

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

VITÓRIA OLIVEIRA SILVA DA SILVA

**TREINAMENTO AQUÁTICO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE
EM IDOSOS COM MULTIMORBIDADE: EFEITOS NA SAÚDE
PSICOFISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA**

CRICIÚMA, AGOSTO DE 2025

VITÓRIA OLIVEIRA SILVA DA SILVA

**TREINAMENTO AQUÁTICO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE
EM IDOSOS COM MULTIMORBIDADE: EFEITOS NA SAÚDE
PSICOFISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Lock Silveira
Coorientador: Prof. Dr. Luciano Acordi da Silva

CRICIÚMA, AGOSTO DE 2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S586t Silva, Vitória Oliveira Silva da.
Treinamento aquático intervalado de alta intensidade em idosos com multimorbidade : efeitos na saúde psicofisiológica e bioquímica / Vitória Oliveira Silva da Silva. - 2025.
102 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Criciúma, 2025.

Orientação: Paulo Cesar Lock Silveira.
Co-Orientador: Luciano Acordi da Silva.

1. Exercícios físicos aquáticos. 2. Treinamento intervalado de alta intensidade. 3. Idosos. 4. Multimorbidade. 5. Idosos - Saúde mental. 6. Envelhecimento. I. Título.

CDD. 22. ed. 613.716

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla - CRB 14/1101
Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC




UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO, INOVAÇÃO E EXTENSÃO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (Mestrado e Doutorado)
Recomendado pela CAPES – Homologado pelo CNE – Portaria Nº 609 de 14.03.2019

ATA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE – Nº 482

Com início às 14 (quatorze) horas do dia 29 (vinte e nove) de agosto de 2025 (dois mil e vinte e cinco), realizou-se, na Sala 105/Bloco R1, o seminário formal de apresentação dos resultados da Dissertação de Mestrado de **VITÓRIA OLIVEIRA SILVA DA SILVA**, sob a orientação do **Prof. Dr. Paulo Cesar Lock Silveira**, e coorientada pelo **Prof. Dr. Luciano Acordi da Silva**, intitulada **“TREINAMENTO AQUÁTICO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE EM IDOSOS COM MULTIMORBIDADE: EFEITOS NA SAÚDE PSICOFISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA”**. A dissertação foi examinada por uma banca constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. Gislaine Zilli Réus (Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC) – Conceito final: Aprovada, Prof. Dr. Ricardo Andrez Machado de Ávila (Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC) – Conceito final: Aprovada, e Prof. Dr. Rodrigo Sudatti Delevatti (Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC) – Conceito final: Aprovada. Com o resultado final: **APROVADA**, a aluna finalizou seus estudos em nível de Mestrado, fazendo jus ao grau de **MESTRA EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**. Os trabalhos foram concluídos às 16h (dezesseis) horas, dos quais eu, Samiris Albano Pereira, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, lavrei a presente ata, que assino juntamente com a Profa. Dra. Josiane Budni, Coordenadora do Programa. Criciúma, 29 (vinte e nove) de agosto de 2025 (dois mil e vinte e cinco).


Profa. Dra. Josiane Budni
Coordenadora do PPGCS


Samiris Albano Pereira
Secretária do PPGCS

FOLHA INFORMATIVA

A dissertação foi elaborada seguindo o estilo ABNT com adaptações descritas na Resolução n. 05/2024 do Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde. Este trabalho será apresentado no formato tradicional e foi realizado nas instalações do Laboratório de Fisiopatologia Experimental do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde e Laboratório de Psicofisiologia do Exercício do Curso de Educação Física da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Dedico esta dissertação à minha avó materna, Belmira (*In memoriam*), por ter sido meu primeiro contato com a realidade do envelhecimento e da diabetes; e ao meu avô materno, Adão (*In memoriam*). Foi principalmente por eles e para eles que dediquei inteiramente esta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades que tive, pela coragem, força e amor concedidos nos momentos em que mais precisei. Como pessoa com deficiência auditiva, reconheço que essa trajetória foi mais desafiadora, mas estou imensamente feliz por ter chegado até aqui.

À minha mãe, minha maior incentivadora, à minha irmã Camila e ao meu padrasto Guido, pelo amor, carinho e constante apoio ao longo de toda a minha vida.

Ao meu esposo, por estar ao meu lado em todos os momentos, por me ouvir, apoiar, pela presença, paciência e por me fazer acreditar que sou capaz de ir além do que imagino.

Ao professor Dr. Paulo Cesar Lock Silveira, meu orientador, pela acolhida, disponibilidade, ajuda e compreensão durante toda esta jornada.

Ao professor Dr. Luciano Acordi da Silva, meu coorientador, por mais uma vez caminhar ao meu lado e contribuir para minha formação acadêmica.

Ao Grupo Proteção e Reparo Tecidual por todas as trocas de experiências, bancadas e pelo suporte sempre que necessário.

Ao Grupo de Pesquisa em Exercícios Aquáticos Avançados (GPEAA), pela colaboração na organização, execução dos testes e pelo apoio constante.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico e pelo suporte oferecido, e ao apoio financeiro da CAPES, fundamental para a execução desta pesquisa.

Aos idosos participantes, pela dedicação e contribuição para a realização desta pesquisa. Sem a participação de vocês, este trabalho não seria possível.

Em especial, agradeço aos amigos que a pesquisa me proporcionou: à Ana, minha parceira de tabulação, organização e cafés, e ao Maurício, pelas ideias e pelos almoços tranquilos que tornaram a rotina mais leve. Também sou grata ao Rafael, Nando, Thiago, Marco, Elias, Roberta, Lucas, Tatiane e Gabrielli, que estiveram presentes nos testes e nas aulas de hidroginástica, contribuindo imensamente para a realização deste trabalho.

Por fim, a todos e todas que estiveram comigo e que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, seja direta ou indiretamente.

RESUMO

O envelhecimento populacional brasileiro tem sido acompanhado por um aumento significativo na prevalência de multimorbidade. Os treinamentos aquáticos apresentam vantagens importantes para idosos quando comparados aos terrestres. No entanto, o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) realizado em ambiente aquático com idosos multimórbidos ainda é pouco explorado na literatura. Objetivo: Investigar os efeitos de dois protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) em ambiente aquático, com diferentes intervalos de estímulo, sobre parâmetros metabólicos, bioquímicos, mentais, cognitivos e físicos em idosos multimórbidos. Métodos: Ensaio clínico randomizado com 150 idosos de ambos os sexos, com 60 anos ou mais, diagnosticados com multimorbidades. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente pelo método de amostragem aleatória simples e divididos em três grupos: grupo treinamento contínuo de moderada intensidade (G1), grupo treinamento intervalado de alta intensidade nível intermediário (G2) e grupo treinamento intervalado de alta intensidade nível avançado (G3). As avaliações foram realizadas 48 horas antes e após os programas de exercícios aquáticos, que tiveram durações de 12 semanas. Resultados: Nos parâmetros metabólicos e inflamatórios: Houve melhora em todos os grupos. A Lipoproteína de Alta Intensidade (HDL-c) aumentou significativamente em G1 (+35%), G2 (+7%) e G3 (+16%). Os triglicerídeos e a glicose reduziram em G1 (-28% e -29%, respectivamente), G2 (-21% e -20%) e G3 (-8% e -17%). A interleucina-1 (IL-1) reduziu-se em G1 (-14%), G2 (-19%) e G3 (-17%), enquanto a interleucina-6 (IL-6) diminuiu em G1 (-29%) e G3 (-28%). Quanto ao estresse oxidativo: A atividade da superóxido dismutase (SOD) aumentou em todos os grupos (G1: +13%, G2: +15%, G3: +21%). Os níveis de óxido nítrico (NO) aumentaram em G1 (+52%) e G3 (+34%). A glutatona (GSH) reduziu-se em G1 (-20%), G2 (-21%) e G3 (-19%). A concentração de DCF (diclorofluoresceína) reduziu-se em G1 (-36%), G2 (-30%) e G3 (-36%), e os níveis de sulfidril aumentaram em G1 (+37%) e G3 (+38%). Quanto aos parâmetros cognitivos e mentais: A cognição, avaliada pelo Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) aumentou em G2 (+9%) e G3 (+26%). A ansiedade reduziu-se em G1 (-64%) e G3 (-66%), e a qualidade do sono melhorou em G2 (-34%). Quanto a aptidão física: A capacidade cardiorrespiratória aumentou em G1 (+26%), G2 (+42%) e G3 (+18%). A resistência muscular de membros inferiores melhorou em G1 (+26%) e G3 (+17%). A flexibilidade de membros inferiores melhorou em G1 (+32%). A força de preensão manual aumentou em G2 (+14%) e G3 (+9%), e a força escapular em G2 e G3 (+31% em ambos). A força lombar aumentou em G1 (+41%), G2 (+85%) e G3 (+40%). A eficiência muscular melhorou nos membros superiores (G1: -23%, G2: -31%, G3: -25%) e inferiores (G1: -38%, G2: -24%, G3: -31%). Por fim, o Índice de Vulnerabilidade Clínico-Funcional (IVCF-20) reduziu-se em G1 (-37%) e G3 (-48%). Conclusão: O HIIT em ambiente aquático mostrou-se uma estratégia viável, eficaz e segura para a melhoria da saúde psicofisiológica de idosos com multimorbidades. As adaptações positivas metabólicas, bioquímicas, mentais, físicas e neuromusculares reforçam a eficácia dos protocolos intervalados no enfrentamento das perdas funcionais associadas à fragilidade. Tais achados reforçam a inclusão do HIIT aquático em programas de saúde voltados à população idosa com multimorbidade, evidenciando seu potencial para ganhos multidimensionais, sem ocorrência de efeitos adversos.

Palavras-chave: Exercícios aquáticos; Multimorbidade; Idoso; Saúde Mental; Saúde.

ABSTRACT

The aging of the Brazilian population has been accompanied by a significant increase in the prevalence of multimorbidity. Aquatic training offers important advantages for older adults when compared to land-based training. However, high-intensity interval training (HIIT) performed in an aquatic environment with multimorbid older adults is still under-explored in the literature. Objective: To investigate the effects of two high-intensity interval training (HIIT) protocols in an aquatic environment, with different stimulus intervals, on metabolic, biochemical, mental, cognitive, and physical parameters in multimorbid elderly individuals. Methods: Randomized clinical trial with 150 elderly individuals of both sexes, aged 60 years or older, diagnosed with multimorbidities. Participants were randomly assigned using simple random sampling and divided into three groups: moderate-intensity continuous training group (G1), intermediate-level high-intensity interval training group (G2), and advanced-level high-intensity interval training group (G3). The assessments were performed 48 hours before and after the aquatic exercise programs, which lasted 12 weeks. Results: Metabolic and inflammatory parameters: There was improvement in all groups. High-density lipoprotein (HDL-c) increased significantly in G1 (+35%), G2 (+7%), and G3 (+16%). Triglycerides and glucose decreased in G1 (-28% and -29%, respectively), G2 (-21% and -20%), and G3 (-8% and -17%). Interleukin-1 (IL-1) decreased in G1 (-14%), G2 (-19%), and G3 (-17%), while interleukin-6 (IL-6) decreased in G1 (-29%) and G3 (-28%). Regarding oxidative stress: Superoxide dismutase (SOD) activity increased in all groups (G1: +13%, G2: +15%, G3: +21%). Nitric oxide (NO) levels increased in G1 (+52%) and G3 (+34%). Glutathione (GSH) decreased in G1 (-20%), G2 (-21%), and G3 (-19%). DCF (dichlorofluorescein) concentration decreased in G1 (-36%), G2 (-30%), and G3 (-36%), and sulfhydryl levels increased in G1 (+37%) and G3 (+38%). Regarding cognitive and mental parameters: Cognition, assessed by the Mini-Mental State Examination (MMSE), increased in G2 (+9%) and G3 (+26%). Anxiety decreased in G1 (-64%) and G3 (-66%), and sleep quality improved in G2 (-34%). Regarding physical fitness: Cardiorespiratory capacity increased in G1 (+26%), G2 (+42%), and G3 (+18%). Lower limb muscle strength improved in G1 (+26%) and G3 (+17%). Lower limb flexibility improved in G1 (+32%). Handgrip strength increased in G2 (+14%) and G3 (+9%), and scapular strength in G2 and G3 (+31% in both). Lumbar strength increased in G1 (+41%), G2 (+85%), and G3 (+40%). Muscle efficiency improved in the upper limbs (G1: -23%, G2: -31%, G3: -25%) and lower limbs (G1: -38%, G2: -24%, G3: -31%). Finally, the Clinical-Functional Vulnerability Index (CFVI-20) decreased in G1 (-37%) and G3 (-48%). Conclusion: HIIT in an aquatic environment proved to be a viable, effective, and safe strategy for improving the psychophysiological health of older adults with multimorbidities. Positive metabolic, biochemical, mental, physical, and neuromuscular adaptations reinforce the effectiveness of interval protocols in addressing functional losses associated with frailty. These findings reinforce the inclusion of aquatic HIIT in health programs aimed at the elderly population with multimorbidity, highlighting its potential for multidimensional gains without adverse effects.

Keywords: Aquatic exercises; Multimorbidity; Elderly; Mental health; Health.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da amostra.	47
Tabela 2. Parâmetros metabólicos.	50
Tabela 3. Parâmetros bioquímicos.	52
Tabela 4. Parâmetros de saúde mental e cognição.	55
Tabela 5. Parâmetros de aptidão física.	57
Tabela 6. Índice de Vulnerabilidade Clínico-Funcional.	58
Tabela 7. Parâmetros de força muscular.	60
Tabela 8. Parâmetros de eficiência muscular.	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA – Análise de Variância
DCFH-DA – Diacetato de diclorodihidrofluoresceína
DCNT's – Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DM2 – Diabetes Mellitus Tipo 2
DP – Desvio Padrão
EMG – Eletromiografia Muscular de Superfície
ERNs – Espécies Reativas de Nitrogênio
EROs – Espécies Reativas de Oxigênio
GSH – Glutathiona Reduzida
HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica
HDL-c – Colesterol de Lipoproteína de Alta Densidade
HIIT – Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (do inglês, *High-Intensity Interval Training*)
HPA - Eixo hipotálamo-hipófise-adrenal
IL-1 – Interleucina 1
IL-4 – Interleucina 4
IL-6 – Interleucina 6
IMC – Índice de Massa Corporal
IVCF-20 – Índice de Vulnerabilidade Clínico-Funcional
MEEM – Mini-exame do Estado Mental
NO – Óxido Nítrico
REBEC - Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos
RMS – Amplitude Média Quadrática do sinal EMG (do inglês, *Root Mean Square*)
SOD – Superóxido Dismutase
SPSS – Statistical Package for the Social Sciences
TAFI – Teste de Aptidão Física para Idosos
UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 ENVELHECIMENTO E MULTIMORBIDADE	15
1.2 IMPACTOS DA MULTIMORBIDADE NA SAÚDE PSICOFISOLÓGICA DO IDOSO	17
1.3 O PAPEL DO EXERCÍCIO FÍSICO NA PROMOÇÃO DO ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL	20
1.4 EXERCÍCIOS AQUÁTICOS	21
1.5 TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT)	24
1.6 JUSTIFICATIVA	26
2 OBJETIVOS	28
2.1 OBJETIVO GERAL	28
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3 METODOLOGIA	29
3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	29
3.2 DESENHO DO ESTUDO	29
3.3 RANDOMIZAÇÃO	29
3.3.1 Cálculo amostral	30
3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	31
3.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	31
3.6 PROGRAMA DE EXERCÍCIO AQUÁTICO – CONTÍNUO E HIDRO-HIIT	31
3.7 MONITORAMENTO DA INTENSIDADE DO EXERCÍCIO	34
3.8 COLETA DE SANGUE	36
3.9 ANÁLISES METABÓLICAS	36
3.10 ANÁLISES BIOQUÍMICAS	37
3.10.1 Análises de marcadores inflamatórios	37
3.10.2 Indicador de formação de Óxido Nítrico (NO) e determinação de ROS	38
3.10.3 Marcador de dano oxidativo (Sulfidrina)	38
3.10.4 Defesas antioxidantes (SOD E GSH)	38
3.11 ANÁLISES DE SAÚDE MENTAL	39
3.12 ANÁLISE DE COGNIÇÃO	39
3.13 ANÁLISES DE APTIDÃO FÍSICA	40

3.14 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLÍNICO-FUNCIONAL	40
3.15 ANÁLISES DE FORÇA MUSCULAR	41
3.16 ANÁLISES DE EFICIÊNCIA MUSCULAR	42
3.17 COLETA DE DADOS	43
3.18 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	43
3.19 RISCOS	44
3.20 BENEFÍCIOS	44
3.21 DESFECHO PRIMÁRIO	44
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	46
4.2 ANÁLISES DOS PARÂMETROS METABÓLICOS	48
4.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS	50
4.4 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE SAÚDE MENTAL	53
4.5 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE APTIDÃO FÍSICA	55
4.6 ANÁLISE DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLÍNICO-FUNCIONAL	58
4.7 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE FORÇA MUSCULAR.....	58
4.8 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE EFICIÊNCIA MUSCULAR	60
5. DISCUSSÃO	62
6. CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS.....	71
APÊNDICES	80
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	81
APÊNDICE B – PROTOCOLO DE TREINAMENTO DO GRUPO 1.....	85
APÊNDICE C – PROTOCOLO DE TREINAMENTO DO GRUPO 2.....	86
APÊNDICE D – PROTOCOLO DE TREINAMENTO DO GRUPO 3.....	87
APÊNDICE E – EXERCÍCIOS REALIZADOS EM TODOS OS TREINAMENTOS ..	88
APÊNDICE F – FICHA DE INSCRIÇÃO.....	89
ANEXOS	91
ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	92
ANEXO B – ESCALA DE PITTSBURGH PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SONO.....	94
ANEXO C – ESCALA DE SONOLÊNCIA DE EPWORTH	96
ANEXO D – INVENTÁRIO DE ANSIEDADE DE BECK.....	97
ANEXO E – INVENTÁRIO DE DEPRESSÃO DE BECK.....	98
ANEXO F – INVENTÁRIO DE DEPRESSÃO DE BECK.....	100

ANEXO G – FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DO TESTE DE APTIDÃO FÍSICA PARA IDOSOS	101
ANEXO H – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLINICO-FUNCIONAL.....	102

1. INTRODUÇÃO

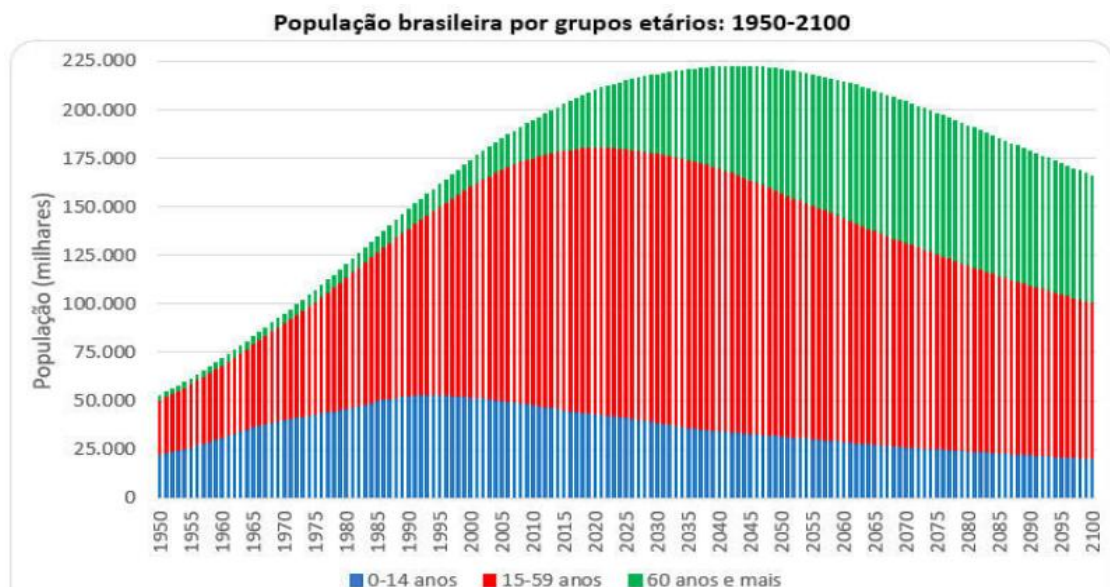
1.1 ENVELHECIMENTO E MULTIMORBIDADE

O envelhecimento populacional é um fenômeno global que ocorre de forma acelerada, especialmente nos países em desenvolvimento. Estima-se que a população mundial com 60 anos ou mais alcance aproximadamente 2 bilhões de pessoas até 2.050 e ultrapasse 3 bilhões até o final do século XXI, sendo cerca de 80% desse total concentrado em nações em desenvolvimento (OMS, 1999; Alves, 2023).

No Brasil, esse processo ocorre de maneira ainda mais intensa. A proporção de idosos na população total, que era de 4% em 1950 e alcançou 15% em 2023, deverá atingir 39% até 2.100, representando um crescimento de 31,2 vezes no número absoluto de pessoas com 60 anos ou mais (Alves, 2023). Projeções recentes da divisão de população da ONU indicam que o envelhecimento da população brasileira ocorrerá de forma mais rápida e profunda do que a média mundial.

Essa transição demográfica está associada ao aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) e transtornos mentais, tornando o cuidado em saúde cada vez mais complexo e desafiador. A Figura 1 apresenta a projeção da estrutura etária da população brasileira ao longo do tempo.

Figura 1. Projeção da estrutura etária da população brasileira (1950-2100)



Fonte: UN Population Division, World Population Prospects (2024).

A multimorbidade é caracterizada pela presença simultânea de duas ou mais DCNTs em um mesmo indivíduo (Gusmão et al., 2023). No Brasil, sua prevalência entre idosos varia em torno de 53%, considerando pessoas entre 60 e 107 anos (Melo; Lima, 2020). As condições mais frequentes incluem diabetes mellitus tipo 2 (DM2), hipertensão arterial sistêmica (HAS) e depressão, as quais estão associadas a prejuízos na aptidão física, desordens de saúde mental e perda de força muscular, formando um ciclo vicioso que compromete a qualidade de vida dos idosos (Van Den Akker et al., 1998; Skou et al., 2022).

O DM2 é uma condição crônica multifatorial que envolve predisposição genética e fatores ambientais, como sedentarismo e alimentação inadequada. A obesidade, frequentemente resultante desses fatores, é o principal fator de risco para o desenvolvimento da doença. A prática regular de exercícios físicos é amplamente recomendada, pois melhora a resistência à insulina e aumenta a capacidade funcional (Gonçalves et al., 2022).

A HAS, por sua vez, é caracterizada pela elevação persistente da pressão arterial e está associada a um maior risco cardiovascular, além de acelerar o declínio funcional em idosos. A atividade física regular tem sido reconhecida como uma estratégia eficaz na redução da pressão arterial, bem como na melhoria da aptidão física e da qualidade de vida (Buford, 2016; Hurst et al., 2019).

Já a depressão é um transtorno mental prevalente na população idosa, caracterizado por alterações no humor, perda de interesse e prejuízo funcional. A inatividade física pode agravar os sintomas depressivos, enquanto o exercício regular está associado à melhora do humor, estímulo à interação social e promoção da saúde mental (Vučlić Lovrenčić et al., 2015; Silva et al., 2019).

Diversos estudos demonstram que a prática regular de exercícios físicos, orientada por protocolos estruturados, é eficaz e segura para idosos com multimorbidade, promovendo benefícios físicos, mentais e funcionais. Protocolos multicomponentes, que integram exercícios aeróbicos, de força, equilíbrio e flexibilidade, são amplamente recomendados, com frequência de duas a três sessões semanais e intensidade moderada (Suzuki et al., 2018; Pizarro-Mena et al., 2022; Yang et al., 2024).

Entre as modalidades indicadas, o exercício aquático apresenta vantagens específicas para essa população, como menor sobrecarga articular, menor demanda cardiovascular, redução do risco de quedas e maior adesão aos programas,

características que favorecem a continuidade da prática e garantem segurança aos participantes (Fuentes-Lopez et al., 2021).

Mais recentemente, protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), com duração entre 8 e 16 semanas e frequência de 2 a 3 vezes por semana, têm se mostrado eficazes e viáveis para idosos com multimorbidade, promovendo melhorias significativas na capacidade funcional e na qualidade de vida (Perfeito; Correia, 2022). Quando realizados no ambiente aquático, também contribuem para ganhos no equilíbrio, na autoimagem e na autoestima, sem comprometer a segurança (Crivellaro et al., 2022).

É amplamente reconhecido que o exercício físico impacta positivamente a ansiedade, estresse e depressão por meio da ativação de mecanismos psicológicos, fisiológicos e bioquímicos. Fisiologicamente, há liberação de endorfinas e regulação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. Bioquimicamente, há aumento dos níveis de serotonina, neurotransmissores adrenérgicos e triptofano, com efeitos semelhantes a antidepressivos. Psicologicamente, promove neuroplasticidade e neurogênese, essenciais para a resiliência mental (Mikkelsen et al., 2017).

O conceito de envelhecimento ativo refere-se a um conjunto de ações que promovem aptidão física, independência física e psicológica, segurança, bem-estar e saúde ao longo da vida (Tavares et al., 2017). Nesse contexto, a prática regular de exercícios físicos constitui um dos pilares desse processo, proporcionando benefícios físicos, mentais e cognitivos por meio da ativação de mecanismos psicológicos, fisiológicos e bioquímicos (Mikkelsen et al., 2017; Hemmeter; Ngamsri, 2022).

Dentre as diferentes modalidades de exercício físico disponíveis para a população idosa, os exercícios aquáticos têm ganhado destaque por reunirem características que favorecem a adesão, a segurança e a eficácia física, especialmente para aqueles com multimorbidades.

1.2 IMPACTOS DA MULTIMORBIDADE NA SAÚDE PSICOFISOLÓGICA DO IDOSO

A multimorbidade, tem profundos impactos na saúde dos idosos, afetando dimensões físicas, mentais e bioquímicas (Arokiasamy et al., 2015; Bulamba et al., 2024). No contexto do envelhecimento, condições como DM2, HAS e depressão frequentemente coexistem, formando um quadro complexo associado a prejuízos significativos (Van Den Akker et al., 1998; Skou et al., 2022).

Essa multimorbidade pode causar, a inflamação crônica de baixo/alto grau, caracterizada por níveis elevados de citocinas pró-inflamatórias como interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e proteína C-reativa (PCR), sendo um denominador comum nessas condições e contribuindo para a resistência à insulina, aterosclerose, disfunção endotelial e neurodegeneração (Salzano et al., 2014; Montezano; Touyz, 2012). Todavia, essa disfunção pode provocar fenômenos conhecidos como estresse oxidativo e disfunção inflamatória. Essa interação complexa entre estresse oxidativo e inflamação cria um ciclo vicioso que se chama de estresse oxi-inflamatório que causa danos tecidual, morte celular, falência de órgãos e acelera o declínio funcional associado à multimorbidade em idosos, podendo levar a morte (Baierle et al., 2015).

A saúde mental, que abrange o bem-estar psicológico e a capacidade de lidar com os desafios da vida (Galderisi et al., 2015), é particularmente vulnerável na população idosa com multimorbidade e especula-se que é afetada clinicamente por este ciclo: envelhecimento, baixa aptidão física, saúde mental, estresse oxi-inflamatório. Estima-se que uma parcela considerável de idosos multimórbidos sofra de transtornos mentais, com demência e depressão sendo prevalentes (De Souza et al., 2023). Transtornos mentais comuns, como depressão, ansiedade e insônia, estão fortemente associados ao sedentarismo e à incapacidade funcional (Jackson et al., 2006; Korte et al., 2012; Aidar et al., 2018). O avanço do envelhecimento e a presença de multimorbidade tendem a aumentar a prevalência desses distúrbios, resultando em mudanças psicofisiológicas que amplificam a vulnerabilidade a doenças somáticas e comprometem a qualidade de vida (Freitas; Haag, 2009). A perda de capacidade funcional e muscular frequentemente observada nestes idosos pode gerar sentimentos de dependência e frustração, dificultando a adaptação ao processo de envelhecimento.

É fato que a aptidão física e a autonomia funcional declinam com o envelhecimento, sendo a multimorbidade um fator que acelera esse processo (Schmidt et al., 2020). A aptidão física para saúde, que engloba força muscular, flexibilidade, resistência cardiorrespiratória e equilíbrio, é essencial para a realização das atividades da vida diária (AVDs) básicas e instrumentais de forma independente. A perda de massa e força muscular, conhecida como sarcopenia, é um dos principais fatores que comprometem a aptidão física em idosos (Offord; Witham, 2017). Em idosos com multimorbidade, essa perda da massa magra, de força muscular e a

redução da capacidade funcional são frequentemente observadas, criando um ciclo vicioso onde a incapacidade limita a prática de exercícios, agravando ainda mais o quadro de sarcopenia e dependência (Freitas; Haag, 2009).

A eficiência e a força muscular são componentes cruciais afetados pela multimorbidade. A eficiência muscular, tem sido definida pela melhor capacidade de produzir força de forma “econômica” (Pion et al., 2017; Watanabe et al., 2018; Doyenart et al., 2021). Já a força muscular é geralmente compreendida como a capacidade de um músculo ou grupo muscular de gerar tensão contra uma resistência, sendo um determinante essencial da função motora, estabilidade articular e autonomia funcional. Ambas, eficiência e força muscular (Häkkinen et al., 2002; Hall, 2020), declinam progressivamente com a idade. Estudos indicam uma perda anual significativa de eficiência muscular a partir da quinta década de vida, variando de 1% a 2% na massa muscular e até 1,5% na força muscular por ano, processo que é acelerado pelo sedentarismo, inatividade física e multimorbidades (Filippin et al., 2017; Oliveira et al., 2020). A perda de força impacta não apenas a capacidade física, mas também o bem-estar emocional, podendo levar a sentimento de frustração e dependência em idosos com condições crônicas (Thomas et al., 2019).

O estresse oxidativo ocorre devido a um desequilíbrio entre a produção de Espécies Reativas de Oxigênio (EROs), Espécies Reativas de Nitrogênio (ERNs) e as defesas antioxidantes do organismo (Barbosa et al., 2010). Em estados metabólicos alterados pela multimorbidade, a capacidade antioxidante endógena, via enzimas como a Glutathione Reduzida (SOD) e Superóxido Dismutase (GSH), torna-se insuficiente, levando ao acúmulo de EROs/ERNs e danos celulares (Evans et al., 2002; Luc et al., 2019). Evidências mostram que as enzimas antioxidantes estão diminuídas em indivíduos com multimorbidade (Vasconcelos et al., 2011; Beydoun et al., 2013; Poblete-Aro et al., 2018), sendo o desequilíbrio da razão SOD/GSH um marcador importante (Luc et al., 2019).

No DM2, a hiperglicemia crônica induz estresse oxidativo e inflamação, contribuindo para resistência à insulina e dano vascular (González et al., 2023). Similarmente, na HAS, a disfunção endotelial associada ao estresse oxidativo ativa vias inflamatórias (Montezano; Touyz, 2012). Na depressão o estresse oxidativo e a inflamação desempenham um papel crucial na neuroprogressão, danificando o metabolismo neuronal e afetando a disponibilidade de neurotransmissores, como as monoaminas, além de ativarem a via da quinurenina, o que pode reduzir a resposta a

antidepressivos (Bakunina et al., 2015; Miller; Raison, 2016). A inter-relação entre estresse oxidativo, inflamação e saúde mental é amplamente documentada, formando um ciclo vicioso que agrava o quadro das multimorbidades (Salzano et al., 2014; Bakunina et al., 2015; Xu et al., 2025). Compreender as estratégias que modulam positivamente essas vias é essencial para o manejo da multimorbidade em idosos.

Diante do exposto, a multimorbidade em idosos representa um desafio complexo que compromete de forma integrada a saúde mental, a aptidão física, a função muscular e o equilíbrio bioquímico, demandando intervenções eficazes que possam atuar sobre múltiplos eixos.

1.3 O PAPEL DO EXERCÍCIO FÍSICO NA PROMOÇÃO DO ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL

No contexto dos desafios impostos pelo envelhecimento e pela multimorbidade, a prática regular de exercício físico surge como uma estratégia fundamental para a promoção de um envelhecimento ativo e saudável (Tavares et al., 2017). O conceito de envelhecimento ativo envolve um conjunto de ações que visam promover autonomia, independência, bem-estar e saúde ao longo da vida, sendo o exercício físico um dos seus pilares (Mikkelsen et al., 2017; Hemmeter; Ngamsri, 2022).

O exercício físico, em sua conceituação técnica, constitui-se como uma subcategoria da atividade física, caracterizada por ser um movimento corporal planejado, estruturado, repetitivo e intencional, cujo propósito primordial é aprimorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física. Estes componentes incluem, mas não se limitam a, força muscular, resistência cardiorrespiratória, flexibilidade e equilíbrio. Distingue-se da atividade física geral, definida como qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que resulte em gasto energético, pela sua sistematicidade e pela busca por resultados específicos relacionados à saúde e ao desempenho físico (Caspersen et al., 1985).

A adoção de um estilo de vida ativo está diretamente relacionada à melhoria da saúde em diversas frentes e à redução do risco de desenvolver doenças crônicas prevalentes em idosos, incluindo depressão, DM2 e HAS (Hemmeter; Ngamsri, 2022). Os benefícios do exercício físico sobre estados emocionais como ansiedade, estresse e depressão são mediados por mecanismos neurobiológicos complexos. Estes incluem a liberação de endorfinas, o aumento da neurogênese e neuroplasticidade, a

modulação de neurotransmissores, regulação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, dentre outros que se desconhece (Mikkelsen et al., 2017).

Em idosos com multimorbidade, esses mecanismos são particularmente relevantes, pois podem atuar simultaneamente sobre múltiplos sistemas afetados pelas condições crônicas de doenças coexistentes. A prática regular de exercícios físicos promove adaptações nestes mecanismos, representando uma intervenção com potencial para abordar de forma integrada os diferentes aspectos da multimorbidade (Poblete-Aro et al., 2018; Buford, 2016). Não se sabe com clareza como atuam, a magnitude dos efeitos, muito menos em relação aos HIIT na água.

Além dos benefícios psicofisiológicos, é fato que o exercício físico regular está associado à melhoria da aptidão física e da capacidade funcional, aspectos fundamentais para a manutenção da independência e qualidade de vida em idosos (Schmidt et al., 2020). A preservação da força muscular, da flexibilidade, do equilíbrio e da resistência cardiorrespiratória contribui para a realização das atividades da vida diária de forma autônoma, reduzindo o risco de quedas e a necessidade de assistência (Thomas et al., 2019).

Estudos recentes têm demonstrado que a prática regular de exercício físico em idosos está associada a melhorias significativas em parâmetros de saúde mental, função cognitiva, aptidão física e marcadores bioquímicos (Aidar et al., 2018; Korte et al., 2012). No entanto, a prescrição de exercícios para essa população requer considerações especiais quanto à intensidade, duração e modalidade, visando maximizar os benefícios e minimizar os riscos.

Dentre as diferentes modalidades de exercício físico disponíveis para a população idosa, os exercícios aquáticos têm ganhado destaque por reunirem características que favorecem a adesão, a segurança e a eficácia terapêutica, especialmente para aqueles com multimorbidades.

1.4 EXERCÍCIOS AQUÁTICOS

Os exercícios aquáticos têm se consolidado como uma estratégia condicionante eficaz e segura para a promoção da saúde física e mental, especialmente daqueles com multimorbidade. A água, em sua singularidade, possui propriedades físicas distintas que modulam a experiência do exercício. Dentre estas, destacam-se o empuxo, que proporciona uma redução da carga gravitacional sobre

as articulações; a pressão hidrostática, que exerce uma força compressiva uniforme sobre o corpo, auxiliando no retorno venoso e na redução de edemas; a viscosidade, que oferece resistência multidirecional ao movimento, promovendo o fortalecimento muscular; e a densidade, que influencia diretamente a flutuabilidade e a estabilidade do corpo imerso. Tais propriedades, em conjunto, tornam os exercícios aquáticos mais acessíveis e com menor risco cardiovascular, de lesões articulares e musculares, além de induzirem adaptações/alterações fisiológicas distintas e complementares às observadas em ambientes (Broman et al., 2006; Silva et al., 2022; Trindade et al., 2022).

Diante disso, a resistência oferecida pela água é proporcional ao quadrado da velocidade do movimento, o que permite uma progressão natural de carga conforme a velocidade “execução do movimento” do exercício aumenta, conseqüentemente aumentando a intensidade do treinamento. Isso implica que, ao dobrar a velocidade de execução, a resistência imposta pela água pode aumentar em até 4 vezes, permitindo uma progressão de carga intrínseca ao movimento (Becker, 2009). Essa resistência multidirecional favorece o recrutamento simultâneo e coordenado de músculos agonistas, antagonistas e sinergistas, o que não ocorre com a mesma intensidade e padrão durante a execução de exercícios terrestres, otimizando os ganhos de força e resistência muscular de forma mais equilibrada e funcional na água (Kelly et al., 2000; Becker, 2009).

A prática de exercícios aquáticos tem um efeito positivo no sistema cardiovascular, pois a pressão hidrostática exercida pela água aumenta o retorno venoso, melhora a função pulmonar e, conseqüentemente, eleva o débito cardíaco em até 32%, ao mesmo tempo em que reduz a frequência cardíaca (Frangolias et al., 2000). Esses efeitos contribuem para uma melhora na capacidade cardiorrespiratória e na recuperação pós-esforço. A contração muscular vigorosa contra a resistência da água transmite forças significativas aos ossos, estimulando a remodelação óssea e a osteogênese (Becker, 2009). Para otimizar a estimulação da densidade óssea em ambiente aquático, as orientações de exercício devem focar em movimentos que maximizem a carga muscular. Isso inclui exercícios de resistência progressiva, movimentos rápidos e explosivos contra a água.

A viscosidade da água tem um papel importante ao proporcionar resistência ao movimento, o que aumenta o recrutamento muscular e o gasto energético, tornando os exercícios aquáticos mais intensos e desafiadores. A densidade da água e o

empuxo permitem que o corpo flutue, o que reduz a pressão sobre as articulações e facilita o movimento, mas também exige maior esforço muscular para vencer a resistência da água. Quando os instrutores de hidroginástica, por exemplo, utilizam técnicas que exploram o arrasto, os exercícios se tornam ainda mais exigentes, o que potencializa os benefícios físicos e metabólicos (Graef; Krueel, 2006; Bataglioni, 2018).

Os efeitos psicológicos dos exercícios aquáticos são igualmente notáveis. O ambiente aquático, com sua sensação de leveza, conforto e relaxamento, promove uma experiência de exercício na maioria dos casos mais agradável e acessível, o que pode aumentar a adesão a programas de atividade física, principalmente em idosos (Doyenart et al., 2024). Além disso, a prática regular de exercícios na água está associada à redução de sintomas de ansiedade e depressão, frequentemente observados em idosos com multimorbidades (Pérez-De La Cruz, 2020). A melhoria do humor e o aumento do bem-estar geral podem ser atribuídos à liberação de dopaminas na fenda, ao aumento da serotonina e à ativação de mecanismos neurobiológicos relacionados à neuroplasticidade e à neurogênese (Vučlić Lovrenčić et al., 2015; Mikkelsen et al., 2017).

A hidroginástica, uma das modalidades mais populares de exercícios aquáticos, utiliza a resistência da água para promover ganhos em força, resistência muscular e aeróbica, sendo altamente eficaz na melhora da condição física geral de idosos e pessoas com condições crônicas (Finkelstein et al., 2004; Krueel, 2013). A água oferece um ambiente físico diferenciado, permitindo que as pessoas com limitações físicas participem de exercícios com menor riscos cardiorrespiratórios e neuromusculares, ao mesmo tempo em que são desafiadas a melhorar suas capacidades físicas e mentais.

Portanto, os exercícios aquáticos representam uma intervenção valiosa no contexto do envelhecimento saudável, proporcionando benefícios que vão desde a melhoria da função física até a promoção da saúde mental. Sua aplicabilidade em idosos com multimorbidades, como DM2, HAS e depressão, pode ser ampliada quando combinados com estratégias como o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT).

1.5 TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT)

O HIIT é um método de treinamento caracterizado pela alternância entre curtos períodos de exercícios físicos intensos e intervalos de recuperação, seja com descanso passivo ou ativo. Embora tenha surgido nos anos 1970 (Baker, 2017), o HIIT ganhou destaque nas últimas décadas por sua eficácia em promover melhorias na aptidão física e metabólica em diversos públicos, inclusive em idosos (Sackett et al., 2020; Batrakoulis; Fatouros, 2022; Silva et al., 2022; Doyenart et al., 2024).

A estrutura clássica do HIIT envolve esforços intensos que duram de 20 a 90 segundos, seguidos por períodos de recuperação de 10 segundos a 2 minutos. Essa combinação é repetida em múltiplas séries durante uma única sessão de treino (Oishi et al., 2019). Um dos principais atrativos do HIIT é sua eficiência em termos de tempo. Estudos apontam que treinos curtos e intensos podem gerar efeitos comparáveis, ou até superiores, aos programas tradicionais de treinos longos, moderados e contínuos, tanto na perda de gordura quanto na melhora do condicionamento cardiorrespiratório (Oishi et al., 2019; Sackett et al., 2020; Panissa et al., 2021). O aumento no consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) e a maior estimulação da função mitocondrial, massa muscular e cerebral durante o HIIT, são algumas das explicações fisiológicas para esses benefícios, que permanecem obscuras e superficiais.

Aprofundando, em relação as prescrições de HIIT, Machado et al. (2019) propõem um modelo teórico de prescrição baseado no nível de aptidão física (iniciante, intermediário e avançado), considerando a manipulação das variáveis de carga externa, tais como: tempo de estímulo, tempo de recuperação, duração da sessão e seleção dos exercícios terrestres. Essa abordagem amplia a aplicação do HIIT ao propor combinações que variam de segundos a minutos, superando a rigidez de protocolos clássicos. Os protocolos utilizados (30segx15seg e 30segx10seg) nesta pesquisa foram adaptados a partir dessa proposta, com o objetivo de testar, em contexto aquático, a viabilidade prática da prescrição sugerida pelo autor.

Duas evidências em idosos, testaram HIIT adaptado ao meio aquático, e demonstraram que ele foi seguro, viável e eficaz (Xin et al., 2024; Bunaes-Naess et al., 2025). A água, por suas propriedades físicas, como empuxo, viscosidade e pressão hidrostática, proporciona um ambiente seguro para a realização de movimentos com menor risco de lesão e menor sobrecarga cardíaca, quando comparado aos terrestre em mesma intensidade percebida (Delevatti et al., 2019;

Doyenart et al., 2024). Estudos têm apontado que o HIIT aquático pode promover melhorias significativas na capacidade cardiovascular, na força e resistência muscular, no controle do peso corporal, na densidade óssea, bem como no bem-estar geral dos idosos de maneira similar aos exercícios terrestres (Sackett et al., 2020; Xin et al., 2024).

No estudo de Mekari et al. (2020), foram comparados os efeitos de três modalidades de exercício: HIIT, treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) e treinamento resistido (RT). O protocolo de HIIT consistiu em duas sessões semanais de 20 minutos, com intervalos de 15 segundos de esforço e recuperação passiva. O MICT envolveu 34 minutos de exercício contínuo, e o RT incluiu oito exercícios para o corpo inteiro, realizados em duas séries de 10 repetições. Após seis semanas de intervenção, apenas o grupo HIIT apresentou melhora significativa na flexibilidade cognitiva dos participantes idosos, indicando potencial superioridade desse método sobre os demais em aspectos neuropsicológicos.

Além dos efeitos fisiológicos, o HIIT também tem se mostrado eficaz na promoção da saúde mental. Uma revisão sistemática conduzida por (Batrakoulis; Fatouros, 2022) evidenciou que programas de HIIT podem melhorar significativamente diversos indicadores psicológicos em adultos com sobrepeso e obesidade, como adesão ao exercício, prazer na prática, respostas afetivas, qualidade de vida, além de reduzir níveis de ansiedade e depressão. Esses efeitos foram, em muitos casos, superiores aos observados com o treinamento contínuo de intensidade moderada.

No contexto fisiopatológico da multimorbidade, onde o estresse oxidativo e a inflamação crônica são proeminentes, é possível que o HIIT demonstre um potencial condicionante particular por meio da modulação dessas vias bioquímicas. Embora o exercício de alta intensidade possa induzir, de forma aguda, um aumento transitório na produção de EROs e ERNs e na liberação de citocinas inflamatórias, adaptações crônicas benéficas são observadas com a prática regular (Radak et al., 2008; Da Silva et al., 2009; Da Silva et al., 2024). No estudo de Silva et al. (2019) idosos foram submetidos a um protocolo de exercício aquático de baixa intensidade e demonstraram reduções significativas no estresse oxidativo (\downarrow DCF), em citocinas pró-inflamatórias (\downarrow TNF- α , \downarrow IL-1) e aumento na atividade antioxidante (\uparrow SOD), reforçando o potencial adaptativo do treinamento aquático em idosos. Especula-se que esse fenômeno, conhecido como hormese, sugere que o estresse agudo induzido

pelo HIIT regula positivamente as defesas antioxidantes endógenas (como SOD, GPx e catalase) e modula a resposta inflamatória, promovendo uma redução sustentada de IL-6 e TNF- α , além do aumento de citocinas anti-inflamatórias como Interleucina-4 (IL-4) (Mathur; Pedersen, 2008).

É possível que essa capacidade do HIIT de promover essas adaptações antioxidantes e anti-inflamatórias de forma tempo-eficiente o torna particularmente promissor para idosos com multimorbidade. Acredita-se que modulação positiva dessas vias pelo HIIT pode contribuir para a melhoria da sensibilidade à insulina, da função endotelial, da neuroproteção e da redução do risco cardiovascular, abordando mecanismos fisiopatológicos centrais subjacentes às condições crônicas presentes nessa população, sendo talvez superiores aos modelos de treinamento físicos tradicionais (treinamento contínuo de baixa e moderadas intensidades).

Apesar de algumas evidências científicas já terem sido documentadas, a aplicação do HIIT em idosos com multimorbidade ainda representa um campo emergente de investigação. Os protocolos tradicionais em terra precisam ser adaptados para água e atender às necessidades específicas e limitações desta população. No entanto, a magnitude e a natureza das respostas bioquímicas e fisiológicas podem variar dependendo do protocolo de HIIT (duração dos estímulos, duração dos intervalos e modalidade) e das características patológicas dos idosos. Diante dessas hipóteses, propõe-se neste estudo avaliar os efeitos de diferentes protocolos de HIIT realizados na água sobre marcadores de saúde física, mental e bioquímica em idosos com multimorbidade.

1.6 JUSTIFICATIVA

Esta dissertação se justifica pela existência de lacunas significativas na literatura científica quando se trata da aplicação de exercícios aquáticos em idosos com multimorbidade. A primeira lacuna se trata especificamente de idosos com multimorbidade em um estudo envolvendo treinamento aquático. Embora estudos anteriores apontem efeitos positivos de diferentes protocolos aquáticos sobre a saúde psicofisiológica e bioquímica em idosos com condições isoladas (sujeitos depressivos e/ou diabéticos e/ou hipertensos), não se tem conhecimento de estudos que examinaram especificamente os efeitos do HIIT aquático em populações com multimorbidade.

A segunda lacuna, nos apresenta pela falta de investigações que analisaram como diferentes modelos de HIIT, aplicados em ambiente aquático, impactam de forma integrada variáveis psicofisiológicas e bioquímicas importantes como saúde mental, cognição, física, oxidativa e inflamatória nessa população específica (idosos multimórbidos). Torna-se pertinente investigar se idosos com DM2, HAS e depressão respondem positivamente ao exercício físico de alta intensidade na água, de forma semelhante ou distinta de idosos com essas condições isoladas.

A compreensão dos mecanismos bioquímicos, fisiológicos e psicológicos envolvidos representa um dos objetivos centrais deste trabalho, buscando investigar como HIIT realizado na água pode interferir nesses processos de forma integrada, promovendo um ambiente metabólico mais equilibrado e funcional em idosos com múltiplas comorbidades.

A relevância deste estudo se destaca na medida em que propõe uma abordagem integrada, segura e de baixo risco, utilizando exercícios aquáticos. Aliando a eficácia do HIIT com a adaptabilidade às limitações físicas de idosos. Portanto, essa dissertação teve como objetivo analisar os efeitos de dois diferentes protocolos de HIIT aquático em idosos com multimorbidade sobre os parâmetros metabólicos, bioquímicos, mentais, cognitivos e físicos contribuindo com evidências que possam embasar práticas clínicas, programas de condicionamento físico e políticas públicas voltadas ao envelhecimento saudável e funcional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o efeito dos dois programas de hidroginástica utilizando o método de HIIT sobre parâmetros metabólicos, bioquímicos, mentais, cognitivos, físicos, de força e eficiência muscular em idosos com multimorbidade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o efeito de dois programas de HIIT envolvendo exercícios aquáticos sobre parâmetros metabólicos de colesterol total, HDL-c, triglicerídeos e glicose;
- Comparar o efeito de dois programas de HIIT envolvendo exercícios aquáticos sobre parâmetros inflamatórios de IL-1, IL-4 e IL-6;
- Comparar o efeito de dois programas de HIIT envolvendo exercícios aquáticos sobre parâmetros oxidativos de NO, DCF, sulfidrina, SOD e GSH;
- Comparar o efeito dos dois programas de HIIT envolvendo exercícios aquáticos sobre parâmetros de qualidade de sono, sonolência, ansiedade, depressão e cognição em idosos com multimorbidade;
- Comparar o efeito de dois programas de HIIT envolvendo exercícios aquáticos sobre a aptidão de levantar e sentar, marchar, de dobrar e esticar, de levantar e caminhar, equilíbrio e flexibilidade em idosos com multimorbidade;
- Comparar o efeito de dois programas de HIIT envolvendo exercícios aquáticos sobre o IVCF-20;
- Comparar o efeito de dois programas de HIIT envolvendo exercícios aquáticos sobre parâmetros de força muscular de mão, cintura escapular e coluna lombar em idosos com multimorbidade;
- Comparar o efeito de dois programas de HIIT envolvendo exercícios aquáticos sobre parâmetros de atividade elétrica muscular durante o exercício de agachamento e flexão de cotovelo em idosos com multimorbidade;
- Oportunizar a prática de exercícios físicos aquáticos especializados para idosos com multimorbidade de maneira social.

3 METODOLOGIA

3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este estudo foi realizado de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), sendo que foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade do Extremo Sul Catarinense (CAAE: 76438323.1.0000.0119) sob o parecer nº 6.582.053 (ANEXO A). Ainda, o presente estudo foi aprovado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (REBEC) sob o nº RBR-5j2cd8q. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), apresentaram os demais documentos necessários (atestados médicos e físicos) e preencheram a ficha de inscrição padronizada do Grupo de Pesquisa em Exercícios Aquáticos Avançados (GPEAA) (APÊNDICE F).

3.2 DESENHO DO ESTUDO

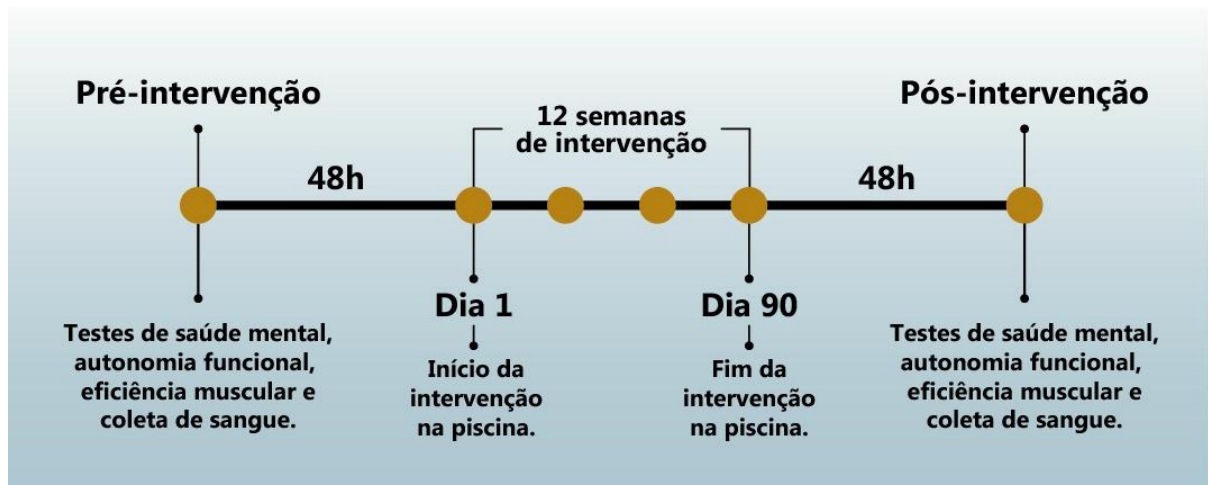
Estudo clínico randomizado envolvendo três grupos de idosos com multimorbidade (com depressão, HAS e/ou DM2 associados) pacientes do setor de Clínicas da Saúde de nossa Universidade. Os idosos foram divididos em grupo hidroginástica treinamento contínuo de moderada intensidade (G1), hidroginástica intervalado de alta intensidade nível intermediário (G2) e hidroginástica intervalado de alta intensidade nível avançado (G3), e de acordo com diferentes tempos de recuperação (Intermediário – quinze segundos; Avançado - dez segundos) entre as séries dos exercícios, adaptado de Machado et al. (2019). Quarenta e oito horas antes e após finalizar os programas de exercícios físicos foram avaliados os parâmetros metabólicos, bioquímicos, mentais, cognitivos, físicos e de força e eficiência muscular.

3.3 RANDOMIZAÇÃO

Foram recrutados voluntariamente 150 idosos cadastrados no setor de Clínicas da Saúde da Universidade, na cidade de Criciúma, todos com liberação médica para a prática de exercícios físicos. Todos os idosos eram multimórbidos, apresentando no mínimo duas das três doenças (DM2, HAS e depressão), diagnosticadas por médicos por meio de atestado. A randomização dos grupos foi realizada por meio do método

de amostragem aleatória simples (Zar, 1999), utilizando o software Question Pro, realizado por um pesquisador independente. Os idosos multimórbidos foram alocados em três grupos, com n=50 cada. Sendo eles: Grupo 1 (prática de hidroginástica 2 vezes por semana e protocolo contínuo de moderada intensidade); Grupo 2 (prática de hidroginástica 2 vezes por semana e protocolo intervalado de alta intensidade nível intermediário – 30 segundos de esforço por 15 segundos de pausa); e Grupo 3 (prática de hidroginástica 2 vezes por semana e protocolo intervalado de alta intensidade nível avançado – 30 segundos de esforço por 10 segundos de pausa). Para a inclusão e exclusão de participantes nos três grupos, foram utilizados os critérios de pesquisa descritos abaixo.

Figura 2. Linha do tempo do estudo



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

3.3.1 Cálculo amostral

Para a determinação do tamanho amostral, foi utilizado o método de comparação de médias entre grupos, considerando um nível de significância (α) de 5% (erro tipo I) e poder estatístico ($1-\beta$) de 80% (erro tipo II de 20%). O teste não paramétrico de Wilcoxon foi adotado devido à natureza contínua e possível distribuição não normal das variáveis principais.

Com base em dados de estudos prévios envolvendo populações submetidas a intervenções físicas com foco na saúde mental e autonomia funcional (Silva et al., 2019; Silva et al., 2022), foi estimada uma amostra mínima de 23 participantes por grupo, totalizando 69 idosos, para garantir significância estatística adequada.

Considerando uma taxa potencial de perda amostral superior a 50%, observada em estudos similares e confirmada pelo andamento do estudo, decidiu-se iniciar com uma amostra de 99 idosos (33 por grupo). Essa estratégia buscou compensar as desistências, ausências e baixa adesão observadas durante a intervenção, de modo a assegurar o número mínimo calculado para análise final.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Ter idade igual ou superior a 60 anos;
- Apresentar atestado médico com pelo menos duas das três multimorbididades associadas (DM2, HAS e/ou depressão);
- Apresentar atestado médico com autorização para prática de exercício físicos aquáticos.

3.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Ter apresentado algum impedimento clínico para a realização de exercício físico aquático atestado pelo médico;
- Possuir outro tipo de patologia, associada ou não, que pudesse interferir nos resultados da pesquisa;
- Não ter apresentado os documentos solicitados;
- Não possuir idade igual ou superior a 60 anos.

3.6 PROGRAMA DE EXERCÍCIO AQUÁTICO – CONTÍNUO E HIDRO-HIIT

O programa de exercícios aquáticos teve duração total de 40 minutos por sessão, totalizando 80 minutos semanais de exercícios físicos para os três grupos. Ambos os membros (superiores e inferiores) foram ativados durante os exercícios, conforme as diretrizes da Aquatic Exercise Association (AEA, 2010) para atividades aeróbicas. Todos os exercícios foram realizados em aulas de hidroginástica, na posição vertical do corpo e em profundidade de água até o processo xifoide (Graef; Kruehl, 2006).

A diferenciação entre os grupos residiu nos protocolos de treinamento, com um grupo realizando um protocolo com método contínuo de treinamento e intensidade moderada (G1) e os outros dois grupos aplicando o método intervalado de treinamento de alta intensidade (HIIT) em diferentes níveis: intermediário (G2) e avançado (G3). As recuperações entre as séries no G2 foram de quinze segundos, enquanto no G3 foram de dez segundos, conforme adaptação de Machado et al. (2019).

Os exercícios aquáticos utilizados neste estudo foram os mesmos para os três grupos experimentais (APÊNDICE E), sendo selecionados com base nas orientações de Kanitz et al. (2022), descritas no *Manual da Hidroginástica*. A escolha foi fundamentada em critérios de segurança, eficácia e aplicabilidade para a população idosa, contemplando movimentos que envolvem membros superiores e inferiores, com padrões variados de coordenação motora e direção (frontal, lateral, posterior e vertical). Todos os exercícios foram previamente padronizados quanto à forma de execução, número total (nove exercícios), ordem e tempo de duração, assegurando consistência metodológica entre os grupos. As únicas diferenças entre os grupos referiram-se ao método de execução (contínuo ou intervalado), à intensidade (moderada ou alta, conforme a PSE) e ao tempo de recuperação entre os estímulos (15 segundos para o G2 e 10 segundos para o G3).

Para o controle da intensidade durante as sessões aquáticas, utilizou-se exclusivamente a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) de Borg (6-20 pontos). A escolha da PSE foi justificada pela sua praticidade e validade em ambientes aquáticos, onde a monitorização da frequência cardíaca pode ser dificultada por fatores como a imersão e o reflexo de mergulho, que podem atenuar a resposta cronotrópica. É amplamente reconhecido na literatura que a PSE possui uma forte correlação linear com variáveis fisiológicas objetivas de intensidade de exercício, como o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), a frequência cardíaca máxima (FCmax) e a frequência cardíaca de reserva (FCreserva), tanto em exercícios em solo quanto aquáticos (Shigematsu et al., 2004; Graef; Kruehl, 2006). Essa correlação permite que a intensidade percebida pelo indivíduo reflita adequadamente o estresse fisiológico e psicológico imposto pelo exercício, tornando a PSE uma ferramenta robusta para a prescrição e monitoramento do treinamento (Pelliccia et al., 2021)

Especificamente, em relação às intensidades e volumes de treinamento, os protocolos foram desenhados da seguinte forma: Grupo 1 (Protocolo contínuo de intensidade moderada): As sessões consistiram em 2 minutos de aquecimento,

seguidos por 36 minutos de parte principal. Esta parte principal incluiu 9 exercícios de hidroginástica que visavam o fortalecimento dos grupamentos musculares do core, membros superiores e inferiores. A intensidade de execução foi mantida em nível moderado, correspondendo a uma PSE na escala de Borg de 12-13 (pontos), que, conforme a quadro 1, correlaciona-se com um trabalho aeróbico na faixa de 40-69% do $VO_2\text{max}$ ou FCR. As séries e repetições foram realizadas de forma contínua durante os 36 minutos, sem interrupções programadas para recuperação passiva ou ativa, focando na manutenção da intensidade aeróbica. A sessão foi finalizada com 2 minutos de volta à calma (APÊNDICE B).

Grupo 2 (HIIT Aquático - Nível Intermediário): As sessões foram compostas por 5 minutos de aquecimento, 30 minutos de parte principal e 5 minutos de volta à calma (APÊNDICE C). Durante a parte principal, foram realizados 9 exercícios de hidroginástica em um formato de HIIT. As fases de alta intensidade foram programadas para atingir uma PSE de 17-19 (pontos) na escala de Borg, caracterizando um esforço que, conforme a quadro 1, corresponde a um trabalho que envolve o sistema aeróbico, produção de lactato e componentes anaeróbicos (acima de 85% do $VO_2\text{max}$ ou FCR). As séries e repetições de cada exercício foram realizadas com o máximo esforço percebido dentro da zona de alta intensidade, seguidas por períodos de recuperação ativa de quinze segundos, nos quais a intensidade foi reduzida para níveis de baixa intensidade (PSE de 10-11) antes da próxima fase de alta intensidade. O volume de "séries e repetições" foi padronizado em cada exercício dentro dos 30 minutos de parte principal, buscando a maior performance possível dentro do tempo estipulado para cada bloco de trabalho de alta intensidade.

Grupo 3 (HIIT Aquático - Nível Avançado): Este grupo realizou sessões com 8 minutos de aquecimento, 24 minutos de parte principal e 8 minutos de volta à calma (APÊNDICE D). A parte principal de 24 minutos consistiu em 9 exercícios de hidroginástica executados em regime de HIIT, com as fases de alta intensidade projetadas para alcançar uma PSE de 17-19 (pontos) na escala de Borg, caracterizando um esforço que, conforme a quadro 1, corresponde a um trabalho que envolve o sistema aeróbico, produção de lactato e componentes anaeróbicos (acima de 85% do $VO_2\text{max}$ ou FCR). As séries e repetições de cada exercício foram executadas com o máximo esforço possível, seguido por períodos de recuperação ativa de dez segundos, com a intensidade reduzida para níveis de baixa intensidade

(PSE de 10-11). O volume de "séries e repetições" foi igualmente padronizado dentro dos 24 minutos de parte principal, com a execução máxima de repetições por série durante os picos de alta intensidade.

Quadro 1. Classificação da intensidade do exercício

Intensidade	Vo ₂ máx (%)	HRmax (%)	FC (%)	RPE escala	Zona de treino
Baixa intensidade, exercício leve	<40	<55	<40	10-11	Aeróbia
Exercício de moderada intensidade	40-69	55-74	50-69	12-13	Aeróbia
Alta Intensidade	70-85	75-90	70-85	14-16	Aeróbia + lactato
Exercício muito intenso	>85	>90	>85	17-19	Anaeróbia + lactato + anaeróbia

Fonte: adaptado de European Society of Cardiology, 2020.

3.7 MONITORAMENTO DA INTENSIDADE DO EXERCÍCIO

A intensidade do exercício foi monitorada exclusivamente por meio da Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg, versão de 6 a 20 pontos (Borg, 1994). A Escala de Borg é amplamente reconhecida como uma ferramenta válida e prática para o controle da intensidade do exercício em ambientes clínicos e de pesquisa, permitindo ajustes em tempo real com base na percepção individual do esforço (Row Lazzarini et al., 2017; Silva et al., 2019). Dessa forma, sua aplicação neste estudo visou garantir a intensidade, segurança e a autorregulação do esforço pelos participantes durante as sessões de exercício aquático. Essa metodologia foi particularmente adequada para o ambiente aquático, onde a monitorização de parâmetros fisiológicos como a frequência cardíaca pode ser dificultada por fatores como a imersão e o reflexo de mergulho, que atenuam a resposta cronotrópica. Dessa forma, a aplicação da PSE neste estudo visou garantir a intensidade adequada, a segurança e a autorregulação do esforço pelos participantes durante as sessões de exercício aquático, com base em sua forte correlação com variáveis fisiológicas

objetivas de intensidade de exercício, como o consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$), a frequência cardíaca máxima (FCmax) e a frequência cardíaca de reserva (FCreserva) (Pelliccia *et al.*, 2021).

Durante as sessões, a orientação e a aferição da intensidade via PSE foram realizadas da seguinte forma para cada grupo:

Grupo 1 (Protocolo contínuo de intensidade moderada): - Orientação: Os participantes foram instruídos a manter um ritmo de exercício que correspondesse a uma PSE entre 12 e 13 na Escala de Borg, que significa "Um pouco cansativo" a "Cansativo". Eles eram verbalmente incentivados a se manter nessa faixa, percebendo que poderiam conversar, mas com alguma dificuldade (o que é comumente conhecido como "teste da fala"). - Monitoramento: A cada 5-7 minutos, ou conforme a necessidade percebida pelos instrutores, os participantes eram questionados sobre sua PSE atual. Ajustes no ritmo ou na amplitude dos movimentos eram sugeridos coletivamente para assegurar que a intensidade percebida se mantivesse dentro da faixa-alvo de 12-13.

Grupo 2 (treinamento intervalado de alta intensidade nível intermediário): - Orientação: Para as fases de alta intensidade (esforço), os participantes foram orientados a atingir uma PSE entre 17 e 19, classificadas como "Muito, muito cansativo" a "Exaustivo". A instrução era de "dar o máximo que pudesse por aquele período", sentindo uma grande exigência física e dificuldade em conversar. Para as fases de recuperação ativa (15 segundos), a orientação era para uma PSE de 10-11 ("Bem leve" a "Leve"), permitindo uma recuperação parcial e preparação para o próximo pico. - Monitoramento: A PSE era verbalmente solicitada ao final de cada período de esforço intenso, validando se a intensidade estava na faixa de 17 a 19. Durante a recuperação, a percepção de alívio do esforço e a queda para 10-11 pontos eram executadas. Caso um participante estivesse abaixo ou acima da faixa, ajustes verbais eram feitos para aumentar (ex: "Acelere mais, sinta o corpo trabalhar") ou diminuir (ex: "Desacelere um pouco, não se esgote tão rápido") o esforço no próximo ciclo.

Grupo 3 (HIIT Aquático - Nível Avançado):- Orientação: Nas fases de alta intensidade, a instrução era para atingir uma PSE entre 17 e 19, classificadas como "Muito, muito cansativo" a "Exaustivo". Os participantes eram encorajados a realizar o esforço máximo ou quase máximo tolerável naquele curto período, sentindo uma exaustão muscular e respiratória significativa. Para as fases de recuperação ativa (10

segundos), a orientação era para uma PSE de 10-11 ("Bem leve" a "Leve"), sendo um período breve para alívio mínimo. - Monitoramento: Similar ao G2, a PSE era aferida verbalmente ao término de cada fase de alta intensidade, garantindo que o esforço percebido estivesse na faixa de 17-19. A rapidez e a brevidade da recuperação (10 segundos) eram controladas. Instruções eram dadas para otimizar o esforço máximo em cada repetição e garantir que a recuperação fosse mínima, mas suficiente para o próximo esforço.

Em todos os grupos, os instrutores estavam constantemente presentes para observar a linguagem corporal dos participantes, sinais de desconforto ou exaustão excessiva, e para fornecer feedback e incentivo, garantindo que a PSE fosse um reflexo preciso do esforço e que a segurança dos idosos fosse priorizada.

3.8 COLETA DE SANGUE

A coleta sanguínea foi realizada para análise dos marcadores metabólicos, inflamatórios e de estresse oxidativo, em dois momentos: 48 horas antes do início do treinamento e 48 horas após o término da intervenção, todas realizadas no turno matutino entre 08h00 e 10h00 e em jejum. A coleta foi feita por profissional habilitado, por punção venosa com agulha 25x7, totalizando 8 mL de sangue por participante. Após a assepsia do local e a colocação do garrote, o sangue foi coletado em tubos sem aditivos para análises metabólicas e com anticoagulante (EDTA) para análises inflamatórias e de estresse oxidativo, seguido por estancamento e aplicação de curativo. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos a 4 °C, e as alíquotas de soro e hemácias foram armazenadas a -80 °C até o momento das análises bioquímicas.

3.9 ANÁLISES METABÓLICAS

As análises metabólicas foram realizadas utilizando o soro obtido por centrifugação das amostras sanguíneas coletadas. Foram dosados os seguintes parâmetros: colesterol total, colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL-c), triglicerídeos e glicose.

As concentrações de colesterol total, HDL-c e triglicerídeos foram determinadas por método enzimático colorimétrico, utilizando kits comerciais (Bioclin®, Belo

Horizonte, MG, Brasil), conforme as instruções do fabricante. A reação enzimática ocorreu em meio líquido, com leitura da absorbância em espectrofotômetro a 500 nm. Os resultados foram expressos em mg/dL.

A glicemia plasmática foi mensurada por meio do método enzimático colorimétrico (GOD-PAP) (Trinder, 1969), também com reagentes da marca Bioclin®, sendo a absorbância lida a 505 nm. Os resultados foram expressos em mg/dL.

3.10 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

3.10.1 Análises de marcadores inflamatórios

A dosagem das citocinas foi realizada por meio do método ELISA de captura, utilizando o kit Uncoated IL-1, IL-4 e IL-6 (Invitrogen by Thermo Fisher Scientific). As análises seguiram rigorosamente as instruções do fabricante. Inicialmente, 100 µL/poço de anticorpo de captura diluído em tampão Coating Buffer (1:250) foram adicionados à placa de ELISA, a qual foi incubada overnight a 4 °C. No dia seguinte, a solução foi descartada e realizaram-se três lavagens com 250 µL/poço de tampão de lavagem.

O bloqueio da placa foi realizado com 200 µL/poço de diluente ELISA/ELISPOT (1X), com incubação à temperatura ambiente por uma hora. Após o período, a solução foi descartada e efetuaram-se duas lavagens. Em seguida, adicionaram-se 100 µL/poço das amostras (sobrenadante celular), com incubação overnight a 4 °C para garantir máxima sensibilidade. No dia seguinte, a solução foi novamente descartada e realizaram-se cinco lavagens.

Posteriormente, 100 µL/poço de anticorpo de detecção diluído (1:250) foram adicionados e a placa foi incubada por uma hora à temperatura ambiente. Após nova etapa de lavagens (5 vezes), adicionaram-se 100 µL/poço de Streptavidin-HRP, com incubação por 30 minutos à temperatura ambiente. Realizaram-se mais cinco lavagens, seguidas da adição de 100 µL/poço de solução TMB (1X), com incubação por 15 minutos. Por fim, foram adicionados 100 µL/poço de solução de parada.

A leitura foi realizada em leitor de microplacas por absorbância a 450 nm. Todas as análises foram realizadas em duplicata, considerando a homogeneidade da amostra. Na mesma placa, foi realizada uma curva-padrão com as soluções

fornecidas pelo kit, garantindo a qualidade dos dados e permitindo a conversão dos resultados em pg/mL.

3.10.2 Indicador de formação de Óxido Nítrico (NO) e determinação de ROS

A produção de NO foi avaliada por espectrofotometria, com base na quantificação do metabólito estável nitrito. As amostras foram incubadas com reagente de Griess (1% sulfanilamida e 0,1% N-1 naftiletlenodiamina) por 10 minutos à temperatura ambiente, e a absorbância foi lida a 540 nm. A concentração de nitrito foi determinada com base em curva-padrão (0 a 100 nM) preparada com nitrito de sódio (NaNO_2), e os resultados foram expressos em μmol de nitrito/mg de proteína.

A produção de hidroperóxidos foi avaliada por meio da oxidação do diacetato de 2',7'-diclorodihidrofluoresceína (DCFH-DA), que forma o composto fluorescente 2',7'-diclorofluoresceína (DCF), conforme descrito por (Chae et al., 2004).

3.10.3 Marcador de dano oxidativo (Sulfidril)

Os grupamentos tióis totais foram quantificados com o reagente DTNB, que reduz os grupos sulfidril, formando o composto amarelo TNB, quantificado por espectrofotometria a 412 nm (Aksenov; Markesbery, 2001).

3.10.4 Defesas antioxidantes (SOD E GSH)

A atividade da superóxido dismutase (SOD) foi determinada com base na inibição da auto-oxidação da adrenalina, segundo (Bannister and Calabrese, 1987). Amostras do homogenato de tecido (5, 10 e 15 μL) foram incubadas com catalase (0,0024 mg/mL), tampão glicina (pH 10,2), e adrenalina (60 mM), e as leituras foram realizadas a 480 nm em intervalos de 10 segundos por 180 segundos. Os resultados foram expressos em unidades de SOD por mg de proteína.

A concentração de GSH foi mensurada após precipitação proteica com ácido tricloroacético 10%. Parte da amostra foi diluída em tampão fosfato (800 mM, pH 7,4) e reagida com DTNB (500 μM), com leitura da absorbância a 412 nm após 10 minutos. A quantificação foi baseada em curva-padrão de GSH (Hissin; Hilf, 1976).

3.11 ANÁLISES DE SAÚDE MENTAL

A qualidade do sono foi avaliada pelo Índice de Qualidade do Sono de *Pittsburgh* (PSQI) (Bertolazi et al., 2011) (ANEXO B). O escore total varia de 0 a 21 pontos, sendo considerado: ≤ 5 pontos - boa qualidade do sono; > 5 pontos - má qualidade do sono.

A sonolência diurna foi mensurada por meio da Escala de Sonolência de *Epworth* (ESS) (Bertolazi et al., 2009) (ANEXO C). Esse instrumento avalia a probabilidade de cochilar em oito situações cotidianas, com graduação de 0 a 3 pontos (0 = nenhuma chance de cochilar; 3 = alta probabilidade). O escore total varia de 0 a 24 pontos, sendo classificado em: 0 a 10 pontos - sonolência normal; 11 a 16 pontos - sonolência excessiva leve; 17 a 24 pontos - sonolência excessiva grave.

A ansiedade foi avaliada pelo Inventário de Ansiedade de Beck (BAI) (Gorenstein; Andrade, 1996) (ANEXO D). O questionário contém 21 itens que descrevem sintomas de ansiedade, cada um com quatro alternativas de intensidade (0 a 3 pontos). O escore total varia de 0 a 63 pontos, com os seguintes pontos de corte: 0 a 10 pontos - ansiedade mínima; 11 a 19 pontos - ansiedade leve; 20 a 30 pontos - ansiedade moderada; 31 a 63 pontos - ansiedade grave.

A depressão foi avaliada pelo Inventário de Depressão de Beck (BDI) (Gorenstein; Andrade, 1996) (ANEXO E). Esse inventário é composto por 21 itens que abordam aspectos cognitivos, afetivos, comportamentais e somáticos, cada um com quatro alternativas (0 a 3 pontos). O escore final resulta do somatório dos itens, variando de 0 a 63 pontos, e é classificado em: 0 a 10 pontos - ausência ou depressão mínima; 11 a 19 pontos - depressão leve a moderada; 20 a 35 pontos - depressão moderada a grave; 36 a 63 pontos - depressão grave.

3.12 ANÁLISE DE COGNIÇÃO

Foi utilizado o Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) (ANEXO F), sendo o teste mais amplamente utilizado para avaliar a função cognitiva, devido à sua agilidade (cerca de 10 minutos) e facilidade de aplicação. O MEEM foi considerado um instrumento de triagem, sem substituir uma avaliação mais aprofundada. Abrangeu diversos domínios, como orientação temporal e espacial, memória imediata e de evocação, cálculo, linguagem (nomeação, repetição, compreensão, escrita) e cópia

de desenho. Embora não fosse adequado para diagnóstico, indicou funções que necessitavam de investigação adicional. Além disso, foi um dos poucos testes validados e adaptados para a população brasileira idosa (Bertolucci et al., 1994).

3.13 ANÁLISES DE APTIDÃO FÍSICA

A aptidão física foi mensurada por meio do Teste de Aptidão Física para Idosos (TAFI), desenvolvido e validado por Rikli; Jones (2008) (ANEXO G). Esse teste consistiu em uma bateria de avaliações da aptidão funcional, incluindo: força dos membros superiores (teste da flexão do antebraço), força dos membros inferiores (teste de levantar e sentar-se da cadeira), flexibilidade inferior (teste de sentar e alcançar os pés), flexibilidade superior (teste de alcançar atrás das costas), resistência aeróbia (teste de marcha estacionária – 2 minutos) e agilidade e equilíbrio dinâmico (teste de levantar-se da cadeira, caminhar 2,5 metros e retornar à posição sentada). A força dos membros superiores foi avaliada pelo número de flexões de cotovelo durante 30 segundos segurando pesos de 2,27 kg para mulheres e 3,63 kg para homens. A força dos membros inferiores foi avaliada pelo número de vezes que o idoso conseguia levantar-se da cadeira durante 30 segundos com os braços cruzados sobre o tórax. A resistência aeróbia foi medida pelo número de passos realizados em 2 minutos, com elevação alternada dos joelhos até a metade da distância entre a patela e a crista ilíaca. A flexibilidade dos membros inferiores foi avaliada pela distância alcançada ao sentar-se na borda da cadeira, com a perna estendida e as mãos tentando tocar os dedos dos pés. A flexibilidade dos membros superiores foi medida pela distância entre as mãos ao realizar o movimento de alcançar atrás das costas. Por fim, a agilidade e o equilíbrio dinâmico foram avaliados pelo tempo necessário para levantar-se da cadeira, caminhar uma distância de 2,44 metros, retornar e sentar-se novamente. Mais detalhes das descrições e classificações dos testes foram encontrados no livro Teste de Aptidão Física para Idosos (Rikli; Jones, 2008).

3.14 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLÍNICO-FUNCIONAL

O Índice de Vulnerabilidade Clínico-Funcional (IVCF-20) (ANEXO H) foi desenvolvido e validado no Brasil, sendo utilizado neste estudo para avaliar aspectos multidimensionais da condição de saúde dos idosos. O questionário foi composto por 20 questões distribuídas em oito seções: idade (1 questão), autopercepção da saúde (1 questão), incapacidades funcionais (4 questões), cognição (3 questões), humor (2 questões), mobilidade (6 questões), comunicação (2 questões) e comorbidades múltiplas (1 questão). Cada seção apresentou pontuação específica, totalizando até 40 pontos, sendo que quanto maior foi a pontuação obtida, maior foi o risco de vulnerabilidade clínico-funcional do idoso (Moraes et al., 2016).

3.15 ANÁLISES DE FORÇA MUSCULAR

A força muscular foi avaliada por meio de dinamômetros portáteis, procedimento não invasivo que permitiu a mensuração da força aplicada por meio de um sistema com células de carga, sendo os valores expressos em quilogramas-força (Kgf) (Hall, 2020). Foram aplicados três testes específicos de força, conforme o manual prático para Avaliação em Educação Física (Guedes; Guedes, 2005).

No teste de força de preensão manual, o participante foi orientado a sentar-se com escápulas aduzidas, cotovelo a 90° e punho em posição neutra, com a barra do dinamômetro ajustada à sua mão. Três tentativas de contração máxima foram realizadas de forma alternada entre as mãos, registrando-se para análise o maior valor obtido entre as três tentativas (Guedes; Guedes, 2005).

No teste de força de tração lombar, o participante se posicionou em pé sobre a plataforma do dinamômetro, com joelhos semiflexionados, tronco inclinado a cerca de 120°, e segurou a barra com empunhadura mista (uma mão em posição pronada e a outra em posição supinada), mantendo a coluna ereta ao aplicar a força máxima. Também foram realizadas três tentativas, sendo considerado o maior valor alcançado (Guedes; Guedes, 2005).

No teste de força de tração da cintura escapular, o participante permaneceu em posição ortostática, realizando abdução dos ombros, flexão dos cotovelos, antebraços em posição neutra e polegares estendidos, aplicando força com as manoplas do equipamento. Três tentativas foram executadas, e o maior valor de força produzido foi utilizado para análise (Guedes; Guedes, 2005).

3.16 ANÁLISES DE EFICIÊNCIA MUSCULAR

A eficiência muscular foi quantificada por meio da técnica de Eletromiografia Muscular de Superfície (EMG) (Hermens et al., 2000), a qual consistiu no monitoramento da atividade elétrica das membranas excitáveis das fibras musculares, representando os potenciais de ação deflagrados pela tensão elétrica muscular ao longo do tempo. O objetivo dessa técnica foi analisar a eficiência muscular com base na atividade elétrica específica do músculo esquelético durante contrações realizadas em exercícios físicos. Foram utilizados eletrodos de superfície monopolares passivos (Ag/AgCl), um módulo de aquisição de sinais biológicos (ganho: 1000 vezes, filtro passa-alta: 20Hz, filtro passa-baixa: 500Hz, frequência de amostragem: 1000Hz), placa A/D e software específico.

Para a análise da eficiência muscular dos membros inferiores, foi realizado um teste durante o exercício de levantar da cadeira, com os eletrodos fixados no músculo reto femoral, adaptado dos protocolos de Rikli e Jones (2008) e Doyenart et al. (2021). Para minimizar interferências na aquisição do sinal eletromiográfico, foram realizadas tricotomia e assepsia com álcool no local de fixação dos eletrodos. O teste consistiu em duas etapas: 1) levantar e sentar da cadeira uma única vez, com as mãos cruzadas sobre o tórax, respeitando uma cadência de 3 segundos; 2) levantar e sentar da cadeira uma única vez, com carga adicional de 10 kg presa ao tronco, também com cadência de 3 segundos.

Para os membros superiores, os eletrodos foram fixados no músculo bíceps braquial. O teste consistiu em duas etapas: 1) uma única flexão e extensão dos flexores de cotovelo, sem carga, com cadência de 3 segundos; 2) uma única flexão e extensão dos flexores de cotovelo com carga de 2,27 kg para mulheres e 3,63 kg para homens, igualmente com cadência de 3 segundos.

O sinal eletromiográfico bruto foi quantificado para cada contração. Para calcular a eficiência muscular, os valores de RMS obtidos na condição com carga foram normalizados pelos valores de RMS da condição sem carga. A eficiência muscular foi determinada pela razão entre o RMS do movimento com carga e o RMS do movimento sem carga ($\text{RMS com carga} / \text{RMS sem carga}$) comparando os valores pré e pós treinamento físico. Essa normalização permite comparar a atividade muscular necessária para realizar um movimento sob diferentes condições, sendo utilizada como parâmetro de eficiência muscular (Watanabe et al., 2018; Doyenart, et

al., 2021). Os valores resultantes dessa normalização foram então comparados nos momentos pré e pós-intervenção para avaliar as mudanças na eficiência muscular.

3.17 COLETA DE DADOS

Todos os idosos passaram por uma familiarização dos testes de saúde mental, cognição, aptidão física, equilíbrio, eficiência muscular e força muscular durante uma semana. Após a familiarização, a primeira coleta de dados foi realizada quarenta e oito horas antes do início dos programas de exercício e a segunda coleta foi realizada 48h após finalizado o programa de exercício (12 semanas). Foram aplicados os mesmos testes pré e pós programa.

3.18 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram analisados com auxílio do *software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 23.0*. As variáveis quantitativas foram expressas por meio de média e desvio padrão, bem como pela porcentagem de variação entre os momentos pré e pós-intervenção. As variáveis qualitativas foram expressas por meio de frequência e porcentagem.

Os testes estatísticos foram realizados com um nível de significância $\alpha = 0,05$ e, portanto, confiança de 95%. As variáveis quantitativas foram avaliadas quanto a normalidade por meio da aplicação do teste de Shapiro-Wilk.

A investigação da existência da associação entre variáveis qualitativas foi realizada por meio da aplicação dos testes Qui-quadrado de Pearson e Razão de Verossimilhança.

A comparação da média das variáveis quantitativas entre os grupos (G1, G2 e G3) foi realizada por meio da aplicação dos testes ANOVA de uma via (para dados com distribuição normal) e H de Kruskal-Wallis (para dados com distribuição não normal), seguido pelos testes post hoc de Tukey e Dunn, respectivamente. Já a comparação das variáveis quantitativas pré e pós-intervenção (dentro de cada grupo) foi realizada por meio da aplicação dos testes t de Student para amostras pareadas (para dados com distribuição normal) e T de Wilcoxon (para dados com distribuição não normal).

3.19 RISCOS

Aponta-se que a pesquisa apresentou baixo riscos éticos para saúde dos idosos. Afirma-se ainda que os testes mentais e físicos foram de simples execução, não apresentando riscos a integridade mental e física dos idosos. Os possíveis riscos relacionados a confiabilidade dos dados e constrangimento durante as avaliações, foram sanados através do cuidado dos pesquisadores, seguindo todas as orientações e precauções. Na coleta de sangue foi utilizado material descartável e estéril, minimizando o risco de infecção e de transmissão de doenças.

3.20 BENEFÍCIOS

Levando em consideração o objetivo do presente estudo, cabe ressaltar que os três programas de exercícios físicos aquáticos estão dentro dos seus preceitos éticos e metodológicos, sendo que eles contribuem para melhorar a qualidade de vida (mental, física e social) dos idosos, com baixo risco a saúde. É importante destacar que o fortalecimento aeróbio e muscular dos idosos é mais do que necessário para promover um estilo de vida ativo e saudável.

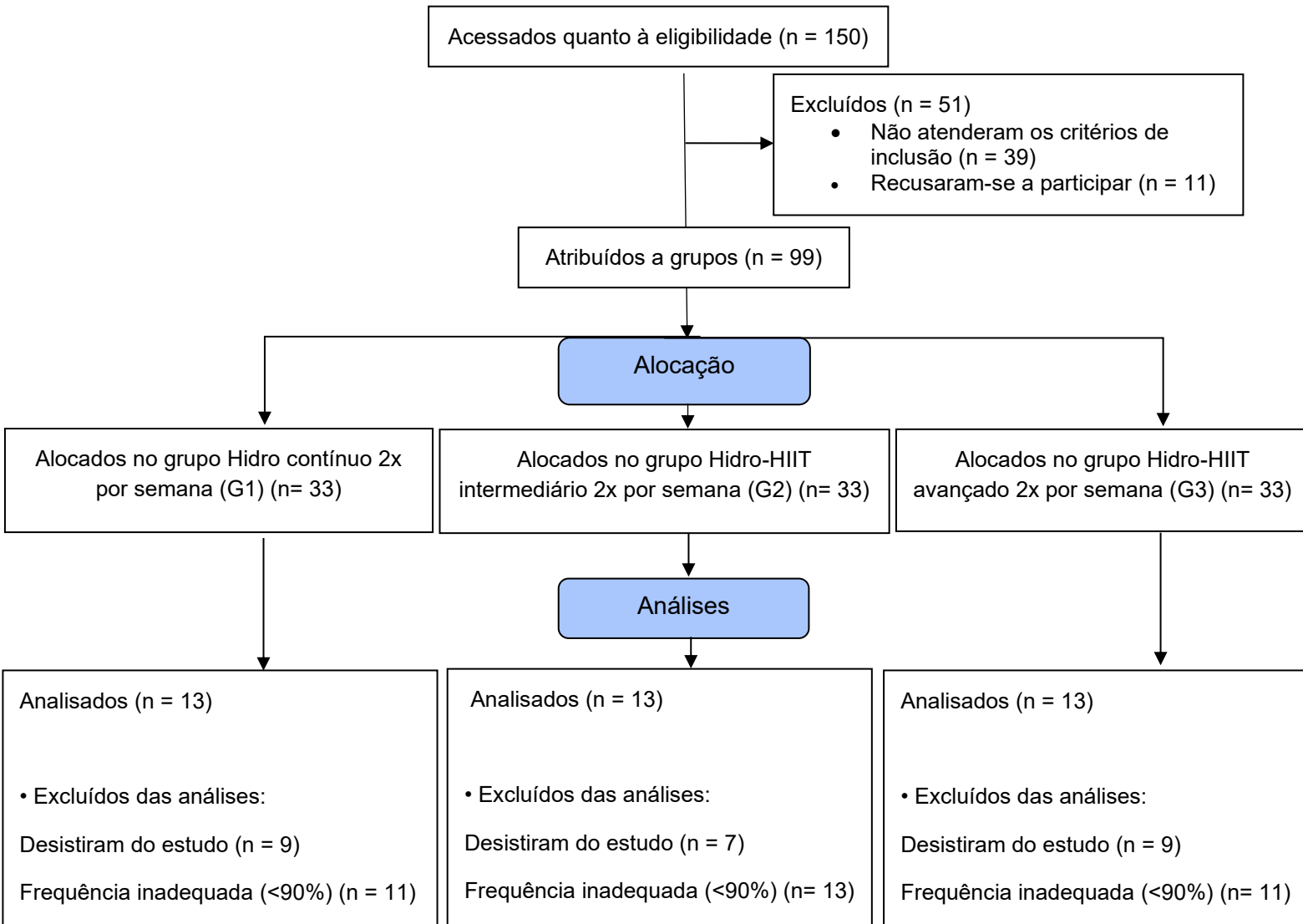
3.21 DESFECHO PRIMÁRIO

Análise de parâmetros metabólicos, inflamatórios, oxidativos, qualidade de sono, sonolência, ansiedade, depressão, cognição, resistência aeróbia e muscular, aptidão física, equilíbrio e eficiência muscular em idosos com multimorbidade praticantes de treinamentos físicos aquáticos, através de dados científicos.

4. RESULTADOS

Um total de 150 participantes foram inicialmente acessados quanto à elegibilidade para inclusão no estudo. Desses, 51 foram excluídos, principalmente por não atenderem aos critérios de inclusão (n = 39) ou por recusarem-se a participar (n = 11). Os 99 participantes restantes foram então alocados em um dos três grupos: Hidro contínuo 2 vezes por semana (G1, n = 33), Hidro-HIIT intermediário 2 vezes por semana (G2, n = 33) ou Hidro-HIIT avançado 2 vezes por semana (G3, n = 33).

Durante a intervenção, alguns participantes desistiram ou apresentaram adesão inadequada (frequência <90% nas aulas) e, portanto, foram excluídos das análises. Isso levou a uma amostra final para análise de 13 participantes em G1, 13 em G2 e 13 em G3. Ainda, dentro da piscina durante as 12 semanas de aulas de hidroginástica não houve nenhum caso adverso (tontura, desmaio, enjoo, queda, afogamento e qualquer acidente relacionado a execução dos exercícios). O fluxograma do processo de seleção dos participantes está ilustrado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma do processo de seleção da amostra

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A Tabela 1 apresenta a caracterização sociodemográfica e clínica da amostra, que foi composta por 39 participantes, distribuídos igualmente em três grupos (n = 13 por grupo): G1 (contínuo), G2 (hidro-HIIT intermediário) e G3 (hidro-HIIT avançado). A análise inicial das variáveis sociodemográficas não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em relação à idade ($p = 0,876$), sexo ($p = 0,768$), quantidade de filhos ($p = 0,663$), estado civil ($p = 0,288$), escolaridade ($p = 0,348$) e situação econômica ($p = 0,164$). Essa homogeneidade na composição dos

grupos é fundamental para garantir que as diferenças observadas pós-intervenção possam ser atribuídas aos tratamentos aplicados.

Quanto aos hábitos de vida, a prática de exercício físico, o tipo de exercício e a frequência semanal também se mostraram homogêneos entre os grupos ($p > 0,05$), indicando que os participantes iniciaram as intervenções com perfis de atividade física semelhantes. Em relação ao perfil de saúde, a prevalência de condições crônicas como DM2 ($p = 0,659$), HAS ($p = 0,541$) e depressão ($p = 0,603$) não diferiu significativamente entre os grupos. O Índice de Massa Corporal (IMC), um importante indicador de saúde, também não apresentou diferença significativa entre os grupos no baseline ($p = 0,155$), reforçando a equivalência inicial da amostra para as análises subsequentes.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

	Média \pm DP, n (%)			Valor-p
	G1 n = 13	G2 n = 13	G3 n = 13	
Idade (anos)	67,69 \pm 3,37	67,38 \pm 5,54	68,28 \pm 3,83	0,876 [¥]
Sexo				0,768 ^{¥¥}
Masculino	1 (7,7)	2 (15,4)	1 (7,7)	
Feminino	12 (92,3)	11 (84,6)	12 (92,3)	
Quantidade de filhos				0,663 ⁺⁺⁺
0 – 2	7 (53,8)	7 (53,8)	5 (38,5)	
3 – 5	6 (46,2)	6 (46,2)	8 (61,5)	
Estado Civil				0,288 ^{¥¥}
Solteiro (a)	3 (23,1)	2 (15,4)	0 (0,0)	
Casado (a)	5 (38,5)	7 (53,8)	7 (53,8)	
Divorciado (a)	1 (7,7)	1 (7,7)	0 (0,0)	
Viúvo (a)	4 (30,8)	3 (23,1)	6 (46,2)	
Escolaridade				0,348 ^{¥¥}
Saber ler e escrever	1 (7,7)	0 (0,0)	1 (7,7)	
Ensino Primário	6 (46,2)	7 (53,8)	9 (69,2)	
Ensino Secundário	6 (46,2)	4 (30,8)	3 (23,1)	
Ensino Superior	0 (0,0)	2 (15,4)	0 (0,0)	
Situação econômica				0,164 ^{¥¥}
Má	4 (30,8)	0 (0,0)	2 (15,4)	
Média	8 (61,5)	11 (84,6)	10 (76,9)	
Boa	1 (7,7)	2 (15,4)	1 (7,7)	
Prática de exercício físico				0,695 ^{¥¥}

Sim	5 (38,5)	4 (30,8)	3 (23,1)	
Não	8 (61,5)	9 (69,2)	10 (76,9)	
Tipo de exercício				0,587 [¥]
Pilates	2 (15,4)	1 (7,7)	2 (15,4)	
Ginástica	1 (7,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	
Caminhada	1 (7,7)	3 (23,1)	1 (7,7)	
Musculação	1 (7,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	
Nenhum	8 (61,5)	9 (69,2)	10 (76,9)	
Frequência semanal				0,215 [¥]
Nenhum	8 (61,5)	9 (69,2)	10 (76,9)	
1	3 (23,1)	1 (7,7)	3 (23,1)	
2	2 (15,4)	3 (23,1)	0 (0,0)	
DM2				0,659 ⁺⁺⁺
Sim	6 (46,2)	8 (61,5)	8 (61,5)	
Não	7 (53,8)	5 (38,5)	5 (38,5)	
HAS				0,541 [¥]
Sim	10 (76,9)	12 (92,3)	11 (84,6)	
Não	3 (23,1)	1 (7,7)	2 (15,4)	
Depressão				0,603 [¥]
Sim	10 (76,9)	8 (61,5)	10 (76,9)	
Não	3 (23,1)	5 (38,5)	3 (23,1)	
IMC (kg/m ²)	28,74 ± 3,57	28,41 ± 2,81	26,64 ± 2,16	0,155 [‡]

G1: Contínuo; G2: Hidro-HIIT intermediário; G3: Hidro-HIIT avançado. Abreviações: DP = Desvio Padrão.

¥ Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal Wallis;

¥¥ Valor obtido após aplicação do teste Razão de Verossimilhança;

+++ Valor obtido após aplicação do teste Qui-Quadrado de Pearson;

‡ Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via;

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

4.2 ANÁLISES DOS PARÂMETROS METABÓLICOS

A Tabela 2 detalha os resultados dos parâmetros metabólicos.

Os níveis de colesterol total não apresentaram alteração estatisticamente significativa em nenhum dos grupos ($p > 0,05$). Na comparação entre os grupos, não houve diferença estatisticamente significativa para o colesterol total, tanto no pré-intervenção ($p = 0,193$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,914$).

Os níveis de HDL-c aumentaram significativamente em todos os grupos após as intervenções. O G1 (contínuo) aumentou de (28,38 ± 6,46 mg/dL) para (38,31 ±

7,56 mg/dL) ($p = 0,002$), o G2 (hidro-HIIT intermediário) de ($26,69 \pm 6,08$ mg/dL) para ($28,53 \pm 8,80$ mg/dL) ($p = 0,002$), e o G3 (hidro-HIIT avançado) de ($36,83 \pm 6,10$ mg/dL) para ($42,75 \pm 6,98$ mg/dL) ($p = 0,045$). Esses aumentos correspondem a variações de +35% no G1, +7% no G2 e +16% no G3. Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,001$), onde o G3 (Hidro-HIIT avançado) diferiu significativamente do G2 (Hidro-HIIT intermediário) ($p = 0,012$). No pós-intervenção, também houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p = 0,016$), com o G3 (hidro-HIIT avançado) diferindo significativamente do G1 (contínuo) ($p = 0,004$).

Os triglicérides tiveram uma redução significativa em todos os grupos. O G1 diminuiu de ($143,18 \pm 31,88$ mg/dL) para ($102,36 \pm 38,37$ mg/dL) ($p = 0,009$), o G2 de ($141,00 \pm 40,70$ mg/dL) para ($111,82 \pm 34,20$ mg/dL) ($p = 0,018$), e o G3 de ($108,45 \pm 39,41$ mg/dL) para ($99,45 \pm 43,55$ mg/dL) ($p = 0,032$). As reduções percentuais foram de -28% para o G1, -21% para o G2 e -8% para o G3. Na comparação entre os grupos, não houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,084$) nem no pós-intervenção ($p = 0,740$).

Os níveis de glicose também apresentaram uma redução estatisticamente significativa em todos os grupos. O G1 diminuiu de ($111,83 \pm 33,97$ mg/dL) para ($79,83 \pm 17,61$ mg/dL) ($p = 0,002$), o G2 de ($110,92 \pm 36,34$ mg/dL) para ($88,75 \pm 17,51$ mg/dL) ($p = 0,003$), e o G3 de ($101,75 \pm 29,85$ mg/dL) para ($84,67 \pm 14,32$ mg/dL) ($p = 0,014$). Isso representa reduções de -29% no G1, -20% no G2 e -17% no G3. Na comparação entre os grupos, não houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,573$) nem no pós-intervenção ($p = 0,427$).

Tabela 2. Parâmetros metabólicos.

	Média ± DP, n			Valor-p
	G1	G2	G3	
Colesterol total (mg/dL)	n = 13	n = 11	n = 13	
Pré	182,69 ± 52,05	150,82 ± 53,43	150,92 ± 43,60	0,193 [¥]
Pós	147,23 ± 42,39	143,27 ± 48,22	139,38 ± 50,21	0,914 [¥]
Valor-p	0,075 [†]	0,351 ^{††}	0,245 ^{††}	
Variação %	-19	-5	-8	
HDL-c (mg/dL)	n = 13	n = 13	n = 12	
Pré	28,38 ± 6,46 ^a	26,69 ± 6,08 ^{a,b}	36,83 ± 6,10 ^b	0,001[¥]
Pós	38,31 ± 7,56 ^b	28,53 ± 8,80 ^{a,b}	42,75 ± 6,98 ^a	0,016[¥]
Valor-p	0,002^{††}	0,002^{††}	0,045[†]	
Variação %	+35	+7	+16	
Triglicerídeos (mg/dL)	n = 11	n = 11	n = 11	
Pré	143,18 ± 31,88	141,00 ± 40,70	108,45 ± 39,41	0,084 [¥]
Pós	102,36 ± 38,37	111,82 ± 34,20	99,45 ± 43,55	0,740 [‡]
Valor-p	0,009[†]	0,018^{††}	0,032^{††}	
Variação %	-28	-21%	-8%	
Glicose (mg/dL)	n = 12	n = 12	n = 12	
Pré	111,83 ± 33,97	110,92 ± 36,34	101,75 ± 29,85	0,573 [¥]
Pós	79,83 ± 17,61	88,75 ± 17,51	84,67 ± 14,32	0,427 [‡]
Valor-p	0,002[†]	0,003^{††}	0,014[†]	
Variação %	-29	-20	-17	

G1: Contínuo; G2: Hidro-HIIT intermediário; G3: Hidro-HIIT avançado. Abreviações: DP = Desvio Padrão, HDL-c = Colesterol de Lipoproteína de Alta Densidade.

[†] Valor obtido após aplicação do teste T de Wilcoxon;

^{††} Valor obtido após aplicação do teste t de Student para amostras pareadas;

[¥] Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal Wallis, seguido pelo teste post hoc de Dunn;

[‡] Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post hoc de Tukey;

^{a, b} letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatísticas após teste post hoc.

Variação % representa a porcentagem de mudança do Pós em relação ao Pré, calculada como: (Média pós - Média pré) / Média pré x 100.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

4.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

A Tabela 3 apresenta as análises dos parâmetros bioquímicos.

A IL-1, demonstrou uma diminuição estatisticamente significativa em seus níveis do pré- para o pós-intervenção em todos os grupos (G1: $p = 0,039$; G2: $p = 0,024$; G3: $p = 0,005$). As variações percentuais foram de -14% no G1, -19% no G2 e -17% no G3. Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para IL-1, tanto no pré-intervenção ($p = 0,890$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,622$).

Para a IL-6, os grupos G1 ($p = 0,025$) e G3 ($p = 0,002$) apresentaram redução estatisticamente significativa do pré para o pós-intervenção, enquanto o G2 não demonstrou alteração significativa ($p = 0,104$). As reduções percentuais foram de -29% no G1 e -28% no G3, enquanto o G2 teve uma variação de -22%. Similarmente, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos para IL-6, seja no pré- ($p = 0,948$) ou no pós-intervenção ($p = 0,695$).

A IL-4, não teve alteração significativa em nenhum dos grupos do pré- para o pós-intervenção (G1: $p = 0,069$; G2: $p = 0,224$; G3: $p = 0,221$). As variações percentuais foram de +29% no G1, +11% no G2 e +11% no G3. Para IL-4, também não houve diferença significativa entre os grupos no pré- ($p = 0,084$) ou no pós-intervenção ($p = 0,128$).

O NO não apresentou alteração significativa no G2 ($p = 0,388$), mas demonstrou aumento significativo nos grupos G1 ($p = 0,005$) e G3 ($p = 0,001$) do pré- para o pós-intervenção. A variação percentual no G1 foi de +52% e no G3 foi de +34%, enquanto o G2 apresentou +28%. Não houve diferença significativa entre os grupos para NO, tanto no pré- ($p = 0,920$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,841$).

Em relação ao DCF, todos os grupos tiveram uma redução estatisticamente significativa do pré- para o pós-intervenção (G1: $p = 0,000$; G2: $p = 0,000$; G3: $p = 0,000$). As reduções percentuais foram de -36 % no G1, -30% no G2 e -36% no G3. Contudo, não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para DCF, tanto no pré- ($p = 0,656$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,826$).

Os níveis de sulfidril aumentaram significativamente do pré- para o pós-intervenção nos grupos G1 ($p = 0,001$) e G3 ($p = 0,001$), enquanto o G2 não demonstrou alteração significativa ($p = 0,634$). As variações percentuais foram de +36% no G1 e +38% no G3, com o G2 apresentando +10%. Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,056$), conforme verificado pelo teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post hoc de Tukey. No entanto, essa diferença não foi mantida no pós-intervenção ($p = 0,380$).

A atividade da SOD aumentou significativamente em todos os grupos do pré- para o pós-intervenção (G1: $p = 0,019$; G2: $p = 0,001$; G3: $p = 0,000$). Os aumentos percentuais foram de +13% no G1, +15% no G2 e +21% no G3. Não houve diferença significativa estatisticamente entre os grupos no pré- ($p = 0,706$) ou no pós-intervenção ($p = 0,154$).

Os níveis de GSH apresentaram redução significativa estatisticamente em todos os grupos do pré- para o pós-intervenção (G1: $p = 0,005$; G2: $p = 0,021$; G3: $p = 0,018$). As reduções percentuais foram de -19% no G1, -21% no G2 e -19% no G3. No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos, tanto no pré- ($p = 0,995$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,949$).

Tabela 3. Parâmetros bioquímicos.

	Média \pm DP, n			Valor- p
	G1	G2	G3	
IL-1 (ng/mL)	n = 13	n = 13	n = 10	
Pré	21,55 \pm 5,00	22,26 \pm 5,38	21,48 \pm 2,99	0,890 [¥]
Pós	18,48 \pm 2,26	17,90 \pm 1,96	17,71 \pm 1,58	0,622 [‡]
Valor- p	0,039[†]	0,024^{††}	0,005[†]	
Varição %	-14	-19	-17	
IL-4 (ng/mL)	n = 8	n = 9	n = 8	
Pré	20,98 \pm 2,64	24,62 \pm 5,80	20,13 \pm 3,18	0,084 [‡]
Pós	27,01 \pm 6,29	27,25 \pm 5,61	22,32 \pm 3,50	0,128 [‡]
Valor- p	0,069 ^{††}	0,224 ^{††}	0,221 ^{††}	
Varição %	+29	+11	+11	
IL-6 (ng/mL)	n = 8	n = 6	n = 9	
Pré	13,06 \pm 4,19	12,30 \pm 2,67	12,24 \pm 2,03	0,948 [¥]
Pós	9,27 \pm 1,41	9,53 \pm 1,90	8,79 \pm 1,50	0,695 [‡]
Valor- p	0,025[†]	0,104 ^{††}	0,002^{††}	
Varição %	-29	-22	-28	
NO (μ mol/L)	n = 13	n = 12	n = 11	
Pré	1,54 \pm 0,64	1,66 \pm 0,86	1,60 \pm 0,75	0,920 [‡]
Pós	2,34 \pm 0,65	2,13 \pm 1,26	2,15 \pm 0,81	0,841 [‡]
Valor- p	0,005[†]	0,388 [†]	0,001^{††}	
Varição %	+52	+28	+34	
DCF (ng/mL)	n = 13	n = 11	n = 12	
Pré	609,55 \pm 120,86	566,84 \pm 96,22	586,68 \pm 119,12	0,656 [‡]
Pós	387,48 \pm 83,29	394,44 \pm 45,09	375,30 \pm 87,25	0,826 [‡]
Valor- p	0,000^{††}	0,000^{††}	0,000^{††}	
Varição %	-36	-30	-36	
SULFIDRILA (μ mol/L)	n = 12	n = 12	n = 12	
Pré	3,49 \pm 0,91 ^{a,b}	4,09 \pm 1,50 ^a	2,94 \pm 0,72 ^b	0,056[‡]
Pós	4,78 \pm 1,56	4,51 \pm 1,56	4,08 \pm 1,11	0,380 [‡]
Valor- p	0,001^{††}	0,634 ^{††}	0,001^{††}	
Varição %	+37	+10	+38	

SOD (U/mL)	n = 12	n = 11	n = 12	
Pré	0,38 ± 0,06	0,39 ± 0,05	0,37 ± 0,03	0,706 [¥]
Pós	0,43 ± 0,09	0,45 ± 0,09	0,45 ± 0,05	0,154 [‡]
Valor-p	0,019[†]	0,001^{††}	0,000^{††}	
Variacão %	+13	+15	+22	
GSH (µmol/L)	n = 12	n = 9	n = 7	
Pré	1,88 ± 0,30	1,89 ± 0,30	1,89 ± 0,44	0,995 [¥]
Pós	1,51 ± 0,22	1,49 ± 0,23	1,53 ± 0,22	0,949 [‡]
Valor-p	0,005^{††}	0,021[†]	0,018[†]	
Variacão %	-20	-21	-19	

G1: Contínuo; G2: Hidro-HIIT intermediário; G3: Hidro-HIIT avançado. Abreviações: DP = Desvio Padrão, IL-1 = Interleucina-1, IL-4 = Interleucina-4; IL-6 = Interleucina-6, NO = Óxido Nítrico, DCF = Diclorofluoresceína, SOD = Superóxido Dismutase, GSH = Glutathiona Reduzida.

[†] Valor obtido após aplicação do teste T de Wilcoxon;

^{††} Valor obtido após aplicação do teste t de Student para amostras pareadas;

[¥] Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal Wallis, seguido pelo teste post hoc de Dunn;

[‡] Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post hoc de Tukey;

^{a, b} letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatísticas após teste post hoc.

Variacão % representa a porcentagem de mudança do Pós em relação ao Pré, calculada como: (Média pós - Média pré) / Média pré x 100.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

4.4 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE SAÚDE MENTAL

A Tabela 4 descreve os resultados das avaliações pré- e pós-intervenção para os parâmetros de saúde mental e cognição.

Em relação à ansiedade de Beck, observou-se uma redução significativa dos escores no G1 (Contínuo), que passou de (10,00 ± 3,91 escore) para (3,57 ± 1,98 escore) ($p = 0,028$), e no G3 (Hidro-HIIT Avançado), onde os escores diminuíram de (15,33 ± 3,14 escore) para (5,16 ± 4,35 escore) ($p = 0,027$). Esses resultados correspondem a reduções de -64% no G1 e -66% no G3. Esses resultados sugerem que tanto o exercício contínuo quanto o Hidro-HIIT avançado podem ser eficazes na redução dos níveis de ansiedade. O G2 (Hidro-HIIT Intermediário) não apresentou alteração estatisticamente significativa ($p = 0,667$), com uma variação de -16%. Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,013$), conforme indicado pelo teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post-hoc de Tukey. Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa no pós-intervenção ($p=0,387$).

Em relação a depressão de Beck, os escores não mostraram diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos grupos após as intervenções (G1: $p = 0,290$; G2: $p = 0,780$; G3: $p = 0,958$). As variações percentuais foram de +46% no G1,

-5% no G2 e -1% no G3. Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,021$), conforme determinado pelo teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post-hoc de Tukey. Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa no pós-intervenção ($p = 0,074$).

A qualidade do sono, avaliada pelo *Pittsburgh*, demonstrou uma melhora significativa apenas no G2 (Hidro-HIIT Intermediário), com os escores reduzindo de ($6,87 \pm 2,35$ escore) para ($4,50 \pm 3,66$ escore) ($p = 0,026$). Essa redução representou uma variação de -34%. Os grupos G1 ($p = 0,104$) e G3 ($p = 0,283$) não apresentaram mudanças estatisticamente significativas neste parâmetro, com variações de -23% e -23% respectivamente. As comparações entre os grupos para qualidade do sono não revelaram diferenças significativas, tanto no pré-intervenção ($p = 0,126$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,155$).

A Escala de Sonolência de *Epworth* não revelou alterações significativas em nenhum dos grupos ($p > 0,05$), sugerindo que a sonolência diurna não foi substancialmente afetada pelas intervenções. As variações percentuais foram de -22% no G1, -9% no G2 e -21% no G3. Similarmente, para a Escala de Epworth, não houve diferença significativa entre os grupos, nem no pré- ($p = 0,324$) nem no pós-intervenção ($p = 0,363$).

No que concerne à cognição, avaliada pelo MEEM, foram observadas melhorias significativas nos grupos de treinamento de alta intensidade intervalado. O G2 teve um aumento significativo no escore, passando de ($23,6 \pm 4,00$ escore) para ($25,90 \pm 2,02$ escore) ($p = 0,049$), e o G3 apresentou uma melhora ainda mais expressiva, de ($21,00 \pm 4,03$ escore) para ($26,66 \pm 1,22$ escore) ($p = 0,004$). Isso corresponde a aumentos de +9% no G2 e +26% no G3. O G1 não mostrou alteração estatisticamente significativa ($p = 0,121$). Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,026$), conforme verificado pelo teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post-hoc de Tukey. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa no pós-intervenção ($p = 0,261$).

Tabela 4. Parâmetros de saúde mental e cognição.

	Média ± DP, n (%)			Valor-p
	G1	G2	G3	
Ansiedade Beck (escore)	n = 7	n= 6	n= 6	
Pré	10,00 ± 3,91 ^a	8,00 ± 3,74 ^b	15,33 ± 3,14 ^a	0,013 [‡]
Pós	3,57 ± 1,98	6,66 ± 4,36	5,16 ± 4,35	0,387 [¥]
Valor-p	0,028 [†]	0,667 ^{††}	0,027 ^{††}	
Variação %	-64	-17	-66	
Depressão Beck (escore)	n= 9	n= 8	n= 8	
Pré	3,66 ± 4,06 ^a	7,00 ± 2,77 ^b	10,12 ± 5,81 ^{a,b}	0,021 [‡]
Pós	5,33 ± 3,46	6,62 ± 2,32	10,00 ± 5,70	0,074 [‡]
Valor-p	0,290 ^{††}	0,780 ^{††}	0,958 ^{††}	
Variação	+46	-5	-1	
Pittsburgh (escore)	n= 9	n= 8	n= 8	
Pré	5,88 ± 4,51	6,87 ± 2,35	9,87 ± 4,69	0,126 [¥]
Pós	4,55 ± 3,66	4,50 ± 3,66	7,62 ± 3,96	0,155 [¥]
Valor-p	0,104 [†]	0,026 [†]	0,283 ^{††}	
Variação %	-23	-34	-23	
Epworth (escore)	n= 9	n= 10	n= 9	
Pré	2,00 ± 1,73	5,40 ± 5,12	3,11 ± 3,62	0,324 [¥]
Pós	1,55 ± 1,13	4,90 ± 5,17	2,44 ± 3,43	0,363 [¥]
Valor-p	0,395 [†]	0,764 [†]	0,305 [†]	
Variação %	-22	-9	-21	
MEEM (escore)	n= 8	n= 10	n= 9	
Pré	26,00 ± 1,92 ^a	23,6 ± 4,00 ^b	21,00 ± 4,03 ^{a,b}	0,026 [‡]
Pós	24,75 ± 2,96	25,90 ± 2,02	26,66 ± 1,22	0,261 [¥]
Valor-p	0,121 [†]	0,049 ^{††}	0,004 ^{††}	
Variação %	-5	+10	+27	

G1: Contínuo; G2: Hidro-HIIT intermediário; G3: Hidro-HIIT avançado. Abreviações: DP = Desvio Padrão, MEEM = Mini-Exame do Estado Mental.

[†] Valor obtido após aplicação do teste T de Wilcoxon;

^{††} Valor obtido após aplicação do teste t de Student para amostras pareadas;

[¥] Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal Wallis, seguido pelo teste post hoc de Dunn;

[‡] Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post hoc de Tukey;

^{a, b} letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatísticas após teste post hoc.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Variação % representa a porcentagem de mudança do Pós em relação ao Pré, calculada como: (Média pós - Média pré) / Média pré x 100.

4.5 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE APTIDÃO FÍSICA

Os resultados referentes à aptidão física são apresentados na Tabela 5, que detalha o desempenho nos testes de capacidade funcional.

No teste de levantar e sentar-se (membros inferiores), tanto o G1 (contínuo) quanto o G3 (hidro-HIIT avançado) demonstraram melhorias significativas. O G1 aumentou de (11,57 ± 1,13 reps) para (14,57 ± 2,76 reps) ($p = 0,029$), e o G3 de (12,00 ± 2,50 reps) para (14,00 ± 2,00 reps) ($p = 0,028$). Esses aumentos representam +26% no G1 e +17% no G3. O G2 (hidro-HIIT intermediário) não apresentou alteração estatisticamente significativa ($p = 0,236$), com uma variação de +13%. Na comparação entre os grupos, não houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,860$) nem no pós-intervenção ($p = 0,622$).

No teste de flexão de cotovelo (membros superiores), nenhum dos grupos apresentou alteração estatisticamente significativa após as intervenções (G1: $p = 0,083$; G2: $p = 0,509$; G3: $p = 0,297$). As variações percentuais foram de +14% no G1, +5% no G2 e +5% no G3. Na comparação entre os grupos, não foi observada diferença significativa no pré-intervenção ($p = 0,497$) nem no pós-intervenção ($p = 0,244$).

No teste de marcha estacionária, todos os grupos demonstraram aumentos significativos. O G1 melhorou de (71,54 ± 12,12 reps) para (90,28 ± 19,47 reps) ($p = 0,002$), o G2 de (70,72 ± 11,49 reps) para (100,55 ± 5,02 reps) ($p = 0,002$), e o G3 de (86,90 ± 16,18 reps) para (102,80 ± 13,38 reps) ($p = 0,046$). Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,047$), mas não no pós-intervenção ($p = 0,932$). Os aumentos percentuais foram de +26% no G1, +42% no G2 e +18% no G3. Na comparação entre os grupos, houve uma diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,047$), conforme determinado pelo teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post-hoc de Tukey. No entanto, essa diferença não foi mantida no pós-intervenção ($p = 0,932$).

Os testes de flexibilidade, alcançar os pés (membros inferiores) alcançar as costas (membros superiores), apresentaram resultados variados. Enquanto alcançar os pés não mostrou diferenças estatisticamente significativas em nenhum grupo ($p > 0,05$), houve variações de +29% no G1, +26% no G2 e -7% no G3. No teste alcançar as costas, o G1 (contínuo) apresentou uma melhora significativa, passando de (-14,62 ± 11,37 cm) para (-10,00 ± 10,90 cm) ($p = 0,042$). Isso corresponde a uma variação de +32%, indicando uma melhora na flexibilidade. No G2, a variação foi de +57%, e no G3, de +21%, ambos indicando melhora na flexibilidade. Para alcançar os pés, não houve diferença significativa entre os grupos, tanto no pré-intervenção ($p = 0,191$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,356$). Para Alcançar as costas, também não se

observou diferença significativa entre os grupos, nem no pré- ($p = 0,179$) nem no pós-intervenção ($p = 0,305$).

Tabela 5. Parâmetros de aptidão física.

	Média \pm DP, n (%)			Valor-p
	G1	G2	G3	
Membros inferiores (reps)	n = 7	n = 9	n = 7	
Pré	11,57 \pm 1,13	11,71 \pm 2,05	12,00 \pm 2,50	0,860 [‡]
Pós	14,57 \pm 2,76	13,28 \pm 2,28	14,00 \pm 2,00	0,622 [¥]
Valor-p	0,029 ^{††}	0,236 ^{††}	0,028 [†]	
Variação %	+26	+13	+17	
Membros superiores (reps)	n = 13	n = 12	n = 10	
Pré	11,23 \pm 3,03	10,58 \pm 3,36	12,20 \pm 3,08	0,497 [‡]
Pós	12,76 \pm 2,48	11,08 \pm 3,34	12,80 \pm 2,34	0,244 [‡]
Valor-p	0,083 ^{††}	0,509 ^{††}	0,297 ^{††}	
Variação %	+14	+5	+5	
Condicionamento aeróbio (reps)	n = 11	n = 9	n = 10	
Pré	71,54 \pm 12,12 ^a	70,72 \pm 11,49 ^{a,b}	86,90 \pm 16,18 ^b	0,047 [‡]
Pós	90,28 \pm 19,47	100,55 \pm 5,02	102,80 \pm 13,38	0,932 [‡]
Valor-p	0,002 ^{††}	0,002 ^{††}	0,046 ^{††}	
Variação %	+26	+42	+18	
Flexibilidade dos membros inferiores (cm)	n = 13	n = 12	n = 10	
Pré	-2,15 \pm 9,49	-6,30 \pm 9,87	-8,20 \pm 12,27	0,191 [¥]
Pós	-1,53 \pm 8,08	-4,69 \pm 8,08	-8,80 \pm 3,78	0,356 [¥]
Valor-p	0,779 [†]	0,234 [†]	0,596 [†]	
Variação %	+29	+26	-7	
Flexibilidade dos membros superiores (cm)	n = 8	n = 9	n = 10	
Pré	-14,62 \pm 11,37	-9,44 \pm 12,45	-4,80 \pm 8,41	0,179 [‡]
Pós	-10,00 \pm 10,90	-4,00 \pm 5,89	-3,80 \pm 7,82	0,305 [¥]
Valor-p	0,042 [†]	0,086 ^{††}	0,401 ^{††}	
Variação %	+32	+58	+21	

G1: Contínuo; G2: Hidro-HIIT intermediário; G3: Hidro-HIIT avançado. Abreviações: DP = Desvio Padrão.

[†] Valor obtido após aplicação do teste T de Wilcoxon;

^{††} Valor obtido após aplicação do teste t de Student para amostras pareadas;

[¥] Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal Wallis, seguido pelo teste post hoc de Dunn;

[‡] Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post hoc de Tukey;

^{a, b} letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatísticas após teste post hoc.

Variação % representa a porcentagem de mudança do Pós em relação ao Pré, calculada como: (Média pós - Média pré) / Média pré x 100.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

4.6 ANÁLISE DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLÍNICO-FUNCIONAL

A Tabela 6 apresenta as alterações no IVCF-20. Observou-se que os grupos G1 (contínuo) e G3 (hidro-HIIT avançado) demonstraram uma redução estatisticamente significativa nos escores deste índice. O G1 reduziu de (10,81 ± 7,49 escore) para (6,81 ± 5,67 escore) ($p = 0,004$), e o G3 de (8,40 ± 6,58 escore) para (4,40 ± 3,30 escore) ($p = 0,012$). As reduções percentuais foram de -37% no G1 e -48% no G3. O G2 (hidro-HIIT intermediário), no entanto, não apresentou uma redução estatisticamente significativa no escore ($p = 0,100$), com uma variação de -24%. Na comparação entre os grupos, não houve diferença estatisticamente significativa para o IVCF-20, tanto no pré-intervenção ($p = 0,701$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,274$).

Tabela 6. Índice de Vulnerabilidade Clínico-Funcional.

	Média ± DP, n (%)			Valor-p
	G1	G2	G3	
IVCF-20 (escore)	n = 11	n = 13	n = 10	
Pré	10,81 ± 7,49	10,00 ± 5,84	8,40 ± 6,58	0,701‡
Pós	6,81 ± 5,67	7,61 ± 4,83	4,40 ± 3,30	0,274‡
Valor-p	0,004 ^{††}	0,100 ^{††}	0,012 ^{††}	
Variação %	-37	-24	-48	

G1: Contínuo; G2: Hidro-HIIT intermediário; G3: Hidro-HIIT avançado. Abreviações: DP = Desvio Padrão, IVCF-20 = Índice de Vulnerabilidade Clínico-Funcional.

^{††} Valor obtido após aplicação do teste t de Student para amostras pareadas;

[‡] Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via;

Variação % representa a porcentagem de mudança do Pós em relação ao Pré, calculada como: (Média pós - Média pré) / Média pré x 100.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

4.7 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE FORÇA MUSCULAR

A Tabela 7 apresenta os resultados relacionados à força muscular.

A força de prensão da mão direita aumentou significativamente nos grupos G2 (hidro-HIIT intermediário) e G3 (hidro-HIIT avançado). O G2 passou de (23,87 ± 4,11 kgf) para (27,25 ± 3,52 kgf) ($p = 0,016$), e o G3 de (20,92 ± 2,97 kgf) para (22,78 ± 2,67 kgf) ($p = 0,017$). Isso representa aumentos de +14% no G2 e +9% no G3. O G1 (contínuo) não teve alteração significativa ($p = 0,334$), com uma variação de +2%. Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,004$), conforme determinado pelo teste H de Kruskal Wallis, seguido

pelo teste post hoc de Dunn. No entanto, essa diferença não foi mantida no pós-intervenção ($p = 0,185$).

A força escapular também demonstrou aumento significativo nos grupos G2 e G3. O G2 melhorou de ($15,28 \pm 3,45$ kgf) para ($20,00 \pm 1,41$ kgf) ($p = 0,012$), e o G3 de ($12,57 \pm 3,95$ kgf) para ($16,35 \pm 4,06$ kgf) ($p = 0,004$). Os aumentos percentuais foram de +31% no G2 e +31% no G3. O G1 não apresentou alteração estatisticamente significativa ($p = 0,121$), com uma variação de +17%. Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,046$), conforme indicado pelo teste H de Kruskal Wallis, seguido pelo teste post hoc de Dunn. Entretanto, o teste post-hoc não identificou diferenças significativas entre quaisquer pares de grupos. Contudo, essa diferença não foi mantida no pós-intervenção ($p = 0,818$).

No teste de força lombar, houve aumento em todos os grupos. O G1 de ($39,00 \pm 12,52$ kgf) para ($55,18 \pm 20,42$ kgf) ($p = 0,022$), o G2 de ($27,38 \pm 5,03$ kgf) para ($50,66 \pm 16,42$ kgf) ($p = 0,004$), e o G3 de ($30,80 \pm 4,56$ kgf) para ($43,05 \pm 14,51$ kgf) ($p = 0,005$). Isso representa aumentos de +41% no G1, +85% no G2 e +40% no G3. Na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,014$), conforme verificado pelo teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post hoc de Tukey. No entanto, essa diferença não foi mantida no pós-intervenção ($p = 0,822$).

Tabela 7. Parâmetros de força muscular.

	Média ± DP, n (%)			Valor-p
	G1 n = 13	G2 n = 13	G3 n = 13	
Mão direita (kgf)	n = 13	n = 8	n = 7	
Pré	25,46 ± 3,95 ^a	23,87 ± 4,11 ^{a,b}	20,92 ± 2,97 ^a	0,004 [‡]
Pós	26,00 ± 4,10	27,25 ± 3,52	22,78 ± 2,67	0,185 [‡]
Valor-p	0,334 [†]	0,016 [†]	0,017 ^{††}	
Variação %	+2	+14	+9	
Escapular (kgf)	n = 8	n = 8	n = 8	
Pré	16,50 ± 4,47 ^a	15,28 ± 3,45 ^a	12,57 ± 3,95 ^a	0,046 [‡]
Pós	19,37 ± 4,86	20,00 ± 1,41	16,35 ± 4,06	0,818 [‡]
Valor-p	0,121 ^{††}	0,012 ^{††}	0,004 [†]	
Variação %	+17	+31	+30	
Lombar (kgf)	n = 11	n = 9	n = 10	
Pré	39,00 ± 12,52 ^a	27,38 ± 5,03 ^b	30,80 ± 4,56 ^{a,b}	0,014 [‡]
Pós	55,18 ± 20,42	50,66 ± 16,42	43,05 ± 14,51	0,822 [‡]
Valor-p	0,022 [†]	0,004 [†]	0,005 ^{††}	
	+41	+85	+40	

G1: Contínuo; G2: Hidro-HIIT intermediário; G3: Hidro-HIIT avançado. Abreviações: DP = Desvio Padrão.

[†] Valor obtido após aplicação do teste T de Wilcoxon;

^{††} Valor obtido após aplicação do teste t de Student para amostras pareadas;

[‡] Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal Wallis, seguido pelo teste post hoc de Dunn;

[‡] Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via, seguido pelo teste post hoc de Tukey;

^{a, b} letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatísticas após teste post hoc.

Variação % representa a porcentagem de mudança do Pós em relação ao Pré, calculada como: (Média pós - Média pré) / Média pré x 100.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

4.8 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE EFICIÊNCIA MUSCULAR

A Tabela 8 apresenta as análises de eficiência muscular. É importante notar que, para eficiência muscular (medida em RMS), reduções nos valores e, conseqüentemente, porcentagens de variação negativas, quando comparadas com pre e pós treinamento físico, indicam uma melhora na eficiência, pois significa que menor atividade elétrica está sendo necessária para realizar o mesmo movimento e conseqüentemente o musculo está mais forte (eficiente).

Na flexão de cotovelo (membros superiores), todos os grupos demonstraram uma melhora estatisticamente significativa na eficiência muscular após a intervenção. O G1 reduziu de (113,27 ± 28,94 rms) para (87,42 ± 28,19 rms) ($p = 0,005$), o G2 de (140,67 ± 46,99 rms) para (96,77 ± 42,03 rms) ($p = 0,000$), e o G3 de (118,27 ± 25,53 rms) para (88,10 ± 20,31 rms) ($p = 0,003$). As variações percentuais foram de -23%

no G1, -31% no G2 e -25% no G3, todas indicando melhora na eficiência. Para Flexão de cotovelo, não foi observada diferença significativa entre os grupos, tanto no pré-intervenção ($p = 0,164$) quanto no pós-intervenção ($p = 0,759$).

No teste de levantar e sentar (membros inferiores), todos os grupos também apresentaram melhorias significativas na eficiência muscular. O G1 reduziu de ($101,91 \pm 27,66$ rms) para ($63,37 \pm 17,82$ rms) ($p = 0,001$), o G2 de ($96,32 \pm 24,49$ rms) para ($73,04 \pm 11,05$ rms) ($p = 0,004$), e o G3 de ($114,39 \pm 49,18$ rms) para ($79,03 \pm 21,95$ rms) ($p = 0,050$). As variações percentuais foram de -38% no G1, -24% no G2 e -31% no G3, todas indicando melhora na eficiência. Na comparação entre os grupos, não houve diferença estatisticamente significativa no pré-intervenção ($p = 0,436$) nem no pós-intervenção ($p = 0,184$).

Tabela 8. Parâmetros de eficiência muscular.

	Média \pm DP, n (%)			Valor- p
	G1	G2	G3	
Membros superiores (rms)	n = 12	n = 12	n = 11	
Pré	113,27 \pm 28,94	140,67 \pm 46,99	118,27 \pm 25,53	0,164 [‡]
Pós	87,42 \pm 28,19	96,77 \pm 42,03	88,10 \pm 20,31	0,759 [‡]
Valor- p	0,005^{††}	0,000^{††}	0,003^{††}	
Variação %	-23	-31	-25	
Membros inferiores (rms)	n = 12	n = 12	n =	
Pré	101,91 \pm 27,66	96,32 \pm 24,49	114,39 \pm 49,18	0,436 [‡]
Pós	63,37 \pm 17,82	73,04 \pm 11,05	79,03 \pm 21,95	0,184 [¥]
Valor- p	0,001^{††}	0,004^{††}	0,050[†]	
Variação %	-38	-24	-31	

G1: Contínuo; G2: Hidro-HIIT intermediário; G3: Hidro-HIIT avançado. Abreviações: DP = Desvio Padrão.

[†] Valor obtido após aplicação do teste T de Wilcoxon;

^{††} Valor obtido após aplicação do teste t de Student para amostras pareadas;

[¥] Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal Wallis;

[‡] Valor obtido após aplicação do teste ANOVA de uma via;

Variação % representa a porcentagem de mudança do Pós em relação ao Pré, calculada como: (Média pós - Média pré) / Média pré x 100.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

5. DISCUSSÃO

Embora existam estudos sobre os efeitos do exercício aquático em idosos com doenças crônicas isoladas (Da Silva et al., 2018; Silva et al., 2019; Doyenart et al., 2024), a literatura carece de investigações sobre a combinação específica de DM2, HAS e depressão. Neste contexto, este estudo investigou os efeitos de dois protocolos de exercício aquático intervalado de alta intensidade (HIIT) e um protocolo contínuo de intensidade moderada sobre diversos parâmetros em idosos com multimorbidade. Os resultados mostram que os três protocolos foram eficazes, mas os grupos submetidos aos modelos de treinamentos intervalados de alta intensidade, apresentaram melhores respostas em variáveis bioquímicas e funcionais. Esses achados sugerem a intervenção aquática intervalada de alta intensidade como uma estratégia segura e multifatorial para mitigar os desafios clínicos impostos pelo envelhecimento associado a multimorbidade. Ainda, não houve nenhum efeito adverso relacionado a desmaios, tonturas, elevações de pressões e lesões músculo-articulares durante o estudo.

Quanto aos parâmetros metabólicos, os resultados demonstraram que os três modelos de treinamento aquático (um contínuo, dois intervalados) na água para idosos com multimorbidade não treinados foram eficazes em promover melhorias significativas em parâmetros metabólicos relevantes como HDL-c, triglicerídeos e glicemia. Essas alterações positivas reforçam o papel do treinamento físico como intervenção não farmacológica essencial no manejo das dislipidemias e da resistência insulínica, especialmente em indivíduos com condições clínicas associadas, como DM2 e HAS (Kirwan et al., 2009; Mosteoru et al., 2023)

A elevação significativa dos níveis de HDL-c observada nos dois modelos de treinamento, contínuo vs. intervalado, é particularmente relevante, uma vez que essa lipoproteína exerce função anti-inflamatória e antioxidante, associada à diminuição do risco cardiovascular (Franczyk et al., 2023). Embora protocolos com maior volume e frequência (120 minutos/semana e 3 a 4 sessões semanais) sejam frequentemente associados a alterações lipídicas mais robustas (Kodama et al., 2007), os achados do presente estudo sugerem que intervenções com volume e frequência reduzidos (80 minutos/semana e 2 sessões semanais), quando estruturadas de forma sistemática e adaptadas ao ambiente aquático, são capazes de induzir respostas metabólicas favoráveis. Destaca-se que o grupo submetido ao modelo de treinamento intervalado

de nível avançado (30x10) (G3) apresentou maiores níveis de HDL-c no pós-intervenção, com diferença significativa em relação ao grupo contínuo (60x0), indicando que a intensidade do estímulo pode ser determinante para adaptações metabólicas mais expressivas, mesmo em protocolos breves.

Quanto aos níveis de triglicérides, foi observada uma redução estatisticamente significativa em todos os grupos após a intervenção. Essa resposta pode ser explicada por uma combinação de mecanismos fisiológicos do exercício. O treinamento físico estimula a atividade da lipoproteína lipase (LPL) no músculo esquelético, promovendo maior captação de ácidos graxos livres e a consequente remoção de triglicérides da circulação (Cox; García-Palmieri, 1990). Adicionalmente, o exercício aumenta a mobilização de ácidos graxos do tecido adiposo mediada pela lipase hormônio-sensível, fornecendo mais substrato para o metabolismo energético (Fonseca-Alaniz et al., 2006). A longo prazo, adaptações como o aumento do metabolismo oxidativo muscular e da biogênese mitocondrial potencializam a capacidade do músculo em oxidar ácidos graxos para energia (Pereira, 2015).

Observou-se redução significativa nos níveis de glicose plasmática nos modelos de treinamento contínuo e intervalado. Essa melhora no controle glicêmico pode ser explicada pelo aumento da captação de glicose pelo músculo esquelético, mediado por transportadores GLUT4, e pela melhora da sensibilidade à insulina, independente de alterações no peso corporal (Ferrari et al., 2019). Embora os efeitos do exercício moderado sobre o metabolismo da glicose sejam estabelecidos (Smith et al., 2018; Silva et al., 2024), o presente estudo mostra esses benefícios também são alcançados com treinamento intervalado de alta intensidade, adaptado a idosos com multimorbidade. A melhora glicêmica está relacionada ao aumento da captação de glicose e à melhora da sensibilidade à insulina (SyLOW et al., 2017).

Acredita-se que essa melhora metabólica decorrente do modelo de treinamento intervalado de alta intensidade esteja associada a cinco mecanismos principais: (1) maior recrutamento de fibras musculares do tipo II, que favorece a captação e utilização de glicose e ácidos graxos livres (Macinnis; Gibala, 2017); (2) estímulo acentuado à biogênese mitocondrial e à atividade enzimática oxidativa, promovendo maior eficiência no metabolismo energético muscular (Nair, 2005); (3) modulação de enzimas reguladoras, como a lipoproteína lipase (LPL) e AMPK, que promovem a oxidação de ácidos graxos e melhoram a sensibilidade à insulina (Richter; Ruderman, 2009); (4) elevação do consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC), que mantém o

gasto energético elevado e favorece a queima de gordura após a atividade (Børshøj; Bahr, 2003); e (5) modulação hormonal, que reduz a inflamação crônica e estabiliza os marcadores metabólicos, mesmo em repouso (Magni et al., 2025).

A análise dos marcadores inflamatórios revelou efeitos benéficos do treinamento aquático, especialmente nos grupos submetidos aos modelos intervalados de alta intensidade. Observou-se redução nas concentrações de IL-1 em todos os grupos (contínuo vs. intervalado), indicando modulação da resposta inflamatória sistêmica frente à intervenção. A IL-1 é uma citocina pró-inflamatória central na fisiopatologia da inflamação crônica. A redução pode estar associada à menor mobilização de células inflamatórias e à melhora da sinalização anti-inflamatória mediada pelo exercício regular (Doyenart et al., 2024). No estudo Farinha et al. (2022), 102 idosos foram submetidos a programas de exercício aquático (contínuo vs. intervalado vs. combinado) por 28 semanas, observando-se redução nos níveis de TNF- α em todos os grupos, indicando melhora no perfil inflamatório.

A IL-6 apresentou redução significativa nos grupos G1 (contínuo) e G3 (HIIT avançado). A IL-6 possui função dual, pró-inflamatória em contexto crônico, mas anti-inflamatória em resposta aguda ao exercício. A redução crônica observada após as 12 semanas indica uma adaptação positiva do sistema imune, e os efeitos dos dois modelos foram semelhantes na atenuação dos processos inflamatórios sustentados. No estudo de El Assar et al. (2022), destacam que o treinamento físico, ao longo do tempo, diminui os sinais pró-inflamatórios relacionados à idade.

No que se refere ao NO, observou-se aumento significativo nos grupos G1 e G3. O NO é um marcador importante da função endotelial, com papel vasodilatador, antiagregante e anti-inflamatório. O aumento desse composto, especialmente nos extremos de intensidade (HIIT avançado), pode estar relacionado ao aumento da biodisponibilidade de NO, via maior atividade da eNOS e menor degradação por EROs, resultando em melhora da função vascular e redução da pressão arterial (El Assar et al., 2022; Son et al., 2024). Acredita-se que a melhora inflamatória em função do modelo de treinamento intervalado de alta intensidade seja decorrente de três etapas: (1) aumento da expressão da eNOS, promovendo maior produção de NO e, conseqüentemente, melhor função endotelial e vasodilatação; (2) redução de EROs, diminuindo o estresse oxidativo e a inflamação; e (3) ativação de vias anti-inflamatórias, como a AMPK, que favorecem a modulação da resposta inflamatória e melhoram o equilíbrio redox, reduzindo a inflamação crônica associada ao

envelhecimento e multimorbidade. Apesar dos achados promissores, estudos futuros com medições diretas da atividade da eNOS e da AMPK em resposta ao HIIT aquático são necessários para corroborar essa hipótese clínica.

Quanto ao estresse oxidativo, os níveis de DCF, marcador indireto da presença de ROS, apresentaram redução significativa em todos os grupos, sugerindo efeito sistêmico de atenuação do ambiente oxidativo crônico. Esse resultado reflete a adaptação do sistema antioxidante endógeno frente ao estímulo repetido do exercício, um mecanismo conhecido como hormese. A repetida exposição ao estresse oxidativo transitório do exercício favorece a indução de enzimas antioxidantes e melhora o equilíbrio redox. Interessantemente, a hormese se manifestou de maneira semelhante nos grupos submetidos ao treinamento contínuo e intervalado, indicando que ambos os modelos de exercício induzem adaptações antioxidantes comparáveis, embora por diferentes vias fisiológicas (El Assar et al., 2022; Doyenart et al., 2024).

Os níveis de sulfidrina, indicativos da presença de tióis livres e, portanto, da capacidade antioxidante não enzimática, aumentaram significativamente nos grupos G1 e G3. Esse aumento sugere que, independentemente do modelo de treinamento, contínuo ou intervalado, as rotas de adaptação antioxidante atuam de maneira semelhante. A preservação desses grupos funcionais está associada à capacidade celular de neutralizar danos oxidativos em proteínas e membranas, e seu aumento sugere uma menor pressão oxidativa no ambiente celular após a intervenção (El Assar et al., 2022). Segundo Shabab et al. (2023), tanto o exercício contínuo de intensidade moderada quanto o treinamento intervalado de alta intensidade aumentaram os níveis de sulfidrina em ratos diabéticos, indicando adaptações antioxidantes semelhantes.

A modulação dos níveis de SOD e GSH no presente estudo sugere uma adaptação fisiológica benéfica (Powers et al., 2020). Essa resposta se alinha ao conceito de hormese, segundo o qual exposições repetidas a estresses moderados, como o exercício regular, promovem adaptações que tornam o sistema mais eficiente (Simioni et al., 2018; El Assar et al., 2022). O aumento da capacidade antioxidante, manifestado pelo incremento da SOD, contribui para um novo ponto de equilíbrio redox, resultando na redução do estresse oxidativo basal e na melhora da saúde mitocondrial e vascular (Margaritelis et al., 2020). Tal achado corrobora o papel do exercício como uma estratégia eficaz para promover o envelhecimento saudável.

Quanto a saúde mental, os achados deste estudo indicam que os treinamentos aquáticos, tanto o protocolo contínuo de moderada intensidade quanto o intervalado

de alta intensidade de natureza avançada foram eficazes na redução dos sintomas de ansiedade. Escores de ansiedade apresentaram reduções significativas nos grupos G1 (Contínuo) e G3 (Hydro-HIIT avançado). Os resultados estão de acordo com a literatura que evidencia o potencial ansiolítico do treinamento físico, mediado pelo aumento de neurotransmissores como serotonina, dopamina e norepinefrina, além da menor ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) frente a estressores psicossociais. No estudo de Doyenart et al. (2024), relataram reduções significativas nos sintomas de ansiedade (-60%) e depressão (-46%) após 24 sessões de Hydro-HIIT em idosos com DM2. O ambiente aquático pode potencializar esses efeitos por meio de estímulos sensoriais relaxantes, maior propriocepção e liberação de endorfinas, promovendo uma experiência corporal positiva e atenuando tensões emocionais. Além dos mecanismos neurofisiológicos, fatores psicológicos, como a sensação de autoeficácia, o enfrentamento ativo do estresse e a elevação do humor percebido após o exercício, contribuem para os efeitos observados (Mikkelsen et al., 2017). Acredita-se que a melhora ansiolítica observada no modelo de treinamento intervalado de alta intensidade seja decorrente dos mesmos mecanismos do modelo contínuo, sendo eles: (1) modulação de neurotransmissores, (2) redução da ativação do eixo HPA, e (3) liberação de endorfinas (Mikkelsen et al., 2017).

A qualidade do sono, apresentou melhora significativa apenas no grupo G2. Esse resultado pode estar relacionado ao maior tempo de recuperação entre as séries, característico desse protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade nível intermediário, o que promove um melhor equilíbrio entre esforço e recuperação quando comparado ao HIIT avançado. Tal equilíbrio pode favorecer a regulação do ritmo circadiano e a arquitetura do sono, sem provocar uma ativação excessiva do sistema nervoso simpático, que, em intensidades mais elevadas, poderia comprometer o repouso noturno (Driver; Taylor, 2000). Chen et al. (2016), observaram melhorias significativas em parâmetros do sono, como menor tempo para o início do sono e melhor eficiência, após um programa de exercício aquático de 8 semanas envolvendo treinamento contínuo de moderada intensidade (2 sessões/semana, 60 min/sessão) em idosos com leve comprometimento do sono.

Quanto a aptidão física, os achados deste estudo evidenciam que os três programas de exercício aquático foram eficazes em promover ganhos funcionais. No teste de levantar e sentar-se da cadeira, que avalia a força e o equilíbrio dos membros inferiores, observou-se melhora significativa nos grupos G1 (contínuo) e G3 (HIIT

avançado). Takeshima et al. (2002), relataram melhorias após 12 semanas de treinamento contínuo de leve a moderada intensidade, enquanto Doyenart et al. (2024) observaram ganhos expressivos na autonomia funcional após um protocolo de 24 sessões realizadas 2 vezes por semana de treinamento aquático intervalado de alta intensidade nível avançado. Esses achados sugerem que estímulos contínuos e intervalados, mesmo com intensidades distintas, podem gerar adaptações semelhantes. No entanto, com base nos resultados deste estudo, o protocolo de HIIT avançado parece superior ao intermediário, provavelmente devido à menor duração das pausas e ao maior estresse mecânico acumulado, essencial para promover hipertrofia e ganho de força neuromuscular em idosos (Depiazzi et al., 2019; Izquierdo et al., 2021).

Na marcha estacionária, observou-se uma melhora significativa em todos os grupos, indicando aumento da resistência aeróbia e da coordenação motora. Isso sugere que diferentes modelos “contínuo vs. intervalado” diferentes intensidades “moderada vs. alta” e diferentes intervalos “30s e 10s” respondem de maneira semelhante em idosos multimórbidos. A melhora generalizada sugere que, independentemente do protocolo, o treinamento aquático pode ser considerado efetivo para aprimorar a capacidade funcional cardiorrespiratória de idosos com multimorbidade (Tomescu et al., 2025).

Nos testes de flexibilidade (membros superiores e inferiores), não houve diferenças significativas, exceto no teste de alcançar as costas no G1. A flexibilidade tende a responder mais lentamente a estímulos físicos e, como o protocolo não incluía alongamentos específicos, a ausência de mudanças era esperada. A leve melhora no G1 pode estar relacionada à amplitude articular exigida pelas atividades contínuas da hidroginástica. A literatura sugere que a flexibilidade em idosos pode ser melhorada com exercícios aquáticos, mas exige foco em alongamentos (Villareal et al., 2017).

Quanto à funcionalidade clínica global, IVCF-20 apresentou reduções significativas nos escores dos grupos G1 e G3. Essa redução representa uma diminuição na vulnerabilidade do idoso e é um indicativo de melhora no estado de saúde geral. Considerando que esse índice contempla dimensões multidimensionais, incluindo mobilidade, cognição, humor, comorbidades e percepção da saúde, sua sensibilidade às intervenções é relevante para identificar melhorias além da esfera motora. Estudos mostram que intervenções de exercício físico, combinando

intensidade progressiva e volume adequado, podem melhorar a funcionalidade e reduzir a fragilidade em idosos, como indicado por Cadore et al. (2013).

A força muscular é determinante da funcionalidade no envelhecimento (Fragala et al., 2019). No teste de força de preensão manual da mão direita, G2 e G3 obtiveram melhora significativa. Os achados podem ser atribuídos à exigência de ativação constante dos membros superiores durante deslocamentos aquáticos intensos, realizados com máxima velocidade e amplitude, conforme orientação dos instrutores nos protocolos HIIT. A literatura demonstra que o treinamento de alta intensidade, como o protocolo 4x4x3 min a 85–95% da FCmáx, realizados 2 vezes por semana durante 8 semanas (Coswig et al., 2020), é eficaz para aumentar a força de preensão manual em idosos. A ausência de melhora no G1 pode indicar que a intensidade e a velocidade moderadas dos movimentos na hidroginástica tradicional não foram suficientes para estimular adaptações hipertróficas ou neuromusculares relevantes.

A força escapular também aumentou significativamente nos grupos G2 e G3. Esse resultado reforça a hipótese de que estímulos mais intensos (mais rápidos com pontuações entre 17 e 20 pontos na Escala de Borg) e intermitentes (com intervalos entre 10 e 15 segundos) são mais eficazes na ativação e no fortalecimento dos músculos da cintura escapular, provavelmente em razão do maior engajamento funcional dos membros superiores para manter o ritmo e a estabilidade postural durante as fases intensas do exercício na água (Takeshima et al., 2002).

Já a tração lombar apresentou melhora nos três grupos, com maiores variações nos intervalados. A força lombar é essencial para a postura e prevenção de quedas, e a sua ativação durante deslocamentos aquáticos parece suficiente para gerar adaptações, mesmo com menor volume. Esses achados sugerem que o HIIT aquático, especialmente quando estruturado com curtos intervalos (15s e 10s) de recuperação, é uma estratégia eficaz para promover ganhos de força muscular em idosos com multimorbidade. Os estímulos intermitentes favorecem maior recrutamento motor, ativação neural e sobrecarga muscular, respeitando as limitações articulares e cardiovasculares típicas do envelhecimento, graças às propriedades físicas da água (El Assar et al., 2022).

Quanto a EMG, os resultados indicaram uma diminuição significativa da amplitude média quadrática (RMS) em todos os grupos, sugerindo um aprimoramento no recrutamento das fibras musculares, despolarização, e sincronização das unidades motoras musculares mais eficientes. Este achado corrobora com a literatura que

aponta para o exercício de moderada e alta intensidade como um potente estímulo para melhoria da eficiência neuromuscular, mesmo em populações com comprometimentos crônicos (Fragala et al., 2019; Izquierdo et al., 2021). No estudo de Graef et al. (2006), idosas participaram de um programa de exercícios aquáticos com duração de 12 semanas, realizado 2 vezes por semana e intensidade moderada a alta e observou-se um aumento de 10% na força máxima (1RM), sugerindo melhorias no recrutamento muscular.

Para a população idosa com multimorbidade, os déficits neuromusculares são evidentes, contribuindo para a fragilidade funcional e aumento do risco de quedas (Cruz-Jentoft et al., 2019). A melhora na atividade elétrica muscular observada indica que os protocolos foram eficazes em potencializar a capacidade do sistema nervoso central em recrutar fibras musculares de forma mais eficiente, provavelmente pela otimização de mais unidades motoras e melhor sincronização neuromuscular. O treinamento aquático, por seu baixo risco de quedas e sobrecarga cardiovascular, provoca resistência hidrodinâmica que favorece movimentos corporais mais rápidos e amplos, o que, devido às propriedades físicas da água, aumenta a resistência ao movimento, sobrecarregando e ativando em maior intensidade os músculos esqueléticos e, conseqüentemente, todo o sistema neuromuscular (Silva et al., 2019; Leonel et al., 2023; Tomescu et al., 2025).

Por fim, o presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser destacadas: 1) o tamanho amostral final reduzido; 2) a falta de estratificação por sexo e níveis de comprometimento funcional, o que pode ter contribuído para a variabilidade das respostas; 3) a ausência de controle nutricional; 4) a análise do tamanho de efeito entre os protocolos. Apesar dessas limitações, o estudo apresenta os seguintes pontos fortes. 1) a aplicação de dois protocolos de treinamento aquático intervalado de alta intensidade em idosos multimórbidos; 2) a abordagem multifatorial, com avaliação de parâmetros metabólicos, bioquímicos, mentais, funcionais e eletromiográficos, conferindo profundidade e robustez aos achados; 3) a comparação entre o modelo tradicional (contínuo moderado) e o modelo diferente (intervalado de alta intensidade com 15s e 10s de pausas) em ambiente aquático, oferecendo aplicabilidade clínica segura para essa população complexa e prevalente.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a aplicação de dois protocolos intervalados de alta intensidade, com diferentes intervalos de recuperação entre as séries, em ambiente aquático, promoveu benefícios significativos nos parâmetros metabólicos, bioquímicos, mentais, físicos, e neuromusculares em idosos com multimorbidade, sem ocorrência de efeitos adversos. Os achados evidenciam uma progressão integrada, dos marcadores biológicos aos desfechos clínicos, reforçando a relevância do treinamento aquático como ferramenta condicionante viável, segura e eficaz.

Em síntese, os achados reforçam a importância da inclusão do treinamento aquático intervalado de alta intensidade nos programas de saúde e condicionamento físico para idosos com multimorbidade, destacando seu potencial para promover ganhos multidimensionais que impactam positivamente a saúde física e mental.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a realização de ensaios clínicos que comparem a eficácia de diferentes modelos de treinamento aquático (contínuo vs. intervalado), de diversas modalidades (natação, hidroginástica, corridas aquáticas, hidrobike), de tipos de exercícios (aeróbios, força e combinados), de volumes (baixo, médio e alto), de intensidades (leve, moderado e intenso), e com ou sem o uso de materiais, a fim de definir as estratégias mais eficazes para esta população.

REFERÊNCIAS

AEA. **Aquatic Fitness Professional Manual**. 6. ed. [S. l.]: [s. n.], 2010.

AIDAR, F. J. et al. A randomized trial of the effects of an aquatic exercise program on depression, anxiety levels, and functional capacity of people who suffered an ischemic stroke. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, v. 58, n. 7-8, p. 1171-1177, jul.-ago. 2018.

AKSENOV, M. Y.; MARKESBERY, W. R. Changes in thiol content and expression of glutathione redox system genes in the hippocampus and cerebellum in Alzheimer's disease. **Neurosci. Lett.**, v. 302, n. 2-3, p. 141-5, 20 abr. 2001.

ALVES, J. E. D. A ONU divulga os novos números da população mundial e brasileira. **Instituto Humanitas Unisinos (IHU)**, 2023.

AROKIASAMY, P. et al. The impact of multimorbidity on adult physical and mental health in low- and middle-income countries: what does the study on global ageing and adult health (SAGE) reveal? **BMC Medicine**, v. 13, n. 1, p. 178, 2015.

BAIERLE, M. et al. Relationship between inflammation and oxidative stress and cognitive decline in the institutionalized elderly. **Oxid. Med. Cell. Longev.**, v. 2015, p. 804198, 2015.

BAKER, J. High Intensity Exercise: Lessons from the Past, Implications for the Future. **Orthopedic Research Online Journal**, v. 1, 2017.

BAKUNINA, N.; PARIANTE, C. M.; ZUNZAIN, P. A. Immune mechanisms linked to depression via oxidative stress and neuroprogression. **Immunology**, v. 144, n. 3, p. 365-373, mar. 2015.

BANNISTER, J. V.; CALABRESE, L. Assays for superoxide dismutase. **Methods Biochem. Anal.**, v. 32, p. 279-312, 1987.

BARBOSA, K. B. F. et al. Efeitos de diferentes modelos de exercício físico sobre marcadores de estresse oxidativo em fígado de camundongos. **Revista de Nutrição**, v. 23, 2010.

BATAGLION, G. A. **Metodologia do ensino de atividades aquáticas**. [S. l.]: UNIASSELVI, 2018.

BATRAKOULIS, A.; FATOUROS, I. G. Psychological Adaptations to High-Intensity Interval Training in Overweight and Obese Adults: A Topical Review. **Sports (Basel)**, v. 10, n. 5, 22 abr. 2022.

BECKER, B. E. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. **P. M. R.**, v. 1, n. 9, p. 859-72, set. 2009.

BERTOLAZI, A. N. et al. Portuguese-language version of the Epworth sleepiness scale: validation for use in Brazil. **J. Bras. Pneumol.**, v. 35, n. 9, p. 877-83, set. 2009.

- BERTOLAZI, A. N. et al. Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. **Sleep Med.**, v. 12, n. 1, p. 70-5, jan. 2011.
- BERTOLUCCI, P. H. F. et al. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 52, 1994.
- BEYDOUN, M. A. et al. Antioxidant status and its association with elevated depressive symptoms among US adults: National Health and Nutrition Examination Surveys 2005-6. **Br. J. Nutr.**, v. 109, n. 9, p. 1714-29, maio 2013.
- BORG, G. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido**. São Paulo: [s. n.], 1994.
- BROMAN, G. et al. Older women's cardiovascular responses to deep-water running. **J. Aging Phys. Act.**, v. 14, n. 1, p. 29-40, jan. 2006.
- BUFORD, T. W. Hypertension and aging. **Ageing Res. Rev.**, v. 26, p. 96-111, 2016.
- BULAMBA, R. M. et al. Examining associations between mental health and Chronic Non-Communicable Diseases (C-NCDs) among older adults in Wakiso, Uganda. **PLoS One**, v. 19, n. 6, p. e0293993, 2024.
- BUNAS-NAESS, H. et al. Effects of aquatic high-intensity interval training on aerobic capacity in adults with rheumatic and musculoskeletal diseases: the AquaHigh randomised controlled trial. **BMJ Open**, v. 15, n. 3, p. e090612, 24 mar. 2025.
- BØRSHEIM, E.; BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Med.**, v. 33, n. 14, p. 1037-60, 2003.
- CADORE, E. L. et al. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. **Rejuvenation Res.**, v. 16, n. 2, p. 105-14, abr. 2013.
- CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Rep.**, v. 100, n. 2, p. 126-31, mar.-abr. 1985.
- CHAE, S. Y. et al. Protection of insulin secreting cells from nitric oxide induced cellular damage by crosslinked hemoglobin. **Biomaterials**, v. 25, n. 5, p. 843-50, fev. 2004.
- CHEN, L. J. et al. Effects of Aquatic Exercise on Sleep in Older Adults with Mild Sleep Impairment: a Randomized Controlled Trial. **Int. J. Behav. Med.**, v. 23, n. 4, p. 501-6, ago. 2016.
- COLOMBO, C. M. et al. Efeitos de curto prazo de um programa de atividade física moderada em pacientes com síndrome metabólica. **Einstein (São Paulo)**, v. 11, 2013.
- COSWIG, V. S. et al. Effects of high vs moderate-intensity intermittent training on functionality, resting heart rate and blood pressure of elderly women. **J. Transl. Med.**, v. 18, n. 1, p. 88, 17 fev. 2020.

COX, R. A.; GARCÍA-PALMIERI, M. R. Cholesterol, Triglycerides, and Associated Lipoproteins. In: WALKER, H. K.; HALL, W. D. (Ed.). **Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations**. Boston: Butterworths, 1990.

CRIVELLARO, A. W. et al. Efeitos do método Pilates na água em idosas: repercussão nos aspectos físicos e emocionais. **Acta Fisiátrica**, v. 29, n. 1, p. 25-30, 2022.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16-31, 1 jan. 2019.

DA SILVA, L. A. et al. Effects of aerobic exercise during recovery from eccentric contraction on muscular performance, oxidative stress and inflammation. **Curr. Res. Physiol.**, v. 7, p. 100129, 2024.

DA SILVA, L. A. et al. Effect of aquatic exercise on mental health, functional autonomy, and oxidative dysfunction in hypertensive adults. **Clin. Exp. Hypertens.**, v. 40, n. 6, p. 547-553, 2018.

DA SILVA, L. A. et al. Efeitos de diferentes modelos de exercício físico sobre marcadores de estresse oxidativo em fígado de camundongos. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.**, v. 34, n. 1, p. 60-5, fev. 2009.

DE SOUZA, L. R. et al. Transtornos psiquiátricos em idosos: uma revisão integrativa da literatura. **Braz. J. Dev.**, v. 9, n. 6, p. 19457-19469, 2023.

DELEVATTI, R. S. et al. Acute and chronic glycemic effects of aerobic training in patients with type 2 diabetes. **Rev. Bras. Ativ. Fís. Saúde**, v. 23, n. 0, p. 1-8, 2019.

DEPIAZZI, J. E. 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.**, v. 33, n. 2, p. 157-170, fev. 2019.

DOYENART, R. et al. Effects of aquatic high intensity interval training on parameters of functional autonomy, mental health, and oxidative dysfunction in elderly subjects with type 2 diabetes. **Int. J. Environ. Health Res.**, v. 34, n. 2, p. 826-838, fev. 2024.

DOYENART, R. et al. Efeito do exercício físico aquático intervalado sobre parâmetros de saúde mental e eficiência muscular em idosos diabéticos tipo 2. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 20, p. 41-49, 2021.

DRIVER, H. S.; TAYLOR, S. R. Exercise and sleep. **Sleep Med. Rev.**, v. 4, n. 4, p. 387-402, ago. 2000.

EL ASSAR, M. et al. Effect of Physical Activity/Exercise on Oxidative Stress and Inflammation in Muscle and Vascular Aging. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 23, 2022.

EVANS, J. L. et al. Oxidative stress and stress-activated signaling pathways: a unifying hypothesis of type 2 diabetes. **Endocr. Rev.**, v. 23, n. 5, p. 599-622, out. 2002.

FARINHA, C. et al. The impact of aquatic exercise programs on the systemic hematological and inflammatory markers of community dwelling elderly: A randomized controlled trial. **Front. Physiol.**, v. 13, p. 838580, 2022.

- FERRARI, F. et al. Biochemical and Molecular Mechanisms of Glucose Uptake Stimulated by Physical Exercise in Insulin Resistance State: Role of Inflammation. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 113, 2019.
- FILIPPIN, L. I. et al. Timed Up and Go test as a sarcopenia screening tool in home-dwelling elderly persons. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, v. 20, 2017.
- FINKELSTEIN, I. et al. Comportamento da frequência cardíaca, pressão arterial e peso hidrostático de gestantes em diferentes profundidades de imersão. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, v. 26, 2004.
- FONSECA-ALANIZ, M. H. et al. O tecido adiposo como centro regulador do metabolismo. **Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.**, v. 50, 2006.
- FRAGALA, M. S. et al. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. **J. Strength Cond. Res.**, v. 33, n. 8, p. 2019-2052, ago. 2019.
- FRANCZYK, B. et al. The Impact of Aerobic Exercise on HDL Quantity and Quality: A Narrative Review. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 24, n. 5, 28 fev. 2023.
- FRANGOLIAS, D. D. et al. Metabolic responses to prolonged work during treadmill and water immersion running. **J. Sci. Med. Sport**, v. 3, n. 4, p. 476-92, dez. 2000.
- FREITAS, M. O.; HAAG, G. S. SENTIMENTOS DO IDOSO FRENTE À DEPENDÊNCIA FÍSICA. **Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento**, v. 14, n. 2, 2009.
- FUENTES-LOPEZ, J. et al. Systematic review of aquatic physical exercise programs on functional fitness in older adults. **Eur. J. Transl. Myol.**, v. 31, n. 4, 5 out. 2021.
- GALDERISI, S. et al. Toward a new definition of mental health. **World Psychiatry**, v. 14, n. 2, p. 231-3, jun. 2015.
- GONZÁLEZ, P. et al. Hyperglycemia and Oxidative Stress: An Integral, Updated and Critical Overview of Their Metabolic Interconnections. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 24, n. 11, 27 maio 2023.
- GONÇALVES, G. C. V. et al. Aquatic Exercise on Brain Activity in Type 2 Diabetic: Randomized Clinical Trial. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 19, n. 22, 10 nov. 2022.
- GORENSTEIN, C.; ANDRADE, L. Validation of a Portuguese version of the Beck Depression Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory in Brazilian subjects. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, v. 29, n. 4, p. 453-7, abr. 1996.
- GRAEF, F. I.; KRUEL, L. F. M. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício - uma revisão. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 12, 2006.
- GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. [S. l.]: Manole, 2005.

GUSMÃO, A.; SALES, P.; CORREIA, A. Use of Metallic Nanoparticles Synthesized from Plant Extracts in the Wound Healing – a Review. **Eur. J. Pharm. Med. Res.**, 2023.

HALL, S. J. **Biomecânica Básica**. [S. I.]: Guanabara Koogan, 2020.

HEMMETER, U. M.; NGAMSRI, T. Physical Activity and Mental Health in the Elderly. **Praxis (Bern 1994)**, v. 110, n. 4, p. 193-198, 2022.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J. Electromyogr. Kinesiol.**, v. 10, n. 5, p. 361-74, out. 2000.

HISSIN, P. J.; HILF, R. A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. **Anal. Biochem.**, v. 74, n. 1, p. 214-26, jul. 1976.

HURST, C. et al. The effects of same-session combined exercise training on cardiorespiratory and functional fitness in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 31, n. 12, p. 1701-1717, 2019.

HÄKKINEN, K. et al. Effects of strength training on muscle strength, cross-sectional area, maximal electromyographic activity, and serum hormones in premenopausal women with fibromyalgia. **J. Rheumatol.**, v. 29, n. 6, p. 1287-95, jun. 2002.

IZQUIERDO, M. et al. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. **J. Nutr. Health Aging**, v. 25, n. 7, p. 824-853, 2021.

JACKSON, S. F.; HENDERSON, M. Integrated health promotion strategies: a contribution to tackling current and future health challenges. **Health Promot. Int.**, v. 21, n. suppl_1, p. 75-83, 2006.

KANITZ, A. C.; REICHERT, T.; COSTA, R. R. **Manual da hidroginástica: da ciência à prática**. [S. I.]: Dialética, 2022.

KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Comparison of aerobic exercise, diet or both on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Clin. Nutr.**, v. 31, n. 2, p. 156-67, abr. 2012.

KELLY, B. T. et al. Shoulder muscle activation during aquatic and dry land exercises in nonimpaired subjects. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v. 30, n. 4, p. 204-10, abr. 2000.

KIRWAN, J. P. et al. Effects of 7 days of exercise training on insulin sensitivity and responsiveness in type 2 diabetes mellitus. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, v. 297, n. 1, p. E151-6, jul. 2009.

KODAMA, S. et al. Effect of Aerobic Exercise Training on Serum Levels of High-Density Lipoprotein Cholesterol: A Meta-analysis. **Archives of Internal Medicine**, v. 167, n. 10, p. 999-1008, 2007.

- KORTE, J. et al. Life review therapy for older adults with moderate depressive symptomatology: a pragmatic randomized controlled trial. **Psychol. Med.**, v. 42, n. 6, p. 1163-1173, 2012.
- KRUEL, L. F. M. Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água. **Kinesis**, v. 0, n. 0, 2013.
- LEONEL, L. D. S. et al. Aquatic training improves HbA1c, blood pressure and functional outcomes of patients with type 2 diabetes: A systematic review with meta-analysis. **Diabetes Res. Clin. Pract.**, v. 197, p. 110575, 2023.
- LUC, K. et al. Oxidative stress and inflammatory markers in prediabetes and diabetes. **J. Physiol. Pharmacol.**, v. 70, n. 6, dez. 2019.
- MACHADO, A. F. et al. High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview. **Clin. Physiol. Funct. Imaging**, v. 39, n. 6, p. 378-383, nov. 2019.
- MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **J. Physiol.**, v. 595, n. 9, p. 2915-2930, 1 maio 2017.
- MAGNI, O.; ARNAOUTIS, G.; PANAGIOTAKOS, D. The impact of exercise on chronic systemic inflammation: a systematic review and meta-meta-analysis. **Sport Sci. Health**, 2025.
- MARGARITELIS, N. V. et al. Redox basis of exercise physiology. **Redox Biol.**, v. 35, p. 101499, 2020.
- MATHUR, N.; PEDERSEN, B. K. Exercise as a mean to control low-grade systemic inflammation. **Mediators Inflamm.**, v. 2008, p. 109502, 2008.
- MEKARI, S. et al. High-Intensity Interval Training Improves Cognitive Flexibility in Older Adults. **Brain Sci.**, v. 10, n. 11, 29 out. 2020.
- MELO, L. A. D.; LIMA, K. C. D. Prevalência e fatores associados a multimorbidades em idosos brasileiros. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 25, 2020.
- MIKKELSEN, K. et al. Exercise and mental health. **Maturitas**, v. 106, p. 48-56, 2017.
- MILLER, A. H.; RAISON, C. L. The role of inflammation in depression: from evolutionary imperative to modern treatment target. **Nat. Rev. Immunol.**, v. 16, n. 1, p. 22-34, jan. 2016.
- MONTEZANO, A. C.; TOUYZ, R. M. Oxidative stress, Noxs, and hypertension: experimental evidence and clinical controversies. **Ann. Med.**, v. 44, supl. 1, p. S2-16, jun. 2012.
- MORAES, E. N. D. et al. Clinical-Functional Vulnerability Index-20 (IVCF-20): rapid recognition of frail older adults. **Rev. Saúde Pública**, v. 50, 2016.
- MOSTEORU, S. et al. Sport as Medicine for Dyslipidemia (and Other Risk Factors). **Curr. Atheroscler. Rep.**, v. 25, n. 9, p. 613-617, set. 2023.
- NAIR, K. S. Aging muscle. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 81, n. 5, p. 953-63, maio 2005.

OFFORD, N. J.; WITHAM, M. D. The emergence of sarcopenia as an important entity in older people. **Clin. Med. (Lond)**, v. 17, n. 4, p. 363-366, jul. 2017.

OISHI, L. et al. O treinamento intervalado de alta intensidade no ambiente aquático. **Rev. Bras. Fisiol. Exerc.**, v. 18, p. 32, 2019.

OLIVEIRA, D. V. D. et al. A duração e a frequência da prática de atividade física interferem no indicativo de sarcopenia em idosos? **Fisioter. Pesqui.**, v. 27, 2020.

OMS. **Relatório Mundial de Saúde**. Organização Mundial de Saúde, 1999. Disponível em: <http://www.who.int/whr/1999/en>.

PANISSA, V. L. G. et al. Magnitude and duration of excess of post-exercise oxygen consumption between high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise: A systematic review. **Obes. Rev.**, v. 22, n. 1, p. e13099, jan. 2021.

PELLICCIA, A. et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. **Eur. Heart J.**, v. 42, n. 1, p. 17-96, 1 jan. 2021.

PEREIRA, B. Biogênese mitocondrial e exercício físico: hipótese do acoplamento elétrico-transcricional. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte**, v. 29, 2015.

PERFEITO, R.; CORREIA, N. **Efeitos do HIIT na qualidade de vida e funcionalidade de idosos / Effects of HIIT on quality of life and functionality in the elderly**. 2022.

PION, C. H. et al. Muscle strength and force development in high- and low-functioning elderly men: Influence of muscular and neural factors. **Exp. Gerontol.**, v. 96, p. 19-28, out. 2017.

PIZARRO-MENA, R. et al. Effects of a Structured Multicomponent Physical Exercise Intervention on Quality of Life and Biopsychosocial Health among Chilean Older Adults from the Community with Controlled Multimorbidity: A Pre-Post Design. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 19, n. 23, 28 nov. 2022.

POBLETE-ARO, C.; VEGA-CORTÉS, P. Exercise and oxidative stress in type 2 diabetes mellitus. **Rev. Med. Chil.**, v. 146, n. 3, p. 362-372, mar. 2018.

POWERS, S. K. et al. Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? **J. Sport Health Sci.**, v. 9, n. 5, p. 415-425, set. 2020.

PÉREZ-DE LA CRUZ, S.; VÁSQUEZ-FLORES, K. Comparison of Aquatic Therapy vs. Dry Land Therapy to Improve Mobility of Chronic Stroke Patients. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 17, n. 13, 1 jul. 2020.

RADAK, Z. et al. Exercise, oxidative stress and hormesis. **Ageing Res. Rev.**, v. 7, n. 1, p. 34-42, jan. 2008.

RICHTER, E. A.; RUDERMAN, N. B. AMPK and the biochemistry of exercise: implications for human health and disease. **Biochem. J.**, v. 418, n. 2, p. 261-75, 1 mar. 2009.

RIKLI, R.; JONES, J. **Teste de Aptidão Física para Idosos**. São Paulo: Manole, 2008.

- ROW LAZZARINI, B. S. et al. Upper-Extremity Explosive Resistance Training With Older Adults Can Be Regulated Using the Rating of Perceived Exertion. **J. Strength Cond. Res.**, v. 31, n. 3, p. 831-836, mar. 2017.
- SACKETT, J. R. et al. Hemostatic Adaptations to High Intensity Interval Training in Healthy Adult Men. **Int. J. Sports Med.**, v. 41, n. 12, p. 867-872, out. 2020.
- SALZANO, S. et al. Linkage of inflammation and oxidative stress via release of glutathionylated peroxiredoxin-2, which acts as a danger signal. **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.**, v. 111, n. 33, p. 12157-62, 19 ago. 2014.
- SCHMIDT, T. P. et al. Padrões de multimorbidade e incapacidade funcional em idosos brasileiros: estudo transversal com dados da Pesquisa Nacional de Saúde. **Cad. Saúde Pública**, v. 36, 2020.
- SHABAB, S. et al. The effects of endurance exercise and metformin on memory impairment caused by diabetes. **Neurosci. Lett.**, v. 44, n. 2, p. 187-197, 2023.
- SHIGEMATSU, R. et al. Rate of perceived exertion as a tool to monitor cycling exercise intensity in older adults. **J. Aging Phys. Act.**, v. 12, n. 1, p. 3-9, jan. 2004.
- SILVA, F. M. et al. The effects of combined exercise training on glucose metabolism and inflammatory markers in sedentary adults: a systematic review and meta-analysis. **Sci. Rep.**, v. 14, n. 1, p. 1936, 2024.
- SILVA, L. A. D. et al. Effect of aquatic exercise on mental health, functional autonomy, and oxidative damages in diabetes elderly individuals. **Int. J. Environ. Health Res.**, v. 32, n. 9, p. 2098-2111, set. 2022.
- SILVA, L. A. D. et al. Effects of aquatic exercise on mental health, functional autonomy and oxidative stress in depressed elderly individuals: A randomized clinical trial. **Clinics (Sao Paulo)**, v. 74, p. e322, 2019.
- SIMIONI, C. et al. Oxidative stress: role of physical exercise and antioxidant nutraceuticals in adulthood and aging. **Oncotarget**, v. 9, n. 24, p. 17181-17198, 30 mar. 2018.
- SKOU, S. T. et al. Multimorbidity. **Nat. Rev. Dis. Primers**, v. 8, n. 1, p. 48, 14 jul. 2022.
- SMITH, R. L. et al. Metabolic Flexibility as an Adaptation to Energy Resources and Requirements in Health and Disease. **Endocr. Rev.**, v. 39, n. 4, p. 489-517, 1 ago. 2018.
- SON, W. H. et al. Enhancing Inflammatory Factors, Nitric Oxide, and Arterial Stiffness Through Aquatic Walking for Amelioration and Disease Prevention: Targeting in Obese Elderly Women. **Mediators Inflamm.**, v. 2024, p. 5520987, 2024.
- SUZUKI, F. S. et al. Effects of a multicomponent exercise program on the functional fitness in elderly women. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 24, 2018.
- SYLOW, L. et al. Exercise-stimulated glucose uptake — regulation and implications for glycaemic control. **Nat. Rev. Endocrinol.**, v. 13, n. 3, p. 133-148, 2017.

TAKESHIMA, N. et al. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 34, n. 3, p. 544-51, mar. 2002.

TAVARES, R. E. et al. Healthy aging from the perspective of the elderly: an integrative review. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, v. 20, 2017.

THOMAS, E. et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. **Medicine**, v. 98, n. 27, 2019.

TOMESCU, G. et al. The Benefits of Practicing Physical Activity in the Aquatic Environment on Health and Quality of Life. **Healthcare (Basel)**, v. 13, n. 9, 3 maio 2025.

TRINDADE, C. O. et al. Effects of Aquatic Exercise in Post-exercise Hypotension: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Front. Physiol.**, v. 13, 2022.

TRINDER, P. Determination of blood glucose using an oxidase-peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. **J. Clin. Pathol.**, v. 22, n. 2, p. 158-61, mar. 1969.

VAN DEN AKKER, M. et al. Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases. **J. Clin. Epidemiol.**, v. 51, n. 5, p. 367-75, maio 1998.

VASCONCELOS, S. M. L. et al. Marcadores de desequilíbrio redox em sangue de pacientes hipertensos de uma comunidade no Nordeste do Brasil. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 97, 2011.

VILLAREAL, D. T. et al. Aerobic or Resistance Exercise, or Both, in Dieting Obese Older Adults. **N. Engl. J. Med.**, v. 376, n. 20, p. 1943-1955, 18 maio 2017.

VUČIĆ LOVRENČIĆ, M. et al. Improvement in Depressive Symptoms Is Associated with Reduced Oxidative Damage and Inflammatory Response in Type 2 Diabetic Patients with Subsyndromal Depression: The Results of a Randomized Controlled Trial Comparing Psychoeducation, Physical Exercise, and Enhanced Treatment as Usual. **Int. J. Endocrinol.**, v. 2015, p. 210406, 2015.

WATANABE, K. et al. Relationships between muscle strength and multi-channel surface EMG parameters in eighty-eight elderly. **Eur. Rev. Aging Phys. Act.**, v. 15, p. 3, 2018.

XIN, C. et al. Effects of aquatic and land high intensity interval training on hemodynamics and vascular function of middle-aged men. **Front. Physiol.**, v. 15, p. 1411277, 2024.

XU, X. et al. Mitochondria in oxidative stress, inflammation and aging: from mechanisms to therapeutic advances. **Signal Transduct. Target Ther.**, v. 10, n. 1, p. 190, 11 jun. 2025.

YANG, X. et al. Effects of multicomponent exercise on frailty status and physical function in frail older adults: A meta-analysis and systematic review. **Exp. Gerontol.**, v. 197, p. 112604, nov. 2024.

ZAR, J. **Biostatistical analysis**. [S. l.]: [s. n.], 1999

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Título da Pesquisa: Exercícios aquáticos e multimorbidade: Análise dos parâmetros de saúde mental, cognição, autonomia funcional, eficiência muscular e disfunção oxidativa induzido por diferentes modelos de HIIT em idosos

Objetivo: Investigar o efeito dos três programas de hidroginástica em forma de HIIT sobre parâmetros de saúde mental/cognição, autonomia funcional/eficiência muscular, inflamação e estresse oxidativo em idosos com multimorbidade.

Período da coleta de dados: 10/08/2024 a 10/12/2024.

Tempo estimado para cada coleta: 2 horas

Local da coleta: Laboratório de Fisiopatologia, Laboratório de Psicofisiologia do Exercício e piscina localizados na Av. Universitária, 1105, Universitário, Criciúma/SC, 88806-000

Pesquisador/Orientador: Paulo Cesar Lock Silveira	Telefone: 48 99988-5355
Pesquisador/Coorientador: Luciano Acordi da Silva	Telefone: 48 99988-5355
Pesquisadora/Mestranda: Vitória Oliveira Silva da Silva Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde	Telefone: 51 99971-0412
Pesquisador/Acadêmico: Rafael Alex dos Santos Macedo Curso de Psicologia	Telefone: 48 99610-6058
Pesquisador/Acadêmico: Mauricio Fagundes Santos Curso de Educação Física	Telefone: 79 99964-6680
Pesquisador/Acadêmico: Lucas Lacerda Della Giustina Curso de Educação Física	Telefone: 48 99698-9853
Pesquisador/Acadêmico: Daysa Genuino Claudino Curso de Educação Física	Telefone: 48 99867-9336
Pesquisadora/Acadêmica: Roberta da Cruz Curso de Educação Física	Telefone: 48 98824-1047
Pesquisador/Acadêmico: Thiago Geremias dos Santos Curso de Educação Física	Telefone: 48 99605-8284
Pesquisador/Acadêmico: Igor Ramos Lima Curso de Biomedicina	Telefone: 48 99124-5828

TCLE CEP/UNESC – versão 2022 | Página 1 de 3

Av. Universitária, 1.105 – Bairro Universitário – CEP: 88.806-000 – Criciúma / SC
 Bloco Administrativo – Sala 31 | Fone (48) 3431 2606 | cetica@unesc.net | www.unesc.net/cep
 Horário de funcionamento do CEP: de segunda a sexta-feira, das 08h às 12h e das 13h às 17h.



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Pesquisadora/Acadêmica: Alice Machado Clemencia Curso de Biomedicina	Telefone: 48 99639-9635
Pesquisadora/Acadêmica: Gabrielli Martins Curso de Fisioterapia	Telefone: 48 98801-7578
Pesquisadora/Acadêmica: Camila Da Costa Curso de Fisioterapia	Telefone: 51 99540-6417
Pesquisadora/ Mestranda: Laura de Roch Casagrande Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde	Telefone: 48 98828-2219

Como convidado(a) para participar voluntariamente da pesquisa acima intitulada e aceitando participar do estudo, declaro que:

Poderei desistir a qualquer momento, bastando informar minha decisão diretamente ao pesquisador responsável ou à pessoa que está efetuando a pesquisa.

Por ser uma participação voluntária e sem interesse financeiro, não haverá nenhuma remuneração, bem como não terei despesas para com ela. No entanto, fui orientado(a) da garantia de ressarcimento de gastos relacionados ao estudo. Como prevê o item IV.3.g da Resolução CNS 466/2012, foi garantido a mim (participante de pesquisa) e ao meu acompanhante (quando necessário) o ressarcimento de despesas decorrentes da participação no estudo, tais como transporte, alimentação e hospedagem (quando necessário) nos dias em que for necessária minha presença para consultas ou exames.

Foi expresso de modo claro e afirmativo o direito de assistência integral gratuita devido a danos diretos/ indiretos e imediatos/ tardios pelo tempo que for necessário a mim (participante da pesquisa), garantido pelo(a) pesquisador(a) responsável (Itens II.3.1 e II.3.2, da Resolução CNS nº 466 de 2012).

Estou ciente da garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa (Item IV.3.h, da Resolução CNS nº 466 de 2012).

Os dados referentes a mim serão sigilosos e privados, preceitos estes assegurados pela Resolução nº 466/2012 do CNS - Conselho Nacional de Saúde - podendo eu solicitar informações durante todas as fases da pesquisa, inclusive após a publicação dos dados obtidos a partir desta.

Para tanto, fui esclarecido(a) também sobre os procedimentos, riscos e benefícios, a saber:

DETALHES DOS PROCEDIMENTOS QUE SERAO UTILIZADOS NA PESQUISA
Análise da qualidade de sono, sonolência, ansiedade, depressão, felicidade, bem-estar, cognição, eficiência muscular, força muscular, autonomia funcional, equilíbrio e disfunção oxidativa. As aulas serão de hidroginástica, as quais ocorrerão dentro da piscina com total segurança.

TCLE CEPUNESC – versão 2022 | Página 2 de 3



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

RISCOS

Apontamos que a pesquisa não apresenta riscos éticos para saúde dos idosos. Afirmamos ainda que os testes mentais e físicos são de simples execução, não apresentando riscos a integridade mental e física dos idosos. Os possíveis riscos relacionados a confiabilidade dos dados e constrangimento durante as avaliações, serão sanados através do cuidado dos pesquisadores, seguindo todas as orientações e precauções. Na coleta de sangue será utilizado material descartável e estéril, minimizando o risco de infecção e de transmissão de doenças

BENEFÍCIOS

Levando em consideração o objetivo do presente estudo, cabe ressaltar que os três programas de exercícios físicos aquáticos estão dentro dos seus preceitos éticos e metodológicos, sendo que eles contribuem para melhorar a qualidade de vida (mental, física e social) dos idosos, com baixo risco a saúde. É importante destacar que em tempos de pós-pandemia o fortalecimento aeróbio e muscular dos idosos é mais do que necessário para reestabelecer a volta as atividades básicas de um estilo de vida ativo e saudável.

Declaro ainda, que tive tempo adequado para poder refletir sobre minha participação na pesquisa, consultando, se necessário, meus familiares ou outras pessoas que possam me ajudar na tomada de decisão livre e esclarecida, conforme a resolução CNS 486/2012 item IV.1.C.

Diante de tudo o que até agora fora demonstrado, declaro que todos os procedimentos metodológicos e os possíveis riscos, detalhados acima, bem como as minhas dúvidas, foram devidamente esclarecidos, sendo que, para tanto, firmo ao final a presente declaração, em duas vias de igual teor e forma, ficando na posse de uma e outra sido entregue ao(à) pesquisador(a) responsável (o presente documento será obrigatoriamente assinado na última página e rubricado em todas as páginas pelo(a) pesquisador(a) responsável/pessoa por ele(a) delegada e pelo(a) participante/responsável legal).

Em caso de dúvidas, sugestões e/ou emergências relacionadas à pesquisa, favor entrar em contato com o(a) pesquisador(a) Paulo César Lock Silveira pelo telefone (48) 99988-5355 e/ou pelo e-mail psilveira@unesc.net.

Em caso de denúncias, favor entrar em contato com o Comitê de Ética – CEP/UNESC (endereço no rodapé da página).

O Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos (CEP) da Unesc pronuncia-se, no aspecto ético, sobre todos os trabalhos de pesquisa realizados, envolvendo seres humanos. Para que a ética se faça presente, o CEP/UNESC revisa todos os protocolos de pesquisa envolvendo seres humanos. Cabe ao CEP/UNESC a responsabilidade primária pelas decisões sobre a ética da pesquisa a ser desenvolvida na Instituição, de modo a garantir e resguardar a integridade e os direitos dos voluntários participantes nas referidas pesquisas. Tem também papel consultivo e educativo, de forma a fomentar

TCLE CEP/UNESC – versão 2022 | Página 3 de 3



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

a reflexão em torno da ética na ciência, bem como a atribuição de receber denúncias e requerer a sua apuração.

ASSINATURAS	
<p>Voluntário(a)/Participante</p> <hr/> <p>Assinatura</p> <p>Nome: _____</p> <p>CPF: _____ - ____</p>	<p>Voluntário(a)/Participante</p> <hr/> <p>Assinatura</p> <p>Nome: _____</p> <p>CPF: _____ - ____</p>
<p>Voluntário(a)/Participante</p> <hr/> <p>Assinatura</p> <p>Nome: _____</p> <p>CPF: _____ - ____</p>	<p>Voluntário(a)/Participante</p> <hr/> <p>Assinatura</p> <p>Nome: _____</p> <p>CPF: _____ - ____</p>
<p>Voluntário(a)/Participante</p> <hr/> <p>Assinatura</p> <p>Nome: _____</p> <p>CPF: _____ - ____</p>	<p>Voluntário(a)/Participante</p> <hr/> <p>Assinatura</p> <p>Nome: _____</p> <p>CPF: _____ - ____</p>

Criciúma (SC), 21 de maio de 2024.

APÊNDICE B – PROTOCOLO DE TREINAMENTO DO GRUPO 1

Exercício	Duração	Séries	Tempo de execução	Tempo de repouso	FC (% FCmáx estimada)	BORG	Tempo total
1	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	4'00"
2	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	8'00"
3	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	12'00"
4	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	16'00"
5	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	20'00"
6	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	24'00"
7	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	28'00"
8	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	32'00"
9	4'00"	4	1'00	0"	50-70	12-13	36'00"

TOTAL: 9 EXERCÍCIOS, 36 SÉRIES, 36 MINUTOS DE EXERCÍCIO CONTÍNUO.

APÊNDICE C – PROTOCOLO DE TREINAMENTO DO GRUPO 2

Exercício	Duração	Séries	Tempo de execução	Tempo de repouso	FC (% FCmáx estimada)	BORG	Tempo total
1	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	3'00"
2	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	9'00"
3	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	12'00"
4	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	15'00"
5	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	18'00"
6	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	21'00"
7	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	24'00"
8	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	27'00"
9	3'00"	4	0'30"	0'15"	80-90	17-19	30'00"

TOTAL: 9 EXERCÍCIOS, 36 SÉRIES, 30 MINUTOS DE EXERCÍCIO INTERVALADO.

APÊNDICE D – PROTOCOLO DE TREINAMENTO DO GRUPO 3

Exercício	Duração	Séries	Tempo de execução	Tempo de repouso	FC (% FCmáx estimada)	BORG	Tempo total
1	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	2'40"
2	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	5'20"
3	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	8'00"
4	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	10'40"
5	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	13'20"
6	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	16'00"
7	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	18'40"
8	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	21'20"
9	2'40"	4	0'30"	0'10"	80-90	17-19	24'00"

TOTAL: 9 EXERCÍCIOS, 36 SÉRIES, 24 MINUTOS DE EXERCÍCIO INTERVALADO.

APÊNDICE E – EXERCÍCIOS REALIZADOS EM TODOS OS TREINAMENTOS

COMPONENTE	EXERCÍCIOS
Aquecimento	Exercícios aquáticos leves de mobilidade: balanço de braços, corrida estacionária, rotações de tronco, caminhada multidirecional.
Sessão Principal	Nove exercícios envolvendo membros superiores e inferiores. Cada exercício: De acordo com o seu protocolo. Exercícios: (1) corrida estacionária com braços realizando um movimento alternado (empurra à frente), (2) chute frontal com braços realizando um movimento simultâneo (empurra à frente), (3) corrida posterior com ombros realizando adução e abdução horizontal (4) sapinho, (5) pêndulo lateral com braços realizando um movimento alternado (empurra ao lado), (6) chute frontal com braços realizando um movimento alternado (empurra à frente), (7) polichinelo com ombros realizando adução e abdução horizontal, (8) corrida posterior realizando um movimento simultâneo (empurra à frente), (9) corrida estacionária com flexão e extensão de cotovelo alternada.
Parte final	Alongamentos leves e exercícios de relaxamento.

APÊNDICE F – FICHA DE INSCRIÇÃO



UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO – UNAHICE
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA



FICHA DE INSCRIÇÃO

DADOS PESSOAIS

Nome completo:		
Rua:	Bairro:	Cidade:
Tel. Residencial: ()	Cel ()	
Tel. Para recados ou emergência: ()		Nome do tel. de emergência:

PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

Sexo: M () F ()

Idade: _____ anos

Estado Civil: Solteiro() Casado (a)/União de facto() Divorciado(a)/Separado() Viúvo (a)()

Número de Filhos: _____

Escolaridade: Analfabeto(a)() Sabe ler e escrever() Ensino primário() Ensino secundário()
() Curso Superior

Quantas pessoas vivem em sua casa: _____

Como classifica a sua situação económica: Má() Média() Boa()

Realiza exercício físico regular: () Sim () Não Se sim, quantas vezes por semana: _____
Qual: _____

Foi diagnosticado por médico e/ou faz tratamento para:
Diabetes() Hipertensão() Depressão() Saudável() Outro: _____



(PAR-Q “Physical Activity Readness Questionnaire)

1. O seu médico já lhe disse alguma vez que você tem um problema cardíaco? () SIM () NAO
2. Você tem dores no peito com frequência? () SIM () NAO
3. Você desmaia com frequência ou tem episódios importantes de vertigem? () SIM () NAO
4. Algum médico já lhe disse que a sua pressão arterial estava muito alta? () SIM () NAO
5. Algum médico já lhe disse que você tem um problema ósseo ou articular, que se tenha agravado com o exercício ou que possa piorar com ele? () SIM () NAO
6. Existe alguma boa razão física, não mencionada aqui, para que você não siga um programa de atividade física, mesmo que você queira? () SIM () NAO

TERMO DE RESPONSABILIDADE

AS DECLARAÇÕES ACIMA SÃO EXPRESSÃO DA VERDADE, NÃO CABENDO AO PROFISSIONAL NENHUMA RESPONSABILIDADE POR FATOS OMITIDO OU FALSOS. COMPROMETENDO-ME A AVISAR AOS PROFISSIONAIS EM CASO DE ALGUMA ALTERAÇÃO QUE POSSA COMPROMETER A PRÁTICA DAS ATIVIDADES FÍSICAS RECOMENDADAS.

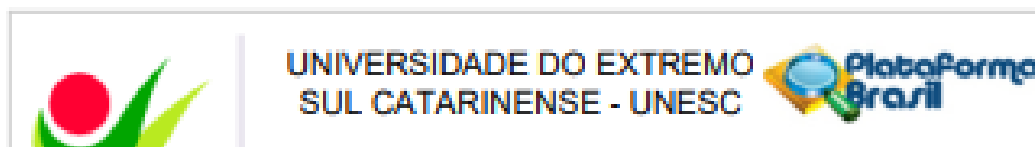
IDENTIDADE (RG): _____ CPF: _____

 ASSINATURA

Criciúma, XX de XX de 202X.

ANEXOS

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: HIIT em idosos com multimorbidade: efeitos na saúde psicofisiológica

Pesquisador: Paulo Cesar Lock Silveira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 76438323.1.0000.0119

Instituição Proponente: Universidade do Extremo Sul Catarinense

Patrocinador Principal: Universidade do Extremo Sul Catarinense
Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições Comunitárias de Educação Sup
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E
TECNOLOGICO-CNPQ

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.582.053

Apresentação do Projeto:

Resumo:

O objetivo do estudo é investigar os efeitos dos HIIT's aquáticos de diferentes intervalos sobre parâmetros de saúde mental, cognição, autonomia funcional, eficiência muscular, e disfunção oxidativa em idosos multimórbidos. Serão randomizados 150 idosos de ambos os sexos, maiores de 60 anos e com as três multimorbidades (depressão, hipertensão e diabetes) associadas, todos com indicação médica para prática de exercícios e de acordo com os critérios adjacentes. Os idosos serão separados em três grupos com n= 50 cada, sendo eles: grupo de hidroginástica com dois diferentes tipos de intervalo sobre desfechos na saúde. Os idosos serão divididos em grupo hidroginástica treinamento contínuo de moderada intensidade (G1), hidroginástica intervalado intermediário (G2) e hidroginástica intervalado avançado (G3), e de acordo com diferentes tempos de recuperação (Intermediário – quinze segundos; Avançado - dez segundos) entre as séries dos exercícios. Quarenta e oito horas pré e pósprogramas de exercícios aquáticos serão avaliados os

Endereço: Avenida Universitária, 1.105

Bairro: Universitário

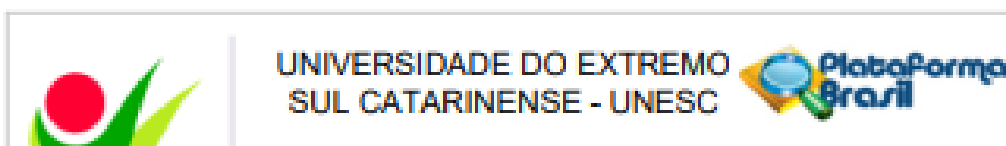
CEP: 88.806-000

UF: SC

Município: CRICIUMA

Telefone: (48)3431-2606

E-mail: cep@unesc.net



Continuação do Parecer: 6.582.053

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB: INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO_2258271.pdf	06/12/2023 09:17:10		Aceito
Outros	CartadaAceiteAssinada.pdf	06/12/2023 09:16:04	Paulo Cesar Lock Silveira	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB: INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO_2258271.pdf	05/12/2023 18:33:58		Aceito
Outros	TermodeConfidencialidade.pdf	05/12/2023 18:32:09	Paulo Cesar Lock Silveira	Aceito
Outros	TermodeConfidencialidade.pdf	05/12/2023 18:32:09	Paulo Cesar Lock Silveira	Postado
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	05/12/2023 18:30:54	Paulo Cesar Lock Silveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	05/12/2023 18:30:54	Paulo Cesar Lock Silveira	Postado
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhadoCEP.docx	05/12/2023 18:29:43	Paulo Cesar Lock Silveira	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoAssinada.pdf	05/12/2023 18:27:19	Paulo Cesar Lock Silveira	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoAssinada.pdf	05/12/2023 18:27:19	Paulo Cesar Lock Silveira	Postado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CRICIUMA, 14 de Dezembro de 2023

Assinado por:
 Marco Antônio da Silva
 (Coordenador(a))

Endereço: Avenida Universitária, 1.102
 Bairro: Universitário CEP: 88.806-000
 UF: SC Município: CRICIUMA
 Telefone: (48)3431-2606 E-mail: cep@unesc.net

ANEXO B – ESCALA DE PITTSBURGH PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SONO

ESCALA DE PITTSBURGH PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SONO

DADOS PESSOAIS		DATA: / /	
NOME			
Assinale com "X" a alternativa que melhor descreve sua resposta a cada questão.			
1) Durante o mês passado, a que horas você foi habitualmente dormir?			
2) Durante o mês passado, quanto tempo (em minutos) habitualmente você levou para adormecer à cada noite:			
Número de minutos:			
3) Durante o mês passado, a que horas você habitualmente despertou?			
Horário habitual de despertar:			
4) Durante o mês passado, quantas horas de sono realmente você teve à noite? (isto pode ser diferente do número de horas que você permaneceu na cama)			
Horas de sono por noite:			
5) Durante o mês passado, com que frequência você teve problemas de sono porque você...			
A) Não conseguia dormir em 30 minutos			
() Nunca no mês passado	() Uma ou duas vezes por semana	() Menos de uma vez por semana	() Três ou mais vezes por semana
B) Despertou no meio da noite ou de madrugada			
() Nunca no mês passado	() Uma ou duas vezes por semana	() Menos de uma vez por semana	() Três ou mais vezes por semana
C) Teve que levantar à noite para ir ao banheiro			
() Nunca no mês passado	() Uma ou duas vezes por semana	() Menos de uma vez por semana	() Três ou mais vezes por semana
D) Não conseguia respirar de forma satisfatória			
() Nunca no mês passado	() Uma ou duas vezes por semana	() Menos de uma vez por semana	() Três ou mais vezes por semana
E) Tossia ou roncava alto			
() Nunca no mês passado	() Uma ou duas vezes por semana	() Menos de uma vez por semana	() Três ou mais vezes por semana
F) Sentia muito frio			
() Nunca no mês passado	() Uma ou duas vezes por semana	() Menos de uma vez por semana	() Três ou mais vezes por semana
G) Sentia muito calor			
() Nunca no mês passado	() Uma ou duas vezes por semana	() Menos de uma vez por semana	() Três ou mais vezes por semana
H) Tinha sonhos ruins			
() Nunca no mês passado	() Uma ou duas vezes por semana	() Menos de uma vez por semana	() Três ou mais vezes por semana
I) Tinha dor			

<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana
J) Outra razão (por favor, descreva)			
K) Durante o mês passado, com que frequência você teve problemas com o sono por essa causa acima?			
<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana
6) Durante o mês passado, como você avaliaria a qualidade geral do seu sono?			
<input type="checkbox"/> Muito bom	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Muito ruim
7) Durante o mês passado, com que frequência você tomou medicamento (prescrito ou por conta própria) para ajudar no sono?			
<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana
8) Durante o mês passado, com que frequência você teve dificuldades em permanecer acordado enquanto estava dirigindo, fazendo refeições, ou envolvido em atividades sociais?			
<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana
9) Durante o mês passado, quando foi problemático para você manter-se suficientemente entusiasmado ao realizar suas atividades?			
<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana
10) Você divide com alguém o mesmo quarto ou a mesma cama?			
<input type="checkbox"/> Mora só	<input type="checkbox"/> Divide a mesma cama	<input type="checkbox"/> Divide o mesmo quarto, mas não a mesma cama	
Se você divide com alguém o quarto ou a cama, pergunte a ele(a) com qual frequência durante o último mês você tem tido:			
A) Ronco alto			
<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana
B) Longas pausas na respiração enquanto estava dormindo			
<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana
C) Movimentos de chutar ou sacudir as pernas enquanto estava dormindo			
<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana
D) Episódios de desorientação ou confusão durante a noite?			
<input type="checkbox"/> Nunca no mês passado	<input type="checkbox"/> Uma ou duas vezes por semana	<input type="checkbox"/> Menos de uma vez por semana	<input type="checkbox"/> Três ou mais vezes por semana

ANEXO C – ESCALA DE SONOLÊNCIA DE EPWORTH

ESCALA DE SONOLÊNCIA DE EPWORTH (ESS-BR)

Qual é a "chance" de você "cochilar" ou adormecer nas situações apresentadas a seguir:

Utilize a escala apresentada a seguir:

- Nenhuma chance de cochilar = (0)
- Pequena chance de cochilar = (1)
- Moderada chance de cochilar = (2)
- Alta chance de cochilar = (3)

Sentado e lendo	0	1	2	3
Vendo televisão	0	1	2	3
Sentado em algum lugar público sem atividade (sala de espera, cinema, teatro, reunião)	0	1	2	3
Como passageiro de trem, carro ou ônibus andando 1 hora sem parar	0	1	2	3
Deitado para descansar a tarde quando as circunstâncias permitem	0	1	2	3
Sentado e conversando com alguém	0	1	2	3
Sentado calmamente, após um almoço sem álcool	0	1	2	3
Se tiver de carro, enquanto para por alguns minutos no trânsito intenso	0	1	2	3

ANEXO D – INVENTÁRIO DE ANSIEDADE DE BECK

Inventário de Ansiedade de Beck

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

SINTOMAS	<u>0</u> <u>Absolutamente</u> <u>não</u>	<u>1</u> <u>Levemente</u> Não me incomodou muito	<u>2</u> <u>Moderadamente</u> Foi muito desagradável, mas pude suportar	<u>3</u> <u>Gravemente</u> Difícilmente pude suportar
1. Dormência ou formigamento				
2. Sensação de calor				
3. Tremores nas pernas				
4. Incapaz de relaxar				
5. Medo que aconteça o pior				
6. Atordoado (a) ou tonto (a)				
7. Palpitação ou aceleração do coração				
8. Sem equilíbrio/inseguro(a)				
9. Aterrorizado (a)				
10. Nervoso (a)				
11. Sensação de sufocação				
12. Tremores nas mãos				
13. Trêmulo (a)				
14. Medo de perder o controle				
15. Dificuldade de respirar				
16. Medo de morrer				
17. Assustado (a)				
18. Indigestão ou desconforto no abdômen				
19. Sensação de desmaio				
20. Rosto afogueado (rubor facial)				
21. Suor (não devido ao calor)				

ANEXO E – INVENTÁRIO DE DEPRESSÃO DE BECK

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

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

ANEXO F – INVENTÁRIO DE DEPRESSÃO DE BECK

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)

Nome do paciente: _____

Data da avaliação: ____/____/____

Escolaridade (nº de anos completos de estudo): _____

Ex: levou 10 anos para concluir a 4ª série, considera-se escolaridade de 4 anos.

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)	
ORIENTAÇÃO	
* Qual é o (ano) (estação) (dia/semana) (dia/mês) e (mês).	5
* Onde estamos (país) (estado) (cidade) (rua ou local ¹) (nº ou andar ²).	5
REGISTRO	
* Dizer três palavras: PENTE RUA AZUL . (Pedir para prestar atenção, pois terá que repetir mais tarde. Pergunte pelas três palavras após tê-las nomeado. Repetir até 5 vezes, para que evoque corretamente e anotar número de vezes: ____)	3
ATENÇÃO E CÁLCULO	
* Subtrair: 100-7 (5 tentativas: 93 – 86 – 79 – 72 – 65) Alternativo³ : série de 7 dígitos (5 8 2 6 9 4 1)	5
EVOCAÇÃO	
* Perguntar pelas 3 palavras anteriores (pente-rua-azul)	3
LINGUAGEM	
* Identificar lápis e relógio de pulso (sem estar no pulso).	2
* Repetir: "Nem aqui, nem ali, nem lá".	1
* Seguir o comando de três estágios: "Pegue o papel com a mão direita, dobre ao meio e ponha no chão". (Falar essa frase de forma inteira e apenas uma vez).	3
* Ler ("só com os olhos") e executar: FECHE OS OLHOS	1
* Escrever uma frase (um pensamento, ideia completa)	1
* Copiar o desenho: 	1
TOTAL:	30
<p>¹ Rua é usado para visitas domiciliares. Local para consultas no hospital ou outra instituição. ² Nº é usado para visitas domiciliares. Andar para consultas no hospital ou outra instituição. ³ Alternativo é usado quando o entrevistado erra JÁ na primeira tentativa, OU acerta na primeira e erra na segunda. SEMPRE que o alternativo for utilizado, o escore do item será aquele obtido com ele. Não importa se a pessoa refere ou não saber fazer cálculos – de qualquer forma se inicia o teste pedindo que faça a subtração inicial. A ordem de evocação tem que ser exatamente a da apresentação! Obs.: na forma alternativa a pontuação máxima também é de 5 pontos. A ordem de evocação tem que ser exatamente a da apresentação.</p>	

Assinatura e carimbo do médico: _____

ANEXO H – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLÍNICO-FUNCIONAL

IVCF-20 (versão do profissional de saúde)

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLÍNICO-FUNCIONAL-20		Pontuação
www.ivcf-20.com.br		
Responda às perguntas abaixo com a ajuda de familiares ou acompanhantes. Marque a opção mais apropriada para a sua condição de saúde atual. Todas as respostas devem ser confirmadas por alguém que conviva com você. Nos idosos incapazes de responder, utilizar as respostas do cuidador.		
IDADE	1. Qual é a sua idade? () 60 a 74 anos ⁰ () 75 a 84 anos ¹ () ≥ 85 anos ²	
AUTO-PERCEPÇÃO DA SAÚDE	2. Em geral, comparando com outras pessoas de sua idade, você diria que sua saúde é: () Excelente, muito boa ou boa ⁰ () Regular ou ruim ¹	
ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA	AVD Instrumental <i>Respostas positiva valem 4 pontos cada. Todavia, a pontuação máxima do item é de 4 pontos, mesmo que o idoso tenha respondido sim para todas as questões 3, 4 e 5.</i>	3. Por causa de sua saúde ou condição física, você deixou de fazer compras? () Sim ¹ () Não ou não faz compras por outros motivos que não a saúde
		4. Por causa de sua saúde ou condição física, você deixou de controlar seu dinheiro, gastos ou pagar as contas de sua casa? () Sim ¹ () Não ou não controla o dinheiro por outros motivos que não a saúde
		5. Por causa de sua saúde ou condição física, você deixou de realizar pequenos trabalhos domésticos, como lavar louça, arrumar a casa ou fazer limpeza leve? () Sim ¹ () Não ou não faz mais pequenos trabalhos domésticos por outros motivos que não a saúde
	AVD Básica	6. Por causa de sua saúde ou condição física, você deixou de tomar banho sozinho? () Sim ¹ () Não
COGNIÇÃO		7. Algum familiar ou amigo falou que você está ficando esquecido? () Sim ¹ () Não
		8. Este esquecimento está piorando nos últimos meses? () Sim ¹ () Não
		9. Este esquecimento está impedindo a realização de alguma atividade do cotidiano? () Sim ² () Não
HUMOR		10. No último mês, você ficou com desânimo, tristeza ou desesperança? () Sim ² () Não
		11. No último mês, você perdeu o interesse ou prazer em atividades anteriormente prazerosas? () Sim ² () Não
MOBILIDADE	Alcance, preensão e pinça	12. Você é incapaz de elevar os braços acima do nível do ombro? () Sim ¹ () Não
		13. Você é incapaz de manusear ou segurar pequenos objetos? () Sim ¹ () Não
	Capacidade aeróbica e /ou muscular	14. Você tem alguma das quatro condições abaixo relacionadas? • Perda de peso não intencional de 4,5 kg ou 5% do peso corporal no último ano ou 6 kg nos últimos 6 meses ou 3 kg no último mês () ; • Índice de Massa Corporal (IMC) menor que 22 kg/m ² () ; • Circunferência da panturrilha a < 31 cm () ; • Tempo gasto no teste de velocidade da marcha (4m) > 5 segundos () . () Sim ² () Não
	Marcha	15. Você tem dificuldade para caminhar capaz de impedir a realização de alguma atividade do cotidiano? () Sim ² () Não
		16. Você teve duas ou mais quedas no último ano? () Sim ² () Não
	Continência esfincteriana	17. Você perde urina ou fezes, sem querer, em algum momento? () Sim ² () Não
COMUNICAÇÃO	Visão	18. Você tem problemas de visão capazes de impedir a realização de alguma atividade do cotidiano? É permitido o uso de óculos ou lentes de contato. () Sim ² () Não
	Audição	19. Você tem problemas de audição capazes de impedir a realização de alguma atividade do cotidiano? É permitido o uso de aparelhos de audição. () Sim ² () Não
COMORBIDADES MÚLTIPLAS	Polipatologia	20. Você tem alguma das três condições abaixo relacionadas? • Cinco ou mais doenças crônicas () ; • Uso regular de cinco ou mais medicamentos diferentes, todo dia () ; • Internação recente, nos últimos 6 meses () . () Sim ¹ () Não
	Polifarmácia	
	Internação recente (<6 meses)	
		PONTUAÇÃO FINAL (40 pontos)

Máximo
4 ptsMáximo
2 ptsMáximo
4 pts