

ARTIGO ORIGINAL

# O treinamento aquático intervalado de alta intensidade melhora o perfil cardiometabólico e a aptidão física em adultos ativos de meia-idade e idosos: estudo de ensaio clínico quase randomizado

## *Aquatic high-intensity interval training improves cardiometabolic profile and physical fitness in active middle-age and older adults: quasi-randomized clinical trial study*

Rayne Borges Torres Sette<sup>a,b</sup>, Tassiane Cristina Morais<sup>c</sup>, Andrea Cristina de Sousa Rocha do Rêgo Costa<sup>a</sup>, Luiz Vinicius de Alcântara Sousa<sup>b</sup>, Juliana Zangirolami-Raimundo<sup>b,d</sup>, Blanca Elena Guerrero Daboin<sup>b</sup>, Henrique Ferreira Leite<sup>b</sup>, Matheus Paiva Emidio Cavalcanti<sup>b,e</sup>, Rodrigo Daminello Raimundo<sup>b,d\*</sup>



<sup>a</sup>Departamento de Fisioterapia, Centro Universitário Unifip, Patos, Paraíba, Brasil;

<sup>b</sup>Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica, Centro Universitário FMABC, Santo André, São Paulo, Brasil;

<sup>c</sup>Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória (EMESCAM), Vitória 29045-402, ES, Brasil;

<sup>d</sup>Disciplina de Ginecologia, Departamento de Obstetrícia e Ginecologia, Faculdade de Medicina FMUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil;

<sup>e</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas/Processos Imunes e Infeciosos. Faculdade de Medicina FMUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

**Autor correspondente**  
rodrigo.raimundo@fmabc.br

Manuscrito recebido: janeiro 2024  
Manuscrito aceito: junho 2024  
Versão online: julho 2024

### Resumo

**Introdução:** os exercícios aquáticos têm sido cada vez mais sugeridos à população. Apesar das evidências sobre os benefícios do treinamento intervalado de alta intensidade em ambientes aquáticos, a produção científica ainda precisa ser aprimorada. Pesquisas envolvendo indivíduos de meia-idade e mais velhos geralmente buscam respostas fisiológicas a partir do pressuposto de que são sedentários.

**Objetivo:** avaliar a aptidão física, o perfil lipídico e o controle glicêmico de adultos ativos de meia-idade e idosos submetidos a treinamento aquático intervalado de alta intensidade associado ou não à caminhada aquática intensa.

**Método:** trata-se de um ensaio clínico quase randomizado composto por 45 adultos ativos de meia idade e idosos subdivididos em dois grupos com treinamento aquático intervalado de alta intensidade na ausência (TAIAI) ou presença (TAIAIC) de caminhada aquática intensa. Os participantes receberam parâmetros bioquímicos, análise de bioimpedância e testes físicos e cardiopulmonares no início e no final da intervenção.

**Resultados:** ambos os grupos apresentaram aumento de HDL, redução de LDL e hemoglobina glicada, com aumento de resistência e força de membros superiores e inferiores. O grupo TAIAI apresentou ganho de massa magra e declínio de massa gorda em comparação ao TAIAIC. A caminhada intensa promoveu aumento do equivalente ventilatório de oxigênio, do consumo máximo de oxigênio e do equivalente metabólico da tarefa em valores assim como o TAIAI.

**Conclusão:** nossos achados indicam que o treinamento aquático de alta intensidade tem potencial para melhorar o perfil lipídico dos indivíduos. No entanto, a incorporação da caminhada na piscina no regime de treino não levou a quaisquer diferenças notáveis a este respeito. Por outro lado, a inclusão de exercícios aquáticos na piscina resultou em melhora da capacidade funcional dos participantes.

**Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC):** #RBR-99b6jr6

**Palavras-chave:** exercício, andando, lipoproteína, consumo de oxigênio, treinamento intervalado aquático de alta intensidade.

**Suggested citation:** Sette RBT, Morais TC, Rêgo Costa ACSR, Sousa LVA, Zangirolami-Raimundo J, Daboin BEG, Leite HF, Cavalcanti MPE, Raimundo RD. Aquatic high-intensity interval training improves cardiometabolic profile and physical fitness in active middle-age and older adults: quasi-randomized clinical trial study. *J Hum Growth Dev.* 2024; 34(2):342-353. DOI: <http://doi.org/10.36311/jhgd.v34.16305>

## Síntese dos autores

### Por que este estudo foi feito?

Este estudo foi realizado para avaliar e comparar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade na água, com e sem caminhada intensa, na saúde metabólica, capacidade funcional e qualidade de vida de indivíduos com diabetes mellitus tipo 2, visando encontrar estratégias de exercício eficazes e seguras para melhorar a gestão desta condição crônica.

### O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Os pesquisadores conduziram um estudo para investigar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (TAIAI) na água, com e sem caminhada intensa, em pessoas com diabetes tipo 2. Eles descobriram que ambos os tipos de treinamento melhoraram a saúde metabólica, a capacidade funcional e a qualidade de vida dos participantes, mas o TAIAI na água foi ligeiramente mais eficaz.

### O que essas descobertas significam?

Esses achados sugerem que o treinamento intervalado de alta intensidade (TAIAI), especialmente quando realizado na água, pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a saúde metabólica, a capacidade funcional e a qualidade de vida em pessoas com diabetes tipo 2. Isso destaca a importância do exercício físico, especialmente de modalidades como o HIIT na água, como parte integrante do manejo e tratamento dessa condição médica.

### Highlights

O treinamento aquático de alta intensidade (TAIAI) melhorou a resistência e força muscular dos membros superiores e inferiores. O grupo TAIAI teve ganho de massa magra e redução de massa gorda comparado ao treinamento aquático de alta intensidade com caminhada intensa adicional (TAIAIC). A caminhada intensa adicional (TAIAIC) melhorou o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) e a capacidade funcional medida pelo teste de levantar da cadeira em 30 segundos, mostrando um benefício adicional sobre o TAIAI. O treinamento aquático intervalado de alta intensidade demonstrou potencial para melhorar significativamente o perfil lipídico e a capacidade funcional, independentemente da inclusão da caminhada aquática intensa.

## INTRODUÇÃO

A atividade física é uma aliada fundamental para a saúde pública e pode prevenir e tratar a maioria das doenças não transmissíveis (DCNT)<sup>1</sup>. Mais de 15 milhões de mortes atribuídas às DCNT ocorrem entre pessoas com idades compreendidas entre os 30 e os 69 anos<sup>2</sup>, e 1,6 milhões de mortes anualmente podem estar associadas à falta de exercício físico.

As evidências indicam que o exercício físico pode prevenir doenças crônicas e é um fator de proteção contra o risco de doenças cardiovasculares; também pode mitigar as consequências fisiológicas do processo de envelhecimento humano<sup>3</sup>. Embora qualquer nível de atividade física possa ser benéfico, ainda existem dúvidas na literatura científica quanto ao tipo, intensidade, frequência e duração da prescrição do exercício<sup>4</sup>.

Além disso, o exercício físico pode aumentar a expressão de receptores localizados no fígado (receptor Liver X - LXR-LXR), tendo papel fundamental no metabolismo hepático do colesterol através de vias metabólicas que resultam no aumento dos níveis plasmáticos das subfrações do colesterol HDL, quadro essencial para reduzir fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares<sup>5,6</sup>.

As evidências que descrevem os benefícios do treinamento intervalado de alta intensidade tem sido associadas à melhora do condicionamento aeróbico, fração de ejeção<sup>7</sup>, sensibilidade à insulina, redução da pressão arterial e composição corporal<sup>8</sup>. Os exercícios aquáticos têm sido cada vez mais oferecidos à população idosa, pois a imersão reduz a sobrecarga de peso corporal nas articulações e proporciona resistência à movimentação dos membros imersos<sup>9-14</sup>.

O treinamento intervalado de alta intensidade surgiu como uma alternativa para que os indivíduos concluíssem o treinamento contínuo com melhor condicionamento físico em menor tempo. Às vezes, realizar essas rotinas em locais terrestres também é uma escolha apropriada. Conseqüentemente, a realização de exercícios em

ambientes aquáticos é uma alternativa eficaz que beneficia idosos ou pessoas com impedimentos físicos, como osteoartrite de joelho<sup>11,12</sup>.

Diversos estudos avaliaram caminhada aquática intensa com diferentes metodologias e análises comparativas na presença de diversas comorbidades (obesidade, fibromialgia, pós-AVC, doença arterial periférica, DPOC), também relacionadas à melhora da capacidade funcional e cardiorrespiratória, tolerância ao exercício, força muscular, qualidade de vida, mobilidade, equilíbrio, redução da dor e exercícios aeróbicos de baixo impacto<sup>15-19</sup>.

A caminhada aquática em piscina é uma ótima opção de exercício para pessoas com limitações físicas, pois minimiza o estresse nas articulações, ossos e músculos. É por isso que é comumente integrado em programas de reabilitação. A prática oferece diversas vantagens: ajuda a manter e aumentar a força, diminui o impacto do peso corporal, melhora a capacidade aeróbica e contribui para o bem-estar cardiovascular<sup>20-24</sup>.

Os benefícios potenciais da combinação de treinamento intervalado de alta intensidade e caminhada aquática permanecem inexplorados. Investigar os efeitos dos exercícios aquáticos pode contribuir para o estabelecimento de intervenções de saúde pública utilizando piscinas, atraindo indivíduos avessos às academias ou limitados por problemas musculoesqueléticos<sup>25</sup>.

A hipótese de nossa pesquisa afirma que a suplementação do treinamento intervalado aquático de alta intensidade com caminhada vigorosa na água poderia melhorar a aptidão física, o perfil lipídico e o controle glicêmico entre adultos de meia-idade e idosos. Portanto, este estudo tem como objetivo avaliar o impacto do treinamento intervalado aquático de alta intensidade, com ou sem caminhada aquática intensa, na aptidão física, no perfil lipídico e no controle glicêmico de adultos ativos de meia-idade e idosos.

## MÉTODOS

### Desenho do estudo

Um Ensaio Clínico prospectivo Quase-Randomizado identificado com o número RBR-99b6jr6 no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) foi realizado em 2018. O estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário de Patos - UNIFIP (#2.623.793). Para minimizar o viés, foi empregada a ferramenta Risk of Bias in Non-randomized Studies of Interventions (ROBINS-I).

O desenho de pesquisa quase-experimental foi considerado porque os pesquisadores não tinham controle total sobre a alocação aleatória dos participantes nos grupos. Esta escolha foi feita com base em considerações éticas, pois alguns participantes manifestaram o desejo de mudar de grupo. É importante notar que, embora não tenhamos conseguido um experimento totalmente controlado, as mudanças causais ainda eram avaliáveis. Esta pesquisa é categorizada como quase experimental, em vez de um ensaio clínico randomizado “puro”, devido a casos em que os indivíduos solicitaram mudanças de grupo ao aprenderem sobre como passar mais tempo na piscina para caminhadas.

### População de estudo e critério de elegibilidade

Os participantes foram selecionados a partir de um projeto de iniciativa universitária que visa beneficiar os moradores da cidade de Patos, no estado da Paraíba e áreas vizinhas, no Nordeste do Brasil. Este projeto tem como foco atividades físicas, promoção da saúde e orientações de bem-estar. Para serem elegíveis, os indivíduos tinham que atender a determinados critérios: precisavam fazer parte do projeto, possuir aprovação médica para participar de atividades aquáticas, praticar atividades físicas regularmente (seguindo o protocolo prescrito de 2 a 3 vezes por semana) e cair na faixa etária de 50 a 80 anos.

Os critérios de exclusão abrangeram indivíduos fisicamente incapazes de completar os testes de avaliação inicial e final, incluindo aqueles com dificuldades na marcha, dependência de auxiliares de marcha, sequelas

de acidente vascular cerebral, osteoartrite avançada ou dependência de marca-passos. Foram excluídos os participantes com frequência inferior a 75% nas atividades semanais, que apresentaram infecções durante o estudo ou que não conseguiram completar as avaliações inicial e final.

### Randomização

Um indivíduo independente, não associado ao estudo, conduziu a distribuição aleatória utilizando envelopes opacos lacrados contendo os nomes dos grupos. A equipe de coleta de dados que realizou as avaliações pós-teste permaneceu inconsciente das atribuições dos grupos, mantendo o cegamento único. A mesma equipe foi responsável pelas avaliações pré e pós-protocolo.

Os voluntários foram divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo de Treinamento Aquático Intervalado de Alta Intensidade (TAIAI), que seguiu um regime de exercícios na piscina duas vezes por semana, e o Grupo de Treinamento Aquático Intervalado de Alta Intensidade e Caminhada Intensa (TAAIC), que, em além do protocolo TAIAI, incluiu um terceiro dia de vigorosa sessão adicional de caminhada aquática.

Após explicação dos objetivos e procedimentos da pesquisa, 75 indivíduos elegíveis consentiram em participar mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Treze foram excluídos devido às limitações nos testes de avaliação. No final, foram escolhidos 62 participantes, sendo 35 atribuídos ao grupo TAIAI e 27 ao grupo TAAIC. Alguns participantes solicitaram a troca de grupo quando souberam do tempo adicional de caminhada na piscina. Estas solicitações não puderam ser negadas, resultando numa distribuição desigual dos participantes, apesar da randomização. No entanto, a análise estatística não indicou diferença significativa entre os grupos.

Dos 35 indivíduos do grupo TAIAI, cinco desistiram e um não completou o teste ergométrico final. Dentro do grupo TAAIC de 27 membros, 11 foram retirados – três desistiram e oito não completaram todos os conjuntos de avaliação final (figura 1).

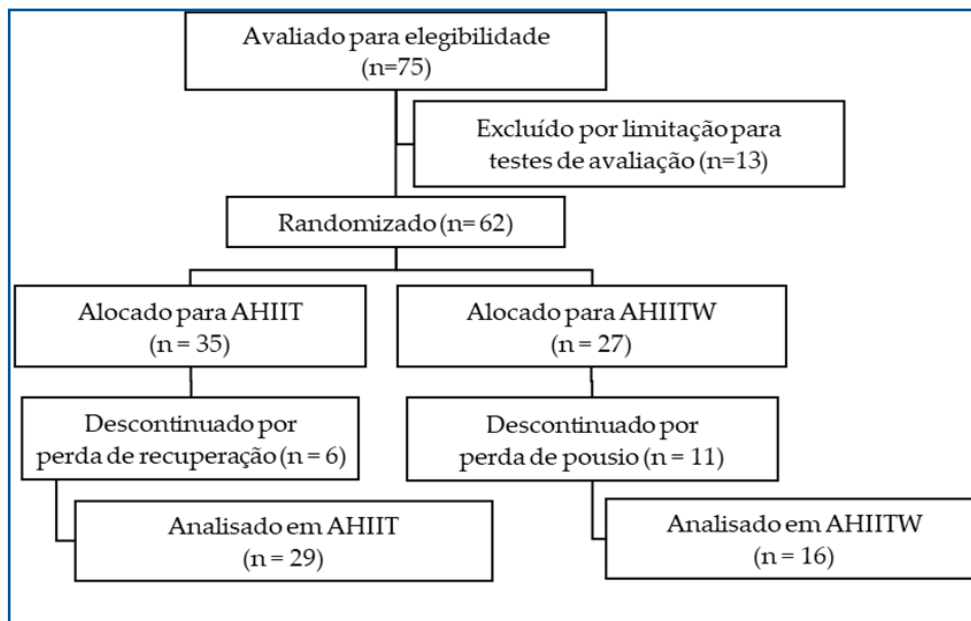


Figura 1: Fluxograma de seleção dos participantes

Todos os participantes foram avaliados no início e no final do estudo, realizando medidas bioquímicas, análise de bioimpedância, força e resistência, flexibilidade e função cardiopulmonar.

Ao longo da pesquisa não foram fornecidas orientações nutricionais e o uso de medicamentos não teve impacto no andamento do estudo.

### Questionários

Para melhor caracterizar o grupo participante, foi aplicado um questionário sociodemográfico elaborado pelos pesquisadores. Esta pesquisa abrangeu perguntas sobre idade, etnia, sexo, escolaridade, renda familiar, histórico médico, incluindo doenças e cirurgias anteriores, utilização de medicamentos prescritos e hábitos pessoais, como consumo de tabaco e álcool.

Além disso, também foi aplicado o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). Esta ferramenta é adaptada e validada especificamente para a população idosa no Brasil<sup>26,27</sup>. O IPAQ estima o nível semanal de atividades físicas. Estruturado em quatro domínios – trabalho, deslocamento, tarefas domésticas e lazer – questiona a duração de atividades moderadas e vigorosas. O resultado do IPAQ categoriza os participantes em diferentes níveis de atividade: continuamente ativos, ativos, irregularmente ativos A e B ou sedentários.

### Coleta dos dados

#### Teste laboratorial

Amostras de sangue para análise bioquímica foram coletadas duas vezes durante o estudo – uma vez no início do estudo e novamente na sua conclusão. As amostras foram coletadas pela manhã, após os participantes terem jejuado por cerca de 10 a 12 horas durante a noite.

Todos os indivíduos seguiram procedimento idêntico e tiveram seus exames realizados no mesmo laboratório. As medidas realizadas incluíram glicemia de jejum, níveis de hemoglobina glicada, níveis de colesterol total e frações (HDL - lipoproteína de alta densidade e LDL - lipoproteína de baixa densidade).

#### Avaliação física e análise de bioimpedância

As medidas antropométricas foram realizadas em balança específica (Welmy 110 CH - 150Kg). Os participantes foram instruídos a subir na balança descalços e ficar em pé, enquanto seu peso em quilogramas (Kg) era registrado. Além disso, foi solicitado que respirassem fundo para que sua altura em centímetros (cm) pudesse ser medida com precisão.

Para a análise da bioimpedância, os participantes receberam instruções específicas: deveriam usar roupas confortáveis, sem quaisquer acessórios metálicos (cinto, colar, pulseira, anel, relógio de pulso), abster-se de atividade física moderada/intensa nas últimas 12 horas, abster-se de comer por 2 horas e sem beber álcool, café, chás ou diuréticos por 24 horas antes da análise. Era importante que eles estivessem com a bexiga e os intestinos vazios durante a avaliação<sup>28,29</sup>. O aparelho Maltro-BF906, que emprega impedância bioelétrica tetrapolar, foi utilizado para avaliar a distribuição da massa corporal. A precisão deste método foi comparada à técnica de pesagem hidrostática<sup>30</sup>.

Os participantes foram posicionados em decúbito dorsal sobre uma maca não condutora. Os eletrodos foram colocados na mão e no pé direito. Esses eletrodos, constituídos por um pólo preto (Eletrodo de Tensão) próximo à mão e um pólo vermelho (Eletrodo de Corrente) próximo ao terceiro dedo<sup>29</sup> foram precedidos de limpeza dos pontos de contato com algodão embebido em álcool. Após ligar o aparelho e inserir dados de peso e altura, vários parâmetros de composição corporal foram medidos. Estes incluíram o índice de massa corporal (IMC) em quilogramas por metro quadrado (Kg/m<sup>2</sup>), massa corporal magra, massa de gordura corporal e percentagem de água corporal.

A flexibilidade foi avaliada por meio do teste Sit and Reach<sup>31</sup>, onde os participantes sentaram-se em um banco Wells Instant Flex (Sanny<sup>®</sup>) com pernas e braços estendidos. Eles foram orientados a flexionar o tronco sem dobrar os joelhos durante a expiração e a empurrar o marcador, seguido de uma fita métrica fixada no banco com a ponta dos dedos. A melhor distância entre as três repetições foi registrada em centímetros (cm).

Dois testes foram utilizados para medir a resistência e a força muscular: o teste Arm Curl e o teste de cadeira de 30 segundos<sup>31</sup>. No teste Arm Curl, os participantes utilizaram halteres de 2kg para mulheres e 3kg para homens. Utilizando um cronômetro (RS-013, Incoterm<sup>®</sup>), foi registrado o número de repetições controladas realizadas em 30 segundos. Vale ressaltar que todos os participantes do programa passaram por um check-up médico antes de participarem das atividades físicas nas piscinas aquáticas.

#### Teste cardiopulmonar

Dois protocolos distintos foram empregados para o teste ergoespirométrico: o protocolo de Bruce, modificado para indivíduos com até 60 anos, e o protocolo de Naughton, projetado para maiores de 60 anos. A abordagem de Naughton envolveu velocidades mais lentas e inclinações mais altas da esteira, acomodando adultos mais velhos com algum grau de artrose.

Para a realização dos testes foram utilizados o analisador metabólico MedGraphics 2000 e o ergômetro multiprogramável Super ATL- Ibramed, conectados a um computador. O software Breeze iniciou os protocolos e capturou prontamente medições metabólicas aproximadamente a cada 7 a 13 segundos.

O ambiente de testes foi mantido com temperatura controlada variando entre 18°C e 22°C por meio de termômetro e ar-condicionado. Os participantes foram orientados a usar roupas e tênis confortáveis, evitar exercícios moderados ou intensos nas últimas 24 horas e consumir dieta leve no dia do teste, evitando consumir alimentos, café ou álcool nas três horas anteriores ao teste. O uso de medicamentos permaneceu ininterrupto<sup>32</sup>.

Na chegada, os indivíduos foram equipados com um relógio Polar M460 e permaneceram sentados por dez minutos para medir a pressão arterial e a frequência cardíaca em repouso. O aparelho foi então calibrado através de um sistema de autocalibração e uma máscara facial foi instalada para medir o consumo basal de oxigênio (VO<sub>2</sub>).



Posteriormente, os participantes iniciaram o teste em esteira com monitoramento contínuo da frequência cardíaca. O exercício foi interrompido quando os indivíduos sinalizaram seu limite máximo, levando ao registro do pico da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial. Cinco minutos após a conclusão do teste, a frequência cardíaca e a pressão arterial foram verificadas novamente antes que os indivíduos fossem liberados da avaliação.

Para análise estatística foram utilizadas variáveis como FC pico, FC de repouso, VO2 pico e basal e equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO2).

### Intervenção

O programa de intervenção durou um total de dezoito semanas, sendo as duas primeiras semanas dedicadas à adaptação a exercícios na piscina de baixa intensidade (cerca de 30% da FCM). Posteriormente, a fase principal de treinamento durou dezesseis semanas. Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: um grupo seguiu o Treinamento Intervalado Aquático de Alta Intensidade (TAAIA) duas vezes por semana, enquanto o outro grupo realizou as mesmas sessões de TAAIA, mas com a adição de uma sessão de caminhada aquática uma vez por semana (TAAIAC).

A temperatura da água da piscina foi mantida entre 30 a 32°C e monitorada por meio de termômetro. A piscina era coberta e tinha profundidade variando de 1,00 a 1,50 metros. Cada sessão de treinamento durou de 50 a 60 minutos e foi estruturada da seguinte forma: uma rotina de aquecimento de 10 minutos, seguida de exercícios de força e potência, treinamento cardiorrespiratório e

finalizando com um segmento de 10 minutos de exercícios de alongamento e equilíbrio.

Esta intervenção observou o protocolo dos estudos de Moreira *et al.*<sup>33,34</sup> composto por mesociclos de quatro semanas cada. Voluntários, incentivados pelo instrutor (professor de educação física e fisioterapeuta), executaram cada série com o máximo esforço para atingir a máxima velocidade potencial de movimento.

Os mesociclos progrediram em termos de complexidade do exercício e duração da série: começando com duas séries de exercícios de 30 segundos cada (semanas 1-4), progredindo para três séries de 20 segundos (semanas 5-8), depois quatro séries de 15 segundos (semanas 9 a 12) e, finalmente, cinco séries de 10 segundos (semanas 13 a 16). Os participantes relataram fadiga muscular devido ao esforço após completar as rotinas de exercícios.

Para controlar a intensidade dos exercícios cardiorrespiratórios foi utilizada a Escala Borg CR10<sup>35</sup>, que avalia o esforço percebido em uma escala de 0 (sem esforço) a 10 (esforço máximo). Os participantes utilizaram um cartaz visual com expressões faciais representando diferentes níveis de esforço. Seguindo a Escala Borg CR10, os níveis de esforço aumentaram progressivamente ao longo dos mesociclos: nível 6 (aproximadamente 60% da FCM) para sessões de 16 minutos durante as semanas 1 a 4, nível 7 (aproximadamente 70% da FCM) para sessões de 13 minutos em semanas 5 a 8, nível 8 (aproximadamente 80% da FCM) para sessões de 9 minutos nas semanas 9 a 12, e nível 9 (aproximadamente 90% da FCM) para sessões de 7 minutos nas semanas 13 a 16 (tabela 1).

**Tabela 1:** Protocolo de intensidade de exercício ao longo das 16 semanas

M e s o c i c l o s (semanas)	séries numéricas (repetições de cada exercício)	Tempo de execução	tempo de recuperação	Intensidade de execução (Borg)
1° - 4°	2	25"	1'	6
5° - 8°	3	16"	1'20"	7
9° - 12°	4	12"	1'30"	8
13° - 16°	5	10"	1'40"	9

Ao longo de 16 semanas, os participantes realizaram exercícios em pé com água na altura do peito na seguinte ordem: flexão/extensão de cotovelo com abdução de ombro, abdução/adução de quadril, flexão/extensão horizontal de ombro com cotovelo estendido e flexão de quadril e joelhos.

O grupo TAAIAC utilizou o mesmo treino duas vezes por semana, juntamente com uma caminhada intensa adicional na piscina uma vez por semana. Durante as sessões de caminhada, os indivíduos tiveram um período de 10 minutos para se acostumarem com a água e realizarem exercícios de alongamento. Em seguida, eles foram instruídos a caminhar em movimentos circulares. Posteriormente, eles foram solicitados a mudar a direção da caminhada sempre que a água favorecesse uma mudança. O arrasto gerado na mudança de direção aumentou a resistência à água.

A intensidade da caminhada na água variou entre níveis moderado e vigoroso, sendo está determinada utilizando como diretriz a escala Borg CR10 com duração de 30 minutos. A rotina de caminhada aquática incluiu os

seguintes componentes: um período de caminhada regular de 5 minutos para aquecimento, seguido de 20 minutos de caminhada adequada à capacidade funcional específica de cada participante, orientada pela classificação na escala Borg CR10. A escala de Borg foi escolhida porque não foi possível monitorar todos os indivíduos (na água) e basear a frequência cardíaca de treinamento no VO2 medido. Este protocolo foi baseado em estudos anteriores de Lobanov *et al.*<sup>36</sup>, Sklempe *et al.*<sup>37</sup> e Peyré -Tartaruga *et al.*<sup>38</sup>. O instrutor motivou consistentemente os participantes verbalmente. A sessão foi concluída com cinco minutos de relaxamento usando flutuadores após o término da sessão de 30 minutos.

### Análise estatística

As variáveis qualitativas foram descritas em frequência absoluta e relativa. O teste Qui-quadrado e o teste t-student compararam as variáveis categóricas. Os dados são apresentados como valores médios de grupo e desvios padrão. Para a criação do banco de dados foram utilizados

os softwares Excel® e SPSS® (Statistical Package for Social Research) 20.0 (Chicago, IL, EUA) para análise estatística.

Foram realizadas estatísticas descritivas para cálculo de medidas de tendência central e dispersão. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. A análise ANOVA das variáveis dependentes foi utilizada para o TAI AIC e TAI AI em diferentes momentos (inicial vs. final) com medidas repetidas no fator final. Comparações post-hoc foram realizadas utilizando o teste de Bonferroni. O nível de significância foi estabelecido em  $p < 0,05$ .

### Aspectos éticos e legais

O conteúdo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário de Patos - UNIFIP (#2.623.793). Consentimento informado foi obtido de todos os sujeitos envolvidos no estudo.

### RESULTADOS

Foram avaliados 45 indivíduos divididos em dois grupos. Ambos os grupos apresentaram características sociodemográficas semelhantes (tabela 2).

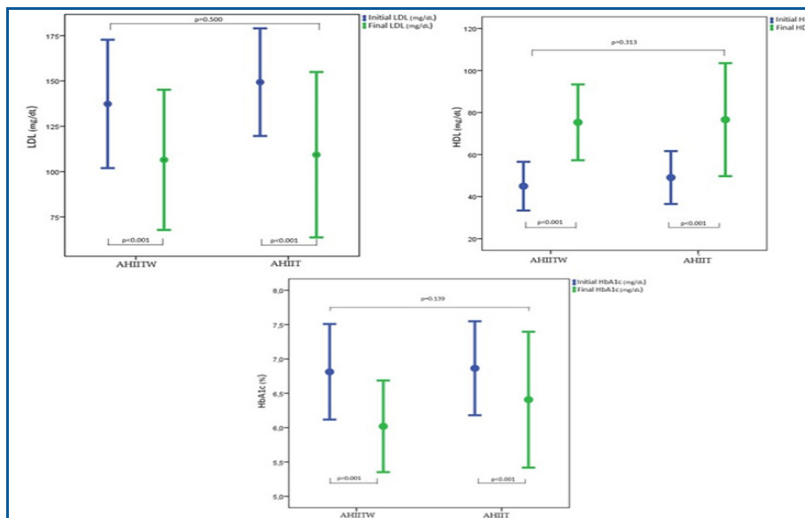
**Tabela 2:** Comparação das variáveis sociodemográficas entre os grupos

Variáveis	Grupo		p*
	TAIAI n (%)	TAIAIC n (%)	
Sexo			
Feminino	25 (86,21)	16 (100)	0,126
Masculino	4 (13,79)	-	
Raça			
Branco	21 (72,41)	12 (75,00)	0,851
Negro	8 (27,59)	4 (25,00)	
Estado civil			
Casado	14 (48,27)	8 (50,00)	0,757
Solteiro	2 (6,90)	1 (6,25)	
Viúvo	7 (24,14)	2 (12,50)	
Divorciado	6 (20,69)	5 (31,25)	
HAS			
Não	15 (51,72)	6 (37,50)	0,360
Sim	14 (48,28)	10 (62,50)	
Med_HAS			
Não	16 (55,17)	8 (50,00)	0,739
Sim	13 (44,83)	8 (50,00)	
DM			
Não	25 (86,21)	11 (68,75)	0,161
Sim	4 (13,79)	5 (31,25)	
IPQ			
Ativo	8 (27,59)	5 (31,25)	0,742
Muito ativo	21 (72,41)	11 (68,75)	
Educação			
Alfabetização	1 (3,44)	0 (0%)	0,856
Educação básica	7 (24,14)	5 (31,25%)	
Ensino médio incompleto	7 (24,14)	3 (18,75%)	
Ensino médio completo	4 (13,79)	4 (25%)	
Educação superior incompleta	1 (3,45)	1 (6,25%)	
Educação superior completa	7 (24,14)	3 (18,75%)	
Pós-graduação	2 (6,90)	0	
Renda familiar			
Menos de um salário mínimo	3 (10,35)	3 (18,75%)	0,599
De 1 a 3 no mínimo remunerações	22 (75,86)	11 (68,75%)	
De 3 a 6 no mínimo remunerações	4 (13,79)	2 (12,50%)	
	Média (Mínimo - Máximo)	p**	
Idade (anos)	64,43 (47,00 - 83,00)	62,37 (52,00 - 78,00)	0,451

\*Qui-quadrado e \*\*Teste t de Student; (TAIAI) Grupo de Treinamento Intervalado Aquático de Alta Intensidade; (TAIAIC) Treinamento Intervalado Aquático de Alta Intensidade e Grupo de Caminhada Intensa; (HAS) Hipertensão Arterial Sistêmica; (Med\_HAS) Hipertensão Arterial Sistêmica Medicamentosa; (DM) Diabetes Mellitus; (IPAQ) Questionário Internacional de Atividade Física.

A figura 2 ilustra as comparações inter e intragrupos para medidas relacionadas aos parâmetros de colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL), colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL) e hemoglobina glicada (HbA1c). Houve redução de LDL e HbA1c, bem

como aumento de HDL em ambos os grupos, mas não houve diferença estatística na comparação dos grupos. A glicemia de jejum (GJ) e o colesterol total também foram avaliados, mas não houve diferença estatística entre os momentos inicial e final.



**Figura 2:** Comparação dos parâmetros bioquímicos - intra e intergrupos.

ANOVA (valores expressos em média e desvio padrão); (TAIAI) Grupo de Treinamento Intervalado Aquático de Alta Intensidade; (TAIAIC) Treinamento Intervalado Aquático de Alta Intensidade e Grupo de Caminhada Intensa; (LDL) Colesterol lipoproteico de baixa densidade; (HDL) Colesterol lipoproteico de alta densidade; (HbA1c) Hemoglobina glicada.

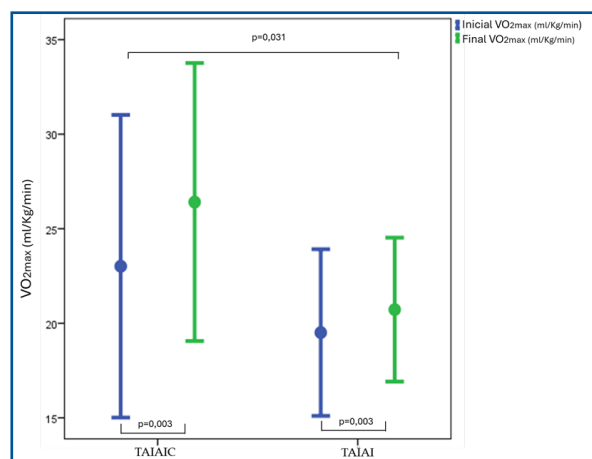
A inclusão da intensidade da caminhada ao lado dos exercícios aquáticos de alta intensidade contribuiu, ao final das atividades, para o aumento do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) (figura 3). Entretanto, não houve diferenças entre os dois grupos e entre os momentos (inicial vs. final) em termos de frequência cardíaca de repouso, equivalente ventilatório de oxigênio (V<sub>e</sub>/VO<sub>2</sub>) e equivalente metabólico da tarefa (MET).

A figura 4 mostra a comparação inter e intragrupos para o teste de levantar da cadeira de 30 segundos. Notavelmente, ambos os grupos exibiram um aumento no número de repetições. No entanto, surgiu uma diferença estatisticamente significativa (p=0,022), indicando que o grupo que incorporou caminhada intensa demonstrou uma melhora mais significativa. Embora também tenham sido avaliados o teste de sentar e alcançar e o teste de rosca direta, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os momentos inicial e final.

A implementação do treinamento intervalado aquático de alta intensidade não resultou em nenhuma alteração discernível nos marcadores de bioimpedância. Não foram observadas distinções entre os dois grupos ou entre diferentes momentos (inicial vs final) em relação à massa magra corporal, massa gorda corporal, água corporal e índice de massa corporal.

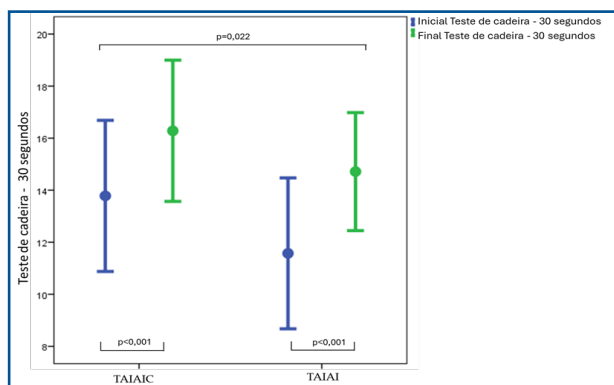
## DISCUSSÃO

Nossa pesquisa mostrou que o treinamento aquático de alta intensidade teve efeito positivo no perfil lipídico dos indivíduos. No entanto, a adição da caminhada na piscina ao regime de treinamento não levou a quaisquer alterações perceptíveis nos níveis de LDL, HDL ou hemoglobina glicada. Por outro lado, a inclusão da caminhada resultou em consumo máximo de oxigênio, força nas pernas e resistência.



**Figura 3:** Consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max) - comparação intra e intergrupos

ANOVA (valores expressos em média e desvio padrão); (TAIAI) Grupo de Treinamento Intervalado Aquático de Alta Intensidade; (TAIAIC) Treinamento Intervalado Aquático de Alta Intensidade e Grupo de Caminhada Intensa; (VO<sub>2</sub>max) Consumo máximo de oxigênio



**Figura 4:** Teste de cadeira em 30 segundos, comparação intra e intergrupos

ANOVA (valores expressos em média e desvio padrão); (TAIAI) Grupo de Treinamento Intervalado Aquático de Alta Intensidade; (TAIAIC) Treinamento intervalado aquático de alta intensidade e Grupo de Caminhada Intensa

Curiosamente, o treinamento intervalado aquático de alta intensidade não provocou alterações nos marcadores de bioimpedância. Embora ambos os grupos tenham apresentado diminuição do colesterol LDL e aumento do HDL com diferenças estatisticamente significativas, essas alterações não se refletiram no colesterol total e no perfil lipídico geral. Resultados semelhantes foram relatados em um estudo de Kim *et al.*<sup>39</sup>, envolvendo mulheres idosas, onde o exercício aquático melhorou notavelmente o LDL e o HDL, embora não tenha impactado significativamente o colesterol total. Isto está de acordo com as conclusões da meta-análise de Igarashi & Yoshie Nogami<sup>40</sup>, que enfatizou os efeitos positivos do exercício aquático nos perfis lipídicos do sangue. A duração limitada da nossa intervenção e a falta de restrições alimentares nos nossos critérios de exclusão podem ter influenciado o resultado relativo à redução do colesterol total.

Nosso estudo também observou que o treinamento intervalado de alta intensidade realizado em ambiente aquático não levou à redução dos níveis séricos de glicemia de jejum. Entretanto, ambos os programas de treinamento propostos reduziram o percentual de hemoglobina glicada. Apesar do impacto mínimo bem estabelecido do exercício físico neste marcador, particularmente em indivíduos diabéticos<sup>41</sup>, a literatura é divergente quanto aos efeitos do exercício aquático nos níveis séricos de glicemia em jejum.

Pesquisas envolvendo pacientes com diabetes tipo 2 produziram resultados variados em termos do impacto do exercício aquático nos níveis séricos de glicose no sangue em jejum. Por exemplo, alguns estudos demonstraram uma redução notável dos níveis<sup>42</sup>, enquanto outros não observaram uma diferença significativa, tanto em doentes idosos<sup>43</sup>, como em indivíduos com diabetes tipo 2<sup>44</sup>. Assim como nosso estudo, que teve duração concisa, Gonçalves *et al.*<sup>44</sup> explicaram que a duração da intervenção foi um fator fundamental que influenciou a ausência de diferenças nos níveis séricos de glicemia em jejum.

Depiazzi *et al.*<sup>14</sup> conduziram uma revisão sistemática com uma meta-análise para examinar a eficácia do treinamento intervalado de alta intensidade em ambiente aquático. Concluíram que essa forma de treinamento potencializa a força muscular dos membros inferiores. Esta observação ressalta o papel da intensidade do exercício e do padrão de contração na formação da remodelação dos músculos esqueléticos por meio do treinamento aeróbico<sup>45</sup>. Outro estudo envolvendo mulheres na pós-menopausa que foram submetidas a um regime de treinamento aquático intervalado de alta intensidade por 24 semanas, como o protocolo do estudo atual, relatou melhorias na força, flexibilidade e equilíbrio<sup>34</sup>.

Vários estudos relataram que o treino aquático de alta intensidade pode levar a uma redução na percentagem de gordura corporal em adultos jovens sedentários<sup>26</sup> e mulheres idosas com osteoartrite<sup>11</sup>. Lambert *et al.*<sup>46</sup> propuseram que a diminuição do percentual de gordura corporal poderia ser atribuída ao aumento do gasto energético durante o período de intervenção.

Contudo, revisões sistemáticas com meta-análises apresentam achados diferentes. Estas revisões sugerem que o treino intervalado aquático de alta intensidade pode não afetar significativamente a composição corporal<sup>14,15</sup>.

Os autores destas revisões atribuem estes resultados mistos ao número limitado de estudos que avaliam estes parâmetros e à insensibilidade dos métodos de medição utilizados. Além disso, os efeitos do treino intervalado de alta intensidade na composição corporal são influenciados por vários fatores, incluindo a duração e intensidade do treino, métodos de avaliação da composição corporal e intervenções dietéticas<sup>47</sup>.

É importante destacar que os participantes do nosso estudo, adultos de meia-idade e idosos, foram categorizados como altamente ativos de acordo com o IPAQ. Esta distinção é crucial porque influencia os processos de perda de massa corporal e aptidão cardiorrespiratória, diferenciando estes indivíduos de congêneres sedentários ou obesos como visto nas intervenções anteriormente mencionadas. O processo de envelhecimento tende a ter um impacto negativo na função cardiorrespiratória, aumentando particularmente os riscos de doenças cardiovasculares entre os idosos, especialmente aqueles com elevado índice de massa corporal (IMC)<sup>48</sup>.

Em nosso estudo, não houve diferenças significativas na função cardiorrespiratória entre os grupos. Essa observação chama atenção porque os participantes já eram indivíduos ativos ou altamente ativos. As ligeiras alterações nos parâmetros cardiorrespiratórios para o grupo de caminhada intensa foram devidas à maior carga de treinamento. Entretanto, é importante ressaltar que a combinação do treinamento intervalado aquático de alta intensidade e caminhada intensa foi fundamental para aumentar o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max).

Nestas circunstâncias, o estudo destaca os benefícios potenciais do treinamento intervalado aquático de alta intensidade para adultos ativos de meia-idade e idosos. Esta forma de treino pode ajudar a mitigar os riscos cardiovasculares e aumentar a capacidade funcional que muitas vezes é comprometida pelo processo de envelhecimento.

No entanto, as principais limitações do estudo foram a incapacidade de controlar as calorias consumidas pelos participantes de cada grupo. Além disso, as taxas de abandono e as mudanças de grupo mediante solicitações individuais resultaram em tamanhos de amostra diferentes entre os grupos.

## ■ CONCLUSÃO

Nossas descobertas indicam que o treinamento aquático de alta intensidade tem potencial para melhorar o perfil lipídico dos indivíduos. No entanto, a incorporação da caminhada na piscina no regime de treino não levou a quaisquer diferenças notáveis a este respeito. Por outro lado, a inclusão de exercícios aquáticos na piscina resultou em melhora da capacidade funcional dos participantes.

## Contribuição dos autores

Todos os autores contribuíram para o manuscrito. Rayne Borges Torres Sette: Conceituação, Metodologia, Análise Formal, Investigação, Recursos, Curadoria de Dados. Tassiane Cristina Moraes: Preparação do Rascunho Original. Andrea Cristina de Sousa Rocha do Rêgo Costa: Metodologia, Investigação. Luiz Vinicius de Alcantara Sousa: Software, Análise Formal, Revisão e Edição



de Texto. Juliana Zangirolami-Raimundo: Validação. Blanca Elena Guerrero Daboin: Recursos, Preparação do Rascunho Original. Matheus Paiva Emidio Cavalcanti: Curadoria de Dados, Preparação do Rascunho Original, Revisão e Edição de Texto. Rodrigo Daminello Raimundo: Conceituação, Metodologia, Validação, Análise Formal, Recursos, Revisão e Edição de Texto, Supervisão, Administração do Projeto.

## Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

## Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS

1. Kramer A. An Overview of the Beneficial Effects of Exercise on Health and Performance. *Adv Exp Med Biol* [Internet]. 2020;1228:3–22. Available from: [http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_1).
2. World Health Organization. Noncommunicable diseases [Internet]. [cited 2024 Jul 17]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.
3. Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Després J-P, Franklin BA, et al. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* [Internet]. 2016 Dec 13;134(24):e653–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000461>.
4. Orkaby AR, Forman DE. Physical activity and CVD in older adults: an expert's perspective. *Expert Rev Cardiovasc Ther* [Internet]. 2018 Jan;16(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/14779072.2018.1419062>.
5. Wood G, Murrell A, van der Touw T, Smart N. HIIT is not superior to MICT in altering blood lipids: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc Med* [Internet]. 2019 Dec 17;5(1):e000647. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000647>.
6. Wang Y, Xu D. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. *Lipids Health Dis* [Internet]. 2017 Jul 5;16(1):132. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12944-017-0515-5>.
7. Hwang C-L, Yoo J-K, Kim H-K, Hwang M-H, Handberg EM, Petersen JW, et al. Novel all-extremity high-intensity interval training improves aerobic fitness, cardiac function and insulin resistance in healthy older adults. *Exp Gerontol* [Internet]. 2016 Sep;82:112–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2016.06.009>.
8. Campbell WW, Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Jakicic JM, et al. High-Intensity Interval Training for Cardiometabolic Disease Prevention. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2019 Jun;51(6):1220–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000001934>.
9. Oliveira BRR, Santos TM, Kilpatrick M, Pires FO, Deslandes AC. Affective and enjoyment responses in high intensity interval training and continuous training: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* [Internet]. 2018 Jun 6;13(6):e0197124. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0197124>.
10. Nagle EF, Sanders ME, Franklin BA. Aquatic High Intensity Interval Training for Cardiometabolic Health: Benefits and Training Design. *Am J Lifestyle Med* [Internet]. 2017 Jan-Feb;11(1):64–76. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/1559827615583640>.
11. Waller B, Munukka M, Rantalainen T, Lammentausta E, Nieminen MT, Kiviranta I, et al. Effects of high intensity resistance aquatic training on body composition and walking speed in women with mild knee osteoarthritis: a 4-month RCT with 12-month follow-up. *Osteoarthritis Cartilage* [Internet]. 2017 Aug;25(8):1238–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2017.02.800>.
12. Carayannopoulos AG, Han A, Burdenko IN. The benefits of combining water and land-based therapy. *J Exerc Rehabil* [Internet]. 2020 Feb;16(1):20–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.12965/jer.1938742.371>.
13. Reichert T, Delevatti RS, Prado AKG, Bagatini NC, Simmer NM, Meinerz AP, et al. Low- and High-Volume Water-Based Resistance Training Induces Similar Strength and Functional Capacity Improvements in Older Women: A Randomized Study. *J Phys Act Health* [Internet]. 2018 Aug 1;15(8):592–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1123/jpah.2017-0286>.
14. Depiazzi JE, Forbes RA, Gibson N, Smith NL, Wilson AC, Boyd RN, et al. The effect of aquatic high-intensity interval training on aerobic performance, strength and body composition in a non-athletic population: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* [Internet]. 2019 Feb;33(2):157–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/0269215518792039>.
15. Kwok MMY, Ng SSM, Man SS, So BCL. The effect of aquatic High Intensity Interval Training on cardiometabolic and physical health markers in women: A systematic review and meta-analysis. *J Exerc Sci Fit* [Internet]. 2022 Apr;20(2):113–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jesf.2022.02.001>.

16. Pianna B, Moreno BC, de Souza CA, Bôscua TF, Alcalde GE, Barrile SR, et al. Impact of deep water running in interval training (DWR-IT) on body composition, functional capacity, and quality of life in overweight adults: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* [Internet]. 2019 Sep 11;20(1):562. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13063-019-3618-7>.
17. Assis MR, Silva LE, Alves AMB, Pessanha AP, Valim V, Feldman D, et al. A randomized controlled trial of deep water running: clinical effectiveness of aquatic exercise to treat fibromyalgia. *Arthritis Rheum* [Internet]. 2006 Feb 15;55(1):57–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/art.21693>.
18. Park S-Y, Kwak Y-S, Pekas EJ. Impacts of aquatic walking on arterial stiffness, exercise tolerance, and physical function in patients with peripheral artery disease: a randomized clinical trial. *J Appl Physiol* [Internet]. 2019 Oct 1;127(4):940–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00209.2019>.
19. Wadell K, Sundelin G, Henriksson-Larsén K, Lundgren R. High intensity physical group training in water—an effective training modality for patients with COPD. *Respir Med* [Internet]. 2004 May;98(5):428–38. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2003.11.010>.
20. Gomes Neto M, Pontes SS, Almeida L de O, da Silva CM, da Conceição Sena C, Saquetto MB. Effects of water-based exercise on functioning and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* [Internet]. 2020 Dec;34(12):1425–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/0269215520943660>.
21. Faíl LB, Marinho DA, Marques EA, Costa MJ, Santos CC, Marques MC, et al. Benefits of aquatic exercise in adults with and without chronic disease—A systematic review with meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2022 Mar;32(3):465–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.14112>.
22. Ochoa Martínez PY, Hall Lopez JA, Paredones Hernández A, Martin Dantas EH. Effect of periodized water exercise training program on functional autonomy in elderly women. *Nutr Hosp* [Internet]. 2014 Dec 1;31(1):351–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.7857>.
23. López JAH, Martínez PYO, Meza EIA, Moncada-Jiménez JA, Bertruy OG, Dantas EHM, et al. Programa de entrenamiento de hidrogimnasia sobre las capacidades físicas de adultas mayores/Hydrogymnastics Training Program on Physical Fitness in Elderly Women. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte* [Internet]. (66). Available from: <https://revistas.uam.es/rimcafd/article/view/7995/0>.
24. Penaforte FRO, Calhau R, Mota GR, Chiarello PG. Impact of short-term water exercise programs on weight, body composition, metabolic profile and quality of life of obese women. *Journal of Human Sport and Exercise* [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2024 Jul 17];10(4). Available from: [https://www.researchgate.net/publication/307900158\\_Impact\\_of\\_short-term\\_water\\_exercise\\_programs\\_on\\_weight\\_body\\_composition\\_metabolic\\_profile\\_and\\_quality\\_of\\_life\\_of\\_obese\\_women](https://www.researchgate.net/publication/307900158_Impact_of_short-term_water_exercise_programs_on_weight_body_composition_metabolic_profile_and_quality_of_life_of_obese_women).
25. Zhu H, Jin J, Zhao G. The effects of water-based exercise on body composition: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Clin Pract* [Internet]. 2023 Aug;52:101766. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ctcp.2023.101766>.
26. McDaniel BB, Naquin MR, Sirikul B, Kraemer RR. Five Weeks of Aquatic-Calisthenic High Intensity Interval Training Improves Cardiorespiratory Fitness and Body Composition in Sedentary Young Adults. *J Sports Sci Med* [Internet]. 2020 Mar;19(1):187–94. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32132842>.
27. Benedetti TRB, Antunes P de C, Rodriguez-Añez CR, Mazo GZ, Petroski ÉL. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Rev Brasil Med Esporte* [Internet]. 2007 Feb [cited 2024 Jul 17];13(1):11–6. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/qMfYbx6NVfKKFyKZLSnBJgH/>.
28. Mazo GZ, Benedetti TRB. Adaptação do questionário internacional de atividade física para idosos. *Rev bras cineantropom desempenho hum* [Internet]. 2010 Dec [cited 2024 Jul 17];12(6):480–4. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/RrtQnvnbnQvFQDxKs9VZcGMK/abstract/?lang=pt>.
29. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors* [Internet]. 2014 Jun 19;14(6):10895–928. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/s140610895>.
30. Both DR, Matheus S, Behenck M. Acuracidade de diferentes tipos de impedância bioelétrica na estimativa da gordura corporal de homens. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015;35:8–15. Available from: <https://enfispo.es/servlet/articulo?codigo=5137734>.
31. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act* [Internet]. 1999 Apr;7(2):129–61. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=10638652&asa=N&AN=6156314&h=bo07idLb9u%2Bsg3hvgGUf%2Fq284%2Fq7K0gIl7oK0620zGC%2FxlTjrnPrIgxXPi%2BzS%2Bil%2BYCGkbwApwwMa1j%2Fd4Ljtw%3D%3D&crl=c>.

32. Neder, J.Á.; Nery, L.E. Teste de exercício cardiopulmonar. *J Pneumol.* 2002, 28(Supl 3), 166-206.
33. Moreira LDF, Fronza F, dos Santos RN, Zach P, Kunii I, Hayashi L, et al. The benefits of a high-intensity aquatic exercise program (HydrOS) for bone metabolism and bone mass of postmenopausal women. *J Bone Miner Metab* [Internet]. 2013 Sep 19;32:411–9. Available from: <https://bv.fapesp.br/en/publicacao/98778/the-benefits-of-a-high-intensity-aquatic-exercise-program-h/>.
34. Moreira, L.D.; Fronza, F.C.; Dos Santos, R.N.; Zach, P.L.; Kunii, I.S.; Hayashi, L.F.; Teixeira, L.R.; Krueel, L.F.; Castro, M.L. The benefits of a high-intensity aquatic exercise program (HydrOS) for bone metabolism and bone mass of postmenopausal women. *J Bone Miner Metab.* 2014, 32(4), 411-9. doi:10.1007/s00774-013-0509-y.
35. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 1982;14(5):377–81. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7154893>.
36. Lobanov AA, Irina A Grishechkina, Andronov SV, Gleb N Barashkov, Andrey I Popov, Anatoliy D Fesyun, et al. Can aquatic exercises contribute to the improvement of the gait stereotype function in patients with Long COVID outcomes? *Eur J Transl Myol* [Internet]. 2022 Jul 14;32(3). Available from: <http://dx.doi.org/10.4081/ejtm.2022.10698>.
37. Sklempe Kokic I, Vuksanic M, Kokic T, Peric I, Duvnjak I. Effects of Electromyographic Biofeedback on Functional Recovery of Patients Two Months after Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Med Res* [Internet]. 2022 Jun 2;11(11). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm11113182>.
38. Peyré-Tartaruga LA, Martinez FG, Zanardi APJ, Casal MZ, Donida RG, Delabary MS, et al. Samba, deep water, and poles: a framework for exercise prescription in Parkinson's disease. *Sport Sci Health* [Internet]. 2022 Feb 17;18(4):1119–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11332-022-00894-4>.
39. Kim J-H, Ha M-S, Ha S-M, Kim D-Y. Aquatic Exercise Positively Affects Physiological Frailty among Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2021 Apr 2;9(4). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare9040409>.
40. Igarashi Y, Nogami Y. Response of Lipids and Lipoproteins to Regular Aquatic Endurance Exercise: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Atheroscler Thromb* [Internet]. 2019 Jan 1;26(1):14–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.5551/jat.42937>.
41. Kelley DE, Price JC, Cobelli C. Assessing skeletal muscle glucose metabolism with positron emission tomography. *IUBMB Life* [Internet]. 2001 Dec;52(6):279–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/152165401317291129>.
42. Cugusi L, Cadeddu C, Nocco S, Orrù F, Bandino S, Deidda M, et al. Effects of an aquatic-based exercise program to improve cardiometabolic profile, quality of life, and physical activity levels in men with type 2 diabetes mellitus. *PM R* [Internet]. 2015 Feb;7(2):141–8; quiz 148. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.09.004>.
43. Farinha C, Santos H, Serrano J, Oliveiros B, Silva FM, Cascante-Rusenhack M, et al. The Impact of Aquatic Exercise Programs on the Intima-Media thickness of the Carotid Arteries, Hemodynamic Parameters, Lipid Profile and Chemokines of Community-Dwelling Older Persons: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Mar 13;19(6). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19063377>.
44. Gonçalves GCV, Santos ATS, Calixto Júnior R, Dias MPF, Iunes DH, Chaves E de CL, et al. Aquatic Exercise on Brain Activity in Type 2 Diabetic: Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Nov 10;19(22). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph192214759>.
45. MacInnis MJ, Zacharewicz E, Martin BJ, Haikalis ME, Skelly LE, Tarnopolsky MA, et al. Superior mitochondrial adaptations in human skeletal muscle after interval compared to continuous single-leg cycling matched for total work. *J Physiol* [Internet]. 2017 May 1;595(9):2955–68. Available from: <http://dx.doi.org/10.1113/JP272570>.
46. Lambert BS, Shimkus KL, Fluckey JD, Riechman SE, Greene NP, Cardin JM, et al. Anabolic responses to acute and chronic resistance exercise are enhanced when combined with aquatic treadmill exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* [Internet]. 2015 Feb 1;308(3):E192–200. Available from: <http://dx.doi.org/10.1152/ajpendo.00689.2013>.
47. Ouerghi N, Fradj MKB, Bezrati I, Khammassi M, Feki M, Kaabachi N, et al. Effects of high-intensity interval training on body composition, aerobic and anaerobic performance and plasma lipids in overweight/obese and normal-weight young men. *Biol Sport* [Internet]. 2017 Dec;34(4):385–92. Available from: <http://dx.doi.org/10.5114/biolSport.2017.69827>.
48. Pandey A, Cornwell WK 3rd, Willis B, Neeland IJ, Gao A, Leonard D, et al. Body Mass Index and Cardiorespiratory Fitness in Mid-Life and Risk of Heart Failure Hospitalization in Older Age: Findings From the Cooper Center Longitudinal Study. *JACC Heart Fail* [Internet]. 2017 May;5(5):367–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jchf.2016.12.021>.

## Abstract

**Introduction:** aquatic exercises have been increasingly suggested to the population. Despite evidence on the benefits of high-intensity interval training in aquatic environments, scientific production still needs to be improved. Research involving middle-aged and older individuals usually seeks physiological responses from the assumption that they are sedentary.

**Objective:** to assess the physical fitness, lipid profile, and glycemic control of active middle-aged and older adults undergoing aquatic high-intensity interval training associated or not with intense water walking.

**Methods:** it is a quasi-randomized clinical trial composed of 45 active middle-aged and older adults subdivided into two groups with aquatic high-intensity interval training in the absence (AHIIT) or presence (AHIITW) of intense water walking. Participants were dosed with biochemical parameters, bioimpedance analysis, and physical and cardiopulmonary tests at the intervention's beginning and end.

**Results:** both groups showed increased HDL, reduced LDL, and hemoglobin glycosylated, with increased endurance and strength of upper and lower limbs. The AHIIT group showed a lean mass gain and fat mass decline compared to the AHIITW. The intense walking promoted an increase in oxygen ventilatory equivalent, maximum oxygen consumption, and the task metabolic equivalent at values like the AHIIT.

**Conclusion:** our findings indicate that high-intensity aquatic training holds the potential to enhance the lipid profile of individuals. However, the incorporation of pool walking into the training regimen did not lead to any notable differences in this regard. Conversely, the inclusion of pool aquatic exercises did result in improved functional capacity among participants.

**Brazilian Registry of Clinical Trials (ReBEC):** #RBR-99b6jr6

**Keywords:** exercise; walking; lipoproteins; oxygen consumption; aquatic high-intensity interval training

©The authors (2024), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.