UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA - Bacharelado

Marcelo Baggio do Amaral

Efeito agudo do exercício combinado realizado em meio aquático e terrestre na pressão arterial em pacientes com diabetes tipo II e hipertensão

Florianópolis
2025

Marcelo Baggio do Amaral

Efeito agudo do exercício combinado realizado em meio aquático e terrestre na pressão arterial em pacientes com diabetes tipo II e hipertensão

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Educação Física - Bacharelado do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Educação Física.

Orientadora: Profa, Dra Aline Mendes Gerage
Coorientador: Me. Eduardo Baghini Johann

Florianópolis
2025

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.
Dados inseridos pelo próprio autor.

do Amaral, Marcelo Baggio
Efeito agudo do exercício combinado realizado em meio aquático e terrestre na pressão arterial em pacientes com diabetes tipo II e hipertensão / Marcelo Baggio do Amaral ; orientadora, Aline Mendes Gerage, coorientador, Eduardo Braghini Johann, 2025.
61 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

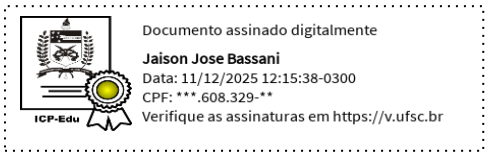
1. Educação Física. 2. Treinamento combinado. 3. Hipertensão arterial sistêmica. 4. Diabetes mellitus tipo II. 5. hipotensão pós exercício. I. Gerage, Aline Mendes. II. Johann, Eduardo Braghini. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Educação Física. IV. Título.

Marcelo Baggio do Amaral

Efeito agudo do exercício combinado realizado em meio aquático e terrestre na pressão arterial em pacientes com diabetes tipo II e hipertensão

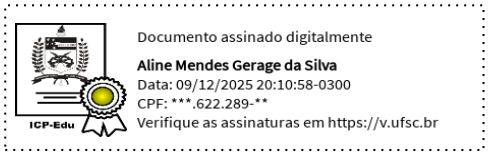
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Educação Física e aprovado em sua forma final pelo Curso de Educação Física – Bacharelado, com a nota 10,0

Florianópolis, 28 de novembro de 2025



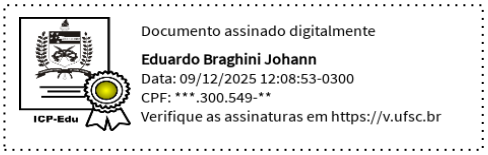
Coordenação do Curso

Banca examinadora



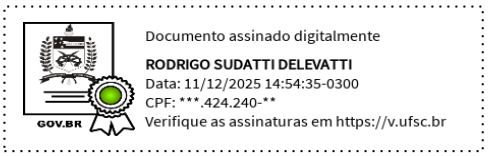
Profª. Drª Aline Mendes Gerage

Orientadora



Prof. Me. Eduardo Braghini Johann

Corientador



Prof. Dr. Rodrigo Sudatti Delevatti

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2025

Dedico este trabalho aos meus avós, que certamente me guiam de algum lugar do universo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, que é a base de tudo o que construí até aqui. Aos meus pais, que mesmo sem terem tido acesso à educação formal, sempre acreditaram no poder transformador do estudo e fizeram dele um valor inegociável dentro de casa. Foram eles que me ofereceram suporte emocional, incentivo diário e o exemplo vivo de pessoas trabalhadoras, resilientes e que nunca desistiram diante das dificuldades. Todo o meu percurso acadêmico é, em grande parte, reflexo da força, do sacrifício e da dedicação deles.

Estendo meus agradecimentos à minha irmã, uma mulher extremamente batalhadora e fonte constante de inspiração. Grande parte do que faço carrega, direta ou indiretamente, o exemplo que ela representa para mim. Ao meu irmão, meu xodó, deixo um agradecimento especial: muito do que construo hoje é também pensando no futuro, para que eu possa oferecer a ele uma vida confortável, segura e cheia de possibilidades.

Agradeço profundamente à minha orientadora, Professora Aline Mendes de Gerage, que por algum motivo acreditou e confiou em mim desde a segunda fase do curso. São três anos de parceria, confiança e aprendizado — de 2022.2 a 2025.2. Seu olhar atento, sua generosidade acadêmica e sua confiança no meu potencial foram essenciais para que este trabalho se tornasse realidade. Sua orientação ultrapassa as fronteiras da pesquisa e impactou diretamente minha formação pessoal e profissional.

Registro também minha gratidão aos colegas de laboratório, em especial Cleilson, Eduardo e Juliana. Foram companheiros de pesquisa, de discussão científica, de trocas sinceras e, também, de mesa de bar. Cada conversa, sugestão e momento compartilhado contribuiu de maneira significativa para minha trajetória. Reforço a importância do aluno de graduação se fazer presente nos laboratórios de pesquisa, sem esses momentos presencias esse trabalho não sairia do papel.

Ao NUPEFID e ao GPEC, agradeço pelo espaço de formação que me proporcionaram. Esses ambientes foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico, social e humano, oferecendo oportunidades de aprendizado que levarei para toda a vida.

Aos meus amigos de graduação — Rodrigo, Carmen, Kaliane, Felipe e Ângelo — deixo meu reconhecimento e carinho. Caminharam comigo ao longo desses quatro

anos e fizeram dessa jornada uma experiência mais leve, significativa e humana. Sem o apoio nas disciplinas, nas dúvidas, nas conversas, nas madrugadas de estudo e também nas festas universitárias e mesas de bar, este momento certamente não seria possível.

Agradeço, ainda, aos meus amigos de Santo Augusto e região, que fazem parte da minha história de vida e que representam um vínculo afetivo que ultrapassa a distância. São pessoas que permanecem como alicerces importantes na minha trajetória, independentemente do tempo ou da geografia.

Estendo minha gratidão à Universidade Federal de Santa Catarina e ao Centro de Desportos, por oferecerem ensino público, gratuito e de qualidade, e por possibilitarem minha formação enquanto estudante, cidadão e futuro profissional da Educação Física.

Por fim, agradeço também às pessoas que, por diferentes motivos, não fazem mais parte da minha caminhada, mas que, em algum momento, contribuíram de forma significativa para que eu chegasse até aqui. Cada encontro, permanência ou despedida fez parte da construção deste momento.

RESUMO

Introdução: O controle da pressão arterial é importante para a longevidade dos indivíduos com diabetes mellitus tipo II (DM2), especialmente quando a doença é acompanhada da hipertensão arterial sistêmica (HAS). Porém, é visto uma baixa taxa de controle dos níveis pressóricos entre pacientes com DM2, sendo necessário explorar abordagens para minimizem esse quadro. Sabe-se que uma única sessão de treinamento combinado (TC) pode promover a hipotensão pós-exercício (HPE), mas a influência do meio em que o exercício é realizado não está claro na literatura. **Objetivos:** Comparar o efeito agudo de uma sessão de TC (aeróbico e força) realizado em diferentes meios (aquático e terrestre) na PA ambulatorial de pacientes com DM2 e HAS. **Metodologia:** Trata-se de um recorte de um ensaio clínico randomizado, com pacientes com DM2 (ambos os sexos, 45 a 80 anos), alocados em dois grupos: TC aquático (AQUA) ou terrestre (LAND). Para o presente estudo, apenas os participantes com HAS foram selecionados. Na 11ª semana de TC, a PA foi monitorada antes (PA clínica) e após (monitorização ambulatorial de 24h) uma sessão de exercício em cada grupo, composta por 30 min contínuos de exercício aeróbio (13-15 na escala de Borg) com exercícios de membros superiores e inferiores combinados para o AQUA e em esteira para o LAND, e treinamento de força, com duas séries de 10-12 repetições máximas em quatro exercícios com máquinas de musculação para o LAND, e três séries de 20 segundos em máxima velocidade, para o AQUA, ambos para os principais grupos musculares. Após uma semana, os participantes realizaram uma sessão controle, sem exercício, de 60 min de duração, em que o LAND permaneceu sentado no local de treinamento, enquanto o AQUA ficou em posição vertical no meio aquático, com PA clínica e ambulatorial coletadas da mesma maneira que na sessão de exercício. Análise de variância (ANOVA) de uma via foi utilizada para detectar diferenças intra e entre sessões. **Resultados:** No total, participaram 25 indivíduos (AQUA: n=11; LAND: n=14) com média de idade de 62,3 ± 8,9 anos (AQUA: 60,9 ± 9,5 anos; LAND: 64,0 ± 8,1 anos). Foi identificado reduções de PA até 23 horas da sessão de exercício e controle em ambos meios sem diferenças entre as sessões e meios. Não foram encontradas diferenças para PAS, PAD, PAM, e FC de 24 horas para a sessão de exercício e controle em ambos meios. **Conclusão:** uma sessão de TC não promoveu HPE em indivíduos com DM2 e HAS, independentemente de ter sido realizada no meio aquático ou terrestre.

Palavras-chave: Treinamento combinado, Diabetes mellitus tipo II, Hipertensão arterial sistêmica, hipotensão pós exercício.

ABSTRACT

Introduction: Blood pressure control is essential for the longevity of individuals with type II diabetes mellitus (T2DM), especially when the disease is accompanied by systemic arterial hypertension (SAH). However, low rates of blood pressure control are commonly observed among patients with T2DM, highlighting the need to explore approaches that may help minimize this condition. It is known that a single session of combined training (CT) can promote post-exercise hypotension (PEH), but the influence of the environment in which exercise is performed remains unclear in the literature. **Objectives:** To compare the acute effects of one CT session (aerobic plus resistance training) performed in different environments (aquatic vs. land-based) on ambulatory blood pressure in patients with T2DM and SAH. **Methods:** This study is a secondary analysis of a randomized clinical trial including patients with T2DM (both sexes, 45–80 years old), allocated into two groups: aquatic CT (AQUA) or land CT (LAND). For the present analysis, only participants with SAH were included. In the 11th week of CT, blood pressure was assessed before (clinical BP) and after (24-hour ambulatory monitoring) an exercise session in each group. The session consisted of 30 minutes of continuous aerobic exercise (RPE 13–15), performed with combined upper- and lower-limb movements in water for AQUA, and on a treadmill for LAND, followed by resistance training: two sets of 10–12RM in four machine-based exercises for LAND, and three sets of 20 seconds at maximal speed for AQUA, targeting the major muscle groups. After one week, participants completed a 60-minute control session without exercise, during which LAND remained seated at the training site, and AQUA stood in an upright position in the aquatic environment; clinical and ambulatory BP were collected in the same manner as the exercise session. One-way analysis of variance (ANOVA) was used to detect intra- and inter-session differences. **Results:** A total of 25 individuals participated (AQUA: n=11; LAND: n=14), with a mean age of 62.3 ± 8.9 years (AQUA: 60.9 ± 9.5 years; LAND: 64.0 ± 8.1 years). Reductions in BP were observed up to 23 hours after both the exercise and control sessions in both environments, with no differences between sessions or training modes. No differences were found for 24-hour SBP, DBP, MAP, or HR between the exercise and control sessions in either environment. **Conclusion:** A single session of CT did not promote PEH in individuals with T2DM and SAH, regardless of whether the session was performed in aquatic or land-based conditions.

Keywords: Combined training; Type II diabetes mellitus; Systemic arterial hypertension; Post-exercise hypotension

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
1.1 OBJETIVOS 13
2.1 DIABETES MELLITUS TIPO II E HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA 14
2.1.1 Aspectos epidemiológicos da diabetes mellitus tipo II e hipertensão arterial sistêmica 14
2.2 TREINAMENTO FÍSICO E DIABETES MELLITUS TIPO II E HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA 19
2.2.1 Treinamento aeróbico 19
2.2.2 Treinamento de força 21
2.2.3 Treinamento combinado 22
2.3 HIPOTENSÃO PÓS EXERCÍCIO 23
2.4 INFLUÊNCIA DO MEIO NO EXERCÍCIO 28
2.4.1 Fisiologia do exercício em meio aquático 28
2.4.2 Hipotensão pós exercício terrestre versus exercícios aquáticos 30
3 METODOLOGIA 33
3.1 Caracterização da pesquisa 33
3.2 Critérios de inclusão 33
3.3 Recrutamento 33
3.4 Randomização 34
3.5 Intervenção 34
3.6 Sessões experimentais 35
3.7 Sessões controle 37
3.7 AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL 37
3.7.1 Pressão arterial clínica 37
3.7.2 Monitorização ambulatorial da pressão arterial 37
3.8 Análise estatística 38
5 DISCUSSÃO 47
6 CONCLUSÃO 51

1 INTRODUÇÃO

A diabetes mellitus tipo II (DM2) é caracterizada pelo acúmulo excessivo de glicose no sangue, como consequência da resistência à ação da insulina e/ou disfunção na sua produção e liberação (ElSayed et al., 2025a). Por outro lado, a hipertensão arterial sistêmica (HAS) é caracterizada por valores elevados e sustentados da pressão arterial (PA), em função da elevação da resistência vascular periférica e/ou do débito cardíaco (Jones et al., 2025).

As trajetórias fisiopatológicas dessas duas condições estão interligadas e permeiam aspectos como piora da disfunção endotelial e autonômica, bem como desequilíbrio de aspectos centrais e periféricos (Ferrannini; Cushman, 2012). Nesse sentido, existe relação direta entre o risco de complicações da DM2 e os níveis de PA (Adler, 2000; Bi et al., 2025a). Um indivíduo diabético, com valores de PA descontrolados, apresenta maior chance de desenvolver neuropatia e retinopatia diabética (Katayama; Hatano; Issiki, 2018), bem como maior risco de acidentes cardiovasculares (Safar et al., 2017), ficando evidente a importância de se controlar a PA de indivíduos com DM2.

De fato, a literatura aponta como um dos pilares no manejo da DM2 o controle da PA (ElSayed et al., 2025c), sendo recomendadas metas pressóricas de até 130/80 mmHg para indivíduos com DM2 (ElSayed et al., 2025b). O exercício físico, por sua vez, é um forte aliado para o controle de diferentes parâmetros importantes no contexto da DM2 e HAS, incluindo a PA (Edwards *et al*., 2023; Heberle *et al*., 2021), tanto de maneira aguda quanto crônica.

Em relação ao tipo de treinamento, o principal modelo de treinamento recomendado é o treinamento combinado (TC), que combina o treinamento de força (TF) e o treinamento aeróbico (TA), dentro de uma mesma sessão (Paluch et al., 2024a). No entanto, a literatura aponta que 50% dos indivíduos com DM2 estão com valores de PA acima das recomendações (Gyberg et al., 2015) e não aderem aos tratamentos farmacológicos e não farmacológicos propostos (ElSayed et al., 2025b). Os dados de nível de atividade física confirmam esses apontamentos. Cerca de 84,9% e 86,1% de indivíduos com HAS e DM2, respectivamente, não aderem às recomendações mínimas de atividade física (Forechi et al., 2018). Com isso, urge a necessidade de explorar novas alternativas para minimizar ou reverter esse quadro.

Nesse cenário, o exercício físico realizado em meio aquático, apesar de promover reduções crônicas da PA de maneira similar ao exercício em meio terrestre (Leonel et al., 2023; Ruangthai et al., 2020), parece favorecer maior adesão e aderência em comparação ao exercício em meio terrestre (Leonel et al., 2023; Ruangthai et al., 2020). Isso é explicado, em parte, pelas propriedades físicas do meio aquático, como a pressão hidrostática, que podem promover menor impacto osteomioarticular, maior segurança e prazer pela prática (Alberton et al., 2009; Pendergast et al., 2015).

No que diz respeito às respostas agudas da PA após uma sessão de TC, é bem consolidado na literatura a ocorrência da hipotensão pós exercício (HPE), que é conceituada por uma redução dos níveis pressóricos imediatamente após uma única sessão de exercício, se comparado aos valores identificados antes do exercício ou em um dia controle (mesmas condições, sem exercício) (Kenney; Seals, 1993). Em relação aos meios de treinamento aquático e terrestre e a ocorrência da HPE, existem indicativos de superioridade do exercício em meio aquático (Trindade et al., 2022), porém ainda é observado um baixo número de estudos que comparem os diferentes meios (terra e água), principalmente no contexto do exercício combinado, da monitorização ambulatorial da PA e da DM2 em conjunto a HAS. Ademais, os estudos existentes apresentam limitações metodológicas, como sessão controle realizada apenas em meio terrestre, sem considerar os efeitos fisiológicos da imersão em meio aquático, limitando a interpretação dos resultados.

A HPE apresenta ainda importância clinicamente relevante, como melhora da aderência ao exercício, uma vez que indivíduos que apresentam redução da PA após uma sessão de exercício podem se sentir mais motivados para a prática (Zaleski et al., 2019). Além disso, esses indivíduos apresentam melhora do controle glicêmico pós exercício, resultado da redução da resistência vascular periférica e consequente melhor vascularização sanguínea (Pellinger; Emhoff, 2022). Ainda, não se pode desprezar o fato de existir correlação entre a ocorrência da HPE e reduções crônicas de PA (Brito et al., 2019) e menor sobrecarga do sistema vascular após uma sessão com durações máximas de 24 horas (Brito et al., 2019).

Até o presente momento, sugere-se que diferentes variáveis de treinamento, como intensidade e volume, bem como a individualidade biológica, o condicionamento físico, o índice de massa corporal e a idade, interferem nas respostas da PA após uma sessão de exercício físico (Carpio-Rivera et al., 2016), mas a influência do meio em

que o exercício é realizado ainda carece de evidências mais robustas, com sessões controles em seus respectivos meios, mapeamento da pressão arterial (MAPA) de 24 horas em ambas sessões experimentais e descrição do protocolo de TC executado. Dessa forma, surge o seguinte problema de pesquisa: Qual a influência do meio (aquático ou terrestre) nas respostas da pressão arterial após uma sessão de exercício combinado em indivíduos com DM2 e HAS?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais

Comparar o efeito agudo de uma sessão de TC (aeróbico + força) realizado em diferentes meios (aquático e terrestre) na PA ambulatorial de pacientes com DM2 e HAS.

1.1.2 Objetivos específicos

a) Verificar o efeito agudo de uma sessão de TC terrestre na PA em pacientes com DM2 e HAS;
b) Verificar o efeito agudo de uma sessão de TC aquático na PA em pacientes com DM2 e HAS;
c) Verificar as respostas individuais da PA após uma sessão de TC aquático e terrestre em pacientes com DM2 e HAS.

1.1 JUSTIFICATIVA

Apesar dos esforços para aumentar o nível de AF das populações clínicas, ainda é constatado que esse público não alcança os níveis mínimos recomendados pelas diretrizes, implicando, assim, em uma dificuldade para controlar variáveis clínicas relacionadas ao controle da doença e a mortalidade. Com isso, o número de mortes e complicações decorrente das doenças cardiometabólicas aumenta em todo mundo, sendo um problema de saúde pública. Assim, torna-se importante estudar diferentes modalidades de exercício físico, buscando encontrar seus efeitos nessa

população, de maneira aguda e crônica, oportunizando poder de escolha para o indivíduo de acordo com suas preferências.

Além disso, A HPE possui relevância clínica significativa. Ela pode melhorar a adesão ao exercício, uma vez que a percepção de uma redução imediata da PA atua como um fator motivacional. Adicionalmente, está associada a uma melhora no controle glicêmico, resultante da diminuição da resistência vascular periférica e do consequente aumento da perfusão sanguínea. Por fim, a ocorrência da HPE também se correlaciona com reduções crônicas da pressão arterial e promove uma menor sobrecarga sobre o sistema vascular por até 24 horas após a sessão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DIABETES MELLITUS TIPO II E HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA

2.1.1 Aspectos epidemiológicos da diabetes mellitus tipo II e hipertensão arterial sistêmica

O DM2 caracteriza-se por distúrbios no metabolismo de carboidratos, resultando em hiperglicemia (ElSayed et al., 2025a). A doença é causada pela resistência dos tecidos à insulina, podendo ser identificado através dos testes de hemoglobina glicada (HBA1C), glicemia capilar de jejum e teste de tolerância à glicose oral (ElSayed et al., 2025c). O método padrão ouro para diagnóstico é o HBA1C, tendo como faixa 5,70–6,40% para ser considerado pré-diabético, e o ponto de corte ≥6,50% para o diagnóstico médico de DM2 (ElSayed et al., 2025c). Assim como a HAS, o DM2 é um fator de risco para o desenvolvimento de DCV e riscos de acidentes cardiovasculares, e a insuficiência cardíaca é duas vezes mais prevalente em pessoas com DM2 em comparação com pessoas sem DM2 (Elsayed et al., 2025c). Além disso, cerca de 70,00% de indivíduos idosos com DM2 possuem uma doença aterosclerótica (ElSayed et al., 2025b), bem como complicações como doença renal crônica, retinopatia e neuropatia diabética e pé diabético (ElSayed et al., 2025d, 2025e).

No Brasil, estima-se que a prevalência de indivíduos com o diagnóstico médico de DM2 em capitais seja de 10,20%, sendo maior entre as mulheres (11,10%) do que entre os homens (9,10%) (VIGITEL, 2023). Em indivíduos com mais de 65 anos o diagnóstico referido alcançou 30,30% (VIGITEL, 2023). Mundialmente, cerca de 828

milhões de adultos e idosos possuem diagnóstico de DM2, com um aumento substancial de 630 milhões desde 1990. Destes, 59,00% não são tratados com medicamentos hipoglicemiantes orais nem com insulina, com maiores prevalências para países de baixa e média renda (Zhou et al., 2024).

A HAS, por sua vez, caracterizada pela elevação persistente da PA, ou seja, PAS maior ou igual a 130 mmHg e/ou PAD maior ou igual a 80 mmHg (Jones et al., 2025). Trata-se de uma condição multifatorial, que depende de fatores genéticos/ epigenéticos, ambientais e sociais, sendo o principal fator de risco para o desenvolvimento de DCV e risco de acidentes cardiovasculares(Jones et al., 2025). Estima-se que o risco de DCV e acidentes cardiovasculares dobra para cada incremento de 20/10 mmHg (NHLBI, 2004). Além disso, o risco aumenta em 10% para acidentes cardiovasculares fatais e não fatais, em 10 anos para valores não controlados de PA (McEvoy et al., 2024; NHLBI, 2004.)

Cerca de 33% da população mundial possui HAS (WHO, 2023). Em âmbito nacional, a prevalência de HAS entre brasileiros alcança aproximadamente 45% da população entre 30-79 anos (WHO, 2023). O Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), a partir do diagnóstico médico autorreferido de adultos e idosos das capitais brasileiras identificou a prevalência de 27,9%, sendo maior entre mulheres (29,3%) do que entre homens (26,4%) (VIGITEL, 2023). Também, identifica-se que a prevalência aumenta de maneira substancial com o aumento da idade, com 65,1% dos indivíduos com mais de 65 anos relatando o diagnóstico (VIGITEL, 2023). Porém, milhares de indivíduos convivem com a doença de maneira silenciosa, subestimando a prevalência com base no diagnóstico clínico. De acordo com o *Global report on hypertension - The race against a silent killer* (2023), 50,7 milhões de brasileiros possuem HAS, mas apenas 67,00% são diagnosticadas clinicamente e 33,00% tem seus valores pressóricos controlados

O diagnóstico estimado conjunto de HAS e DM2 na população brasileira é de 16,20%, em pesquisa feita através de inquérito telefônico nas capitais brasileiras (Francisco et al., 2018). Porém, é sabido que os valores pressóricos de 50,00% dos diabéticos estão acima das recomendações (Gyberg et al., 2015). Mais da metade dos diabéticos desenvolvem HAS no decorrer do curso da doença (Katayama; Hatano; Issiki, 2018), de forma que a HAS é duas vezes mais comum em diabéticos em comparação a não diabéticos (Sowers, 2003). Identifica-se assim, um problema de

saúde pública, que acarreta milhões de gastos à saúde pública e mortes (Nilson et al., 2020).

As trajetórias fisiopatológicas da DM2 e HAS estão interligadas por diversas vias (Galicia-Garcia et al., 2020; McEvoy et al., 2024). Ambas doenças são marcadas por questões renais, vasculares, hormonais e neurais (Galicia-Garcia et al., 2020; McEvoy et al., 2024). Com isso, gera-se um ambiente de inflamação de baixo grau, estimulando o estresse oxidativo (Galicia-Garcia et al., 2020). Essas questões são influenciadas por fatores genéticos, comportamentais, sociais, psicológicos e emocionais (McEvoy et al., 2024). É visto que, em indivíduos do sexo masculino, maiores IMC, presença de hipertensos na família, macroalbuminúria e microalbuminúria estão associadas à HAS em indivíduos com DM2 (Ferrannini; Cushman, 2012).

Em relação à aspectos fisiológicos, diferentes achados diretos poderiam explicar a presença de HAS em pacientes diabéticos, tais como: Aumento da reabsorção de sódio e água nos túbulos renais proximais; Maior ativação do sistema nervoso simpático (SNA); Alteração da função das bombas iônicas transmembrana dependentes de insulina; Aumento da vasoconstrição arteriolar; E ativação de fatores de crescimento dependentes de insulina. Quando é observado a coexistência das doenças, a perda da vasodilatação mediada pelo endotélio é estimulada, o que poderia ser explicado por uma menor produção de óxido nítrico (NO) ou por uma diminuição da resposta ao NO no músculo liso vascular, bem como a maior ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) (Contreras et al., 2000).

Com isso, é visto uma relação direta entre o risco de complicações da DM2 e os níveis pressóricos, especialmente a PAS aumentada ao longo do tempo (Adler et al., 2000; Bi et al., 2025). Observa-se que a coexistência de DM2 e HAS aumenta significativamente o risco de doença cardíaca coronária (Assmann; Schulte, 1988), hipertrofia ventricular esquerda (Somaratne et al., 2011), insuficiência cardíaca congestiva e acidente vascular cerebral (AVC) (Grossman; Messerli; Goldbourt, 2000) em comparação com qualquer uma das condições isoladamente (Katayama; Hatano; Issiki, 2018). A razão de risco para uma PAS de 120–140 mmHg ou ≥ 140 mmHg foi de 2,31 (IC 95% 0,96–5,54, $p < 0,06$) e 3,54 (IC 95% 1,50–8,40, $p < 0,01$), respectivamente, para desenvolver nefropatia diabética (Katayama et al., 2011). Um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento da retinopatia diabética é PAS

elevada (Razão de chance de 1,09 para cada 10 mm Hg adicional) (Kawasaki et al., 2011).

Além disso, tanto a HAS quanto o DM2 estão presentes em todos os modelos de predição para a ocorrência de AVC em pacientes com fibrilação atrial (Chao et al., 2016). SAFAR et al., 2017 em um estudo de caso-controle envolvendo 344.536 indivíduos com HAS e DM2 (2,20%), HAS sem DM2 (26,80%), DM2 sem HAS (1,30%) e sem HAS e DM2 (69,70%), identificou que um aumento de 10 mmHg da pressão de pulso braquial (PP) e PAM resultou em uma razão de risco significativa para mortes por todas as causas para o grupo com DM2 e HAS (1,07 [IC 95% 1,02–1,12], $p < 0,01$; 1,06 [IC 95% 1,00–1,12], $p < 0,05$, respectivamente), mas não para DM2 sem HAS, (1,07 [IC 95% 0,90–1,28], $p > 0,05$; 0,96 [IC 95% 0,78–1,17], $p > 0,05$). Para mortalidade cardiovascular, apenas o aumento da PAM foi relacionado para o grupo com DM2 e HAS (1,26 [IC 95% 1,06–1,51], $p < 0,01$), mas não para DM2 sem HAS, (0,74 [IC 95% 0,33–1,64], $p < 0,05$).

Desse modo, é evidente a importância do controle dos níveis de PA em indivíduos com DM2. No entanto, ainda é observado controvérsias sobre a recomendação de uma meta específica de PA em pessoas com DM2 (ElSayed et al., 2025b). A *American Diabetes Association* (ADA), cita que uma PA durante o tratamento é <130/80 mmHg é o ideal, sendo consistente com *American College of Cardiology* e *American Heart Association* (De Boer et al., 2017), *International Society of Hypertension* e *Europe European Society of Cardiology/European Society of Hypertension Blood Pressure/Hipertension Guidelines* (Whelton et al., 2022). Porém, a ADA reconhece que não houve nenhum ensaio clínico randomizado controlado para demonstrar especificamente uma diminuição na incidência de eventos cardiovasculares em pessoas com diabetes ao atingir uma pressão arterial <130/80 mmHg (ElSayed et al., 2025b).

É observado que uma redução de 10 mmHg na PAS promove reduções no risco para qualquer complicação relacionada ao DM2 em 12% (IC 95% 10,00-14,00%, $p < 0,0001$), 15% para mortes relacionadas ao diabetes (IC 95% 12,00-18,00%, $p < 0,0001$), 11% para infarto do miocárdio (IC 95% 7,00-14,00%, $p < 0,0001$) e 13% para complicações microvasculares (IC 95% 10,00-16,00%, $p < 0,0001$) (Adler et al., 2000). Estudo recente mostrou que entre pacientes com DM2 e PAS elevada, a incidência de eventos de DCV graves durante cinco anos de acompanhamento foi significativamente menor ao adotar-se uma estratégia de tratamento intensivo para

reduzir a PAS para menos de 120 mmHg do que uma estratégia de tratamento padrão para reduzir a PAS para menos de 140 mm Hg, com uma taxa de risco de 0,79 (IC 95%, 0,69-0,90, p < 0,05) (Bi et al., 2025b).

Uma meta-análise de 13 ensaios clínicos randomizados e controlados incluindo mais de 37.000 pacientes com DM2 e HAS demonstrou que o controle intensivo da PAS entre 130-135 mmHg foi associado a uma redução de 10% na mortalidade por todas as causas e AVC (Bangalore et al., 2011). Em uma análise de meta-regressão, para cada redução de 5 mmHg na PAS o risco de AVC diminuiu em 13% (IC 95% 5,00–20,00%, *p* = 0,002), e para cada redução de 2 mmHg na PAD em 11,50% (IC 95% 5,00–17,00%, *p* < 0,001) (Reboldi et al., 2011). Em contraste, o risco de infarto agudo do miocárdio não mostrou nenhuma associação com a extensão da redução da PA (PAS: *p* = 0,793; PAD: *p* = 0,832) (Reboldi et al., 2011). É importante destacar que poucos estudos relataram eventos adversos nos grupos de tratamento intensivo para reduzir os valores pressóricos de diabéticos, mas houve associação a um aumento de 20,00% em eventos adversos (1,20 [IC 95%, 1,08-1,32%], p<0,05), que foi de maior em magnitude em estudos com controle mais intenso da PA (≤130 mm Hg) nos quais houve um aumento de 40,00% em eventos adversos (1,40 [IC 95% 1,19-1,64], p < 0,05) (Bangalore et al., 2011).

No estudo ADVANCE, 11.140 pacientes com DM2 foram randomizados para tratamento com uma combinação fixa de perindopril e indapamida ou placebo correspondente. O risco relativo de um evento macrovascular ou microvascular importante foi reduzido em 9,00% (861 [15,50%] ativos vs 938 [16,80%] placebo; 0,91 [IC 95% 0,83-1,00], p=0,04). As reduções separadas em eventos macrovasculares e microvasculares foram semelhantes, mas não foram independentemente significativas. O risco relativo de morte por doença cardiovascular foi reduzido em 18,00% (211 [3,80%] ativos vs 257 [4,60%] placebo; 0,82 [IC 95% 0,68-0,98], p = 0,03) e morte por qualquer causa foi reduzida em 14% (408 [7,30%] ativos vs 471 [8,50%] placebo; 0,86 [IC 95% 0,75-0,98], p = 0,03) (Patel, 2007).

No estudo ACCORD, um total de 4.733 participantes com DM2 foram aleatoriamente designados para terapia intensiva, visando uma PAS de menos de 120 mmHg, ou terapia padrão, visando uma PAS de menos de 140 mmHg. Foi encontrado que atingir uma PAS menor que 120 mm Hg, em comparação com menos de 140 mm Hg, não reduziu a taxa de um resultado composto de eventos cardiovasculares graves fatais e não fatais (ACCORD, 2010). Porém, é citado que o número real de eventos

foi significativamente menor do que o esperado, reduzindo o poder da análise. Além disso, em novos estudos realizando post-hoc com dados do ACCORD, foi identificado que o grupo com terapia intensiva da PA reduziu os riscos de acidentes cardiovasculares, quando recebiam tratamento padrão (7,00%–7,90% HB1C) para glicemia e não intensivo (<6,00 HB1C) (Beddhu et al., 2018; Tsujimoto; Kajio, 2018). Além de reduzir a PA, é muito importante controlar todos os outros fatores de risco em pacientes diabéticos. Este modelo de tratamento heterogêneo se relaciona diretamente com tendências gerais na medicina moderna, refletindo uma aspiração por uma medicina individualizada, adaptada especificamente para as características demográficas e biológicas particulares de cada paciente (ElSayed et al., 2025b; Grossman; Grossman, 2017).

2.2 TREINAMENTO FÍSICO E DIABETES MELLITUS TIPO II E HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA

O treinamento físico é um importante pilar para o controle não farmacológico dos desfechos da DM2 e HAS, sendo recomendado pelas principais diretrizes (Barroso et al., 2021; ElSayed et al., 2025b). A prática da atividade física sistemática e estruturada proporciona melhora da captação de glicose, sensibilidade à insulina, bem como redução da PA e melhorias hemodinâmicas e parâmetros físico e funcionais em indivíduos com risco cardiometabólico (De Angelis; Ferreira; Ferreira Angelo, 2019). Desse modo, diminui-se o risco cardiovascular, proporcionando melhora da qualidade de vida e autonomia (De Angelis; Ferreira; Ferreira Angelo, 2019).

2.2.1 Treinamento aeróbico

De acordo com o *American College of Sports Medicine*, para pacientes com DM2, a frequência de exercício aeróbicos deve ser de três a cinco vezes por semana em intensidade moderada a vigorosa com duração de 150 minutos ao longo da semana (Garber et al., 2011). Para o TA em meio aquático, é aconselhado duas a três sessões semanais, com duração de 30 a 50 minutos, iniciando com intensidade leve (11-13 PSE) e progredindo para intensidades mais fortes (15-17 PSE), podendo realizar em intensidade contínua ou intervalada, alcançando estímulos muito fortes (18 PSE) (Delevatti; Kruel, 2019).

O TA tem potencial para reduzir a HbA1c em -0,46 % (IC 95% -0,64 - -0,29, p < 0,05) em pacientes diabéticos (Yang et al., 2014). O TA contínuo em indivíduos hipertensos pode reduzir -7,74 (IC 95% -5,80 - -9,60) mmHg, enquanto o TA intervalado promove queda de -6,59 [IC 95% -3,1 - -10,1] mmHg na PAS, sem diferenças entre os métodos (0,10 [IC 95% −1,84 -2,03], p > 0,05 mmHg). A redução de HbA1c é similar no TA em meio terrestre e aquático (Aquático -0,42 ± 0,28%; Terrestre: -0,35 ± 1,80%), bem como para desfechos metabólicos, funcionais, qualidade de vida e sono (Delevatti et al., 2016; Delevatti et al., 2018; Leonel et al., 2023;

Para indivíduos com HAS o TA com progressão de intensidade apresentou resultados similares com protocolo sem progressão tanto para PAS (-10,67 mmHg [IC 95% -15,421 - -5,926], p < 0,05; -10,17 mmHg [IC -12,213, -8,120], p < 0,05, respectivamente), quanto para PAD (-5,49 mmHg [IC 95% -8,663 - -2,310], p<0,05; -6,51 mmHg [IC 95% -9,147 - -3,868], p < 0,05, respectivamente). O mesmo se repete para indivíduos com DM2, quando se trata de desfechos cardiovasculares (De Barcelos et al., 2022; Heberle et al., 2021). Porém, quando foi investigado o papel da progressão da intensidade do procotolo do treinamento na HB1C, parece que protocolos de TA com progressão de carga e volume individualmente (-0,41 [IC 95% -2,49 - -0,056], p<0,05; 0,94% [IC95% -3,78 - -0,512], p < 0,05, respectivamente) e em conjunto (-1,27% [IC95% -2,54 - -0,300], p < 0,05) tem maior magnitude de redução em comparação com sem nenhuma progressão (-0,45% [IC95% -1,32 - -0,51], p < 0,05) (Delevatti et al., 2019).

Estudos com duração de, no mínimo, oito semanas de TA, tem potencial para reduzir a PAS em hipertensos (-16,66 mmHg [IC 95% 18,55 - -14,76], p < 0,05), assim como 8-12 e maiores que 12 semanas (-11,74 mmHg [IC 95% -15,94 - -7,54], p < 0,05; 8,84 mmHg [IC 95% -13,52 - -4,15], p < 0,05, respectivamente). Para PAD, 8 semanas também se mostra como duração mínima para reduções significativas, com magnitude de -6,43 mmHg (IC 95% -7,83 - -5,03, p < 0,05), bem como para 8-12 e maiores que 12 semanas (-5,44 mmHg [IC 95% -8,22 - -2,66], p < 0,05; -7,52 mmHg [IC95% -12,42 - -2,62], p < 0,05). Quando a PA é investigada através da MAPA, a PAS e PAD apresentam reduções significativas (-8,77 mmHg [IC 95% -13,97 - -3,57], p < 0,05; - -4,90 mmHg [IC 95% -8,55 - -1,25], p < 0,05, respectivamente) (Cao et al., 2019).

O TA intervalado e contínuo para hipertensos não mostra diferença significativa entre métodos para reduzir os valores de PAS e PAD (-0,22 mmHg [IC

95% -5,36 – 4,92] mmHg; -0,38 mmHg [IC 95% -3,31 – 2,54] p < 0,05, respectivamente) (Costa et al., 2018). Porém, para melhora da aptidão cardiorrespiratória, o TA intervalado mostra-se superior ao contínuo (2,13 [IC 95% 1,00 – 3,27], p < 0,05) (Costa et al., 2018). Em hipertensos, os desfechos de função endotelial são beneficiados quando o treinamento é realizado em intensidade intervalada em comparação com o contínuo, mas não em diabéticos tipo II (Qiu et al., 2018; Ramos et al., 2015).

2.2.2 Treinamento de força

O TF caracteriza-se por provocar contração muscular contra uma força externa sendo recomendado de maneira complementar ao TA (ACSM, 2009). No meio terrestre, recomenda-se uma frequência de duas a três vezes semanais com duração total de 30-60 minutos ao longo da semana, com intensidade variando de acordo com o nível de experiência do indivíduo (Jones et al., 2025; Paluch et al., 2024a). Aqueles classificados como iniciantes adultos podem adotar cargas de 60-70% 1-RM, idosos 40-50% 1-RM e ≥80% 1-RM para indivíduos experientes (Garber et al., 2011; Lee; Lee, 2023; Paluch et al., 2024b). A faixa de repetições utilizadas para melhorar a força e potência são de 8-12 em adultos e 10-15 repetições para idosos iniciantes. Para melhorar a força e potência em adultos utiliza-se de 2 a 4 séries, enquanto para idosos iniciantes, 1 série pode ser benéfica para o desenvolvimento de força e potência. Recomenda-se 2-3 minutos de intervalo entre séries e 48 horas de descanso entre as sessões (Paluch et al., 2024b).

Em meio aquático, é indicado realizar os exercícios de força em velocidade máxima de execução contra a resistência da água, progredindo de um a dois blocos de 30 segundos, a múltiplos blocos (4-6) com menores durações (10 a 15 segundos) (Delevatti; Kruel, 2019).

O TF tem potencial para reduzir a HB1C em indivíduos diabéticos em -0,32% (IC 95% -0,45 - -0,19, p < 0,05) (Yang et al., 2014). Para hipertensos, o treinamento de força pode gerar benefícios de –6,32 mmHg (IC 95% 3,1 – 9,5, p < 0,05) na PAS. Durante o período diurno, o TF mostra-se capaz de reduzir a PAS em – 3,18 (IC 95% -5,03 - -1,32, p < 0,05) mmHg e PAD -2,70 (IC 95% -3,89 - -1,51, p < 0,05) mmHg, sem resultados significativos para o período noturno (Cornelissen; Buys; Smart, 2013).

O efeito mais forte do TF, no meio terreste, na redução da PA foi observado em protocolos com intensidade de carga moderada a vigorosa (> 60% 1RM), frequência de pelo menos 2 vezes por semana e duração mínima de 8 semanas (Correia et al., 2023). Além disso, um maior número de exercícios por sessão (≥8 vs. <8) foi significativamente associado a uma maior redução da PAS e maior duração (≥8 vs. <8 semanas) (Correia et al., 2023) . Em síntese, o TF em populações especiais pode aumentar em magnitude pequena ou moderada a aptidão cardiorrespiratória e marcadores inflamatórios, sem evidências claras sobre a rigidez arterial e marcadores de coagulação e melhoras evidenciadas para função endotelial, aspectos psicológicos, qualidade de vida, sono e aspectos funcionais (Paluch et al., 2024b).

2.2.3 Treinamento combinado

O TC (aeróbico + força) constitui-se como uma ótima estratégia de treinamento físico e desenvolvimento dos componentes físicos voltados a saúde de indivíduos com risco cardiometabólico em meio terrestre e aquático (Delevatti; Kruel, 2019; Hanssen et al., 2022). Quando comparado com protocolos de TF e TA isoladamente, maiores efeitos são observados a favor do TC no quesito de controle glicêmico e composição corporal (Paluch et al., 2024b). Observa-se que o controle da glicemia, perda de peso, ganho de massa magra e diminuição de massa gorda são potencializados pelo TC (Paluch et al., 2024). Os benefícios para a redução da PAS podem ser vistos em magnitudes de –11,14 mmHg (IC 95% 4,30 – 18,00, $p < 0,05$) (Edwards et al., 2023).

Em indivíduos com DM2, o TC parece ser efetivo para reduzir a HB1C em -0,35 (IC 95% -0,48;-0,22, $p < 0,05$), e apresenta melhora em paramêtros como cognição, saúde metabólica, função física, e aumentam a qualidade de vida relacionada à saúde (Zhang et al., 2024). Além disso, apresenta melhora na FMD, importante marcador de saúde endotelial, em 2,49% (IC 95% 1,17 - 3,81%, $p < 0,05$) (Qiu et al., 2018). Marcadores inflamatórios endoteliais também apresentam diminuição após o TC em indivíduos com DM2 (Hejazi; Mohammad Rahimi; Rosenkranz, 2023; Xing et al., 2022).

Quando investigado TC em meio terrestre para melhora da aptidão cardiorrespiratória em indivíduos com risco cardiometabólico, observa-se que estes indivíduos podem se beneficiar de um aumento de 2,09 ml/kg/min (IC 95% 1,34 - 2,84, $p < 0,05$),e reduções no peso corporal -1,73 kg (IC95% -3,08 - -0,39, $p < 0,05$) (Rijal

et al., 2024). Ademais, para desfechos funcionais, como teste de caminhada de 6 minutos, observa-se um aumento de 45,45 metros (IC 95% 28,48 - 62,42, $p < 0,05$), mas não para o teste de 1000 metros (+0,03 m/s; IC 95% -0,01 - 0,15, $p > 0,05$) (Rijal et al., 2024). Em meio aquático, os benefícios sobre desfechos cardiovasculares, funcionais e aptidão cardiorrespiratória mostram-se similares ao meio terrestre em indivíduos com DM2 (Leonel et al., 2023).

Ruangthai et al (2020), comparou os efeitos TC aquático e terrestre sobre parâmetros cardiometabólicos, aptidão funcional e qualidade de vida em idosos hipertensos. O protocolo de treinamento teve duração de 24 semanas com frequência tripla, sendo 12 semanas de treinamento supervisionado e 12 semanas não supervisionado. Após o período supervisionado, a PA, o duplo produto, NO, concentrações de proteína c-reativa, domínios físico e psicológico e a qualidade de vida geral melhoraram significativamente em ambos os grupos de treinamento. Apenas no grupo aquático o índice de combinação de colesterol de baixa intensidade (LDL) e lipoproteínas melhorou. Enquanto isso, o teste sentar e levantar em 30 segundos e o teste do step de 2 minutos melhoraram apenas no treinamento terrestre. Após o período auto supervisionado, a PAS e a concentração de NO melhoraram significativamente em ambos os grupos de treinamento. Apesar disso, os testes de sentar e levantar e flexão de braço melhoraram apenas no treinamento terrestre. A aderência foi maior para o grupo de treinamento aquático em comparação com o treinamento terrestre em ambos os períodos (88,70 versus 94,60%, $p<0,05$; 80,70% versus 89,50%, $p < 0,01$, respectivamente). Mostra-se que ambos meios são foram efetivos na melhora de desfechos funcionais, bioquímicos, psicológicos e hemodinâmicos, mas o ambiente aquático apresenta melhores valores a respeito da continuação e permanência no exercício físico, podendo ser importante para resultados duradouros.

2.3 HIPOTENSÃO PÓS EXERCÍCIO

A HPE é definida como uma redução dos níveis pressóricos imediatamente após uma única sessão de exercício se comparado aos valores identificados antes do exercício ou durante uma sessão controle (mesmas condições, sem exercício), (Kenney; Seals, 1993). Há grande variabilidade nos valores relatados de HPE, com métodos de cálculo inconsistentes e variados. Brito et al (2019), apresenta os

principais cálculos utilizados na detecção da magnitude da HPE: A) PA pós-exercício – PA pré-exercício, B) PA pós-exercício – PA pós-controle, C) [(PA pós-exercício – PA pré-exercício) – (PA pós-controle – PA pré-controle)]. Os cálculos possuem diferentes objetivos. Por exemplo, a indicação de que uma determinada sessão de exercício pode ou não promover a HPE só pode ser claramente determinada se os efeitos do tempo forem controlados por uma sessão de controle. Então, os cálculos B e C podem ser empregados para abordar essa questão. Por outro lado, se o objetivo é comparar a HPE esperada entre diferentes protocolos de exercício, em vez de detectar sua ocorrência, o cálculo “A” pode ser uma opção para economizar tempo.

Ademais, a abordagem do protocolo da sessão de exercício, ou seja, a modalidade e o meio onde o exercício é realizado, também parecem mediar a magnitude e duração da HPE. Em uma sessão de exercício aquático, a HPE pode ter magnitude de redução da PAS de -6,86 mmHg ([IC 95% -10,72; -3,00], p < 0,05) após uma hora, e -4,14 mmHg ([IC 95% -7.75; -0.53], p < 0,05) até 24 horas após a sessão de exercício, sem redução para a PAD. Porém, protocolos com sessões de exercício intervalado podem potencializar as reduções para PAS (-15,50 mmHg [IC -2,.40; -6,61], p<0,05) e PAD (-5,97 mmHg [IC 95% -11,51; -0,43], p<0,05), enquanto o exercício contínuo, de intensidade moderada, reduziu a PAS em -4,91 mmHg ([IC 95% -7,75; -2,07], p<0,05), sem efeito na PAD (Sisconeto et al., 2024). Em outra metanálise, apenas envolvendo estudos que investigaram a HPE por MAPA no meio aquático, não foram identificadas reduções significativas para a PAS de 24 horas, diurna e noturna. Para a PAD foi identificado reduções após a sessão aquática apenas no período noturno em comparação com o meio terrestre (-1,70 mmHg [IC 95% -1.9 - -0,8], p = 0,001) (Trindade et al., 2022).

Uma metanálise com 12 estudos e 196 participantes normotensos, pré-hipertensos e hipertensos comparou as respostas agudas da PA entre 45 e 60 minutos após uma sessão de exercício aeróbico contínuo versus intervalado. O exercício intervalado apresentou maior redução da PAS -2,93 mmHg ([IC 95%: -4,96 - -0,90], p = 0,005) e PAD -1,73 mmHg ([IC 95%: -4,96 --0,90], p = 0,005) (Perrier-Melo et al., 2020). Para as respostas agudas de até 24 horas no período diurno após a sessão de exercício, a PAS reduziu −5,30 mmHg (-7,30; -3,30, *p* = < 0,001) e a PAD −1,63 mmHg (−3,00; −0,26; *p* = 0,02) a favor da sessão intervalada em comparação com a contínua sem diferenças para o período noturno e de 24 horas (Marçal et al., 2021).

É visto na literatura que exercícios de força também geram efeitos hipotensivos após uma sessão. Uma metanálise com 30 ensaios clínicos randomizados, com 646 indivíduos normotensos e hipertensos, investigou a HPE após uma sessão de exercício de força. Uma hora após a sessão de exercício de força, foi observado uma redução geral na PAS de -3,30 mmHg (IC 95% -4,00; -2,60, p < 0,05) e PAD -2,70 mmHg (IC 95% -3,20 - -2,10, p < 0,05). Resultados semelhantes foram observados 90 minutos após o exercício para PAS −5,30 mmHg (IC 95% −8,50 a −2,10, p < 0,05) e PAD -4,60 mmHg (-6,90 - -2,4, p < 0,05) e ao longo do monitoramento de 24 horas na PAS e PAD (- 1,70 mmHg [IC 95% -2,8 - -0,67], p < 0,05; -1,2 mmHg [IC 95% -2,4 - -0,022,], p < 0,05, respectivamente). Uma redução mais pronunciada da PA foi observada em indivíduos hipertensos em comparação com normotensos (*p*< 0,01 para PAS e PAD). Além disso, o TF envolvendo grandes grupos musculares promoveu maiores reduções na PAS e PAD em comparação com sessões que envolveram apenas o uso de pequenos grupos musculares (*p* < 0,05) (Casonatto et al., 2016).

O TF e TA em uma mesma sessão é a principal recomendação das diretrizes para populações especiais. TC pode promover respostas hipotensivas (Mello; Ostolin, 2020). Ferrari et al (2017) compararam uma sessão de exercício aeróbico (45 min a 65-70%VO2máx) *versus* exercício combinado (Força:4x8 a 70%1RM; Aeróbico: 25 min a 65-70%VO2máx) na PA após 60 min e 24 horas da sessão. Foi encontrado que, durante a primeira hora no laboratório, a PA diastólica foi menor após exercício aeróbio (-5,00 mm Hg) e combinado (-6,00 mmHg) em comparação com o controle, e a PAD diurna foi significativamente menor após exercício aeróbio (− 7,00 mmHg; IC 95%: - 1,00 - - 3,00 mmHg; p < 0,001) quando comparada ao controle e combinado. Exercício aeróbicos com maiores intensidades (50 vs 65 e 80% do VO2pico) dentro de uma sessão de exercício combinado promovem maiores magnitudes e durações da redução da PA dentro de 60 minutos (Keese et al., 2012). É visto que o TC pode ter durações diferentes em comparação com o TA no comportamento das 24 horas, mas não após 60 minutos do treinamento (Ferrari et al., 2017; Iellamo et al., 2021; Martins et al., 2024).

O consenso atual é que a HPE tem relevância clínica devido à magnitude das reduções da PA e sua duração, que podem perdurar até 24 horas após a sessão de exercício (Brito et al., 2018; Halliwill, 2001). Ademais, torna-se relevante quando 3 quesitos são contemplados: Primeiro, a resposta da HPE tem magnitude suficiente para ser considerada clinicamente significativa? Segundo, a duração da resposta

hipotensora é suficiente para reduzir a PAM diária? Terceiro, a HPE é evocada e sustentada em condições normais de vida diária (ou seja, fora do laboratório) (Kenney; Seals, 1993). Com essas questões contempladas, parece que a HPE, torna-se uma importante ferramenta não farmacológica de redução PA caso tenha magnitude e durações suficientes, promovendo proteção contra risco cardiovascular (Kenney; Seals, 1993). Além disso, o acompanhamento da HPE após as sessões pode ser uma estratégia para aumentar a adesão dos indivíduos ao protocolo de treinamento físico, aumentando a motivação para a prática através de resultados rápidos (Zaleski et al., 2019).

Ainda, parece que em indivíduos com DM2 é visto que a HPE pode colaborar para reduzir os valores de glicemia após uma sessão de exercício dinâmico (Pellinger; Emhoff, 2022). É visto que a maior perfusão de sangue, advindas de uma diminuição da RVP, pode facilitar o fornecimento de glicose ao músculo esquelético previamente estimulado (Emhoff et al., 2011). Isso ocorre, pois a maior perfusão sanguínea faz com que a disponibilidade de glicose para o músculo esquelético seja estimulada (Emhoff et al., 2011).

Diversas características dos indivíduos podem afetar a HPE influenciando nas respostas de magnitude e duração após a sessão (MacDonald, 2002). Parece que a PAS e PAD reduzem após a sessão independentemente dos níveis iniciais de PA, sexo, ingestão de medicamentos anti-hipertensivos e nível de atividade física dos indivíduos. No entanto, para a PAS, análises *post-hoc* detectaram um tamanho de efeito significativamente maior em homens ($F = 5,58$, $p = 0,001$), sem uso de medicação anti-hipertensiva ($F = 8,76$, $p = 0,001$) e indivíduos fisicamente ativos ($F = 4,42$, $p = 0,002$), e para PAD, análises *post-hoc* detectaram um tamanho de efeito significativamente maior apenas em amostras não medicadas ($F = 4,26$, $p < 0,02$). Também é visto que a idade e o IMC se correlacionam inversamente com a HPE ($R = 0,21$, $p = 0,001$; ($r = 0,26$, $p = 0,001$, respectivamente) (Carpio-Rivera et al., 2016). Estima-se que as características da amostra (idade, sexo, IMC, PA de repouso) explicam 54,20% a 67,10% da variabilidade na resposta da PA ao exercício aeróbico agudo (Bruneau et al., 2016).

Pesquisas observam que o status de treinamento pode influenciar nas respostas hipotensivas após uma sessão de treinamento (Carpio-Rivera et al., 2016). Iellamo et al (2021), investigou a PA em indivíduos idosos com HAS e do sexo masculino antes de um programa de TA contínuo de 12 semanas em três sessões

experimentais (aeróbico contínuo, intervalado e combinado). Foi verificado que antes do treinamento, a PAS e PAD de 24h e noturna diminuiu em todos os grupos. Após o treinamento, a PAS e PAD de 24h e noturna diminuiu significativamente apenas após a sessão intervalada Iellamo et al (2021) . Porém, em mulheres idosas normotensas, submetidas a um protocolo de TF com duração de 12 semanas, as respostas de PA após uma sessão experimental de exercícios de força foram similares antes e depois do protocolo de treinamento (Gerage et al., 2015). Em estudo mais recente, foi identificado que 10 semanas de um protocolo de TF em indivíduos do sexo masculino com HAS reduzem a redução da PAS após uma sessão de exercício de força (-6,00 ± 5,00 vs -2,00 ± 3,00 mmHg, *p* = 0,017), mas não a PAD (-2,00 ± 6,00 vs -2,00 ± 4,00 mmHg, p = 0,967) (Fecchio et al., 2025).

A HPE também tem valor prognóstico no momento da prescrição, fornecendo insights para os desfechos futuros e ajustes no programa de treinamento (Luttrell; Halliwill, 2015). Isso porque as respostas agudam da PA se sobrepõem de maneira crônica, associando-se com as respostas crônicas ao treinamento físico (Brito et al., 2018; Halliwill, 2001; Kenney; Seals, 1993). Para o exercício aeróbico, parece que a HPE é um preditor mais forte para respostas crônicas em comparação com os exercícios de força (PAS: r = 0,66 e PAD: r = 0,66, p = 0,001; PAS: r = 0,30, p = 0,077; PAD: r = 0,45, p = 0,007, respectivamente) (Wegmann et al., 2018). Em um estudo piloto, a HPE foi um preditor para o desfecho da PAS no TF (r = 0,675, p = 0,042) (Boeno et al., 2021). Estes achados possuem importância quando é observado grandes grupos de indivíduos que não apresentam HPE após uma sessão de exercício. CARPES et al (2022) observou que TA possui maior prevalência de respondedores (PA 24h: 37,00% diurno e 37,00% noturno) em comparação com o exercício combinado (PA 24h: 26,00% diurno e 32,00% noturno) e força (PA 24: 26,00% diurno e 35,00% noturno) para reduzir a PAS após uma sessão.

Brasil et al (2024), realizou uma grande revisão de escopo sobre os mecanismos da HPE nos principais bancos de dados científicos, localizando 21 revisões - 13 narrativas, quatro sistemáticas –, com 102 ensaios primários e quatro metanálises, com 75 estudos originais, envolvendo 1566 participantes. Desse modo, classifica-se os mecanismos de HPE de acordo com os principais sistemas fisiológicos, como central ou periférico.

Os principais mecanismos centrais incluem o sistema nervoso autônomo (SNA), barorreflexo e cardíaco. O SNA é caracterizado como mecanismo potencial

relacionado ao controle involuntário dos músculos lisos, coração e glândulas, englobando as porções simpáticas e parassimpáticas cerebrais. Os principais desfechos a relacionados ao SNA estão relacionados com a diminuição da ativação simpática e variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (Brasil et al., 2024a). O barorreflexo está relacionado com mecanismos de manutenção da PA, incluindo neurônios especializados chamados barorreceptores, encontrados principalmente no arco aórtico e seios carotídeos. A ação do sistema cardíaco engloba as funções e estruturas específicas do coração. Sugere-se que os principais mecanismos cardíacos atuantes na queda da PA após uma sessão de exercício são a redução da FC, volume sistólico (VS) e diminuição do débito cardíaco (DC) (Brasil et al., 2024a; Halliwill, 2001).

Em relação aos mecanismos periféricos, estes incluem aspectos hemodinâmicos, vascular, humoral e renal. Os aspectos hemodinâmicos estão envolvidos na circulação sanguínea e nas forças sistêmicas. Parece que os principais mecanismos periféricos hemodinâmicos influenciados agudamente pelo exercício físico são: queda da rigidez arterial e da resistência vascular periférica (RVP), aumento da complacência femoral e da velocidade da onda de pulso (Brasil et al., 2024a; Halliwill, 2001). Os vasos que conduzem, transportam e circulam os fluidos, principalmente o sangue, fazem parte do meio vascular. Melhora do sistema endotelial, aumento na liberação do NO, aumento da dilatação mediada pelo fluxo (FMD), são os principais mecanismos estudados atuantes nas artérias e veias após a realização de uma sessão de exercício físico (Brasil et al., 2024a). Os hormônios também parecem ter papel importante na HPE, principalmente por meio do peptídeo natriurético atrial (PNA), nitrito e nitrato, vasopressina, cortisol, angiotensiona II e renina. O papel do rim na HPE também é explorado com possíveis atuações na regulação da PA após o exercício físico, equilibrando os fluidos para a sua regulação (Brasil et al., 2024a).

2.4 INFLUÊNCIA DO MEIO NO EXERCÍCIO

2.4.1 Fisiologia do exercício em meio aquático

O meio aquático, seja em repouso ou em exercício, provoca inúmeras alterações fisiológicas nos diferentes sistemas do organismo humano, especialmente

pela ação da pressão hidrostática (Pendergast et al., 2015). Nesse contexto, destacam-se as alterações identificadas no sistema cardiovascular, a citar, principalmente, um maior retorno venoso (Pendergast et al., 2015), gerando maiores valores de DC principalmente em águas mais aquecidas. O mesmo comportamento é observado no VS. O comportamento da FC, por sua vez, depende da temperatura da água, posição corporal, profundidade de imersão, FC inicial e da redução do peso hidrostático (ALBERTON et al., 2009). Identifica-se redução de FC em temperaturas mais baixas e aumento em temperaturas mais altas. A RVP é reduzida em grandes proporções, com maiores magnitudes, em temperaturas mais altas. A PAS não mostrou alterações significativas comparando as medidas em meio terrestre e imersão em meio aquático aquecido, mas a PAM apresenta reduções significativas (Pendergast et al., 2015; Weston et al., 1987).

Este maior retorno venoso e aumento do VS e DC implica em um maior estiramento do átrio direito do coração, implicando na estimulação de mecanorreceptores cardíacos de baixa pressão, gerando uma inibição da ativação simpática (Pendergast et al., 2015). Com isso, é possível observar alterações em outros órgãos alvos e responsáveis pelo controle da PA, como o rim, com redução da liberação hormonal de antidiurético, maior liberação de hormônios vasodilatadores e supressão do sistema-renina-angiotensina e hipotalâmico-hipofisário-adrenal, diminuindo a secreção de catecolaminas e cortisol (Pendergast et al., 2015). Desse modo, com a diminuição da ativação do sistema simpático e da secreção de hormônios vasoconstritores, e maiores estímulos para liberações de hormônios vasodilatadores, é possível observar queda da RVP e FC (Joubert et al., 2018; Pendergast et al., 2015; Pontes et al., 2008; Weston et al., 1987)

Além disso, é possível observar que os protocolos de treinamento físico aquático possuem maior aderência em comparação ao treinamento em meio terrestre em populações clínicas (Ruangthai et al., 2020). A principal variável que beneficia melhor aderência para o público clínico é a menor sobrecarga articular, proporcionado baixo impacto nas articulações dos membros inferiores, favorecendo a segurança osteomuscular dos praticantes, principalmente pacientes com obesidade ou com sobrepeso (Alberton et al., 2013). Por estes motivos, é visto a importância de explorar as respostas agudas ao exercício físico nos parâmetros cardiovasculares de populações clínicas.

2.4.2 Hipotensão pós exercício terrestre versus exercícios aquáticos

Uma revisão sistemática com metanálise, que incluiu quatro ensaios clínicos randomizados, compreendendo 127 participantes (94 mulheres e 33 homens), teve como objetivo comparar uma sessão de exercícios terrestres versus uma sessão de exercício aquático na PA ambulatorial de 24 horas em indivíduos hipertensos. Foi identificado um estudo com exercícios combinados em ambos meios, dois com exercício aeróbico em ambos meios e um com sessão controle em terra e aeróbico em meio aquático. Nenhum estudo utilizou uma sessão controle em meio aquático. Foi identificado que o exercício aquático induziu HPE significativa em comparação com o exercício terrestre para PAS e PAD apenas para o monitoramento durante a noite (-8,6 mmHg [IC 95% -15,00 - -1,50], p = 0,01; -3,7 mmHg [IC 95% -4,7 - -2,8], p = 0,001, respectivamente) (Trindade et al., 2022).

Ngomane et al (2019), buscou investigar se o meio influência nas respostas agudas da PA de 24 horas, rigidez arterial, FMD e VFC. Quinze participantes hipertensos (66,4 ± 4,9 anos) realizaram, de maneira aleatória, três sessões experimentais (controle, TA terrestre e aquático). O protocolo de exercícios aeróbicos teve duração de 40 minutos, com 5 minutos de aquecimento, 30 minutos de caminhada dentro da piscina ou em esteira (PSE 11-13) e 5 minutos de relaxamento. A sessão controle teve duração de 40 minutos sentado em meio terrestre. PAS e PAD de 24 horas, a PAD diurna e a PAS noturna foram menores ($p < 0,05$) após a sessão aquática em comparação com a sessão terrestre e controle. Além disso, a PAS diurna foi menor para a sessão aquática em comparação com a controle. Também, a carga pressórica sistólica diurna foi significativamente menor após a sessão aquática se comparada à controle, enquanto a carga pressórica diastólica foi menor após a sessão aquática se comparada à sessão terrestre e controle. Nenhuma alteração foi identificada nos outros desfechos periféricos e centrais investigados.

Indivíduos normotensos (n=10), hipertensos tratados (n=15) e não tratados (n=20) foram randomizados a duas sessões de exercícios aeróbicos em meio aquático e terrestre com duração de 45 minutos em cicloergômetro em uma intensidade de 75% do VO2máx. A PA clínica foi avaliada com 15 minutos de repouso pré exercício em meio aquático e terrestre, sem sessão controle, e a cada 15 minutos nos 90 minutos após o término da sessão. Foi identificado que indivíduos normotensos e hipertensos tratados reduziram a PAS significativamente após 60-90 minutos de

sessão em comparação com a sessão terrestre. A queda dos níveis pressóricos após o exercício aquático foi significativamente maior em comparação com o exercício terrestre em hipertensos não tratados para PAS e PAD nos momentos 30-90 e 75,90 minutos, respectivamente. Após 90 minutos da sessão de exercício o efeito hipotensor da PAS foi significativamente maior no grupos de indivíduos normotensos e hipertensos não tratados, depois da sessão aquática (Bocalini et al., 2017).

O sistema calicreína-cinina e bradicinina está envolvido no controle da PA e parece aumentar após uma sessão de exercício (Brasil et al., 2024b). PONTES et al (2008) investigaram se o meio pode influenciar na liberação da calicreína cinina imediatamente e 60 minutos e se possui correlação com a HPE medidas através de PA clínica em 7 momentos (5, 10, 15, 30, 45, 60 e 90 min), após uma sessão de exercício aeróbico de corrida em meio aquático e terrestre a 50% do VO2pico durante 45 minutos em indivíduos hipertensos. A concentração de calicreína-cínica aumentou imediatamente após o exercício em meio terrestre e aquático e uma redução foi observada 60 minutos da sessão. A bradicinina apresentou aumento significativo para ambas sessões em comparação com os valores pré-exercício. A HPE teve magnitude e duração similar em ambos meios em comparação a sessão controle e valores pré-exercícios.

Joubert et al (2018), em um ensaio clínico cruzado, com homens pré-hipertensos sem medicação (32 ± 12 anos), compararam os efeitos de sessões agudas de exercícios em esteira aquática e em terrestre, sem sessão controle, na FMD, PA pós-exercício, NO e ANP. A intensidade do exercício foi a 60% do VO2máx durante 30 minutos. Antes de cada sessão de exercício os indivíduos ficaram em repouso em sala silenciosa durante 10 minutos. Após cada sessão de exercício, os indivíduos permaneceram sentados em repouso por uma hora e a PA foi medida a cada 10 minutos após o exercício, as coletas sanguíneas foram realizadas imediatamente após e a FMD após 60 minutos. Foi observado um provável efeito benéfico clinicamente relevante do exercício aquático (1,2% [IC 90% -0,07 - 2,5%], $p < 0,05$) em relação ao exercício terrestre (-1,3% [IC 90% -2,7% - 0,2%], $p > 0,05$). Além disso, maior redução na PAS ocorreu uma hora após a sessão de exercício (-4,9, ± 2,9 mm Hg) aquático do que o exercício terrestre (-2,6, ± 2,5 mm Hg, $p < 0,05$) e uma resposta aumentada de ANP imediatamente após o exercício aquático (34,3 ± 47,0%) em relação ao exercício terrestre (-9,0 ± 40,0%). Para NO não foram identificadas diferenças de magnitude após o exercício aquático e terrestre.

É observado que o meio aquático induz uma maior redução da PA após uma única sessão de exercício em indivíduos hipertensos. Porém, esses resultados devem ser analisados com cautela, haja vista que nenhum estudo utilizou uma sessão controle em posição vertical com imersão ao meio aquático, tornando-se uma limitação, por conta das alterações fisiológicas que ocorrem no meio aquático, descritas por Pendergast (2015). Além disso, poucos estudos exploram os efeitos do TC em meio terrestre e aquático na HPE durante 24 horas. Ademais, explorações da HPE em indivíduos com DM2 e HAS são pouco exploradas, não sendo possível identificar se a coexistência da doença afeta na magnitude e duração da HPE.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Este é um recorte de um ensaio clínico randomizado maior, com o acrônimo de ALED (*Aquatic and Land Exercise for Diabetes*), de superioridade e unicêntrico, conduzido em paralelo com avaliadores cegos. O estudo apresenta dois braços de intervenção: um grupo de TC aquático em posição vertical e um TC em solo. O estudo ALED está registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) com o código RBR-10fwqmfy (https://ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-10fwqmfy). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFSC (CAAE número), sob número .... O recrutamento dos participantes, a coleta de dados e a intervenção foram realizadas no Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. A pesquisa tem características de natureza aplicada a caráter transversal, com uma abordagem quantitativa e explicativa.

3.2 Critérios de inclusão

A seleção dos participantes foi por amostragem não probabilística, com participação voluntária. Os critérios de elegibilidade foram: adultos e idosos com DM2, de ambos os sexos, com idade entre 45 e 80 anos, com diagnóstico de DM2 confirmado por médico (HbA1c: 6,5 a 10%) e uso de agentes hipoglicemiantes (exceto insulina), sem prática regular de exercício físico ($\geq$ 20 minutos em dois ou mais dias da semana) por pelo menos 3 meses, e ausência de: Hipertensão não controlada, neuropatia autonômica, neuropatia periférica grave, retinopatia proliferativa e não proliferativa grave, Insuficiência cardíaca descompensada amputação periférica, insuficiência renal crônica, comprometimentos articulares ou musculares que impeçam o exercício físico e índice de massa corporal ≥ 40 kg/m^2. Adicionalmente, para o presente estudo, apenas os participantes com o diagnóstico conjunto de HAS foram considerados.

3.3 Recrutamento

O recrutamento começou em abril de 2024. Uma estratégia de divulgação foi organizada via redes sociais (listas de e-mail, Instagram®, sites), cartazes na UFSC, entrega de folhetos nas proximidades e por meio de anúncios em rádio, jornais e programas de televisão. Após o contato inicial, os participantes foram convidados a comparecer à universidade em data e hora agendadas para preencher uma anamnese focada em estilo de vida e características de saúde (APÊNDICE A), a fim de confirmar a elegibilidade e esclarecer os objetivos e procedimentos da pesquisa. Se aceitarem, eles assinaram um termo de consentimento e a bateria de avaliação inicial foi agendada.

3.4 Randomização

Após as avaliações iniciais do projeto maior, os participantes foram identificados por um número (ID) e alocados aleatoriamente em dois grupos experimentais: TC aquático (AQUA) ou TC em solo (LAND). Foi adotada uma randomização estratificada por sexo e nível de HbA1c, com uma proporção de 1:1.

O processo de randomização foi realizado no software online randomizer.com por um pesquisador independente. A lista de alocação foi oculta de todos os avaliadores do estudo. O processo de recrutamento foi conduzido em ondas sequenciais, sendo que cada onda consistiu de 10 a 16 participantes.

3.5 Intervenção

Após as avaliações de baseline e randomização, os participantes foram submetidos a um programa de TC, durante 24 semanas, na terra ou na água. Na fase inicial do TC ocorre um período de familiarização com duração de 1 semana. O TA inicia com 25 minutos em intensidade correspondente a PSE 11–13 (2-4 semanas). O TF inicia com 1 série de 12-15 repetições máximas no ambiente terrestre e 1 bloco com máxima velocidade de execução durante 30 segundos no ambiente aquático (1-4 semanas). O TA e TF progridem em volume nas 5-7 semanas com 30 minutos para TA e 1 série/bloco no TF para ambos meios. Na 8-11 semanas o TA progride em intensidade para PSE 13-15 em ambos meios. No TF no meio terrestre ocorre progressão em intensidade para 10-12 repetições máximas e 3 blocos de 20 segundos com máxima velocidade de execução no meio aquático. Na semana doze ocorre um

intervalo regenerativo. O TA durante as semanas de 13-16 ocorre na metodologia piramidal em intensidades na PSE de 13-15-17 com proporção de 3'-2'-1', nas semanas 17-20 a proporção progride para 2'-2'-1' e finaliza nas semanas 21-24 com 1'-3'-1'. respectivamente em ambos meios. No TF no meio terrestre ocorre progressão de intensidade para 8-10 repetições máximas e no meio aquático 4 blocos de quinze segundos com máxima velocidade de execução (13-16 semanas). Nas semanas 17-20 o TF progride na intensidade para 3 séries no meio terrestre e 5 blocos no aquático. No último mesociclo o TF no meio terrestre evolui em intensidade para 6-8 repetições máximas e 6 blocos de 10 segundos na máxima velocidade de execução no aquático.

As avaliações da resposta aguda da PA, do presente estudo, recorte do estudo maior, foram realizadas na 11ª e 12ª semana de treinamento, considerando as sessões experimentais e controle, respectivamente.

3.6 Sessões experimentais

Todas as sessões experimentais foram supervisionadas por estudantes e profissionais de Educação Física e tiveram a duração de 60 minutos, iniciando com cinco minutos de repouso para aferição de PA clínica, 50 minutos de exercício aeróbico e força e cinco minutos de volta a calma. Após a sessão, os participantes tomaram banho e foram instruídos quanto à utilização do aparelho de MAPA.

O exercício aeróbio foi em realizado de maneira contínua, com duração de 30 minutos, prescrito a partir da percepção subjetiva de esforço (PSE) na escala de Borg de 6-20 pontos na faixa de 13-15 pontos. No meio terrestre, a sessão foi realizada em esteira, enquanto em meio aquático combinou exercícios de membros inferiores e superiores com 3 séries de 2 minutos cada combinação (Quadro 1).

Quadro 1. Combinação de exercícios nas séries do treinamento aeróbio.

Exercícios de membros inferiores	**Exercícios de membros superiores**
Corrida posterior	Empurra frente alternando
	Cava de baixo para cima
Chute frontal	Empurra frente alternando
	Flexão/extensão de cotovelo na horizontal
Elevação posterior	Empurra frente alternando
	Cava de cima para baixo
Deslize frontal	Empurra frente alternando

	Flexão/extensão de cotovelo na vertical- mão para trás
Corrida estacionária	Empurra frente alternando
	Flexão/extensão de cotovelo na vertical - mão para frente

O exercício de força no meio terrestre foi prescrito por repetições máximas com duas séries de 10-12 repetições com um minuto de intervalo entre séries e exercícios, intercalando exercícios de membros superiores e inferiores, com quatro exercício envolvendo os principais grupamentos musculares, sendo remada neutra, *leg press* horizontal, crucifixo máquina e cadeira flexora. No meio aquático, foi utilizada a resistência da água, com prescrição baseada na máxima velocidade de execução para os principais grupamentos musculares (Quadro 2).

Quadro 2. Periodização do treinamento de força em meio aquático

Séries	**Blocos de exercício**	**Duração**	**Intervalo entre exercícios**	**Intervalo entre séries**	**Intervalo entre blocos**	**Duração total**
3	Bloco 1: -Flexão/ extensão horizontal de ombros -Skate (perna direita) -Skate (perna esquerda)	20 seg 20 seg 20 seg	10 seg 10 seg	1 min	1 min	13 min
3	Bloco 2: -Flexão/ extensão horizontal de ombros cruzando -Extensão/ flexão de joelho (perna direita) - Extensão/ flexão de joelho (perna esquerda)	20 seg 20 seg 20 seg	10 seg 10 seg			

3.7 Sessões controle

Cada um dos participantes foi submetido a uma sessão controle, uma semana após a sessão experimental. A sessão controle terrestre ocorreu no mesmo meio de treinamento em posição sentada, com o tempo de deslocamento para a sala de musculação do CDS. A sessão controle aquatica ocorreu em piscina aquecida em posição vertical até o processo xifoide. A duração total da sessão foi de 60 minutos. Os participantes foram liberados para conversar, tomar água e utilizar o celular. Após a sessão controle, semelhantemente à sessão experimental, os participantes tomaram banho e foi instalada a MAPA.

3.7 AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL

3.7.1 Pressão arterial clínica

As medidas da PA em repouso foram realizadas por meio de equipamentos automáticos de monitoramento da PA (OMRON, modelo HEM-7113, Brasil), com manguitos apropriados às circunferências dos braços esquerdos dos participantes. Para aferição, os participantes permaneceram em repouso, sentados, em ambiente calmo, durante 5 minutos antes da sessão combinada. Foi realizada uma aferição em cada participante.

3.7.2 Monitorização ambulatorial da pressão arterial

A MAPA foi avaliada utilizando-se um dispositivo oscilométrico (Dyna-MAPA, São Paulo, Brasil) acoplado ao braço esquerdo dos participantes com manguitos apropriados à sua circunferência. As medições começaram após o processo de higiene dos participantes e instalação do equipamento com no máximo 30 minutos após as sessões experimentais e controle, seguindo as recomendações das diretrizes (Feitosa et al., 2024).

Os participantes foram instruídos sobre o uso do dispositivo por 24 horas e sobre o registro do horário da ingestão de medicamentos, refeições e rotina diária.

Todos os participantes foram orientados a manter suas atividades habituais, exceto a prática de exercícios físicos.

O monitor foi programado para medir a PAS e PAD, bem como a FC, a cada 15 minutos durante o período de vigília (07:00 às 23:00) e a cada 30 minutos durante o sono (23:00 às 07:00). Todos os participantes foram instruídos a documentar e relatar seu tempo e qualidade de sono no dia seguinte.

Os dados foram armazenados na memória do dispositivo e subsequentemente analisados utilizando um software específico (MAPAS Application, versão 6.384). Leituras válidas acima de 80% foram consideradas para todos os participantes.

3.8 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio de procedimentos estatísticos realizados no software SPSS, versão 20.0, adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Inicialmente, os dados foram submetidos à estatística descritiva, expressos como média e desvio padrão para caracterização da amostra, enquanto o erro padrão foi utilizado para representação gráfica. Para assegurar a comparabilidade inicial dos grupos, realizou-se a comparação das variáveis basais entre AQUA e LAND através do teste t de Student para amostras independentes. A investigação dos efeitos agudos do exercício foi conduzida mediante ANOVA de medidas repetidas, que permitiu avaliar tanto as diferenças intragrupos (entre as sessões experimental e controle) quanto as diferenças intergrupos (entre os meios aquático e terrestre). O tamanho do efeito foi calculado para complementar a interpretação das magnitudes das diferenças observadas entre as condições experimentais.

Para isolar o efeito específico da sessão de exercício, foi calculado o efeito líquido pela fórmula [(pressão arterial pós-exercício - pré-exercício) - (pressão arterial pós-controle - pré-controle)]. Adicionalmente, conduziu-se uma análise individual para verificar a proporção de respondedores e a variabilidade interindividual nas respostas pressóricas.

4 RESULTADOS

No total, participaram do estudo 25 indivíduos, sendo 14 do sexo masculino (LAND: n=8; AQUA: n=6), com média de idade de 62,3 ± 8,9 anos. Apenas um indivíduo do meio aquático possuía retinopatia diabética. Nenhum possuía pé diabético, ulceras de difícil cicatrização e amputação de dedos.

Tabela 1. Caracterização geral da amostra.

	Meio terrestre (n=14)	Meio aquático (n=11)	p-valor
Variáveis			
Idade (anos)	60,9 ± 9,5	64,0 ± 8,1	0,389
DM2 tempo (anos)	11,0 ± 7,0	13,0 ± 5,9	0,515
HAS tempo (anos)	11,6 ± 7,3	9,5 ± 9,6	0,619
Comorbidades			
Doença arterial coronariana	2	4	0,199
Dislipidemia	8	4	0,302
Doença pulmonar obstrutiva crônica	2	1	0,692
Câncer	1	3	0,173
Classe medicamentos DM2			0,056
Sulfonilureias	3 (21,4%)	0 (0%)	
Biguanidas	7 (50%)	7 (63,6%)	
Dapagliflozina	0 (0%)	3 (27,3%)	
Mais de duas classes	4 (28,6)	1 (9,1%)	
Classe medicamentos HAS			0,324
Antagonista dos receptores de angiotensina II	5 (35,7%)	3 (27,3%)	
Betabloqueador	1 (7,1%)	1 (9,1%)	
Bloqueador dos receptores de angiotensina II	4 (7,1%)	4 (36,4%)	
IECA	3 (21,4%)	1 (9,1%)	
Mais de 2 classes	3 (21,4%)	2 (18,2%)	

As médias de PA e FC de repouso antes das sessões experimentais e controle, nos meios terrestre e aquático são apresentados na tabela 2. Não foi observado diferenças significativas nos valores de PA e FC antes da sessão experimental e controle para ambos meios.

Tabela 2. Pressão arterial clínica e frequência cardíaca de pré-sessão experimental e controle no meio terrestre e no meio aquático.

	Meio terrestre (n = 14)			Meio aquático (n = 11)		
	Sessão controle	Sessão exercício	p-valor	Sessão controle	Sessão exercício	p-valor
Pressão arterial sistólica (mmHg)	130,50 ± 10,76	138,00 ± 11,50	0,09	133,18 ± 21,05	133,64 ± 20,87	0,96
Pressão arterial diastólica (mmHg)	77,29 ± 8,72	78,29 ± 6,21	0,73	75,18 ± 13,94	78,18 ± 13,56	0,61
Pressão arterial média (mmHg)	95,02 ± 8,37	98,19 ± 6,74	0,28	94,51 ± 15,42	96,67 ± 14,28	0,74
Frequência cardíaca (bpm)	74,86 ± 14,43	73,21 ± 15,70	0,78	76,00 ± 13,36	81,36 ± 19,80	0,47

Nota: Média ± desvio padrão.

No que diz respeito às comparações das sessões dos grupos, não foram identificadas diferenças estatísticas nas medidas de PAS, PAD, PAM e FC nas medidas de 24h, diurna e noturna (tabela 3).

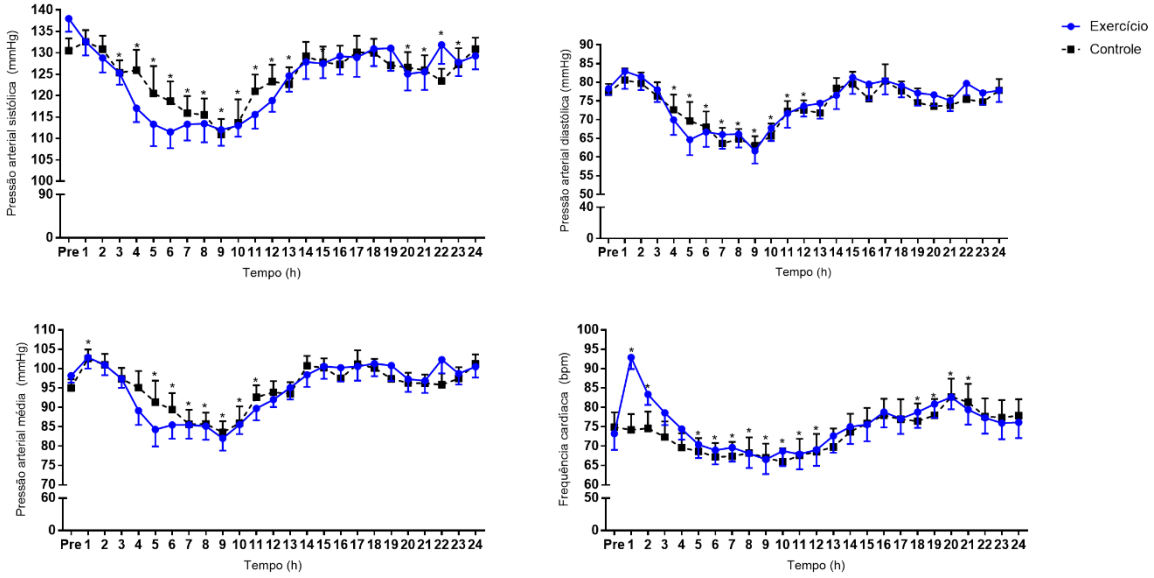
Tabela 3. Médias absolutas da pressão arterial ambulatorial

	Meio terrestre		Meio aquático				
	Sessão controle	Sessão exercício	Sessão controle	Sessão exercício	P grupo	P sessão	P interação
PAS							
24-h (mmHg)	124,86 ± 8,66	124,50 ± 10,93	125,82 ± 14,25	126,18 ± 12,84	0,69	0,99	0,91
Diurno (mmHg)	127,07 ± 8,50	127,50 ± 11,41	127,64 ± 14,90	128,00 ± 14,21	0,88	0,91	0,99
Noturno (mmHg)	117,64 ± 14,48	113,00 ± 11,24	119,45 ± 13,27	118,45 ± 11,72	0,32	0,44	0,62
PAD							
24-h (mmHg)	74,14 ± 9,16	75,57 ± 10,57	72,55 ± 12,44	74,64 ± 13,06	0,69	0,59	0,92
Diurno (mmHg)	76,07 ± 10,03	77,71 ± 10,85	74,36 ± 12,63	74,36 ± 12,93	0,45	0,80	0,80
Noturno (mmHg)	67,36 ± 10,99	66,43 ± 11,62	66,55 ± 12,10	64,55 ± 11,14	0,68	0,66	0,87
PAM							
24-h (mmHg)	95,57 ± 7,83	95,93 ± 9,43	96,45 ± 11,97	97,55 ± 11,96	0,67	0,80	0,90
Diurno (mmHg)	98,36 ± 12,61	98,82 ± 12,80	98,36 ± 12,61	98,82 ± 12,81	0,95	0,78	0,90
Noturno (mmHg)	88,50 ± 12,02	85,21 ± 10,09	90,64 ± 12,38	89,55 ± 10,26	0,32	0,50	0,73
FC							
24-h (bpm)	74,21 ± 14,39	76,21 ± 12,17	73,64 ± 12,28	73,09 ± 13,15	0,62	0,85	0,73
Diurno (bpm)	75,71 ± 14,83	78,29 ± 12,16	75,64 ± 13,08	74,36 ± 13,07	0,60	0,87	0,62
Noturno (bpm)	67,50 ± 14,13	68,57 ± 14,11	66,36 ± 11,41	68,00 ± 12,41	0,82	0,72	0,94

Nota: PAS: Pressão arterial clínica; PAD: Pressão arterial diastólica; PAM: Pressão arterial média; FC: Frequência cardíaca.

Na análise dos valores absolutos de PAS durante as 24 horas após as sessões no meio terrestre foram identificados efeitos isolados no tempo para as horas 3 (d=0,01), 4 (d=0,58), 5 (d=0,33), 6 (d=0,45), 7 (d=0,18), 8 (d=0,13), 9 (d=0,08), 10 (d=0,04), 11 (d=0,40), 12 (d=0,35), 13 (d=0,14), 20 (d=0,11), 21 (d=0,02), 22 (d=0,60) e 23 (d=0,03). Para PAD, apresentaram diferenças significativas no tempo para as horas 4 (d=0,18), 5 (d=0,29), 6 (d=0,08), 7 (d=0,16), 8 (d=0,11), 9 (d=0,13), 10 (d=0,16), 11 (d=0,05) e 12 (d=0,11). Para PAM, apresentaram diferenças significativas no tempo para as horas 1 (d=0,03), 5 (d=0,38), 6 (d=0,27), 7 (d=0,02), 8 (d=0,04), 9 (d=0,14), 10 (d=0,03) e 11 (d=0,26). Para FC, apresentaram diferenças significativas no tempo para as horas 1 (d=1,38), 2 (d=0,65), 5 (d=0,13), 6 (d=0,13), 7 (d=0,16), 8 (d=0,01), 9 (d=0,03), 10 (d=0,20), 11 (d=0,02), 12 (d=0,03),18 (d=0,15), 20 (d=0,01) e 21 (d=0,12) (figura 1).

Figura 1. Médias absolutas da pressão arterial ambulatorial após as sessões realizadas em meio terrestre

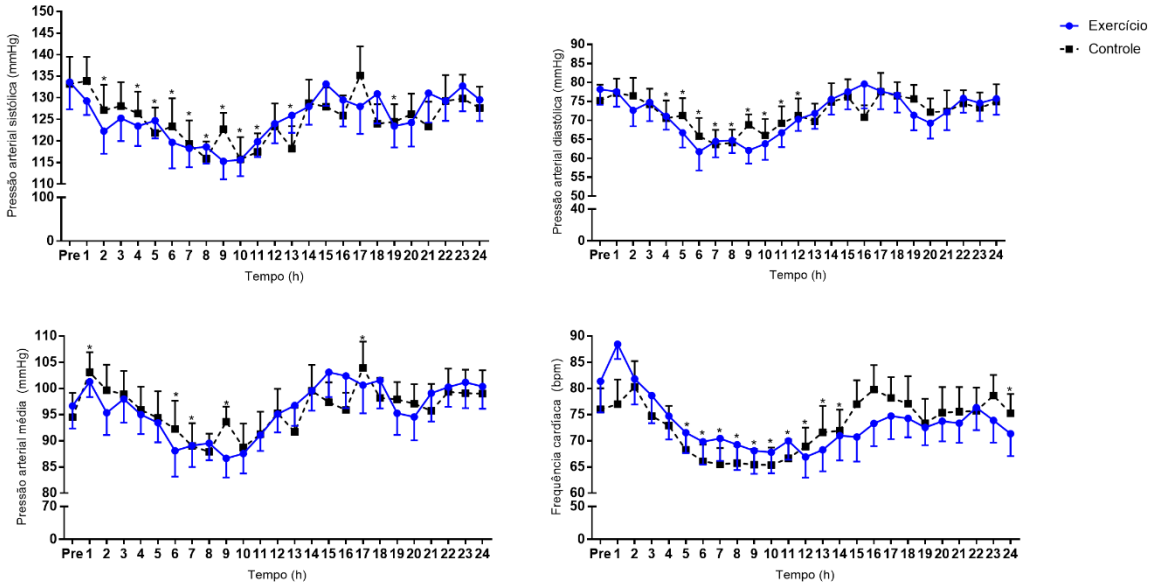


Nota: Valores apresentados em média e erro padrão. *=p<0,05.

As medidas absolutas durante as 24 horas para PAS no meio aquático apresentaram diferenças significativas no tempo para as horas 2 (d=0,28), 3 (d=0,16), 4 (d=0,18), 5 (d=0,17), 6 (d=0,18), 7 (d=0,06), 8 (d=0,21), 9 (d=0,56), 10 (d=0,01), 11 (d=0,18), 13 (d=0,51) e 19 (d=0,07). Para PAD, apresentaram diferenças significativas no tempo para as horas 4 (d=0,04), 5 (d=0,32), 6 (d=0,25), 7 (d=0,10), 8 (d=0,06), 9

(d=0,65), 10 (d=0,15), 11 (d=0,18) e 12 (d=0,08). Para PAM, apresentaram diferenças significativas no tempo para as horas 1 (d=0,16), 6 (d=0,18), 7 (d=0,06), 9 (d=0,56) e 17 (d=0,19). Para FC, apresentaram diferenças significativas no tempo para as horas 5 (d=0,28), 6 (d=0,29), 7 (d=0,40), 8 (d=0,26), 9 (d=0,21), 10 (d=0,20), 11 (d=0,28), 12 (d=0,16), 13 (d=0,24), 14 (d=0,06) e 24 (d=0,30) (figura 2).

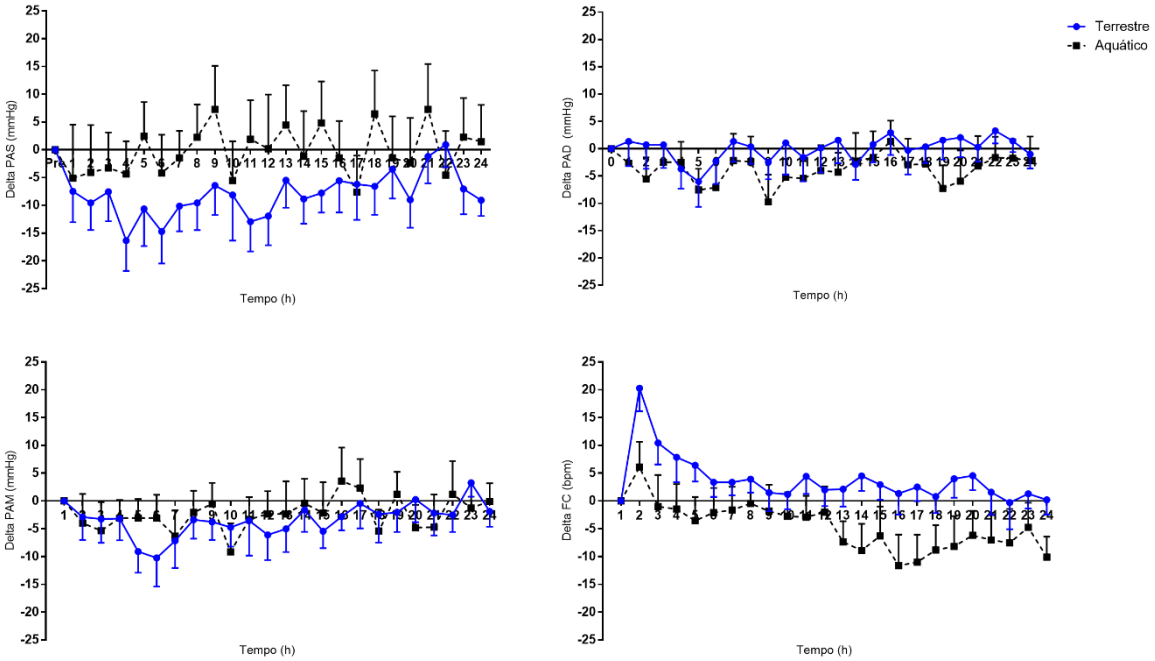
Figura 2. Médias absolutas da pressão arterial ambulatorial após as sessões realizadas em meio aquático



Nota: Valores apresentados em média e erro padrão. *=p<0,05.

A figura 3 apresenta os efeitos líquidos de redução pressórica comparando os meios terrestre e aquático, não sendo observadas diferenças significativas para PAS, PAD, PAM e FC.

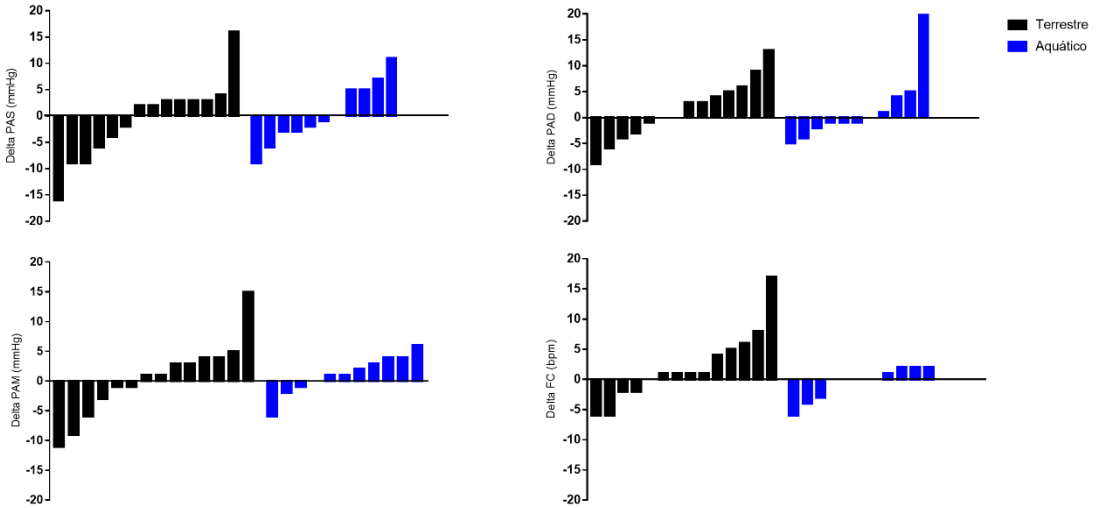
Figura 3. Efeito líquido da pressão arterial ambulatorial entre meios



Nota: Valores apresentados em média e erro padrão

Nas análises individuais, para a PAS, identificou-se quedas pressóricas 24h após a sessão experimental realizada em meio terrestre em seis indivíduos (42,86%), com magnitude máxima de -16 mmHg e mínima de -2 mmHg. O meio aquático também promoveu redução de PAS em seis indivíduos (54,55%) em magnitude máxima de -9 mmHg e mínima -1 mmHg. Para PAD, o meio terrestre promoveu redução em cinco indivíduos (35,71%) *versus* seis indivíduos (54,55%) para o meio aquático, com magnitude máxima de -9 mmHg e -5 mmHg e mínima de -1 mmHg, respectivamente. Para a PAM, o meio terrestre promoveu queda em seis indivíduos (42,86%), com magnitude máximas e mínimas de -11 mmHg e -1 mmHg, respectivamente (figura 4), enquanto o meio aquático promoveu queda em apenas três indivíduos variando de -6 mmHg a -1 mmHg. Para a FC, o meio terrestre promoveu redução em quatro (28,57%) versus 3 (27,27%) no meio aquático, com faixa de redução entre -6 bpm e -2 bpm e -6 bpm -3 bpm, respectivamente (figura 4)

Figura 4. Efeito líquido individual da pressão arterial ambulatorial no ambiente terrestre e aquático



5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar se o meio (aquático e terrestre) em que uma sessão de exercício combinado (força e aeróbico) é realizada influencia nas respostas da PA de 24 horas em indivíduos com DM2 e HAS. Não foram encontradas diferenças significativas para as respostas absolutas e relativas entre uma sessão de exercício combinado realizado em meio terrestre e aquático. Foi identificado que ambas sessões (controle e exercício) reduzem a PAS, PAD, PAM e FC com duração máxima de 23 horas, independentemente do meio. Além disso, a resposta individual da PA foi variável para ambos meios.

Resultados similares foram encontrados na metanálise de Trindade et al., 2022, para a análise de 24 horas, porém foi encontrado reduções significativas de PAS e PAD durante o período noturno após o exercício realizado no meio aquático em comparação ao meio terrestre em indivíduos com HAS. De fato, o exercício em meio aquático pode potencializar inúmeras alterações fisiológicas nos diferentes sistemas do organismo humano, especialmente pela ação da pressão hidrostática (Pendergast et al., 2015). Essas alterações fisiológicas geram maiores magnitudes de efeito nos parâmetros da VFC e FMD em indivíduos com HAS após uma sessão de exercício em comparação com uma sessão de exercício em meio terrestre (Bocalini et al., 2017; Joubert et al., 2018; Roque Marçal et al., 2022). No entanto, em indivíduos com DM2, não se tem clareza se essas respostas são identificadas. Sugere-se, por exemplo, que, nesses indivíduos, as respostas da PA e também da VFC e FMD sejam atenuadas por complicações metabólicas e endoteliais severas (Motta et al., 2010; Simões et al., 2013).

Foi verificado que a dinâmica de alteração da PA após a sessão de exercício combinado variou entre os indivíduos. Carpes et al., (2023) identificaram 56% e 44% de respondedores para redução da PAS e PAD, respectivamente, no exercício combinado terrestre após 60 minutos da sessão (alteração mínima detectável 7 mmHg). Em uma análise de 24 horas, após uma sessão de exercícios de força, foram identificadas reduções em 46,15% e 53,85% de indivíduos com doença arterial periférica, para PAS e PAD , respectivamente (Lima et al., 2015). No presente estudo, 42,86% e 54,55% dos participantes tiveram redução de PAS no meio terrestre e aquático, respectivamente, e para PAD, 35,7% no meio terrestre e 54,55% no meio

aquático. Essa variabilidade pode ser explicada pela heterogeneidade da amostra em termos de idade, sexo, IMC e PA de repouso (Bruneau et al., 2016; Carpio-Rivera et al., 2016).

Indivíduos com DM2 parecem ter as respostas de HPE atenuadas. Estudos sugerem que a liberação hormonal de vasodilatadores, como bradicinina, calicreína plasmática e óxido nítrico após uma sessão de exercício aeróbico seja prejudicada em indivíduos com DM2 em comparação a indivíduos sem DM2, resultando em menores quedas de PA (Motta et al., 2010; Simões et al., 2013). Além disso, a FMD após uma sessão de exercício aeróbico contínuo e intervalado parece não aumentar significativamente em comparação a uma sessão controle sem exercício, afetando a HPE em indivíduos com DM2 e HAS simultâneas (Dantas et al., 2024). Em contrapartida, Morais et al., (2011) encontraram que apenas uma sessão de exercício de força foi capaz de reduzir a PAS, PAD e PAM de pacientes com DM2, após 24 horas em comparação com uma sessão controle, mas a sessão de exercício aeróbico não. Porém, os mecanismos envolvidos na HPE não foram investigados. No presente estudo, indivíduos com HAS e DM2 apresentaram HPE atenuada após 24 horas de uma sessão de exercício combinado, sem diferença estatística para uma sessão controle sem exercício. Possivelmente, a atenuação da HPE em indivíduos com DM2 ocorra em razão da função endotelial prejudicada em razão da toxidade gerada pelo aumento dos valores de glicemia na circulação sanguínea, diminuindo a atuação de mecanismos periféricos que promovem a HPE (Katayama; Hatano; Issiki, 2018; Safar et al., 2017; Yannoutsos et al., 2016). Todavia, destaca-se a necessidade de mais investigações acerca dos mecanismos envolvidos na ocorrência ou atenuação da HPE em diabéticos tipo II com HAS, bem como sobre a influência das diferentes variáveis de treinamento, como volume e intensidade.

A influência do estado de treinamento nas respostas hipotensivas ainda são controvérsas. Carpio-Rivera et al., (2016), em revisão metanalítica, verificaram que indivíduos com estado de treinamento mais elevados possuem atenuação da redução da PA após uma sessão de exercício. Em protocolos de exercícios aeróbicos contínuos e combinados, em indivíduos hipertensos, a redução da PA de 24 horas parece ser atenuada após um protocolo de 12 semanas de exercício aeróbico contínuo (Iellamo et al., 2021). Porém, após um protocolo de exercício aeróbico intervalado, foi observada potencialização dos efeitos hipotensivos em indivíduos treinados (Iellamo et al., 2021). Em mulheres idosas normotensas a magnitude de

efeito de redução da PA manteve-se antes e após um protocolo de 12 semanas de exercício de força, sugerindo que, nesta modalidade de exercício e neste púplico, o estado de treinamento não é determinante para a ocorrência da HPE (Gerage et al., 2015). Destaca-se que, no presente estudo, a monitorização da PA após a sessão de exercícios combinados foi realizada somente após as primeiras 11 semanas de TC, o que pode ter atenuado as respostas de hipotensão, em razão das possíveis adaptações vasculares crônicas advindas do TC. Dessa forma, é possível que indivíduos com maior nível de condicionamento físico sejam particularmente responsivos a estímulos aeróbicos de maior intensidade, potencializando a magnitude das respostas hipotensivas após o exercício (Iellamo et al., 2021).

Ainda, é importante citar a importância clínica da redução da PA em momentos pontuais em indivíduos com HAS e DM2. Uma diminuição de 3-7 mmHg na PAS resulta em implicações clínicas importantes em indivíduos com risco cardiovascular (Brito et al., 2018). No presente estudo, o percentual de indivíduos nessa faixa de diminuição foi de 35,71% e 36,36% no meio terrestre e aquático, respectivamente, ao término das 24 horas de monitoramento pós exercício. Este comportamento pressórico pode reduzir o risco cardiovascular agudo, diminuindo a sobrecarga cardíaca (Brito et al., 2018). Além disso, Pellinger et al., (2022), sugerem que a maior irrigação sanguínea e melhor fluxo sanguíneo, ocasionados pela redução da PA nos tecidos musculares, pode colaborar para reduzir os níveis glicêmicos após uma sessão de exercício físico. É importante também mencionar que, a continuada verificação dos valores de PA clínica pré e pós sessão de exercício pode estimular a adesão e aderência a um programa de treinamento físico (Pellinger; Emhoff, 2022). Desse modo, mesmo não observando diferença significativa entre sessão exercício e controle, a queda da PA ocorrida durante e após as 24h apresenta relevância clínica importante para os indivíduos.

Como pontos fortes é possível citar a utilização de uma sessão controle no meio aquático, igualando as alterações fisiológicas ocorridas durante a imersão em águas aquecidas. Além disso, a utilização da MAPA para verificar alterações da PA durante 24h é considerado padrão ouro de medida ambulatorial da PA. O programa de TC (aeróbico e força) utilizado é o mais aconselhado pelas diretrizes atuais de exercício, bem como a inserção de um programa de exercício em meio aquático, sendo considerado um meio alternativo com maiores potencialidades de investigações. A inserção de indivíduos com DM2 e HAS simultânea caracteriza-se como um ponto

forte, pois ambas doenças são altamente prevalentes e fazem parte do percurso da doença.

Como limitação principal, observa-se que o desenho de estudo realizado não é o mais aconselhável para verificar alterações agudas, sendo a metodologia de estudo cruzado randomizado a mais indicada, visando diminuir as respostas interindividuais entre os indivíduos. Também é válido citar o baixo número de participantes, impossibilitando, possivelmente, encontrar diferenças significativas entre os meios e sessões. Outro ponto importante seria a investigação acerca do impacto do treinamento físico nas respostas de HPE no meio terrestre e aquático em indivíduos com DM2, que por questões logísticas não foi realizado.

Como sugestões para os próximos estudos, destacamos a importância de investigar os mecanismos de ação ou atenuação da HPE em pessoas com DM2 e HAS, bem como observar a moderação das diferentes características destes indivíduos nesse processo. Ademais, é necessário aprofundar os conhecimentos referentes às respostas e adaptações do treinamento físico em indivíduos com DM2 e HAS nos diferentes meios.

6 CONCLUSÃO

Uma única sessão de treinamento combinado (aeróbico e de força) não promove hipotensão pós-exercício significativa em indivíduos com diabetes mellitus tipo II e hipertensão arterial sistêmica, quando comparada a uma sessão controle sem exercício, independentemente do meio de realização (aquático ou terrestre). Também, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos AQUA e LAND nas medidas de pressão arterial sistólica, diastólica, média (PAM) e frequência cardíaca ao longo de 24 horas. Ademais, ambas as sessões — experimental e controle — resultaram em reduções pressóricas transitórias, com duração de até 23 horas, porém sem diferença significativa entre si.

A análise individual demonstrou elevada variabilidade interindividual nas respostas pressóricas, com percentuais de respondedores variando entre 35,7% e 54,5%, a depender do parâmetro e do meio analisado. Esse fenmeno reforça a influência de fatores como idade, tempo de doença, uso de medicação e condicionamento físico prévio na magnitude da HPE.

Do ponto de vista clínico, embora a HPE não tenha sido significativa em nível grupal, reduções pontuais na PA podem ter relevância clínica, especialmente em indivíduos com alto risco cardiovascular. A ausência de diferença entre os meios sugere que ambos são igualmente viáveis para prescrição de exercício nessa população, cabendo ao profissional de saúde considerar preferências individuais, adesão e segurança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. Medicine & Science in Sports & Exercise, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

ADLER, A. I. Association of systolic blood pressure with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 36): prospective observational study. BMJ, v. 321, n. 7258, p. 412–419, 12 ago. 2000.

ALBERTON, C. *et al.* Vertical Ground Reaction Force during Water Exercises Performed at Different Intensities. International Journal of Sports Medicine, v. 34, n. 10, p. 881–887, 2 abr. 2013.

ASSMANN, Gerd; SCHULTE, Helmut. The Prospective Cardiovascular Münster (PROCAM) study: Prevalence of hyperlipidemia in persons with hypertension and/or diabetes mellitus and the relationship to coronary heart disease. American Heart Journal, v. 116, n. 6, p. 1713–1724, dez. 1988.

BANGALORE, Sripal *et al.* Blood Pressure Targets in Subjects With Type 2 Diabetes Mellitus/Impaired Fasting Glucose. Circulation, v. 123, n. 24, p. 2799–2810, 21 jun. 2011.

BARROSO, Weimar Kunz Sebba *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 116, 2021.

BEDDHU, Srinivasan *et al.* Effects of Intensive Systolic Blood Pressure Lowering on Cardiovascular Events and Mortality in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus on Standard Glycemic Control and in Those Without Diabetes Mellitus: Reconciling Results From ACCORD BP and SPRINT. Journal of the American Heart Association, v. 7, n. 18, 18 set. 2018.

BI, Yufang *et al.* Intensive Blood-Pressure Control in Patients with Type 2 Diabetes. The New England journal of medicine, v. 392, n. 12, p. 1155–1167, 27 mar. 2025a.

BI, Yufang *et al.* Intensive Blood-Pressure Control in Patients with Type 2 Diabetes. New England Journal of Medicine, v. 392, n. 12, p. 1155–1167, 27 mar. 2025b.

BOCALINI, Danilo Sales *et al.* Post-exercise hypotension and heart rate variability response after water-and landergometry exercise in hypertensive patients. PLoS ONE, v. 12, n. 6, 1 jun. 2017.

BOENO, Francesco P. *et al.* Postexercise hypotension predicts the chronic effects of resistance training in middle-aged hypertensive individuals: a pilot study. Hypertension Research, v. 44, n. 5, p. 598–600, 21 maio 2021.

BRASIL, Iedda A. *et al.* Central and peripheral mechanisms underlying postexercise hypotension: a scoping review. Journal of Hypertension, v. 42, n. 5, p. 751–763, maio 2024a.

BRITO, Leandro C. *et al.* Postexercise hypotension as a clinical tool: a “single brick” in the wall. Journal of the American Society of HypertensionElsevier Ireland Ltd, , 1 dez. 2018.

BRUNEAU, Michael L. *et al.* The blood pressure response to acute and chronic aerobic exercise: A meta-analysis of candidate gene association studies. Journal of Science and Medicine in Sport, v. 19, n. 5, p. 424–431, maio 2016.

CAO, Liujiao *et al.* The effectiveness of aerobic exercise for hypertensive population: A systematic review and meta-analysis. The Journal of Clinical Hypertension, v. 21, n. 7, p. 868–876, 6 jul. 2019.

CARPES, Leandro O. *et al.* Inter-individual responses of post-exercise hypotension in older adults with hypertension: An exploratory analysis of different exercise modalities. Frontiers in Physiology, v. 13, 23 nov. 2022.

CARPIO-RIVERA, Elizabeth *et al.* Acute effects of exercise on blood pressure: A meta-analytic investigation. Arquivos Brasileiros de CardiologiaArquivos Brasileiros de Cardiologia, , 1 maio 2016.

CASONATTO, Juliano *et al.* The blood pressure-lowering effect of a single bout of resistance exercise: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. European Journal of Preventive Cardiology, v. 23, n. 16, p. 1700–1714, 20 nov. 2016.

CHAO, Tze-Fan *et al.* Validation of a Modified CHA 2 DS 2 -VASc Score for Stroke Risk Stratification in Asian Patients With Atrial Fibrillation. Stroke, v. 47, n. 10, p. 2462–2469, out. 2016.

CONTRERAS, F. *et al.* Diabetes and hypertension physiopathology and therapeutics. Journal of Human Hypertension, v. 14, n. S1, p. S26–S31, 1 abr. 2000.

CORNELISSEN, Véronique A.; BUYS, Roselien; SMART, Neil A. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure. Journal of Hypertension, v. 31, n. 4, p. 639–648, abr. 2013.

CORREIA, Rafael Ribeiro *et al.* Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Scientific Reports, v. 13, n. 1, p. 201, 5 jan. 2023.

COSTA, Eduardo Caldas *et al.* Effects of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training On Blood Pressure in Adults with Pre- to Established Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. Sports Medicine, v. 48, n. 9, p. 2127–2142, 13 set. 2018.

DANTAS, Iago Vilela *et al.* Acute endothelial, blood pressure, and glycemic responses after aerobic sessions in type-2 diabetic with hypertension: A double-blinded randomized study. Journal of Bodywork and Movement Therapies, v. 40, p. 1932–1938, 1 out. 2024.

DE ANGELIS, Kátia; FERREIRA, Maycon Junior; FERREIRA ANGELO, Luciana. INTERVENÇÃO NÃO FARMACOLÓGICA EM FATORES DE RISCO DE FORMA INDIVIDUAL. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo, v. 29, n. 2, p. 137–145, 1 jun. 2019.

DE BARCELOS, Guilherme Tadeu *et al.* Effects of Aerobic Training Progression on Blood Pressure in Individuals With Hypertension: A Systematic Review With Meta-Analysis and Meta-Regression. Frontiers in Sports and Active Living, v. 4, 17 fev. 2022.

DE BOER, Ian H. *et al.* Diabetes and Hypertension: A Position Statement by the American Diabetes Association. Diabetes Care, v. 40, n. 9, p. 1273–1284, 1 set. 2017.

DE BRITO, Leandro Campos *et al.* Recommendations in Post-exercise Hypotension: Concerns, Best Practices and Interpretation. International Journal of Sports MedicineGeorg Thieme Verlag, , 2019.

DELEVATTI, Rodrigo S. *et al.* Glucose control can be similarly improved after aquatic or dry-land aerobic training in patients with type 2 diabetes: A randomized clinical trial. Journal of Science and Medicine in Sport, v. 19, n. 8, p. 688–693, ago. 2016.

DELEVATTI, Rodrigo Sudatti *et al.* The Role of Aerobic Training Variables Progression on Glycemic Control of Patients with Type 2 Diabetes: a Systematic Review with Meta-analysis. Sports Medicine - Open, v. 5, n. 1, p. 22, 7 dez. 2019.

EDWARDS, Jamie J. *et al.* Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. British Journal of Sports Medicine, v. 57, n. 20, p. 1317–1326, out. 2023.

Effects of Intensive Blood-Pressure Control in Type 2 Diabetes Mellitus. New England Journal of Medicine, v. 362, n. 17, p. 1575–1585, 29 abr. 2010.

ELSAYED, Nuha A. *et al.* 1. Improving Care and Promoting Health in Populations: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care, v. 48, n. Supplement_1, p. S14–S26, 1 jan. 2025a.

ELSAYED, Nuha A. *et al.* 10. Cardiovascular Disease and Risk Management: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care, v. 48, n. Supplement_1, p. S207–S238, 1 jan. 2025b.

ELSAYED, Nuha A. *et al.* 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care, v. 48, n. Supplement_1, p. S27–S49, 1 jan. 2025c.

ELSAYED, Nuha A. *et al.* 12. Retinopathy, Neuropathy, and Foot Care: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care, v. 48, n. Supplement_1, p. S252–S265, 1 jan. 2025d.

ELSAYED, Nuha A. *et al.* 11. Chronic Kidney Disease and Risk Management: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care, v. 48, n. Supplement_1, p. S239–S251, 1 jan. 2025e.

EMHOFF, Chi-An W. *et al.* Histamine-receptor blockade reduces blood flow but not muscle glucose uptake during postexercise recovery in humans. Experimental Physiology, v. 96, n. 7, p. 664–673, 1 jul. 2011.

FECCHIO, Rafael Yokoyama *et al.* Effects of dynamic resistance training on postexercise hypotension and its mechanisms in hypertensive men. Blood Pressure Monitoring, v. 30, n. 2, p. 57–64, abr. 2025.

FEITOSA, Audes Diogenes de Magalhães *et al.* Diretrizes Brasileiras de Medidas da Pressão Arterial Dentro e Fora do Consultório – 2023. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 121, n. 4, 2024.

FERRANNINI, Ele; CUSHMAN, William C. Diabetes and hypertension: the bad companions. The Lancet, v. 380, n. 9841, p. 601–610, ago. 2012.

FORECHI, Ludimila *et al.* Adherence to physical activity in adults with chronic diseases: ELSA-Brasil. Revista de Saúde Pública, v. 52, p. 31, 3 abr. 2018.

FRANCISCO, Priscila Maria Stolses Bergamo *et al.* Prevalência simultânea de hipertensão e diabetes em idosos brasileiros: desigualdades individuais e contextuais. Ciência & Saúde Coletiva, v. 23, n. 11, p. 3829–3840, nov. 2018.

GALICIA-GARCIA, Unai *et al.* Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. International Journal of Molecular Sciences, v. 21, n. 17, p. 6275, 30 ago. 2020.

GARBER, Carol Ewing *et al.* Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. Medicine & Science in Sports & Exercise, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

GERAGE, Aline Mendes *et al.* Chronic resistance training does not affect post-exercise blood pressure in normotensive older women: a randomized controlled trial. AGE, v. 37, n. 3, p. 63, 6 jun. 2015.

Global report on hypertension The race against a silent killer. 2023.

GROSSMAN, Alon; GROSSMAN, Ehud. Blood pressure control in type 2 diabetic patients. Cardiovascular DiabetologyBioMed Central Ltd., , 6 jan. 2017.

GROSSMAN, Ehud; MESSERLI, Franz H.; GOLDBOURT, Uri. High Blood Pressure and Diabetes Mellitus. Archives of Internal Medicine, v. 160, n. 16, p. 2447, 11 set. 2000.

GYBERG, Viveca *et al.* Patients with coronary artery disease and diabetes need improved management: a report from the EUROASPIRE IV survey: a registry from

the EuroObservational Research Programme of the European Society of Cardiology. Cardiovascular Diabetology, v. 14, n. 1, p. 133, 1 dez. 2015.

HALLIWILL, John R. Mechanisms and Clinical Implications of Post-exercise Hypotension in Humans. Exercise and Sport Sciences Reviews, v. 29, n. 2, p. 65–70, abr. 2001.

HANSSEN, Henner *et al.* Personalized exercise prescription in the prevention and treatment of arterial hypertension: a Consensus Document from the European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and the ESC Council on Hypertension. European Journal of Preventive Cardiology, v. 29, n. 1, p. 205–215, 19 fev. 2022.

HEBERLE, Isabel *et al.* Effects of aerobic training with and without progression on blood pressure in patients with type 2 diabetes: A systematic review with meta-analyses and meta-regressions. Diabetes Research and Clinical Practice, v. 171, p. 108581, jan. 2021.

HEJAZI, Keyvan; MOHAMMAD RAHIMI, Gholam Rasul; ROSENKRANZ, Sara K. Effects of Exercise Training on Inflammatory and Cardiometabolic Risk Biomarkers in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Biological Research For Nursing, v. 25, n. 2, p. 250–266, 10 abr. 2023.

IELLAMO, Ferdinando *et al.* Prolonged post-exercise hypotension: Effects of different exercise modalities and training statuses in elderly patients with hypertension. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 6, p. 1–11, 2 mar. 2021.

JONES, Daniel W. *et al.* 2025 AHA/ACC/AANP/AAPA/ABC/ACCP/ACPM/AGS/AMA/ASPC/NMA/PCNA/SGIM Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. JACC, v. 86, n. 18, p. 1567–1678, nov. 2025.

JOUBERT, Dustin P. *et al.* An Acute Bout of Aquatic Treadmill Exercise Induces Greater Improvements in Endothelial Function and Postexercise Hypotension Than Land Treadmill Exercise: A Crossover Study. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, v. 97, n. 8, p. 578–584, 1 ago. 2018.

KATAYAMA, S. *et al.* Low transition rate from normo- and low microalbuminuria to proteinuria in Japanese type 2 diabetic individuals: the Japan Diabetes Complications Study (JDCS). Diabetologia, v. 54, n. 5, p. 1025–1031, 1 maio 2011.

KATAYAMA, Shigehiro; HATANO, Masako; ISSIKI, Masashi. Clinical features and therapeutic perspectives on hypertension in diabetics review-article. Hypertension ResearchNature Publishing Group, , 1 abr. 2018.

KAWASAKI, R. *et al.* Incidence and progression of diabetic retinopathy in Japanese adults with type 2 diabetes: 8 year follow-up study of the Japan Diabetes Complications Study (JDCS). Diabetologia, v. 54, n. 9, p. 2288–2294, set. 2011.

KENNEY, M. J.; SEALS, D. R. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. Hypertension, v. 22, n. 5, p. 653–664, nov. 1993.

KENNEY, Michael J.; SEALS, Douglas R. Brief Review Postexercise Hypotension Key Features, Mechanisms, and Clinical Significance. *[S.l.: S.n.]*. Disponível em: <http://ahajournals.org>.

LEE, Duck-chul; LEE, I. Min. Optimum Dose of Resistance Exercise for Cardiovascular Health and Longevity: Is More Better? Current Cardiology Reports, v. 25, n. 11, p. 1573–1580, 14 nov. 2023.

LEONEL, Larissa dos Santos *et al.* Aquatic training improves HbA1c, blood pressure and functional outcomes of patients with type 2 diabetes: A systematic review with meta-analysis. Diabetes Research and Clinical Practice, v. 197, p. 110575, mar. 2023.

LIMA, Aluísio H. R. A. *et al.* Individual blood pressure responses to walking and resistance exercise in peripheral artery disease patients: Are the mean values describing what is happening? Journal of Vascular Nursing, v. 33, n. 4, p. 150–156, dez. 2015.

LIMA, Cristine *et al.* influência da imersão nas Respostas Cardiorrespiratórias em Repouso influence of immersion on Resting Cardiorespiratory ResponsesRev Bras Med Esporte. *2009.*

LUTTRELL, Meredith J.; HALLIWILL, John R. Recovery from exercise: vulnerable state, window of opportunity, or crystal ball? Frontiers in Physiology, v. 6, 22 jul. 2015.

MACDONALD, J. R. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. Journal of Human Hypertension, v. 16, n. 4, p. 225–236, 1 abr. 2002.

MARÇAL, Isabela Roque *et al.* Post-exercise Hypotension Following a Single Bout of High Intensity Interval Exercise vs. a Single Bout of Moderate Intensity Continuous Exercise in Adults With or Without Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. Frontiers in Physiology, v. 12, 28 jun. 2021.

MCEVOY, John William *et al.* 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension. European Heart Journal, v. 45, n. 38, p. 3912–4018, 7 out. 2024.

MOTTA, D. F. *et al.* Influence du diabète de type 2 sur l'activité kallicréine et la baisse tensionnelle post-exercice physique. Diabetes and Metabolism, v. 36, n. 5, p. 363–368, nov. 2010.

NGOMANE, Awassi Yophiwa *et al.* Hypotensive Effect of Heated Water-based Exercise in Older Individuals with Hypertension. International Journal of Sports Medicine, v. 40, n. 4, p. 283–291, 2019.

NHLBI. Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure The Seventh Report of the Joint National Committee on Complete Report. *2004.*

NILSON, Eduardo Augusto Fernandes *et al.* Custos atribuíveis a obesidade, hipertensão e diabetes no Sistema Único de Saúde, Brasil, 2018. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 44, p. 1, 10 abr. 2020.

PALUCH, Amanda E. *et al.* Resistance Exercise Training in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2023 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation, v. 149, n. 3, 16 jan. 2024a.

PATEL, Anushka. Effects of a fixed combination of perindopril and indapamide on macrovascular and microvascular outcomes in patients with type 2 diabetes mellitus (the ADVANCE trial): a randomised controlled trial. The Lancet, v. 370, n. 9590, p. 829–840, set. 2007.

PELLINGER, Thomas K.; EMHOFF, Chi An W. Skeletal Muscle Hyperemia: A Potential Bridge Between Post-exercise Hypotension and Glucose Regulation. Frontiers in PhysiologyFrontiers Media S.A., , 31 jan. 2022.

PENDERGAST, David R. *et al.* Human physiology in an aquatic environment. Comprehensive Physiology, v. 5, n. 4, p. 1705–1750, 1 out. 2015.

PERRIER-MELO, Raphael José *et al.* Efeito Agudo do Exercício Intervalado versus Contínuo sobre a Pressão Arterial: Revisão Sistemática e Metanálise. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 115, n. 1, p. 5–14, 28 jul. 2020.

PONTES, Francisco L. *et al.* Kallikrein kinin system activation in post-exercise hypotension in water running of hypertensive volunteers. International Immunopharmacology, v. 8, n. 2, p. 261–266, fev. 2008.

QIU, Shanhu *et al.* Exercise training and endothelial function in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. Cardiovascular Diabetology, v. 17, n. 1, p. 64, 2 dez. 2018.

RAMOS, Joyce S. *et al.* The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Medicine, v. 45, n. 5, p. 679–692, 15 maio 2015.

REBOLDI, Gianpaolo *et al.* Effects of intensive blood pressure reduction on myocardial infarction and stroke in diabetes: a meta-analysis in 73 913 patients. Journal of Hypertension, v. 29, n. 7, p. 1253–1269, jul. 2011.

RIJAL, Anupa *et al.* Effect of exercise on functional capacity and body weight for people with hypertension, type 2 diabetes, or cardiovascular disease: a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, v. 16, n. 1, p. 38, 7 fev. 2024.

ROQUE MARÇAL, Isabela *et al.* Acute high-intensity interval exercise versus moderate-intensity continuous exercise in heated water-based on hemodynamic,

cardiac autonomic, and vascular responses in older individuals with hypertension. Clinical and Experimental Hypertension, v. 44, n. 5, p. 427–435, 2022.

RUANGTHAI, Ratree *et al.* Comparative effects of water- and land-based combined exercise training in hypertensive older adults. Archives of Gerontology and Geriatrics, v. 90, p. 104164, set. 2020.

S. DELEVATTI, Rodrigo *et al.* Quality of life and sleep quality are similarly improved after aquatic or dry-land aerobic training in patients with type 2 diabetes: A randomized clinical trial. Journal of Science and Medicine in Sport, v. 21, n. 5, p. 483–488, maio 2018.

SAFAR, Michel E. *et al.* Longitudinal Study of Hypertensive Subjects with Type 2 Diabetes Mellitus Overall and Cardiovascular Risk. Hypertension, v. 69, n. 6, p. 1029–1035, 1 jun. 2017.

SIMÕES, Herbert Gustavo *et al.* Type 2 diabetes elicits lower nitric oxide, bradykinin concentration and kallikrein activity together with higher DesArg9-BK and reduced post-exercise hypotension compared to non-diabetic condition. PLoS ONE, v. 8, n. 11, 12 nov. 2013.

SISCONETO, Tássia Magnabosco *et al.* Effects of post-aquatic exercise hypotension in older adults: a systematic review with meta-analysis. , 7 jun. 2024. Disponível em: <https://www.researchsquare.com/article/rs-4364104/v1>

SOMARATNE, Jithendra B. *et al.* Screening for left ventricular hypertrophy in patients with type 2 diabetes mellitus in the community. Cardiovascular Diabetology, v. 10, n. 1, p. 29, 14 dez. 2011.

SOWERS, J. Recommendations for special populations: diabetes mellitus and the metabolic syndrome. American Journal of Hypertension, v. 16, n. 11, p. 41–45, nov. 2003.

TRINDADE, Cristina Oliveira *et al.* Effects of Aquatic Exercise in Post-exercise Hypotension: A Systematic Review and Meta-Analysis. Frontiers in PhysiologyFrontiers Media S.A., , 31 jan. 2022.

TSUJIMOTO, Tetsuro; KAJIO, Hiroshi. Benefits of Intensive Blood Pressure Treatment in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus Receiving Standard but Not Intensive Glycemic Control. Hypertension, v. 72, n. 2, p. 323–330, ago. 2018.

WEGMANN, Melissa *et al.* Postexercise Hypotension as a Predictor for Long-Term Training-Induced Blood Pressure Reduction: A Large-Scale Randomized Controlled Trial. Clinical Journal of Sport Medicine, v. 28, n. 6, p. 509–515, nov. 2018.

WESTON, C. F. M. *et al.* Haemodynamic changes in man during immersion in water at different temperatures. Clinical Science, v. 73, n. 6, p. 613–616, 1 dez. 1987.

WHELTON, Paul K. *et al.* Harmonization of the American College of Cardiology/American Heart Association and European Society of

Cardiology/European Society of Hypertension Blood Pressure/Hypertension Guidelines. European Heart Journal, v. 43, n. 35, p. 3302–3311, 14 set. 2022.

XING, Huimin *et al.* Effect of Aerobic and Resistant Exercise Intervention on Inflammaging of Type 2 Diabetes Mellitus in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of the American Medical Directors Association, v. 23, n. 5, p. 823- 830.e13, maio 2022.

YANG, Zuyao *et al.* Resistance Exercise Versus Aerobic Exercise for Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Medicine, v. 44, n. 4, p. 487–499, 3 abr. 2014.

YANNOUTSOS, Alexandra *et al.* Hemodynamic parameters in hypertensive diabetic patients. Journal of Hypertension, v. 34, n. 6, p. 1123–1131, 1 jun. 2016.

ZALESKI, Amanda L. *et al.* Using the immediate blood pressure benefits of exercise to improve exercise adherence among adults with hypertension. Journal of Hypertension, v. 37, n. 9, p. 1877–1888, set. 2019.

ZHANG, Jinghua *et al.* Effectiveness of Combined Aerobic and Resistance Exercise on Cognition, Metabolic Health, Physical Function, and Health-related Quality of Life in Middle-aged and Older Adults With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-analysis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v. 105, n. 8, p. 1585–1599, ago. 2024.

ZHOU, Bin *et al.* Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: a pooled analysis of 1108 population-representative studies with 141 million participants. The Lancet, v. 404, n. 10467, p. 2077–2093, nov. 2024.