al., 2002). Além disso, já foi demonstrado que tanto o exercício moderado em normóxia e a exposição passiva em hipoxia melhoram a sensibilidade à insulina em DT2, que é ainda mais potencializada quando o exercício e a hipóxia são combinados (Mackenzie R et al., 2011).

Já sendo bem estabelecida a importância do exercício em normóxia na capacidade cardiorrespiratória, nos parâmetros vasculares, glicêmicos e de composição corporal, mais recentemente o exercício em hipóxia tornou-se popular

pela hipótese de superar os benefícios do exercício em normóxia, principalmente a nível terapêutico (Millet GP et al., 2016). Portanto, este trabalho teve como hipótese avaliar os benefícios à saúde com a aplicação de um programa de exercício combinado, ou seja, de exercício aeróbio e exercício de força realizado em condições normais e em hipoxia, de modo online e presencial.

2. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO

2.1. OBJETIVOS

Durante o estágio, enquanto técnico de exercício físico, fiz parte de um programa comunitário de exercício físico de longa duração nos indicadores de saúde em idosos com DT2, realizados remotamente e presencialmente, a nível do mar e em alta altitude simulada. Os principais objetivos foram:

- 1.** Dar sessões de exercício, primeiramente em contexto online e posteriormente em contexto de normóxia e hipoxia, a 3.000 metros de altitude simulada;
- 2.** Monitorizar a glicemia capilar antes e após as sessões de exercício presenciais;
- 3.** Monitorizar a pressão arterial antes e após as sessões de exercício presenciais;
- 4.** Monitorizar a frequência cardíaca e a saturação de oxigénio durante as sessões presenciais;
- 5.** Registrar a perceção subjetiva de esforço pela escala de Borg de 6 a 20 pontos no final de todas as sessões presenciais;
- 6.** Acompanhar testes de capacidade funcional: TUG, 6MWT e teste de preensão manual.

3. CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO

O programa comunitário de exercício físico para pessoas com DT2, registado por nome de Diabetes em Movimento[®], foi desenvolvido na cidade da Maia (Universidade Maia) durante 5 meses, com sessões realizadas 3 vezes por semana em dias alternadas (2^a, 4^a e 6^a feira) com uma duração aproximada de 60 minutos. O referido programa consistiu numa combinação do exercício aeróbio, resistido, agilidade/equilíbrio e flexibilidade, supervisionado por técnicos/alunos do curso de mestrado em Exercício e Saúde.

Para a investigação científica, foram recrutados alguns dos participantes do programa Diabetes em Movimento[®] para participarem nas sessões de exercícios que decorreram na CMEP Exercise Medical Center, com supervisão multiprofissional de educadores físicos, nutricionista e médicos.

3.1. Descrição e planeamento das principais atividades

Programa Diabetes em Movimento[®]

Estruturalmente, o programa é constituído por 5 planos de exercícios diferentes, aquando do formato presencial. Considerando o contexto pandémico, houve a adaptação dos planos de treino, construindo apenas 3 planos/sessões diferentes (A, B, C), organizados cada uma da seguinte forma:

➤ Alongamentos/Aquecimento (5 minutos): Alongamentos preparatórios para a sessão de treino.

➤ Exercício aeróbio (15 minutos): realizado exclusivamente por marcha estática/rápida, em dependência da sessão podia ser contínua ou intervalada transportando uma carga externa (1 ou 2 garrafas de água).

➤ Exercício de força (25 minutos): desenvolvido com garrafas de água, almofadas e com o próprio peso corporal, foram organizados para realizar 6 exercícios em cada sessão em forma de circuito, três exercícios para membros superiores e tronco e três exercícios para membros inferiores. O número de séries variou entre um a quatro (aumento progressivo de uma serie a cada mês) com um

minuto de descanso entre cada, realizando 15 repetições para exercícios bilaterais ou 30 repetições para exercícios unilaterais (alternados) sem descanso entre exercícios.

➤ Exercício de agilidade/equilíbrio (10 minutos): foram constituídos por jogo tradicional e pré-desportivos.

➤ Exercícios de flexibilidade (5 minutos): constituído por 6 exercícios de flexibilidade/alongamentos (cinco estático e um dinâmico), foram realizados com os participantes sentados ou de pé com apoio das cadeiras. De uma forma geral, os materiais utilizados foram: garrafas de água com peso aproximado de 500 gramas, almofadas e cadeiras. No final de cada sessão de exercício os participantes registavam a intensidade global do exercício tendo como referência a escala de percepção subjetiva do esforço de Borg (Borg, 1982) e caso necessário, era ajustado a cada participante, que através desta, foi controlado a assiduidade dos mesmos.

3.2 DIABETES EM MOVIMENTO®

O Diabetes em Movimento® é um programa comunitário, gratuito, no qual participam indivíduos de ambos os sexos, com DT2 diagnosticada e com recomendação médica para alteração do estilo de vida. É importante que as complicações da diabetes estejam devidamente rastreadas e controladas, como o pé diabético, neuropatia diabética autonómica, retinopatia diabética e nefropatia diabética, assim como o risco cardiovascular. (American Diabetes Association 2012). Sendo necessário cumprirem alguns critérios de inclusão (Barreira, et al., 2017), tais como, ter entre 50 e 80 anos, DT2 diagnosticada há pelo menos 6 meses, não ser fumador, não ter doença cardiovascular, pulmonar ou musculoesquelética grave, não ter iniciado insulino terapia nos últimos 6 meses.

Este programa está implementado em Portugal sob a coordenação da Direção-Geral da Saúde, através do Programa Nacional para a Promoção da Atividade Física e do Programa Nacional para a Diabetes (Mendes R et al., 2015; Mendes R et al., 2013). As sessões do programa têm duração de 75 minutos e são

realizadas três vezes por semana, em dias não consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras), durante nove meses (outubro a junho).

As sessões do programa Diabetes em Movimento® seguem as recomendações internacionais de exercícios para DT2, que deve consistir na realização de, no mínimo, 150 a 300 minutos de atividade física aeróbica de intensidade moderada; ou 75 a 150 minutos de atividade física aeróbica de intensidade vigorosa; ou uma combinação equivalente de atividade física de intensidade moderada e vigorosa ao longo da semana (Colberg et al., 2010; Marwick TH et al., 2009; Eves ND et al., 2006). Além disso, o programa inclui exercícios que contribuem para a prevenção de quedas, com a combinação de estímulos aeróbicos, resistidos, de agilidade/equilíbrio e flexibilidade nas sessões (Mendes R et al., 2015; American Geriatrics Society and British Geriatrics Society., 2011).

Por norma, as sessões de exercícios são operacionalizadas no pavilhão desportivo do ISMAI, com um grupo de 20 a 30 participantes. Entretanto, em virtude da pandemia pelo COVID-19, o programa foi adaptado a um contexto de treino por plataforma online, que decorreu entre os meses de outubro de 2021 e fevereiro de 2022, onde os participantes mantiveram a supervisão por profissionais de exercício físico. Para as sessões online, estratégias de exercício de elevada aplicabilidade e de baixo custo foram implementadas, tornando esse tipo metodológico acessível e eficaz.

A intensidade do exercício é monitorizada através da Escala de Percepção Subjetiva do Esforço de Borg (6 a 20 pontos) (Borg, 1982), tanto em contexto presencial como no contexto online.

A hidratação durante o exercício é incentivada em pausas criadas para o efeito e cada utente possui uma garrafa de água identificada com o seu nome, que permanece nas instalações desportivas de umas sessões para as outras. São realizadas monitorizações regulares da glicemia capilar e da pressão arterial antes e após as sessões de exercício e os utentes são educados para os sintomas de hipoglicemia, hiperglicemia, hipotensão, crise hipertensiva, isquemia do miocárdio e acidente vascular cerebral. Os utentes são também educados para evitarem a

manobra de Valsalva, quer durante os exercícios resistidos, quer durante os exercícios de flexibilidade.

3.3 DESCRIÇÃO E PLANEAMENTO DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES

Programa Diabetes em Movimento®

Durante o estágio, os utentes do programa foram avaliados presencialmente no laboratório do CIDESD-ISMAI, em que foram avaliados 21 utentes com idades compreendidas entre os 66 e 72 anos de idade, e as avaliações serão descritas:

3.3.1 Avaliações físicas aos utentes do Programa Diabetes em Movimento:

Durante o estágio foram realizadas avaliações físicas, de acordo com o protocolo desenvolvido por Rikli and Jones (1999), que tem como objetivo avaliar a mobilidade funcional das pessoas idosas independentes (entre os 60 – 94 anos) quanto aos parâmetros da resistência aeróbica, força, flexibilidade, agilidade, equilíbrio e flexibilidade. O teste permite avaliar a aptidão física desta população de forma rápida, fácil, segura e com equipamentos de baixo custo. Assim como avaliação antropométrica. Os testes aplicados durante o programa foram as seguintes:

3.3.2 Teste Time Up and Go (TUG) - Sentado, caminhar 2.44m e voltar a sentar

Objetivo: pretende-se avaliar a velocidade, a agilidade e o equilíbrio dinâmico.

Equipamento: uma cadeira (com encosto, sem braço e altura aproximada de 43 cm), um cronómetro, uma fita métrica e um cone (ou outro marcador que o idoso possa contornar). A cadeira deve ser encostada contra a parede para garantir uma posição estática durante o teste.

Preparação: A cadeira deverá estar em frente ao cone com a distância de 2,44 metros. Deve manter-se uma área livre de obstáculos ao redor do cone com um espaço mínimo de 1,5 m.

Para a segurança dos participantes, o avaliador acompanhava-os no percurso para auxiliar em caso de desequilíbrio. O cronómetro era acionado logo após a voz de partida e detido no momento exato que a pessoa sentava na cadeira. O teste foi realizado 2 vezes por cada participante. O resultado foi o melhor tempo das duas tentativas realizado pelo participante desde o sinal de partida até quando voltou a sentar-se. Os valores foram registados até ao 0,01 de segundo.

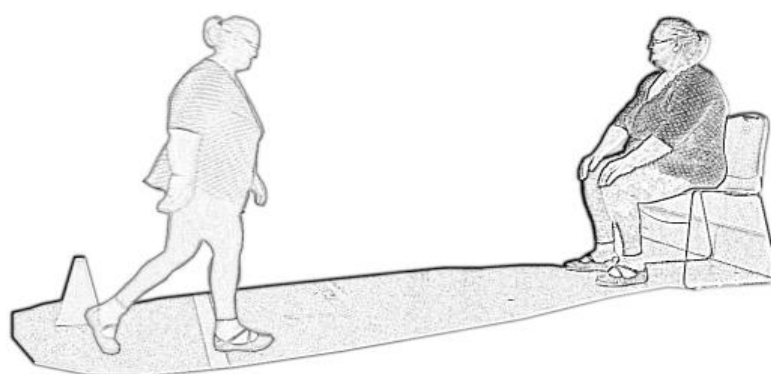


Figura 2. Teste TUG(Rikli & Jones, 1998)

3.3.3 Handgrip Strength Test – Força de Preensão Manual

Foi realizado com um dinamómetro manual. Após a explicação do procedimento e demonstração do avaliador, foi perguntado ao participante sobre a mão dominante, ajustado a empunhadura do dinamómetro, a idade e o sexo para cada participante e realizava 1 repetição para testar, familiarizar-se com o instrumento e assegurar da compreensão do mesmo. Para a realização do teste, os participantes posicionaram-se sentados com o cotovelo fletido e foram realizadas duas medições com um intervalo mínimo de um 1 minuto entre elas, alternando entre membro dominante e não dominante e foi considerado o maior valor. Os participantes foram orientados a realizar a preensão de forma progressiva durante a expiração sem realizar a manobra de valsalva durante uns 5 segundos e foram

encorajados verbalmente. O resultado foi o valor mais alto do membro dominante e não dominante, registado em kg.

3.3.4 6 Minute Walk Test (6MWT) (Rikli & Jones, 1998)

O teste teve como objetivo avaliar a resistência aeróbica dos participantes. Para o mesmo, foi delimitado um percurso de 30 metros e marcado segmentos de 5 metros numa superfície segura, o avaliador explicou o procedimento e posteriormente fez à demonstração prática. Ao sinal de partida, os participantes caminharam, um de cada vez, durante 6 minutos a volta dos cones do percurso e foram encorajados em percorrer a máxima distância o mais rápida possível, sem correr, de forma a obter o melhor desempenho, e foi registado numa ficha de anotação sempre que uma volta foi terminada. Foi permitido diminuir a velocidade da caminhada, parar ou até mesmo sentar-se para descansarem caso fosse necessário. Do mesmo modo, foram avisados pelo avaliador que deveriam interromper o teste caso de sentirem maldispostos (tonturas, dor, náuseas ou fadiga). O resultado foi a distância total em metros percorrida durante os seis minutos.

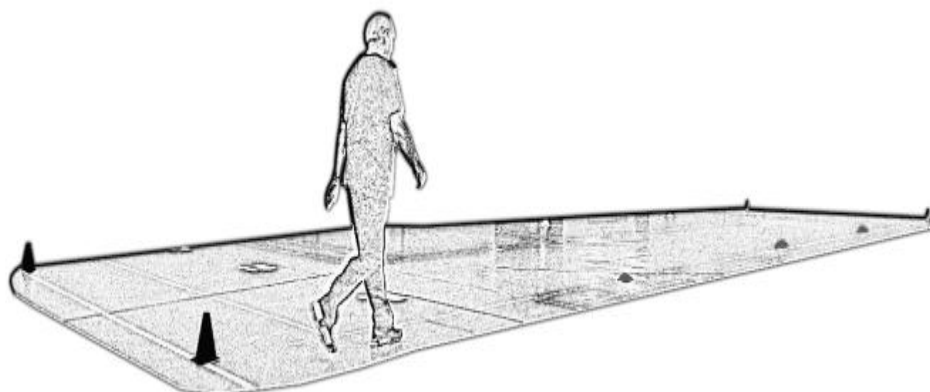


Figura 3. Teste de andar 6 minutos.(Rikli & Jones, 1998)

4. Programa Treino em Hipóxia

A participação no estudo de investigação científica, intitulado “Efeito isolado e combinado de uma dieta com baixo teor de hidratos de carbono e a exposição crónica ao exercício em hipóxia no controlo glicémico e nos fatores de risco cardiovascular em indivíduos com DT2”, compôs uma das etapas da presente formação individual do estágio, após a execução das sessões de exercício online, contando com 10 participantes .

O programa de exercícios foi realizado tanto a nível do mar (normóxia), quanto em alta altitude (hipóxia), e decorreu durante os meses de março a junho de 2022, três vezes por semana e em dias não consecutivos. Para o programa, alguns dos utentes do programa Diabetes em Movimento® foram recrutados, face aos critérios de inclusão, ou seja, serem fisicamente ativos (Mínimo 6 meses); terem diabetes tipo 2 (diagnosticada há mais de 1 ano); HbA1c < 10%; Sexo feminino e masculino; sem complicações; Uso de estatinas ou medicamentos anti-hiperglicemiantes ou anti-hipertensivos e idade superior a 65 anos.

O ensaio clínico consistiu em um design *single-blind*, ou seja, os participantes não tinham a informação de qual grupo foram alocados, apenas os investigadores. O estudo foi randomizado e controlado, com os seguintes grupos: 1) GRUPO CONTROLO: dieta controlo – dieta com baixo teor de gordura e moderada em hidratos de carbono + exercício em normóxia; (2) GRUPO Exercício em Hipóxia: dieta controle + exercício em hipóxia; (3) GRUPO DE INTERVENÇÃO: *Low Carb Diet* – dieta restrita em hidratos de carbono e rica em gordura + exercício em hipóxia.

Após duas semanas de adaptação ao exercício físico em alta altitude, os participantes realizaram um programa de treino, que consistiu em exercícios aeróbicos e de força, de intensidade moderada, especificamente entre 70 e 75% da frequência cardíaca de reserva, associado a supervisão alimentar por 8 semanas. Durante as 8 semanas das intervenções, eram monitorizados valores de glicemia capilar, pressão arterial, frequência cardíaca e saturação de oxigénio, de modo a garantir a segurança dos participantes.

No início e ao final das intervenções mencionadas, as avaliações da capacidade funcional foram realizadas, que incluiu o 6MWT, fornecendo dados da

distância máxima percorrida nesse tempo, assim como o teste de intensidade da força por preensão manual com dinamómetro.

A nível de plano de treino, consistia no seguinte, sempre com 2 minutos de descanso entre cada série:

- Alongamentos (2 minutos): Alongamentos preparatórios para a sessão de treino.

- Aquecimento (2 minutos) - Tapete/Bicicleta

- Treino aeróbico (40 minutos) - Tapete 10 minutos -> Bicicleta 10 minutos -> Tapete 10 minutos -> Bicicleta 10 minutos

- Treino de força (10 minutos) - desenvolvido com a utilização exclusiva de halteres e o próprio peso corporal.

- Exercício de agilidade/equilíbrio (5 minutos): foram constituídos por jogo tradicional e pré-desportivos realizados em pares/grupo.

- Exercícios de flexibilidade (5 minutos): constituído por 6 exercícios de flexibilidade/alongamentos (cinco estático e um dinâmico), foram realizados com os participantes sentados ou de pé com apoio das cadeiras.

A nível observacional, com o acompanhamento, notou-se uma melhoria na capacidade física de todos os participantes, com maior potencial para aqueles que treinaram em alta altitude. Entretanto, para já, ainda são perceções individuais, ou seja, sem respaldo estatístico.

5. CRONOGRAMA REPRESENTATIVO DOS OBJETIVOS DELINEADOS

A presente formação teve início do mês de outubro de 2021, com as sessões de exercício online a decorrerem durante todo este período até fevereiro de 2022, em que dezembro se realizaram as avaliações de TUG e *Handgrip*. Em março o estudo de investigação científica teve início com a realização da avaliação da capacidade funcional, que repetiu em junho, após a conclusão do período das intervenções.

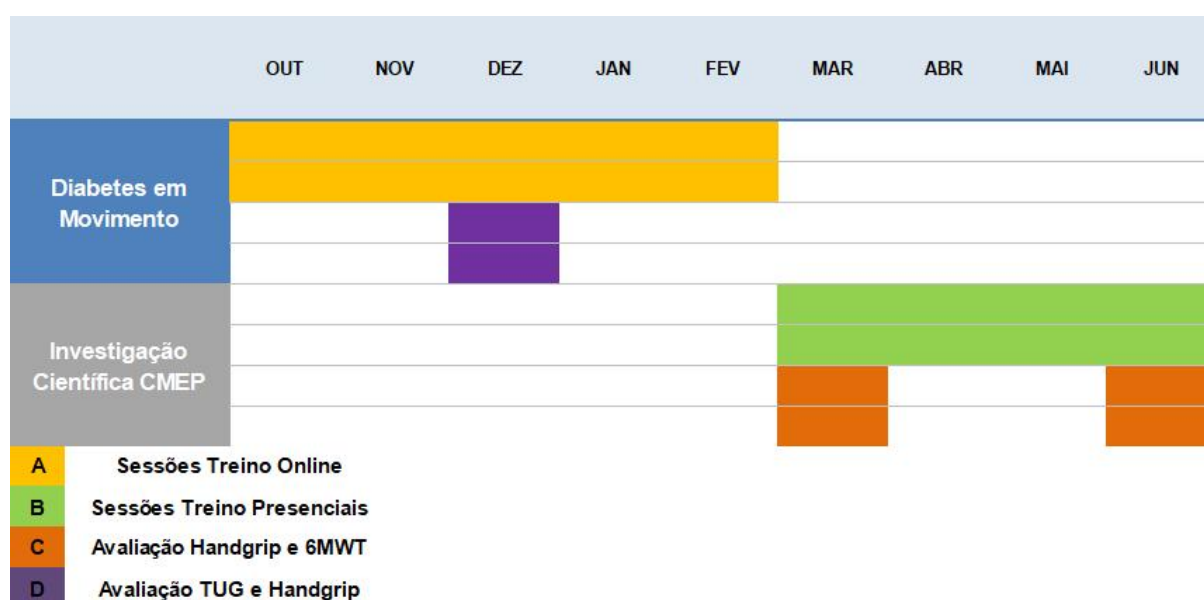


Figura 4. Cronograma de todas as atividades realizadas durante o ano letivo.

Outras Atividades

Ao longo do estágio curricular, com a ideia de complementar a aprendizagem adquirida de diversas formas durante a atividade elaborada no estágio foram frequentadas as seguintes formações:

- **CIDESD-ISMAI Research Seminars** a 3 de dezembro de 2021 (*Current and future accelerometer metrics for physical behaviour monitoring: reporting of the behavioural change intervention*)

- **CIDESD-ISMAI Research Seminars** a 3 de dezembro de 2021 (*Cardiac function, mechanics and exercise through the ages*)
- **Journal Club** a 7 de dezembro de 2021 (Envelhecimento e o impacto que tem na DT2)

6. DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

6.1. Identificação das principais dificuldades

O maior desafio encontrado inicialmente foi a extrema limitação em termos de adaptação ao novo modelo de programa Diabetes em Movimento devido à COVID-19 e pelo facto das sessões serem online, removendo grande parte da componente de interação social que estavam habituados a ter quando o mesmo era presencial, obrigando-nos a uma constante adaptação de todo o plano de treino ao novo meio em que se inseriam como também a toda a dinâmica de comunicação de maneira a manter as sessões o mais desafiantes e enriquecedoras possível bem como tentando manter o interesse dos mesmos em continuar a aderir ao programa.

Ainda que por muito desafiante que tenha sido, foi possível ultrapassar todas as dificuldades e os utentes foram mantidos motivados até fevereiro, momento em que entrou um novo e original projeto de treino em hipoxia, que decorreu na *CMEP Exercise Medical Center*, único lugar do norte do país com acesso a equipamentos em sala capazes de controlar os gases e simular a altitude desejada que geralmente só existe em hospitais sendo que nestes, é apenas de exposição passiva, não sendo possível realizar exercício físico. Toda esta nova panóplia de ferramentas e meios inovadores trouxe uma maior motivação em relação ao projeto anterior pois, para além de reintroduzir as sessões presenciais, o que causou extremo agrado a todos os envolvidos, implementou um novo dinamismo e uma vertente de interação social que era escassa, trazendo melhoras na aptidão física e no estado anímico dos utentes, favorecendo a adesão e assiduidade ao programa.

Na investigação científica, foram encontradas algumas dificuldades, tais como, a distância da clínica bem como toda a logística envolvida, sendo necessária a deslocação dos utentes do ISMAI com 30 minutos de antecedência ao início de cada sessão. Entretanto, a disponibilidade do motorista e transporte do ISMAI, bem como a possibilidade de dispor um veículo do ISMAI para um aluno, foram importantes pontos positivos, tornando viável o transporte dos utentes.

7. CONCLUSÕES

A prática de exercício regular assume-se cada vez mais como parte fundamental do tratamento e controlo da DT2. Parece ser possível estruturar um programa de exercício de elevada aplicabilidade e baixos recursos materiais, atendendo às principais recomendações internacionais para este tipo de população. A maioria dos doentes com DT2 podem praticar exercício de forma segura e efetiva desde que determinadas precauções sejam tomadas. O exercício deverá ser adaptado às complicações e contraindicações de cada indivíduo e deve ser praticado com regularidade para ter benefícios continuados.

Durante o período de estágio foi possível aplicar os conhecimentos teóricos aprendidos durante todo o percurso académico, promovendo uma experiência relevante a prática profissional. Além disso, a vivência com os indivíduos com DT2 demonstrou os benefícios da prática regular de exercício físico nos indicadores de saúde e de capacidade funcional nos indivíduos com DT2, destacando a maior necessidade da dedicação multiprofissional na gestão da DT2.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alberti, K. G. M. M., & Zimmet, P. f. (1998). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Provisional report of a WHO consultation. *Diabetic Medicine*, 15(7), 539-553.
2. American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM'S: Guidelines for Exercise Testing and Prescription, NINTH EDITION* L. W. Wilkins (Ed.)
3. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes - 2011. *Diabetes Care*. 2011; 34(Supplement 1): S11- S61.
4. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes – 2012. *Diabetes Care* 2012;35(Suppl 1):S11–63.
5. Anjos, D. M. d. C. d., Araújo, I. L., Barros, V. M., Pereira, D. A. G., & Pereira, D. S. (2012). Avaliação da capacidade funcional em idosos diabéticos. *Fisioterapia e Pesquisa*, 19(1), 73-78.
6. Azevedo Jr JL, Carey JO, Pories WJ, Morris PG, Dohm GL 1995 Hypoxia stimulates glucose transport in insulin-resistant human skeletal muscle. *Diabetes* 44:695– 698
7. Bailey DM, Davies B, and Baker J. (2000). Training in hypoxia: Modulation of metabolic and cardiovascular risk factors in men. *Med Sci Sports Exerc* 32:1058–1066.
8. Barreira, J., Tribuzi, M. S., Castro, J., Mendes, E., Moura, J., Pinho, C., et al. (2017). *Diabetes em Movimento® Maia: uma intervenção comunitária multidisciplinar nos Cuidados de Saúde Primários*.
9. Blair, S. N., & Church, T. S. (2003). The Importance of Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness for Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Spectrum*, 16(4), 236.
10. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-81.
11. Cai, H., Li, G., Zhang, P., Xu, D., & Chen, L. (2017). Effect of exercise on the quality of life in type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Quality of Life Research*, 26(3), 515-530.

12. Cartee GD, Douen AG, Ramlal T, Klip A, Holloszy JO 1991 Stimulation of glucose transport in skeletal muscle by hypoxia. *J Appl Physiol* 70:1593–1600
13. Chiu LL, Chou SW, Cho YM, Ho HY, Ivy JL, Hunt D, Wang PS, Kuo CH 2004 Effect of prolonged intermittent hypoxia and exercise training on glucose tolerance and muscle GLUT4 protein expression in rats. *J Biomed Sci* 11:838 – 846
14. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, Horton ES, Castorino K, Tate DF. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2016 Nov;39(11):2065-2079. doi: 10.2337/dc16-1728.
15. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR et al. Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010;33(12):e147-67
16. de Queiroz, P. C., Aguiar, D. C., Pinheiro, R. P., de Castro Moraes, C., Pimentel, I. R. S., Ferraz, C. L. H., & Ferraz, T. M. B. L. (2011). Prevalência das complicações micro e macrovasculares e de seus fatores de risco em indivíduos com diabetes mellitus e síndrome metabólica. *Revista da Sociedade Brasileira Clínica Médica*, 9(4), 254-258.
17. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance Training and Type 2 Diabetes: Considerations for implementation at the population level. *Diabetes care* 2006;29(8):1933-41
18. Fisher JS, Gao J, Han DH, Holloszy JO, Nolte LA 2002 Activation of AMP kinase enhances sensitivity of muscle glucose transport to insulin. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 282:E18 –E23
19. Fowler, M. J. (2008). Microvascular and Macrovascular Complications of Diabetes. *Clinical Diabetes*, 26(2), 77-82.
20. Freeland B. Hypoglycemia in Diabetes Mellitus. *Home Healthc Now*. 2017 Sep;35(8):414-419.
21. Gouni-Berthold, I., & Krone, W. (2006). Diabetic ketoacidosis and hyperosmolar hyperglycemic state. *Medizinische Klinik*, 101, 100-105.

22. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045." *Diabetes Res Clin Pract* 183: 109119.
23. Katayama K, Fujita O, Iemitsu M, Kawano H, Iwamoto E, Saito M, and Ishida K. (2013). The effect of acute exercise in hypoxia on flow-mediated vasodilation. *Eur J Appl Physiol* 113:349–357.
24. Kennedy JW, Hirshman MF, Gervino EV, Ocel JV, Forse RA, Hoenig SJ, Aronson D, Goodyear LJ, Horton ES 1999 Acute exercise induces GLUT4 translocation in skeletal muscle of normal human subjects and subjects with type 2 diabetes. *Diabetes* 48:1192–1197
25. Leontis, L. M., & Hess, A. (2017, 04/07/17). Type 2 Diabetes Complications: How to Prevent Short and Long-term Complications. Retrieved 28-09-2017, from <https://www.endocrineweb.com/conditions/type-2-diabetes/type-2-diabetescomplications>
26. Mackenzie R, Maxwell N, Castle P, Brickley G, and Watt P. (2011). Acute hypoxia and exercise improve insulin sensitivity (S(I) (2*)) in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev* 27:94–101.
27. Marwick TH, Hordern MD, Millet T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, et al. Exercise Training for Type 2 Diabetes Mellitus: Impact on Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2009;119(25):3244
28. Meeuwisse-Pasterkamp, S. H., Van der Klauw, M. M., & Wolffenbuttel, B. H. (2007). Type 2 diabetes mellitus: prevention of macrovascular complications. *Expert review of cardiovascular therapy*, 6(3), 323-341.
29. Mendes R, Sousa N, Almeida A, et al. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes – a synthesis of international recommendations: narrative review. *Br J Sports Med*. 2015 Dec 30. pii: bjsports-2015-094895. doi: 10.1136/bjsports2015-094895.
30. Mendes R, Sousa N, Almeida A, et al. Lifestyle intervention in type 2 diabetes: Diabetes em Movimento® community-based exercise program. *Eur J Pub Health*. 2015;5 Suppl 3:100.

31. Mendes R, Sousa N, Reis VM, et al. Diabetes em Movimento® – Communitybased exercise program for patients with type 2 diabetes. *Br J Sports Med.* 2013;47, e3.43.
32. Mendes, R., Sousa, N., Reis, V. M., & Themudo, J. L. (2011). Programa de exercício na diabetes tipo 2. *Revista Portuguesa de Diabetes*, 6(2), 62-70.
33. Millet GP, Debevec T, Brocherie F et al. (2016) Therapeutic use of exercising in hypoxia: promises and limitations. *Front Physiol* 7, 224.
34. Nishimura A, Sugita M, Kato K, Fukuda A, Sudo A, and Uchida A. (2010). Hypoxia increases muscle hypertrophy induced by resistance training. *Int J Sports Physiol Perform* 5:497–508.
35. Nyenwe, E. A., Jerkins, T. W., Umpierrez, G. E., & Kitabchi, A. E. (2011). Management of type 2 diabetes: evolving strategies for the treatment of patients with type 2 diabetes. *Metabolism: clinical and experimental*, 60(1), 1-23.
36. Oliveira C, Simões M, Carvalho J, Ribeiro J. Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract.* 2012 Nov;98(2):187-98. doi: 10.1016/j.diabres.2012.08.004. Epub 2012 Sep 14. PMID: 22981711.
37. Panel on Prevention of Falls in Older Persons. American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59:148–57.
38. Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1998). The reliability and validity of a 6-minute walk test as a measure of physical endurance in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 6(4), 363-375.
39. Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7(2), 162-181.
40. Rydén, L., Grant, P. J., Anker, S. D., Berne, C., Cosentino, F., Danchin, N., . . . Huikuri, H. (2013). ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. *European heart journal*, 34(39), 3035-3087.

41. Sinclair, A. J., Conroy, S. F., & Bayer, A. J. (2008). Impact of diabetes on physical function in older people. *Diabetes Care*, 31(2), 233-235.
42. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, Stein C, Basit A, Chan JCN, Mbanya JC, Pavkov ME, Ramachandaran A, Wild SH, James S, Herman WH, Zhang P, Bommer C, Kuo S, Boyko EJ, Magliano DJ. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022 Jan;183:109119. doi: 10.1016/j.diabres.2021.109119. Epub 2021 Dec 6.
43. The World Bank. World Bank Country and Lending Groups. The World Bank; 2019.
44. Thiel, D. M., Al Sayah, F., Vallance, J. K., Johnson, S. T., & Johnson, J. A. (2016). Association between Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Adults with Type 2 Diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 41(1), 58-63.
45. Thiel, D. M., Al Sayah, F., Vallance, J. K., Johnson, S. T., & Johnson, J. A. (2017). Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Adults With Type 2 Diabetes: Results From a Prospective Cohort Study. *Journal of physical activity and health*, 14(5), 368-374.
46. Thijssen DH, Maiorana AJ, O'Driscoll G, Cable NT, Hopman MT, and Green DJ. (2010). Impact of inactivity and exercise on the vasculature in humans. *Eur J Appl Physiol* 108:845–875.
47. Tinken TM, Thijssen DH, Hopkins N, Dawson EA, Cable NT, and Green DJ. (2010). Shear stress mediates endothelial adaptations to exercise training in humans. *Hypertension* 55:312–318.
48. World Health Organization. (2017a). Diabetes: Fact sheet. Retrieved 28-09-2017, from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/>