

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ALESSANDRO MIRANDA LEGUIR PEREIRA

**EFEITO DE OITO SEMANAS DE TREINAMENTO COMBINADO
PERSONALIZADO COM TECNOLOGIA MOBILE NO DESEMPENHO AERÓBIO
E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE PRATICANTES DE ACADEMIA**

Florianópolis,
2022

Alessandro Miranda Leguir Pereira

**EFEITO DE OITO SEMANAS DE TREINAMENTO COMBINADO
PERSONALIZADO COM TECNOLOGIA MOBILE NO DESEMPENHO AERÓBIO
E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE PRATICANTES DE ACADEMIA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Educação Física – Bacharelado do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Diefenthaler

Coorientador: Prof. Me. Jader Sant' Ana

Florianópolis,

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pereira, Alessandro Miranda Leguir

Efeito de oito semanas de treinamento combinado personalizado com tecnologia mobile no desempenho aeróbio e composição corporal de praticantes de academia / Alessandro Miranda Leguir Pereira ; orientador, Fernando Diefenthaeler, coorientador, Jader Sant' Ana, 2022.
57 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Treinamento combinado. 3. Tempo limite. 4. Tecnologia mobile. 5. App Safe Runner. I. Diefenthaeler, Fernando. II. Sant' Ana, Jader. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Educação Física. IV. Título.

Alessandro Miranda Leguir Pereira

**EFEITO DE OITO SEMANAS DE TREINAMENTO COMBINADO
PERSONALIZADO COM TECNOLOGIA MOBILE NO DESEMPENHO AERÓBIO
E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE PRATICANTES DE ACADEMIA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Educação Física” e aprovado em sua forma final pelo Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, com a nota 9,5.

Florianópolis, 12 de dezembro de 2022.

Banca Examinadora:

Prof. Fernando Diefenthaler, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

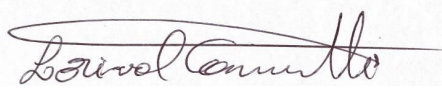
Prof. Jader Sant’Ana, Me.

Coorientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Juliano Dal Pupo, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Lorival Carminatti, Dr.

Universidade do Estado de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à minha família, meus amigos e colegas de classe.

AGRADECIMENTOS

“Incomensurável”, palavra que passou a integrar o meu vocabulário após cursar uma das disciplinas da graduação. Significa aquilo ou aquele que não se pode ser medido, quantificado, comparado, traduzido ou expresso, tamanha é a sua grandeza que não possui limites, infinito. Esta é a representação da contribuição dos agradecimentos a seguir.

Gratidão ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Diefenthaler por ter aceitado prontamente o projeto aqui desenvolvido, por depositar confiança e prestar auxílio na elaboração do trabalho. Como extensão da orientação, cito uma personalidade de contribuição ímpar para a minha formação como pessoa e influência direta na minha escolha pela educação física, Prof. Me. Jader Sant’ Ana. Este vínculo se estende há anos e nossa relação perpassa diversas esferas da vida. Considero um mestre desde os tempos do taekwondo, um excelente patrão no estágio em sala de musculação, um grande amigo que aconselha e estende a mão.

Estes anos dedicados a graduação foram marcados por pessoas que foram facilitadoras frente às dificuldades da jornada acadêmica, dentre os diversos nomes possíveis de serem citados, destaco com méritos: Artur Dilli, Lucas Lanzarini, Marina Duarte, Murilo Andrade, Murilo Henrique Silveira e Natasha Maidana.

Para além das salas de aulas e responsabilidades acadêmicas, devo nomear e honrar aqueles que me entregam lealdade nos momentos de dificuldade: Aline Leão, Rafael Antunes Leão, Guilherme Cavani e Guilherme Hausmann.

Aprendi que sangue só “corre” nas veias. Acima da condição genética, está a decisão de ser, e de se fazer uma família. Em atos sou melhor do que em palavras, mas meu muito obrigado ao senhor Leonardo Bertussi que cuida, respeita e zela por um dos bens mais preciosos da minha vida, minha rainha, minha mãe. No mesmo sentido, agradeço aqueles que estimularam em mim sentimentos desconhecidos até então, sou grato a minha nova família que amo, protejo e defendo: Carmen Ketlin Ribeiro, Miguel Ribeiro e Vicente Ribeiro.

Gratidão a todos os membros da família, meus irmãos Gusthavo Miranda Leguir Pereira e Samuell Miranda Leguir Pereira, mas especialmente à minha mãe Michelly Miranda, que profetizou esta graduação. Durante os anos em que se formava no curso de enfermagem da Universidade Federal de Santa de Catarina, sempre disse que quando passava pelo Centro de Desportos, me enxergava ali, curiosamente no seu último semestre letivo foi quando entrei como calouro no curso de educação física. Agradeço aquele que já se foi mas que continua vivo em nossos corações, obrigado Ivanildo Souza Miranda vulgo vovô Nildo.

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo verificar os efeitos de oito semanas de treinamento combinado (TC) personalizado com suporte de tecnologia mobile no desempenho aeróbio e na composição corporal de praticantes de exercícios físicos em academia. Participaram deste estudo 13 adultos (7 do sexo feminino e 6 do sexo masculino) com no máximo 3 meses de prática de exercícios físicos em academia. Os participantes foram submetidos a avaliação da composição corporal nos seguintes parâmetros: índice de massa corporal (IMC), massa corporal (MC), massa gorda (MG), percentual de massa gorda (%MG), massa magra (MM) e relação cintura quadril (RCQ) e do desempenho aeróbio em teste incremental máximo em esteira ergométrica e testes de tempo limite (T_{lim}). O teste incremental foi realizado utilizando o modo de protocolo para praticantes intermediários do App Safe Runner Indoor, iniciando na velocidade de $4,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, inclinação fixa de 1% e incrementos de velocidade de $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ por estágio. Cada estágio teve duração de 1 min e os sujeitos realizaram o teste até a exaustão para obtenção das variáveis de consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}), frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), velocidade máxima (V_{MAX}), frequência cardíaca do limiar anaeróbio (FC_{Lan}) e velocidade do limiar anaeróbio (V_{Lan}) que são determinadas automaticamente na interface do App ao encerrar o teste. Os participantes participaram de três sessões de avaliações com intervalos de 48 horas entre elas: 1) avaliação da composição corporal e teste incremental em esteira ergométrica para obtenção das variáveis de V_{MAX} e V_{Lan} determinadas automaticamente na interface do App ao término do teste; 2) teste de tempo limite na V_{Lan} ; 3) e teste de tempo limite na V_{MAX} . A partir da identificação destes parâmetros de carga interna, os participantes foram acompanhados ao longo de 8 semanas seguindo protocolo de treinamento aeróbio com duração de 20 min e treinamento resistido periodizado baseado em repetições máximas (RM) e no princípio da interdependência volume intensidade com auxílio e controle do App. Após o período estipulado foram reavaliados para observar os efeitos sobre a composição corporal e no desempenho aeróbio. Os principais resultados após intervenção de 8 semanas de treinamento combinado foram melhora significativa (pré e pós; $p < 0,05$) do desempenho aeróbio VO_{2MAX} ($32,84 \pm 3,24$ e $36,46 \pm 3,37$), V_{MAX} ($8,42 \pm 0,93$ e $9,46 \pm 0,97$), delta ($1,42 \pm 0,49$ e $1,96 \pm 0,66$), $TLIM_{V_{MAX}}$ ($3,79 \pm 1,13$ e $4,42 \pm 1,10$), $TLIM_{V_{Lan}}$ ($11,04 \pm 6,78$ e $17,38 \pm 13,87$) e da composição corporal em todos os parâmetros investigados MC ($84,91 \pm 21,61$ e $81,87 \pm 20,59$), %MG ($35,94 \pm 6,05$ e $27,29 \pm 7,51$), MM ($54,16 \pm 13,88$ e $59,01 \pm 14,00$), MG ($30,74 \pm 10,39$ e $22,89 \pm 12,58$), IMC ($30,71 \pm 5,65$ e $29,64 \pm 5,28$), RCQ ($0,84 \pm 0,10$ e $0,81 \pm 0,10$). Concluímos que uma intervenção de 8 semanas de treinamento combinado personalizado com suporte de tecnologia mobile na identificação e caracterização de marcadores fisiológicos de intensidade promovem melhoras no desempenho aeróbio e na composição corporal de praticantes de exercícios físicos em academia.

Palavras-chave: Treinamento combinado. Tempo limite. Tecnologia mobile. App safe runner.

ABSTRACT

The present study aims to verify the effects of eight weeks of personalized combined training (CT) with the support of mobile technology on the aerobic performance and body composition of practitioners of physical exercises in gyms. The study included 13 adults (7 females and 6 males) with a maximum of 3 months of physical exercise in the gym. The participants underwent an evaluation of body composition in the following parameters: body mass index (BMI), body mass (BM), fat mass (FM), percentage of fat mass (%FM), lean mass (LM) and waist ratio hip (WHR) and aerobic performance in maximum incremental test on treadmill and time limit tests (T_{lim}). The incremental test was performed using the protocol mode for intermediate practitioners of the App Safe Runner Indoor, starting at a speed of 4.0 km·h⁻¹, fixed inclination of 1% and speed increments of 0.5 km·h⁻¹ per stage. Each stage lasted 1 min and the subjects performed the test until exhaustion to obtain the variables of maximum oxygen consumption (VO_{2MAX}), maximum heart rate (HRMAX), maximum velocity (V_{MAX}), anaerobic threshold heart rate (FCLan) and anaerobic threshold velocity (V_{Lan}) that are automatically determined in the App interface when the test is finished. Participants participated in three assessment sessions with 48-hour intervals between them: 1) body composition assessment and incremental test on a treadmill to obtain the V_{MAX} and V_{Lan} variables determined automatically in the App interface at the end of the test; 2) V_{Lan} timeout test; 3) and timeout test on V_{MAX} . From the identification of these internal load parameters, the participants were followed over 8 weeks following an aerobic training protocol lasting 20 min and periodized resistance training based on maximum repetitions (RM) and on the principle of interdependence volume intensity with aid and App control. After the stipulated period, they were reassessed to observe the effects on body composition and aerobic performance. The main results after intervention of 8 weeks of combined training were significant improvement (pre and post; $p < 0.05$) of the aerobic performance VO_{2MAX} (32.84 ± 3.24 and 36.46 ± 3.37), V_{MAX} (8.42 ± 0.93 and 9.46 ± 0.97), delta (1.42 ± 0.49 and 1.96 ± 0.66), $TLIM_{V_{MAX}}$ (3.79 ± 1.13 and 4.42 ± 1.10), $TLIM_{V_{Lan}}$ (11.04 ± 6.78 and 17.38 ± 13.87) and body composition in all investigated parameters BM (84.91 ± 21.61 and 81.87 ± 20.59), %FM (35.94 ± 6.05 and 27.29 ± 7.51), LM (54.16 ± 13.88 and 59.01 ± 14.00), FM (30.74 ± 10.39 and 22.89 ± 12.58), BMI (30.71 ± 5.65 and 29.64 ± 5.28), WHR (0.84 ± 0.10 and 0.81 ± 0.10). We conclude that an intervention of 8 weeks of personalized combined training with support of mobile technology in the identification and characterization of physiological markers of intensity promote improvements in aerobic performance and body composition of practitioners of physical exercises in the gym.

Keywords: Combined training. Time limit. Mobile technology. App safe runner.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 HIPÓTESES	15
1.4 JUSTIFICATIVA	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 CAPACIDADE AERÓBIA E POTÊNCIA AERÓBIA	17
2.2 AVALIAÇÕES E PARÂMETROS DO TREINAMENTO AERÓBIO	19
2.3 TECNOLOGIAS MOBILE NO CONTEXTO DE ACADEMIA	20
3. MÉTODOS	23
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	23
3.2 SUJEITOS	23
3.2.1 Critérios de inclusão/exclusão	23
3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDA	24
3.4 PROCEDIMENTOS	24
3.4.1 Avaliação antropométrica	24
3.4.2 Teste incremental máximo em esteira ergométrica	25
3.4.3 Identificação do VO ₂ MAX com equação de estimativa proposta pelo ACMS utilizando o software Excel	26
3.4.4 Protocolos de Tempo Limite	26
3.4.5 Protocolos de 8 semanas do treinamento combinado	27
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	33
4. RESULTADO	34
5. DISCUSSÃO	41
6. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.	51
APÊNDICE B - Ficha de avaliação física, anamnese e PARQ-R.	53

1 INTRODUÇÃO

O estilo de vida sedentário pode estar fortemente associado a uma maior incidência de massa corporal gorda, excesso de peso e redução na capacidade cardiovascular, implicando em riscos à saúde e apresenta-se como o fator de risco de doenças crônicas não transmissíveis mais prevalentes na população (MATSUDO *et al.*, 2002; HASKELL *et al.*, 2007). Dessa forma, a busca pela musculação em academias com o intuito de melhorar a qualidade de vida e saúde tem sido cada vez mais frequentes em diferentes segmentos da população (BALDISSERA; MACHADO; ALVES; FALEIRO; ZAWADZK, 2017).

Segundo Sant' Ana *et al.*, (2012), a aptidão aeróbia e a composição corporal são dois importantes componentes da aptidão física voltadas para a saúde. A aptidão cardiorrespiratória é utilizada como um dos principais objetos para a intervenção em programas de exercícios físicos nas academias. Sendo que o treinamento aeróbio quando realizado em conjunto ao treinamento resistido é tido como fundamental para que praticantes de programas de treinamento em academias possam ter maiores benefícios sobre a composição corporal e para saúde, resultando em melhoras significativas dos indicadores de potência aeróbia e capacidade aeróbia e sobre variáveis da composição corporal dos sujeitos.

Entre os modelos de prescrição de exercícios físicos está o treinamento combinado (TC), que utiliza exercícios resistidos com pesos associados a exercícios aeróbios (SILVA, ROMBALDI, CAMPOS, 2010). Adicionalmente, o *American College of Sports Medicine* (ACSM) preconiza que o TC traz benefícios quanto à redução de massa de gordura e incremento da massa magra (DONNELLY *et al.*, 2009) conforme demonstrado em investigações prévias (HO *et al.*, 2012; SCHROEDER *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2019; GUIMARÃES *et al.*, 2008). De acordo com o ACSM, o exercício aeróbio favorece reduções no peso corporal relacionados à gordura visceral e a melhora da aptidão cardiorrespiratória, enquanto o treinamento resistido proporciona ganhos de força e o aumento da massa muscular (NIKSERESHT *et al.*, 2016; SCHWINGSHACKL *et al.*, 2013; ISMAIL *et al.*, 2012; WILLIS *et al.*, 2012; DONGES *et al.*, 2010). Sendo assim, a prática dos exercícios de forma combinada parece ser a mais adequada, unindo os benefícios de ambas as modalidades (SILVA, 2019).

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003) alerta sobre a importância da adesão aos exercícios, sendo que qualquer quantidade de atividade física é melhor do que nenhuma e quanto mais, melhor. Informações destacadas em “As diretrizes da OMS para

atividade física e comportamento sedentário: Num piscar de olhos” (OMS, 2020), sugerem benefícios substanciais e adicionais à saúde obtidos a partir da prática de atividades físicas, tais como: melhora da aptidão cardiorrespiratória e muscular, saúde cardiometabólica, saúde óssea, cognição e saúde mental (redução dos sintomas de depressão), redução da adiposidade, diminui a mortalidade por todas as causas, bem como a incidência de hipertensão, alguns tipos de cânceres e diabetes do tipo 2, além de proporcionar melhoras no padrão do sono. O *guideline* da OMS sugere a prática de exercícios aeróbios conjuntamente aos exercícios de fortalecimento muscular e recomenda a frequência semanal, duração em minutos dos exercícios e indica a zona alvo de intensidade descritas a partir do esforço percebido em caráter subjetivo para diferentes grupos etários e subgrupos específicos.

Contudo, ao iniciar um programa de intervenção com exercícios físicos, os treinadores devem referenciar-se nos indicadores fisiológicos para determinar uma justa medida das cargas de treinamento (TUBINO & MOREIRA, 2003). Cabe ressaltar a importância da realização de testes para a mensuração e identificação destes parâmetros de transição metabólica, pois estes orientam a correta distribuição das cargas de treinamento e asseguram a assertividade da periodização (macrociclos, mesociclos e microciclos). Complementarmente, os autores descrevem os princípios do treinamento a serem considerados pelos treinadores, dos quais destacamos o princípio da individualidade biológica, princípio da interdependência volume-intensidade e o princípio da especificidade. Portanto, identificar os parâmetros de intensidade de forma mais precisa e individualizada para a prescrição de um programa de treinamento é fundamental para garantir que a intensidade não seja generalizada, subestimada ou superestimada.

Desta forma, o padrão ouro para avaliar a aptidão aeróbia é a ergoespirometria, pois possibilita a obtenção mais precisa do consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}) e do limiar ventilatório (L_{an}) (SOUZA *et. al.*, 2013). No entanto, a aplicação deste teste exige alto custo para a sua realização. Sendo assim, diferentes protocolos, métodos indiretos e tecnologias *mobile* têm sido desenvolvidos como opções validadas e alternativas de facilitação para caracterização de indicadores de capacidade individual com aplicabilidade e baixo custo para intervenção em programas de treinamento, tais como: T-CAR (CARMINATTI, 2006), YO-YO (BANGSBO, 1996), VAMEVAL (CAZORLA, 1990) e LÉGER & LAMBERT (LÉGER & LAMBERT, 1982).

Dentre as ferramentas disponíveis para o mercado fitness e prática de exercícios em academia, uma alternativa é o *App Safe Runner Indoor*, aplicativo *mobile* com validade e reprodutibilidade para avaliação e caracterização de parâmetros aeróbios (Sant' Ana, Yasmim *et al.*, 2022) e com validade ecológica para auxiliar nas intervenções de treinamento aeróbio e controle do treinamento resistido. Com a utilização do *App Safe Runner Indoor* é possível obter os seguintes parâmetros: estimativa do VO_{2MAX} , velocidade máxima aeróbia (V_{MAX}), frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), frequência cardíaca do limiar anaeróbio (FC_{Lan}) e velocidade do limiar anaeróbio (V_{Lan}) (SANT' ANA; DIEFENTHAELER, 2019).

Sendo assim, considerando a importância das adaptações em indicadores de composição corporal e aeróbio para intervenções com exercícios físicos em academia, bem como, a carência de um acompanhamento mais personalizado e controle das cargas de treinamento, além de carência de estudos sobre as oportunidades advindas do uso de novas tecnologias que conciliam aplicativos *mobile* e *wearable* para diagnóstico de parâmetros de individualidade, periodização específica com aplicação da interdependência volume e intensidade em sessões de treino, controle, gerenciamento e armazenamento de dados das cargas de treino em tempo real e ainda permitem controle sobre as adaptações em parâmetros de desempenho aeróbio em praticantes de exercícios submetidos ao treinamento combinado, requerem pesquisas que possam investigar as vantagens e o impacto do uso destas novas tecnologias nas intervenções de programas de treinamento. Portanto, o presente estudo pretende investigar e controlar com o auxílio da tecnologia *mobile* os efeitos de 8 semanas de treinamento combinado individualizado sobre aspectos da composição corporal e no desempenho aeróbio de homens e mulheres adultos praticantes de programas de exercícios físicos em academias.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais os efeitos de uma intervenção de 8 semanas de treinamento combinado personalizado com auxílio de tecnologia *mobile* na identificação de marcadores fisiológicos de intensidade e distribuição de carga de treinamento na composição corporal e desempenho aeróbio em praticantes de exercícios físicos em academias?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar os efeitos de 8 semanas de treinamento combinado personalizado e com auxílio da tecnologia mobile sobre a composição corporal e no desempenho aeróbio em praticantes de exercícios físicos em academia.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a composição corporal quanto à distribuição de massa gorda (MG), percentual de gordura (%G), percentual de massa magra (%MM), índice de massa corporal (IMC) e relação cintura-quadril (RCQ) para identificar riscos de doenças cardiovasculares dos sujeitos pré e pós-intervenção.
- Identificar parâmetros de carga interna e externa durante o teste incremental na esteira com o auxílio da tecnologia mobile para prescrever um programa de intervenção pré e pós intervenção.
- Aplicar teste de tempo limite na V_{MAX} pré e pós intervenção.
- Aplicar teste de tempo limite na V_{Lan} pré e pós intervenção.
- Prescrever treinamento aeróbio e resistido a partir das intensidades relativas.
- Identificar as adaptações em aspectos da composição corporal, capacidade aeróbia e potência aeróbia ao longo do período de 8 semanas.

1.3 HIPÓTESES

H1: Após 8 semanas de treinamento combinado personalizado com auxílio de tecnologia mobile em praticantes de exercícios físicos em academia, haverá melhoras significativas nos parâmetros de composição corporal.

H2: Após 8 semanas de treinamento combinado personalizado com auxílio de tecnologia mobile em praticantes de exercícios físicos em academia haverá melhoras significativas nos parâmetros do desempenho aeróbio.

1.4 JUSTIFICATIVA

Estudos anuais publicados pelo ACSM evidenciam a ascensão do uso das tecnologias *mobile* e vestíveis no auxílio do controle e obtenção de importantes variáveis em programas de treinamento (THOMPSON, 2015; THOMPSON, 2016; THOMPSON, 2017; THOMPSON, 2018; THOMPSON, 2019; THOMPSON 2020; THOMPSON, 2021; THOMPSON, 2022). Associados ao treinamento aeróbio destacam-se principalmente os seguintes parâmetros: VO_{2MAX} , que segundo Thoden, (1991) determina a capacidade máxima que o corpo tem de captar, transportar e utilizar O_2 durante o exercício máximo. Adicionalmente, o limiar anaeróbio (L_{an}) é utilizado na prescrição de intensidades de exercícios para o treinamento (OLIVEIRA; GAGLIARD; KISS, 1994).

Os parâmetros supracitados podem ser obtidos por testes diretos ou indiretos, entretanto releva-se as diferenças na forma de coleta. A grande vantagem do método direto é a confiabilidade e a precisão para a obtenção de determinada variável, porém como desvantagem apresenta o alto custo, necessidade de equipamentos sofisticados e a dependência de mão de obra especializada para conduzir as coletas, conseqüentemente estando mais associado ao alto rendimento esportivo. Visando acessibilidade, os métodos indiretos têm se mostrado alternativas de baixo custo e alta aplicabilidade prática para obtenção destes parâmetros no contexto do treinamento em academias. O *App Safe Runner Indoor* surgiu como proposta inovadora, essencialmente auxilia na determinação de parâmetros fundamentais para um programa de treinamento personalizado, a ferramenta disponibiliza: estimativa do VO_{2MAX} , V_{MAX} atingida, FC_{MAX} , FC_{Lan} e V_{Lan} , indicadores fundamentais para o diagnóstico, periodização, controle das cargas e adaptações ao treinamento aeróbio (SANT' ANA, Yasmim, 2022). Adicionalmente, o *APP* disponibiliza o programa de treinamento do sujeito com a sequência de exercícios a ser realizada, controla o intervalo entre as séries e entre os exercícios, além de exibir a frequência cardíaca em tempo real durante a sessão de treinamento. Ademais, entre suas funcionalidades estão o processamento e armazenamento das informações individuais de cada sujeito submetido ao teste incremental.

Sendo assim, o motivo da escolha da temática é contribuir para um cenário mais acessível para a ação dos profissionais de educação física, treinadores e seus alunos/clientes. Apresentar alternativas de baixo custo e alta aplicabilidade prática nos contextos de academias com a utilização de ferramentas validadas cientificamente para identificação de parâmetros de intensidade objetivos, individualizados e essenciais para uma correta e precisa distribuição das cargas de treinamento ao conduzir uma intervenção como o *App Safe Runner Indoor*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CAPACIDADE AERÓBIA E POTÊNCIA AERÓBIA

A capacidade aeróbia indica teoricamente a quantidade total de energia que pode ser fornecida pelo metabolismo aeróbico e pode ser bem estimada pelos índices associados à resposta do lactato durante o exercício submáximo (SOUZA *et. al.*, 2013), sendo o limiar de lactato (LL) e a máxima fase estável de lactato (MFEL) os principais parâmetros da capacidade aeróbia. A MFEL pode ser definida como a máxima intensidade de exercício de carga constante, onde se observa equilíbrio entre a taxa de liberação e remoção do lactato sanguíneo (DENADAI & HIGINO, 2002). Enquanto o LL é representado pela desigualdade entre os níveis de produção e remoção de lactato causados por um aumento excessivo do mesmo e pela incapacidade do sistema energético aeróbio de converter piruvato rapidamente em ATP, na mesma velocidade em que era produzido e começa a ter uma maior participação do sistema energético anaeróbio láctico (RIBEIRO, 1995), é um importante marcador fisiológico intimamente associado ao desempenho de resistência aeróbia, ou seja, quanto mais elevado for o LL, melhor será o desempenho aeróbio (SOUZA *et. al.*, 2013).

Segundo Wilmore, Costill e Kenney (2010), o LL marca a aceleração da taxa de acúmulo sustentado de lactato na corrente sanguínea. Este parâmetro aeróbio pode ser obtido diretamente (mMol/L ou mEq/L), ou estimado não-invasivamente (θ L) e expresso em relação ao nível de stress metabólico ($VO_{2\theta L}$ em mL/min ou L/min ou em % do VO_{2max} previsto) (APUD SOUZA *et. al.*, 2013). Atualmente existem diversos meios de se avaliar a capacidade aeróbia, sendo que dentre eles se destacam a lactacidemia, na qual é verificada a concentração de lactato sanguíneo e os limiares ventilatórios (primeiro – LV1 e segundo – LV2), que identificam os limiares de forma não invasiva por meio das respostas ventilatórias (RIBEIRO, 1995). Tratando-se de um método invasivo com coletas de sangue do lóbulo da orelha e que precisa de avaliadores experientes e alta execução de custos, outros métodos não invasivos como o LV₂ e o PDFC (Ponto de deflexão da frequência cardíaca) foram estabelecidos com o mesmo objetivo de predição da MFEL (DENADAI, 1999). Ao se utilizar de métodos para identificar os limiares ventilatórios, é possível também obter a concentração de lactato sanguíneo porém, apesar deste ser um método não invasivo, também necessita de alto custos para execução, pois os indivíduos são submetidos a um teste de esforço utilizando um analisador de gases (LIMA SILVA;

LOTUFO; DE OLIVEIRA, 2002), tornando-se inviável para a realidade de parte dos alunos e instrutores no contexto da academia.

O L_{AN} pode ser definido como sendo o indicador do nível de trabalho ou consumo de oxigênio mais elevado, do qual a produção de energia aeróbica é suplementada por metabolismo anaeróbio (SOUZA; JAIME; CUNHA, 2013). O L_{AN} pode ser obtido tanto em contexto clínico como em atletas amadores ou ainda no alto rendimento para atletas profissionais. A partir do L_{AN} é que se estima a MFEL e classifica os domínios de intensidade do treinamento aeróbio em três divisões: domínio moderado, domínio pesado e domínio severo. Os exercícios do domínio moderado são aqueles que se encontram em uma intensidade abaixo do LL. O domínio pesado se caracteriza por serem aqueles que possuem intensidades acima do LL, mas abaixo da MFEL. E os exercícios do domínio severo são aqueles que estão acima da MFEL (BARBOSA *et al.*, 2009).

O VO_{2MAX} é o índice fisiológico que melhor representa a potência aeróbica (SOUZA *et al.*, 2013), pode ser descrito como a capacidade máxima que o corpo tem de captar, transportar e utilizar o oxigênio como meio de produção de energia (ATP) para os músculos durante o exercício máximo (THODEN, é utilizado pela American Heart Association para classificar o nível de aptidão física para homens e mulheres como: Muito fraca, fraca, regular, boa ou eficiente (AHA, 1972).

A iVO_{2MAX} é descrita como a velocidade na qual o VO_{2max} é atingido durante um teste de cargas incrementais e é o índice que melhor descreve a associação entre a potência aeróbia máxima e a eficiência muscular (CAPUTO, 2009 apud CAPUTO, 2003). Devido a esse tempo limitado em que os indivíduos são capazes de manter o exercício máximo, foi possível o desenvolvimento de estudos que evidenciaram melhoras no desempenho aeróbio sem aumentos significativos do VO_{2MAX} (KOHRT *et al.*, 1989), pois existem variações individuais que ocorrem na eficiência muscular de cada indivíduo. Sendo assim é possível compreender como a intensidade do estímulo associada ao VO_{2MAX} pode ser diferente em indivíduos que apresentam o mesmo VO_{2MAX} (CAPUTO, 2009). Desta forma evidencia-se a importância do consumo máximo de oxigênio para a prescrição do treinamento aeróbio e a sua relação direta com a aptidão aeróbia. Contudo percebe-se a necessidade de se obter outros parâmetros para a periodização do treinamento aeróbio, pois os indivíduos com melhores valores de VO_{2max} não terão necessariamente o maior desempenho físico, entendendo que há a contribuição de outros parâmetros como iVO_{2MAX} , eficiência muscular, L_{AN} e MFEL.

O treinamento aeróbio abrange aspectos associados à economia de corrida (EC) e tolerância ao esforço, estes dois componentes são adicionados como fatores que explicam e refletem o desempenho, pois segundo Denadai *et. al.*, (2013) provoca adaptações tanto na oferta central de oxigênio quanto na capacidade da sua utilização, podendo melhorar índices fisiológicos relacionados com o rendimento aeróbio como o LL, o máximo consumo de $VO_{2_{max}}$ e a sua respectiva intensidade $iVO_{2_{max}}$. Parte da variabilidade da EC tem sido associada a fatores antropométricos (distribuição da massa nos segmentos), fisiológicos (tipo de fibra muscular), biomecânicos e técnicos (DENADAI *et. al.*, 2005). Estudos conduzidos por Bilat (1997) e Anderson (1994) têm descrito treinamentos intervalados de alta intensidade para a melhora do $VO_{2_{max}}$ e $vVO_{2_{max}}$. Este modelo baseia-se no fato de que a $vVO_{2_{max}}$ seria a intensidade ideal para exigir ao máximo o sistema aeróbio de produção de energia ($VO_{2_{max}}$) e mantê-lo pelo maior tempo possível (DENADAI *et. al.* 2005), podendo ser descrito como o tempo limite (T_{lim}). O tempo limite é o tempo máximo permanecido em esforço a uma determinada intensidade (BILLAT *et. al.*, 1994), fornecendo parâmetros para a prescrição de um programa de treinamento personalizado.

2.2 AVALIAÇÕES E PARÂMETROS DO TREINAMENTO AERÓBIO

Segundo Sant' Ana (*et. al.*, 2012) a avaliação aeróbica em academias é de fundamental importância para se obter parâmetros essenciais para o planejamento, prescrição e controle das adaptações de treinamento. Acreditava-se que o consumo máximo de oxigênio ($iVO_{2_{MAX}}$) era o principal parâmetro para determinar o nível de aptidão aeróbia (MCARDLE, 2007) mas com o avanço das tecnologias e produção de estudos científicos, percebeu-se que era possível se obter ganhos no nível de aptidão aeróbia sem mudanças significativas no $vO_{2_{MAX}}$. Além disso, a literatura tomou conhecimento de outras variáveis determinantes para a aptidão aeróbia como o limiar de lactato e a eficiência muscular.

Segundo Denadai *et. al.*, (2013) durante exercícios de carga constante, três domínios de intensidade de exercício têm sido identificados: moderado, pesado e severo. O domínio moderado está abaixo do limiar de lactato (LL1) e caracteriza-se por todas as intensidades de esforço realizadas sem alteração no lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso. O domínio pesado ocorre a partir da menor intensidade de esforço, onde o lactato sanguíneo eleva-se e tem como limite superior a potência crítica (PC2). Por

fim, o domínio severo é determinado quando ocorre o VO_{2MAX} , identificado entre a potência crítica e a intensidade de exercício em que seja possível um tempo mínimo para a obtenção do vVO_{2MAX} (DENADAI *et. al.*, 2013). Conjuntamente a iVO_{2MAX} segundo DENADAI, 1999; CAPUTO *et. al.*, 2009, para a predição da performance em corridas em intensidades submáximas, são frequentemente considerados os indicadores fisiológicos mais importantes o limiar anaeróbio L_{AN} e a MFEL.

Para se obter melhores adaptações ao treinamento é necessário conhecer individualmente os parâmetros para a prescrição de um programa personalizado, o padrão ouro para identificar os parâmetros do estado de treinamento aeróbio é o método de ergoespirometria e as mensurações de concentrações de lactato (SANTOS; VIANA; SÁ FILHO, 2012; BILLAT *et. al.*, 2003), pois, possibilita a determinação da capacidade aeróbia e potência aeróbia pela obtenção dos dois índices de limitação funcional mais empregados, o consumo máximo de oxigênio e o limiar ventilatório (SOUZA *et. al.*, 2013). A grande vantagem da ergoespirometria sobre os testes de campo é a possibilidade de monitoramento das respostas fisiológicas, o que proporciona maior segurança e precisão nos resultados (SOUZA *et. al.*, 2013). Contudo, este método de avaliação requer equipamentos de alto custo e mão de obra especializada, geralmente afastando-se da realidade das rotinas de academias. Como alternativa de baixo custo, critérios de validade, aplicabilidade e objetividade foram desenvolvidos testes incrementais, que são métodos indiretos de campo ou na esteira ergométrica para a obtenção dos parâmetros supracitados, são eles: T-CAR, YO-YO, VAMEVAL, LÉGER & LAMBERT (CARMINATTI, 2006; BANGSBO, 1996; CAZORLA, 1990; LÉGER & LAMBERT, 1982) respectivamente.

2.3 TECNOLOGIAS MOBILE NO CONTEXTO DE ACADEMIA

O objetivo almejado pela população, quando buscam um programa de exercícios físicos, é a melhora da capacidade cardiorrespiratória juntamente com redução da massa gorda e aumento da massa magra (SANT' ANA, Jader, *et. al.*, 2012). Quando a preocupação for alcançar grandes grupos populacionais, instrumentos de precisão, de fácil aplicação e de baixo custo são fundamentais (MATSUDO, 2002), as tecnologias mobile apresentam-se como ferramenta moderna que visam facilitar a ação do profissional de educação física para obter parâmetros essenciais de prescrição de treinamento associadas aos princípios do treinamento desportivo que possibilitam maior controle de cargas e

adaptações na periodização. Entre os princípios do treinamento, está o princípio da individualidade biológica, trata-se do reconhecimento de que cada ser humano possui uma estrutura física e uma formação psíquica própria, o que obriga a estabelecer-se diferentes tipos de condicionamento para um processo de preparação desportiva, considerando as necessidades e objetivos do sujeito para assim individualizar o atendimento. Um exemplo de tecnologia recente no mercado de saúde e fitness é o *app Safe Runner*, disponível para *Android* e *IOS*. O *app* se utiliza de uma fita *bluetooth* que em tempo real informa, armazena e gerencia os dados de parâmetros de carga interna e externa do aluno, possibilitando maior precisão para individualizar o treinamento e controlar suas variáveis de volume e intensidade. O volume é importante para manter a estabilidade do rendimento, já a intensidade é importante para o aumento do rendimento (LIMA; JÚNIOR; BANDEIRA, 2020). Sendo assim, a interdependência volume-intensidade aborda o controle de carga interna e externa. Alguns dos principais parâmetros de controle de carga interna importantes a serem reconhecidos para o TC são: $VO_{2MÁX}$, $FC_{MÁX}$, $V_{MÁX}$, FC_{Lan} e V_{Lan} . Referenciando-se nestes marcadores fisiológicos, é possível determinar com mais precisão as variáveis que envolvem os parâmetros de carga externa e prescrever o treinamento, como exemplo: Número de repetições, intervalo entre as séries, intervalo entre os exercícios, velocidade da esteira ergométrica, duração do treinamento. E por fim, o princípio da especificidade está relacionado com os princípios anteriores, pois o treinamento deve evidenciar as capacidades específicas do esporte ou da modalidade praticada e abranger suas particularidades (LIMA; JÚNIOR; BANDEIRA, 2020; TUBINO; MOREIRA, 2003).

O ACSM realiza estudos anuais sobre as tendências do mercado *fitness* e demonstra nos últimos anos a ascensão das tecnologias vestíveis, ocupando sempre entre as três primeiras posições (THOMPSON, 2015; THOMPSON, 2016; THOMPSON, 2017; THOMPSON, 2018; THOMPSON, 2019; THOMPSON 2020; THOMPSON, 2021; THOMPSON, 2022). Adicionalmente, o uso de aplicativos móveis configura a décima sexta colocação entre as tendências listadas no top 20 tendências mundiais (THOMPSON, 2022). O ACSM realizou estudo para identificar o top 20 de tendências para 2021 no cenário de saúde, *fitness* e esporte. Constatou-se a alta prevalência de treinamentos online sendo controlados remotamente, sob influências da pandemia enfrentada no cenário mundial. Cada vez mais os *Apps* têm sido programados de acordo com as necessidades e exigências individuais, apresentando soluções práticas, facilitando os processos e aumentando a produtividade (GRANDGEORGE, et al., 2016 apud BREGOLIN, 2020).

O desenvolvimento destas novas tecnologias é a resultante de propostas inovadoras com foco na necessidade de mercado e com utilização de métodos cientificamente válidos com aplicabilidade para solucionar problemas de treinadores e atletas (FUENTES et al., 2016 apud SANT' ANA; KONS, 2021, no prelo; SEO *et. al.*, 2016 apud SANT' ANA; KONS, 2021, no prelo; SESHADRI *et. al.*, 2019 apud SANT' ANA; KONS, 2021, no prelo), auxiliar na tomada de decisões de maneira eficiente, auxiliar a performance esportiva e as intervenções de programas de treinamento (SANT' ANA; KONS, 2021, no prelo).

Entretanto para a realização deste teste considerado padrão ouro, existe a necessidade de equipamentos específicos de elevado custo, mão de obra especializada para operacionalização, além de ser um método invasivo. Desta forma, impactando na acessibilidade da realidade das rotinas das academias para avaliação da capacidade aeróbia. Com o intuito de auxiliar no controle de intervenção e conhecer os parâmetros de indicadores fisiológicos para prescrição e distribuição específica das cargas de treinamento, uma proposta de baixo custo e inovadora para viabilizar a aplicação prática da avaliação da capacidade aeróbia, novas tecnologias têm se apresentado como opção para a ação do profissional de educação física, como é o caso do *App Safe Runner Indoor*. A ferramenta apresenta bons índices de validade ecológica conforme Sant' Ana, Jader & Diefenthaler, (2019) e apresenta validade e reprodutibilidade como demonstrado por Sant'ana, Yasmim, (2022), gerando dados instantaneamente no teste incremental em esteira ergométrica quando pareado com fita cardíaca *bluetooth*. Estes parâmetros são exibidos, processados e armazenados diretamente na interface do *app*. Somado a isto, a tecnologia permite auxiliar profissionais para elaboração de programas de treinamentos combinados permitindo periodizar o programa resistido conjuntamente com o aeróbio para programas de intervenção em academia, auxiliando na determinação das variáveis do treinamento resistido: número de repetições, número de séries, intervalo entre as séries.

3 MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de um estudo classificado como de natureza aplicada, quantitativa, quase experimental, correlacional e causal-comparativa. A pesquisa aplicada é aquela que tem como objetivo adquirir conhecimentos voltados à aplicação em situações específicas (GIL, 2010). A pesquisa quantitativa é aquela que traduz em números as opiniões e informações para classificá-las e analisá-las (THOMAS; NELSON, 2002). Quanto aos objetivos, é definida como uma pesquisa explicativa que segundo Gil (2007) este tipo de pesquisa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de um fenômeno. Por fim, o estudo caracteriza-se como causal-comparativa, os estudos causais-comparativos envolvem dois ou mais grupos e uma variável independente (Gay & Airasian, 2000) e na pesquisa correlacional, são coletados dados sobre diferentes variáveis e se estabelece uma relação entre elas (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007).

3.2 SUJEITOS

A amostra é do tipo não probabilística intencional, composta por 13 adultos, sendo 6 homens e 7 mulheres, com idade entre 18 a 59 anos. Os participantes estavam engajados em no máximo 3 meses de prática de exercícios físicos em academia, ao menos em 45 min de treinamento combinado e com frequência mínima de três vezes por semana, critério escolhido de forma arbitrária.

3.2.1 Critérios de inclusão/exclusão

O participante aceitou voluntariamente participar do estudo, tendo lido e assinado o termo de consentimento livre e esclarecido, preenchendo também o PAR-Q (Questionário de prontidão para atividade física). Foram excluídos do estudo sujeitos com problemas de saúde ou lesões musculares e/ou articulares que pudessem comprometer a realização dos testes físicos.

3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Para a realização da avaliação de composição corporal foram utilizados: balança (marca Micheletti®) com sensibilidade de 100 g para aferição da massa corporal; estadiômetro (Micheletti®) com sensibilidade de 0,1 cm para mensuração da estatura e um compasso científico (CESCORF®), com sensibilidade de 0,1 mm para mensuração das dobras cutâneas.

Para realização do teste incremental em esteira (TI) foi utilizada esteira ergométrica (Progress 3.4, Blumenau, Brasil), o *App Safe Runner Indoor* (ETS4ME, São José, SC, Brazil) que consta com teste incremental máximo e uma fita cardíaca *bluetooth* (Polar H7® Kempele, Finland).

3.4 PROCEDIMENTOS

Os procedimentos utilizados foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina (protocolo n° 4.974.957). Antes do início das coletas de dados os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos e os métodos da pesquisa, além dos riscos e benefícios associados com o protocolo dos testes e intervenção, para então assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

As coletas de dados foram realizadas nas dependências da San Corpore Academia (São José, SC, Brasil). O teste incremental e avaliação da composição corporal medidas antropométricas (massa corporal, estatura e dobras cutâneas) e RCQ foram obtidos na primeira visita de cada participante. Os testes máximos na esteira (incremental e testes de tempo limite) ocorreram com intervalos de aproximadamente 48 horas. Os participantes foram instruídos a não realizarem nenhum outro tipo de esforço físico vigoroso durante as 24 horas que antecedem os testes.

3.4.1 Avaliação antropométrica

As medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador para manter a confiabilidade. Para a mensuração das variáveis antropométricas, foram obtidos: estatura, relação cintura quadril, massa corporal e espessura das dobras cutâneas. O percentual de gordura foi calculado a partir da equação de Jackson; Pollock, 1978; Jackson; Pollock; *Ward*, 1980 para determinar a densidade corporal. Foram coletadas as seguintes dobras cutâneas:

subescapular, tricipital, peitoral, axilar-média, supra-iliaca, abdominal e coxa. Com os parâmetros de densidade corporal, foi estabelecido o percentual de gordura (%MG) a partir da equação de Siri (1961). Os dados de composição corporal foram analisados sob o modelo de dois componentes: MG e MM, sendo a MM obtida subtraindo-se a MG da MC total. Todas as medidas serão tomadas com três coletas em cada ponto, todas do lado direito do corpo, registrando-se o valor médio ou valor que se repetiu duas vezes.

3.4.2 Teste incremental máximo em esteira ergométrica

Os sujeitos foram submetidos a um teste incremental máximo em esteira ergométrica no início e ao final da intervenção. O teste foi realizado com o auxílio e modelagem do *App Safe Runner Indoor*, utilizando o modo de protocolo para praticantes intermediários e com o teste iniciando com uma velocidade de $5,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, inclinação fixa de 1%, com incrementos de velocidade de $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio. Cada estágio teve duração de 1 min e os sujeitos foram levados até a exaustão para obtenção das variáveis $\text{VO}_{2\text{MAX}}$, FC_{MAX} , V_{MAX} , FC_{Lan} e V_{Lan} determinadas automaticamente pelo App ao finalizar o teste, conforme figura 1. Para aquisição dos valores de frequência cardíaca e registros foi utilizada uma fita Bluetooth (POLAR H7) pareada com o APP.

Figura 1 – Interface da tela de resultados do App Safe Runner Indoor ao concluir o teste incremental máximo em esteira.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

3.4.3 Identificação do VO_{2MAX} e PDFC

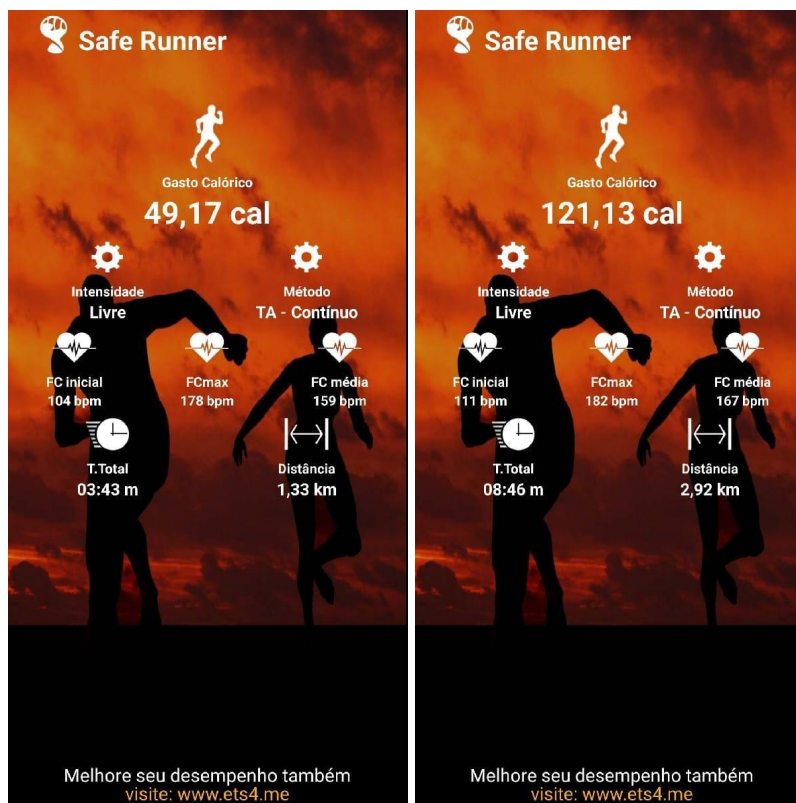
Para determinar o VO_{2MAX} foram utilizadas as equações de estimativas propostas pelo American College of Sport Medicine (ACSM, 2014; SANT' ANA 2022) e para a identificação do PDFC foi utilizado o método matemático D_{MAX} (KARA et al., 1996).

3.4.4 Protocolos de Tempo Limite

Os participantes do estudo foram submetidos aos testes de tempo limite nas intensidades correspondente a V_{Lan} e na intensidade correspondente a V_{MAX} identificadas no teste incremental máximo usando o *App Safe Runner Indoor* para identificar o tempo de exaustão dos sujeitos nestas intensidades relativas. Os testes foram realizados com intervalo de 48 horas entre eles. Sendo, os testes de tempo limite realizados nos momentos

pré e pós 8 semanas de intervenção de treinamento combinado, primeiramente nas intensidades determinadas ao início da intervenção, bem como nas novas intensidades relativas identificadas pós intervenção. Para aquisição dos valores de frequência cardíaca e registros foi utilizada uma fita Bluetooth (POLAR H7) pareada com o APP.

Figura 2 – Interface do App Safe Runner Indoor ao concluir o teste de $TLIM_{V_{MAX}}$ (a esquerda) e $TLIM_{V_{Lan}}$ (a direita).



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

3.4.5 Protocolos de 8 semanas do treinamento combinado

Para auxiliar no controle e normalização das cargas de treinamento foram utilizados o *App Safe Runner Indoor* no modo de treinamento, tanto aeróbio como resistido para controle e distribuição das cargas do treinamento, variáveis relacionadas ao volume e intensidade das sessões do treinamento como tempo, intensidade relativa das sessões de treinamento aeróbio, número de séries, número de repetições, intervalo entre séries e também para obtenção de parâmetros de carga interna das sessões do treinamento, como FC_{MAX} , frequência cardíaca média (FC_{MED}) e gasto calórico das sessões de treino.

O treinamento combinado consistiu de 8 semanas de intervenção, sendo realizados 3 vezes na semana com 20 min de treinamento aeróbio com método contínuo e método intervalado com 30 min de treinamento resistido (Quadro 1). Os participantes foram submetidos nas semanas 1, 2, 5 e 6 a sessões de treino aeróbio contínuo na intensidade ordinário 3, nas semanas 3 e 7 foram submetidos a sessões de treinamento aeróbio intervalado de choque e nas semanas 4 e 8 a sessões de treinamento aeróbio contínuo em intensidades recuperativas. (Figura 3).

Quadro 1 - Periodização do mesociclo proposto.

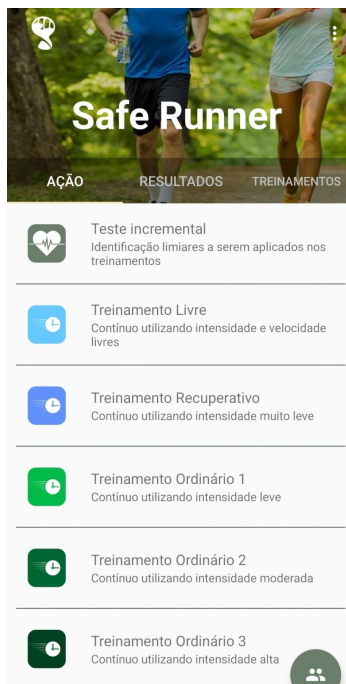
Periodização do mesociclo								
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Microciclo	O	O	C	R	O	O	C	R
Treinamento aeróbio	CON	CON	INT	CONT	CON	CON	INT	CON
Treinamento resistido	10 a 12 RM	10 a 12 RM	8 a 6 RM	10 a 12 RM	10 a 12 RM	10 a 12 RM	8 a 6 RM	10 a 12 RM

O= Treino Ordinário; C= Treino de Choque; R= Treino de Recuperação; CON= Método Contínuo de Treinamento Aeróbio; INT= Método intervalado de Treinamento Aeróbio; RM= Repetições Máximas;

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Abaixo segue a interface do app do modo aeróbio para melhor compreensão das cargas relativas e individualizadas.


Figura 3 - Interface do App Safe Runner, opções de testes e treinamentos personalizados.



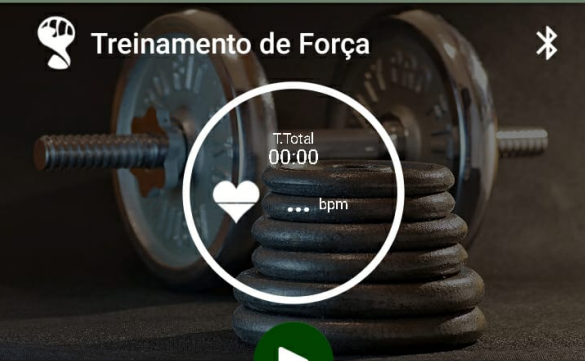
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A interface do *APP* no modo de treinamento resistido com os exercícios para os participantes do sexo feminino e do sexo masculino é apresentada abaixo (Figura 4 e Figura 5, respectivamente). O treinamento foi subdividido em treinamento A e B com as sessões de A e B sendo realizadas em dias alternados. Os sujeitos foram submetidos na semana 1, 2, 5 e 6 a sessões de treino na intensidade ordinário 3, nas semanas 3 e 7 foram submetidos a treinamentos de choque e nas semanas 4 e 8 a intensidades recuperativas. Todas as séries foram realizadas com cargas ajustadas, a fim de se aproximar da falha concêntrica, conforme repetições máximas (RM) prescritas para cada semana de treino (Figura 6).

Figura 4 - Programa de treinamento A e programa de treinamento B para mulheres.



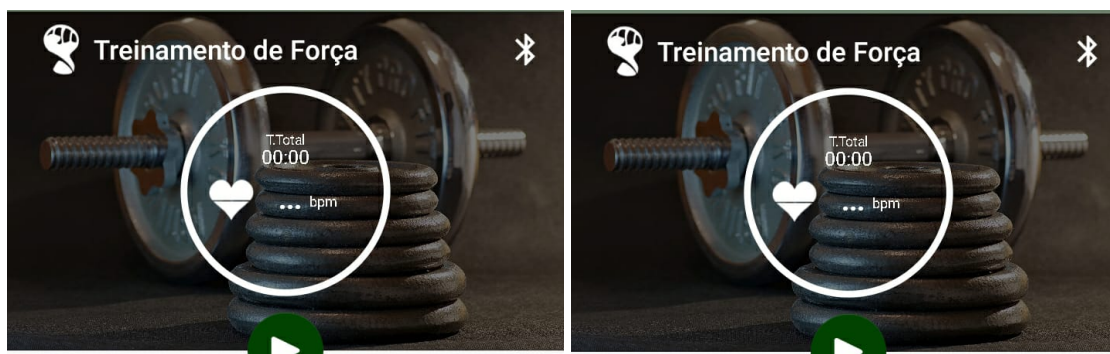
Exercício	Séries	Repetições	FC
Supino Reto - Máquina	3	8/10	0
Peck Deck	3	8/10	0
Desenv. com Halteres	3	8/10	0
Extensor Tríceps	3	8/10	0
Extensor Tríceps Corda	3	8/10	0
Agachamento Smith	3	8/10	0
Cadeira Extensora	3	8/10	0
Leg Press 90°	3	8/10	0
Adutor Máquina	3	8/10	0



Exercício	Séries	Repetições	FC
Puxador de Frente	3	10/12	0
Remada com Triângulo	3	10/12	0
Peck Deck Invertido	3	10/12	0
Rosca Polia	3	10/12	0
Flexor Deitado	3	10/12	0
Stiff	3	10/12	0
Abdutor Máquina	3	10/12	0
Glúteo Polia	3	10/12	0

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 5 - Programa de treinamento A e programa de treinamento B para homens.



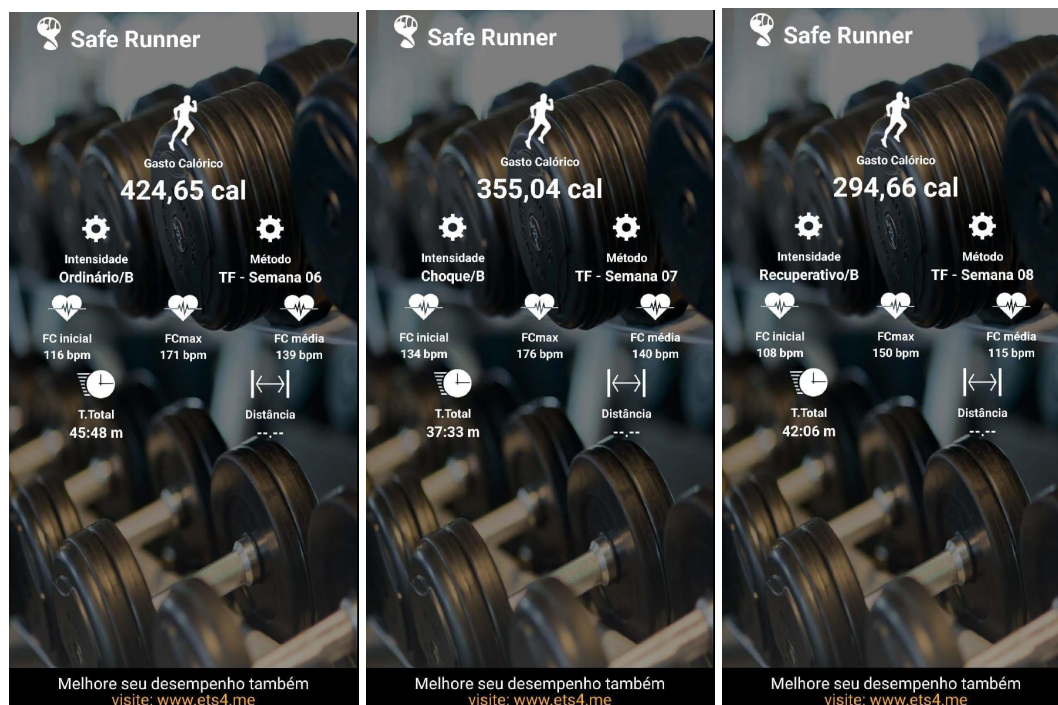
Exercício	Séries	Repetições	FC
Supino Reto - Máquina	3	10/12	0
Supino Inclinado - Halteres	3	10/12	0
Peck Deck	3	10/12	0
Desenv. com Halteres	3	10/12	0
Elevação Frontal	3	10/12	0
Elevação de Trapézio	3	10/12	0
Extensor Tríceps	3	10/12	0
Extensor Tríceps Corda	3	10/12	0

Exercício	Séries	Repetições	FC
Puxador de Frente	3	10/12	0
Remada com Triângulo	3	10/12	0
Peck Deck Invertido	3	10/12	0
Rosca Direta	3	10/12	0
Rosca Alternada	3	10/12	0
Agachamento Smith	3	10/12	0
Leg Press 90°	3	10/12	0
Flexor Deitado	3	10/12	0

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A figura 6 demonstra o encerramento de uma sessão de treinamento de força com o gasto calórico final, tempo total da sessão, FC inicial, FC_{MAX} e FC_{MED} .

Figura 6 - Interface do App Safe Runner. O painel da esquerda representa o encerramento de uma sessão de treino de força ordinário, painel do meio uma sessão de treino de força choque e o painel da direita o encerramento de uma sessão de treinamento de força recuperativo.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A figura 7 demonstra o encerramento de uma sessão de treinamento aeróbico com o gasto calórico final, tempo total da sessão, distância percorrida, FC inicial, FC_{MAX} e FC_{MED} .

Figura 7 - Interface do App Safe Runner. A esquerda o encerramento de uma sessão de treino aeróbio ordinário 3, no meio uma sessão de treino aeróbio choque 2 e a direita o encerramento de uma sessão de treinamento aeróbio recuperativo 4.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para apresentação dos dados foi utilizada estatística descritiva (média e desvio padrão), sendo a normalidade dos mesmos verificados mediante o teste de *Shapiro-Wilk*. Foi empregada a correlação de Pearson para verificar associação entre variáveis aeróbias. Para verificar se há diferença entre os valores médios dos parâmetros do teste e reteste do TI usando o *App Safe Runner Indoor*, foi empregado o teste *t Student* para amostras dependentes ou teste de WILCOXON para dados não paramétricos. Para as análises e tratamento dos dados foram utilizados os softwares Microsoft Office Excel 2007, o SPSS 20.0 e GraphPad Prism 5.01. Adotou-se nível de significância $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

As médias das variáveis aeróbias apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) após intervenção de 8 semanas de treinamento combinado personalizado com auxílio de tecnologia mobile. Houve melhoras nos seguintes parâmetros: $VO2_{MAX}$, V_{MAX} , V_{Lan} , delta (diferença na velocidade entre V_{Lan} e V_{MAX}), $TLIM_{V_{MAX}}$ (tempo limite na velocidade máxima) e $TLIM_{V_{Lan}}$ (tempo limite no limiar anaeróbio) (Tabela 2).

Tabela 2 - Média e o desvio padrão das variáveis aeróbias pré e pós-intervenção de 8 semanas de treinamento personalizado com tecnologia mobile (n=13).

	PRÉ	PÓS
$VO2_{MAX}$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	32,84 ± 3,24	36,46 ± 3,37 *
FC_{MAX} (bpm)	187 ± 14	186 ± 13
FC_{Lan} (bpm)	172 ± 18	170 ± 14
FC_{Lan} (%)	92 ± 4	92 ± 3
V_{MAX} (km·h ⁻¹)	8,42 ± 0,93	9,46 ± 0,97 *
V_{Lan} (km·h ⁻¹)	7,00 ± 0,54	7,5 ± 0,58 *
V_{Lan} (%)	83 ± 4	80 ± 6
DELTA (km·h ⁻¹)	1,42 ± 0,49	1,96 ± 0,66 *
$TLIM_{V_{MAX}}$ (min.)	3,79 ± 1,13	4,42 ± 1,10 *
$TLIM_{V_{Lan}}$ (min.)	11,04 ± 6,78	17,38 ± 13,87 *

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A tabela 3 apresenta os valores de correlação, entre o valor DELTA da V_{MAX} menos a V_{Lan} e desempenho das variáveis específicas de capacidade aeróbio (V_{Lan}) e potência aeróbia (V_{MAX}), bem como para com o desempenho nos testes de $TLIM_{V_{MAX}}$ e $TLIM_{V_{Lan}}$. Conforme observado, houve uma forte correlação do Delta para com a V_{MAX} e valores de correlação moderada para com as demais variáveis.

Tabela 3 – Tabela de correlação da variação delta com os indicadores de predição para o desempenho aeróbio.

	V_{MAX}	V_{Lan}	$TLIM_{VMAX}$	$TLIM_{VLan}$
DELTA	0,872	0,496	0,453	0,591

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Os parâmetros de composição corporal (massa corporal, % de massa de gordura, massa muscular, massa gorda, índice de massa corporal e relação cintura-quadril) dos 13 participantes deste estudo apresentaram melhora significativa (Tabela 4).

Tabela 4 - Média e o desvio padrão das variáveis de composição corporal dos sujeitos pré e pós-intervenção de 8 semanas de treinamento personalizado com tecnologia mobile (n=13).

	PRÉ	PÓS
MC (kg)	84,91 ± 21,61	81,87 ± 20,59 *
%MG (%)	35,94 ± 6,05	27,29 ± 7,51 *
MM (kg)	54,16 ± 13,88	59,01 ± 14,00 *
MG (kg)	30,74 ± 10,39	22,89 ± 12,58 *
IMC	30,71 ± 5,65	29,64 ± 5,28 *
RCQ	0,84 ± 0,10	0,81 ± 0,10 *

MC= Massa corporal; %MG = Percentual de gordura; MM= Massa magra; MG= Massa gorda; IMC= Índice de massa corporal; RCQ=Relação cintura quadril*= p<0,05.

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A tabela 5 apresenta as médias e desvio padrão dos parâmetros de composição corporal das mulheres (7 sujeitos) participantes deste estudo, todos os aspectos apresentaram melhora significativa: Massa corporal, % de massa de gordura, massa muscular, massa gorda, índice de massa corporal e relação cintura-quadril.

Tabela 5 - Média e o desvio padrão das variáveis de composição corporal das mulheres pré e pós-intervenção de 8 semanas de treinamento personalizado com tecnologia mobile (n=7).

	PRÉ	PÓS
MC (kg)	75,69 ± 21,53	73,44 ± 21,44 *
MG (%)	39,87 ± 5,11	30,75 ± 7,80 *
MM (kg)	44,58 ± 9,43	49,63 ± 9,64 *
MG (kg)	31,11 ± 12,32	23,88 ± 12,58 *
IMC	29,3 ± 6,54	28,48 ± 6,41 *
RCQ	0,77 ± 0,06	0,74 ± 0,08 *

MC= Massa corporal; %MG= Percentual de gordura; MM= Massa magra; MG= Massa gorda; IMC= Índice de massa corporal; RCQ= Relação cintura quadril*= p<0,05.

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A tabela 6 apresenta as médias e desvio padrão dos parâmetros de composição corporal dos homens deste estudo. Não foram observadas diferenças significativas apenas na relação cintura-quadril, as demais variáveis apresentaram diferença significativa.

Tabela 6 - Média e o desvio padrão das variáveis de composição corporal dos homens pré e pós-intervenção de 8 semanas de treinamento personalizado com tecnologia mobile (n=6).

PRÉ

Pós

MC (kg)	95,67 ± 15,99	91,70 ± 15,83 *
MG (%)	31,36 ± 3,14	23,26 ± 5,10 *
MM (kg)	65,35 ± 9,02	69,96 ± 9,60 *
MG (kg)	30,32 ± 7,51	21,75 ± 7,80 *
IMC	32,33 ± 3,80	30,99 ± 3,67 *

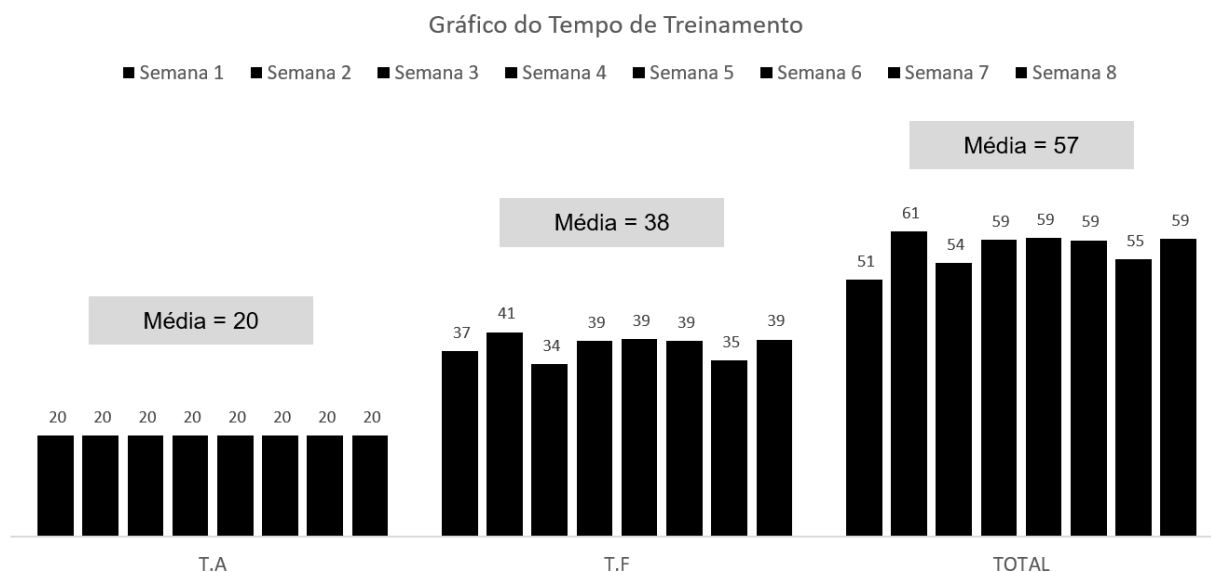
RCQ 0,92 ± 0,06 0,89 ± 0,05

MC= Massa corporal; %MG= Percentual de gordura; MM= Massa magra; MG= Massa gorda; IMC= Índice de massa corporal; RCQ= Relação cintura quadril*= p<0,05.

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Na figura 8 é possível verificar ao longo das 8 semanas de intervenção o tempo médio do treinamento aeróbio, sendo respeitado o protocolo de 20 min do início ao fim da intervenção em todas as semanas. Em seguida o tempo médio do treinamento de força que apresentou variação, sendo perceptível um menor tempo médio nas semanas 3 e 7 que correspondem as semanas de treinamento de choque, onde o intervalo entre séries, exercícios e número de repetições foi menor, porém com um incremento na carga sempre objetivando a realização em RM, conforme descrito na metodologia. Por fim, o tempo médio total somando o treinamento aeróbio mais o treinamento de força ao longo das 8 semanas de intervenção.

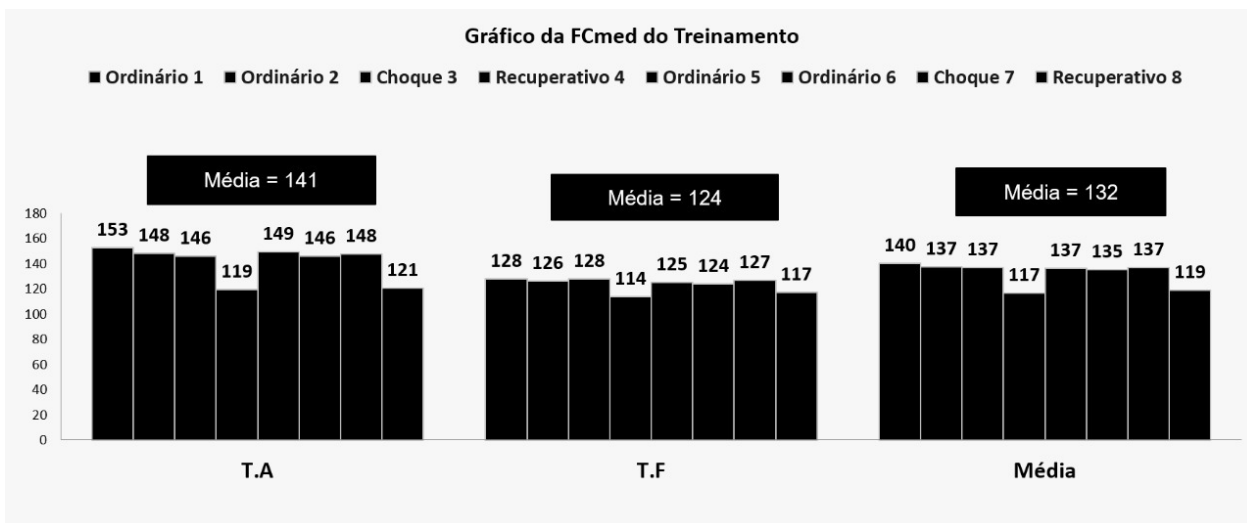
Figura 8. Gráfico dos tempos do T.A = treinamento aeróbio, T.F = força e dos totais por semana e a média.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Na figura 9 está representada a FC_{MED} ao longo das 8 semanas. As menores médias foram as correspondentes as semanas recuperativas (4 e 8) com os valores do treino aeróbio ficando entre 64 e 65 % e os valores do treino de força ficando entre 61 e 63 % da FC_{MAX} atingida no teste incremental. O maior valor registrado para FC_{MED} no treinamento aeróbio foi observado na semana 1 ficando em 83 % da FC_{MAX} com os valores atingidos nas sessões ordinárias e choque do treino aeróbio variando de 76 até 83% da FC_{MAX} . um pouco mais alta, isto pode ser um indicativo de adaptação à intervenção. A maior FC_{med} registrada no treinamento de força foram observadas nas semanas de choque 3 e 7 (69 e 68% da FC_{MAX} , respectivamente), sendo que as respostas de FC ao longo das semanas ordinário e choque variaram de 67 até 69% da FC_{MAX} . Considerando FC_{med} total das semanas de treinamento é possível observar breve variação ao longo das semanas, com exceção das semanas 4 e 8 (61 e 63% da FC_{MAX} , respectivamente) recuperativas que resultaram em valores menores.

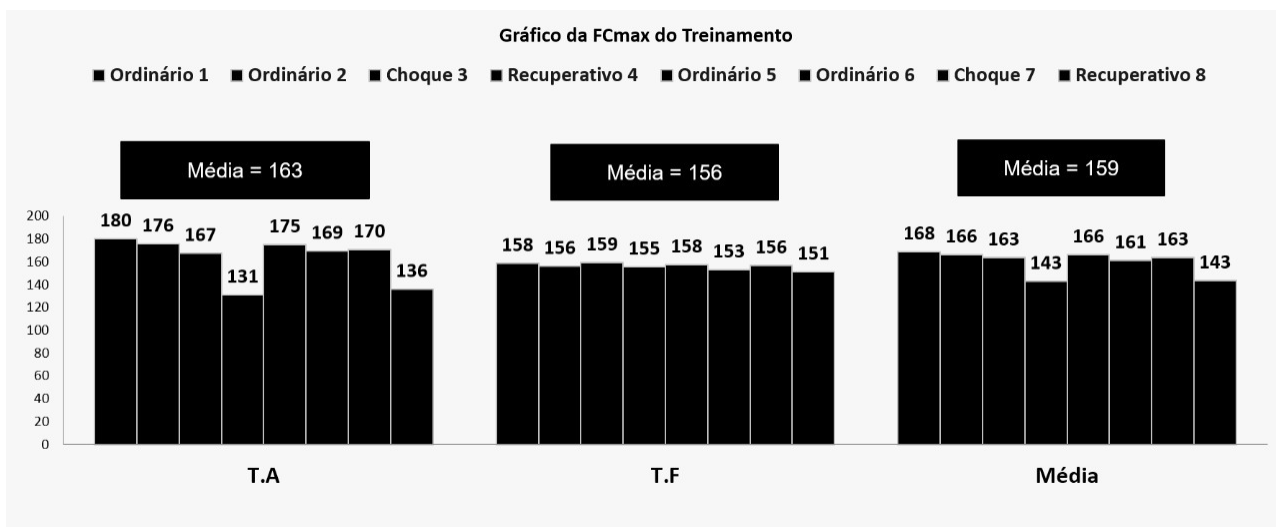
Figura 9. Gráfico das FC_{MED} do treinamento aeróbico, força e as médias por semana e a média.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Na figura 10 está representada a FC_{MAX} ao longo das 8 semanas. O maior valor de FC_{MAX} do treino aeróbico foi observado da semana 1 (96% da FC_{MAX}) e variando de 90% até 96% da FC_{MAX} atingida no teste incremental nas semanas ordinário e choque. Os menores valores de FC_{MAX} no treino aeróbico registradas foram as das semanas recuperativas 4 e 8 (70 e 73% da FC_{MAX} , respectivamente). Com relação ao treinamento de força, a média da FC_{MAX} nos treinos ordinário e choque variaram de 83 até 85% da FC_{MAX} com os valores das semanas de recuperação 4 e 8 (79 e 81% da FC_{MAX} , respectivamente) ficando brevemente mais baixo. Considerando toda a sessão, a maior média de FC_{MAX} registrada foi na semana 1, que corresponde ao treinamento ordinário.

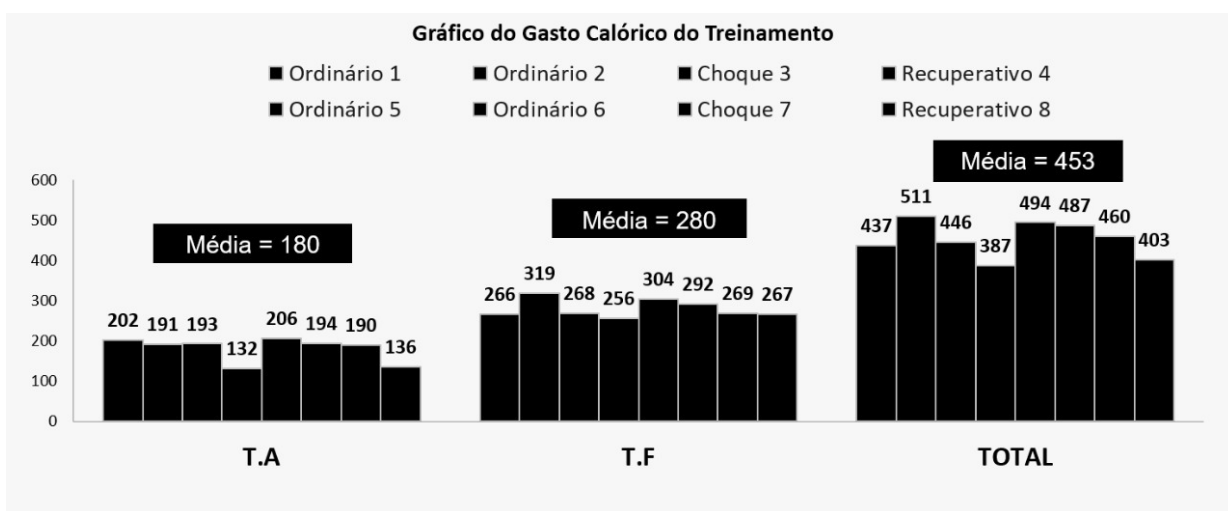
Figura 10. Gráfico das FC_{MAX} do treinamento aeróbio, força e as médias por semana e a média.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A figura 11 apresenta a média de gasto calórico dos treinamentos. A maior média de gasto calórico do treinamento aeróbio foi registrado na semana 5. O treinamento de força teve sua maior média de gasto calórico na semana 2. Considerando o gasto calórico total, a maior média atingida ocorreu na semana 2.

Figura 11. Gráficos do gasto calórico do treinamento aeróbio, força e total por semana e a média.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

5 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos de uma intervenção de treinamento combinado personalizado com auxílio de tecnologia mobile em parâmetros do desempenho aeróbio e parâmetros da composição corporal. Após as 8 semanas, os principais resultados foram a melhora do desempenho aeróbio e composição corporal de todos os participantes.

Até a presente data, este estudo apresenta caráter inédito, pois pode ser considerado pioneiro ao conduzir intervenção de treinamento combinado personalizado com auxílio e modelagem de tecnologia mobile como ferramenta para diagnosticar o desempenho aeróbio, controlar as variáveis de carga interna e carga externa dos testes, fornecer parâmetros para prescrição do programa de treinamento, registro, processamento e armazenamento das sessões de treinamento com a utilização de fita cardíaca *bluetooth* pareado ao smartphone utilizando *App Safe Runner Indoor*. Sendo assim, para melhor expor os achados do presente estudo, a discussão dos resultados será apresentada a seguir.

Os resultados da composição corporal do presente estudo demonstram melhora significativa ($p < 0,05$) em todos os parâmetros investigados: redução da massa corporal em 3,4 kg, redução do percentual gordura em 8,65%, redução da massa gorda em 7,8 kg, incremento de massa magra em 4,8 kg, melhora na classificação atribuída ao índice de massa corporal e redução da relação cintura/quadril. Quando analisados os dados da MC, observa-se redução significativa em ambos os grupos. Este dado reflete para uma redução do IMC e conseqüentemente resulta em diminuição da MG e no %MG. No entanto, os resultados do grupo masculino (Tabela 6) demonstram que somente a RCQ não apresentou diferenças significativas. Uma possível explicação para este achado é que, segundo o estudo de Sanal, Ardic e Kirac (2013), homens e mulheres diferem nas respostas da composição corporal após conduzirem intervenção de 12 semanas de treinamento combinado vs treinamento aeróbio em adultos com sobrepeso e obesidade. Os autores sugerem mais investigações sobre as diferentes respostas do gênero na composição corporal, pois a literatura contrasta sobre a temática.

Complementarmente, nossos achados apontam a melhora no desempenho aeróbio em todas as variáveis investigadas ($p < 0,05$): melhora em parâmetros da capacidade aeróbia sendo representado com o aumento da V_{LAN} , melhora em indicadores da potência aeróbia representados pelo aumento da V_{MAX} e aumento do $VO2_{MAX}$, além diferença significativa no delta entre V_{LAN} , V_{MAX} e nos testes de tempo limite $TLIM_{VLAN}$ e $TLIM_{VMAX}$.

Estudo realizado por Ho *et. al.*, (2012), investigaram os efeitos do treinamento no perfil de risco cardiovascular, redução do peso corporal e redução de gordura corporal em 64 adultos com sobrepeso ou obesidade sedentários (IMC $>25 \text{ kg/m}^2$ ou circunferência da cintura $>80 \text{ cm}$ para mulheres e 90 cm para homens). Foram divididos quatro grupos: grupo controle, grupo de treinamento aeróbio, grupo de treinamento de força, grupo de treinamento combinado. Após 12 semanas de intervenção, constatou-se que o TC foi o que mais proporcionou benefícios em relação aos demais, no entanto os resultados encontrados pelos autores diferem com o do presente estudo. Houve redução da MC de $1,6 \text{ kg}$, redução do %MG em $2,6\%$ e melhora da aptidão cardiorrespiratória em $13,3\%$. A forma como as intervenções foram conduzidas são fatores que explicam a discrepância dos achados, os participantes não foram submetidos a periodização do treinamento e realizaram o TF com duração entre 15 a 30 min e executaram 10RM (aproximadamente 75% de 1RM) nos exercícios, enquanto que o TA foi realizado em 60% da frequência cardíaca reserva entre 15 a 30 min. Tais percentuais associados ao volume do treinamento empregado, refletem o domínio moderado de intensidade, afastando-se da interdependência volume-intensidade prescritos para os participantes do nosso estudo, que exercitam-se em alta intensidade e na intensidade severa, conseqüentemente demandando mais e gerando mais adaptações ao treinamento.

No estudo de Sant' Ana *et. al.*, (2012), os autores investigaram os efeitos de 12 semanas de treinamento combinado na aptidão aeróbia e na composição corporal em 13 adultos saudáveis (7 homens e 6 mulheres) com média de 30 anos. O protocolo utilizado se assemelha ao do presente estudo. Foram três sessões semanais de treinamento com 55 min de duração total, divididas em 25 min de exercício aeróbio em intensidade relativa ao ponto de deflexão da frequência cardíaca e 30 min de treinamento de força. A periodização foi determinada em treinamentos ordinários (nas semanas 1, 2, 5, 6, 9 e 10), treinamentos de choque (semanas 3, 7 e 11) e treinamentos recuperativos (semanas 4, 8 e 12). Os principais resultados pós-intervenção foram representados pela melhora em todos os parâmetros da composição corporal: melhora da classificação atribuída ao IMC, redução da MC, redução do %MG, redução da MG e incremento de MM, além do aumento significativo do $\text{VO}_{2\text{MAX}}$, pico de velocidade (PV) e na velocidade de ponto de deflexão da frequência cardíaca (V_{DMAX}). Os autores subsidiaram suporte nutricional aos sujeitos do estudo para determinar a taxa metabólica basal (TMB) segundo o cálculo de Harris Benedict (1919). Desta forma, a dieta foi calculada para gerar déficit calórico e garantir as

adaptações da composição corporal e refletir também na aptidão aeróbia. Os resultados do presente estudo corroboram com os achados dos autores, ambos os trabalhos periodizaram e individualizaram o treinamento baseado em parâmetros de carga interna e carga externa, controlaram as variáveis do treinamento e o gasto calórico dos indivíduos. No presente estudo é possível verificar no gráfico 11 o comportamento do gasto calórico do treinamento, no qual foi adequado para promover as adaptações e melhoras significativas na composição corporal observada. Conforme os dados, as semanas ordinárias e choque atingiram os maiores valores de gasto calórico, sendo que apesar de ter sido observado maiores respostas de FC no TA, o TF promoveu as maiores médias de gasto calórico registradas em comparação ao TA. Tais valores mais altos de gasto calórico do TF são atribuídos a maior média de duração (em média 17 min a mais) das sessões em relação ao TA, que seguiu o protocolo fixo de 20 min em cada sessão.

Storer *et. al.*, (2014) investigaram os efeitos do treinamento supervisionado periodizado x treinamento autodirigido sobre a massa magra no contexto de academia em 34 homens adultos treinados com idade entre 34 e 40 anos. Dois grupos de 17 voluntários foram estabelecidos: G1- instruído; G2- autodirigido. Ambos os grupos exercitaram-se por no mínimo três vezes semanalmente durante 12 semanas. O grupo instruído foi acompanhado por uma equipe de *personal trainers* da própria academia. Como resultados, ambos os grupos não apresentaram diferença significativa nos seguintes parâmetros: IMC, massa corporal e massa gorda. O grupo autodirigido obteve diferença significativa ($p < 0,05$) no %MG, mas não atingiu diferença significativa em incremento de massa muscular, reduziu apenas 1% de gordura corporal e não melhorou o consumo máximo de oxigênio. Os maiores resultados foram do grupo instruído, que atingiu incremento de 1,2 kg de massa magra, reduziu em 2% o percentual de gordura e melhorou em 7% o VO_{2MAX} . Em nosso estudo, além da melhora no VO_{2MAX} estimado, foi possível observar melhora em todos os indicadores associados ao desempenho aeróbio. Adicionalmente, na composição corporal, respostas mais expressivas puderam ser observadas com redução média de 3,1 kg de MC e 8,65% de gordura com aumento de 4,86 kg de MM. Tais diferenças e achados estão possivelmente relacionados a dois importantes fatores do treinamento interagem entre si: a manipulação das variáveis do treinamento e o controle objetivo de marcadores fisiológicos de intensidade durante a sessão de treinamento. No decorrer da intervenção os *personal trainers* aumentaram o volume e a intensidade do treinamento resistido, mas não ficou claro qual o método utilizado e de que forma asseguraram que a zona alvo de intensidade estava sendo atingida, possivelmente tendo subestimado a carga interna de

treinamento e como consequência comprometendo a melhora exponencial e significativa destes componentes da composição corporal, enquanto que no presente estudo as variáveis do treinamento foram individualizadas, baseadas em RM, V_{LAN} , V_{MAX} conforme a intensidade desejada (semana de treinamento ordinário, choque ou recuperativo).

No presente estudo os sujeitos executaram o programa de treinamento sob a supervisão de um instrutor treinado que garantiu a correta realização dos exercícios quanto à segurança, técnica, zona alvo de repetições máximas no treinamento de força, velocidade da esteira ergométrica e duração do treinamento aeróbio conforme a semana correspondente (ordinária, choque ou recuperativa), bem como o suporte para a utilização do *APP* e pareamento da fita cardíaca *bluetooth*. As cargas utilizadas para os exercícios no treinamento de força foram individualizadas e no decorrer do processo, foram ajustadas para atingirem as repetições máximas conforme a semana prescrita e garantir o princípio da sobrecarga, fator que impacta positivamente no ganho de força e incremento de massa magra. Além disso, o treinamento aeróbio seguiu a intensidade previamente obtida e individualizada após a realização do teste incremental e testes de T_{LIM} , também modificadas conforme a adaptação do participante para manter a intensidade do protocolo. O *App Safe Runner Indoor* forneceu relatório ao final de cada sessão de treinamento, demonstrando valores de gasto calórico, tempo total da sessão, distância percorrida (no caso do TA), FC_{MAX} e FC_{MED} . Sendo assim, possibilitando maior controle das cargas de treinamento, refletindo nas zonas alvo de intensidades das semanas de treinamento. Ao observar o gráfico das médias da FC_{MED} e o gráfico das médias da FC_{MAX} (figura 9 e figura 10, respectivamente), nota-se a resposta da frequência cardíaca ao estímulo do treinamento aeróbio, treinamento de força e da sessão completa de treinamento combinado, tal comportamento demonstra que os indivíduos foram levados às intensidades desejadas conforme as diretrizes do ACSM para testes de esforço e prescrição de treinamento (2013), que caracteriza esforços a partir da $\%FC_{MAX}$: 77% a < 94% da FC_{MAX} vigoroso forte; 94a < 100% FC_{MAX} vigoroso muito forte; e 100% da FC_{MAX} como máxima. Complementarmente, ao analisarmos a média da FC_{MAX} ao longo das 8 semanas, é possível observar que nas semanas de treinamento ordinário e de treinamento de choque, o TA levou os indivíduos a respostas de carga interna maiores do que o TF. Somente nas semanas recuperativas o TF exigiu maiores respostas de carga interna do que o TA. As médias da FC_{MAX} e FC_{MED} demonstram que os indivíduos realizaram exercícios em domínio pesado e severo. No decorrer das semanas o comportamento das médias de FC_{MAX} tendeu a reduzir para a

mesma intensidade relativa, o que pode ser um indicativo de adaptação ao treinamento e a economia de movimento resultante da intervenção, fato que pode ser confirmado pela melhora nos parâmetros pois aeróbio e nos indicadores de melhora do DELTA e das variáveis de T_{Lim} .

Por fim, este trabalho foi capaz de demonstrar a eficiência do TC para melhora de indicadores de composição corporal e da aptidão aeróbia em praticantes de academia, em especial, quando há uma adequada sujeição dos indivíduos submetidos a este modo de treinamento a diagnósticos de parâmetros de individualidade, planejamento e controle específico das cargas de treino programadas e realizadas. Sendo que, o uso da tecnologia mobile e vestível demonstrou ser um diferencial neste sentido, uma vez que além de possibilitar o diagnóstico individualizado de cada sujeito, se fez efetiva para distribuição, adequação e o controle em tempo real das cargas de treinos propostas e conseqüentemente para observância e avaliação das adaptações e resultados advindos da intervenção. O presente estudo demonstrou alterações expressivas nas variáveis investigadas, talvez por se tratar de uma amostragem com alto %MG, impactando em um quadro de sobrepeso/obesidade e com baixa aptidão aeróbia, sendo assim, sugere-se novas pesquisas em diferentes públicos.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou a eficiência de uma intervenção de 8 semanas de treinamento combinado personalizado com suporte de tecnologia mobile no desempenho aeróbio e na composição corporal de praticantes de exercícios físicos em academias.

REFERÊNCIAS

BALDISSERA, Lais; MACHADO, Dionéia Lang; ALVES, Lucas Gomes; FALEIRO, Deise; ZAWADZK, Patrick. Benefícios percebidos por praticantes de musculação para a saúde, estilo de vida e qualidade de vida. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 8, n. 2, p. 117-124, 2017.

BARBOSA, F. L. et al. Máxima fase estável de lactato sanguíneo e o limite superior do domínio pesado em ciclistas treinados. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.11, n.3, p.320-325, 2009.

BREGOLIN, G. **Proposta de Aplicativos para Academias para Dispositivos Android**. Estudo de Caso. Tecnólogo em Gestão da Tecnologia da Informação. Universidade do Sul de Santa Catarina. Santa Catarina, p. 41, 2020.

BURNLEY, Mark *et al.* Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. **European Journal Of Sport Science**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 63-79, jun. 2007. Informa UK Limited.

DONGES, Cheyne E.; DUFFIELD, Rob; DRINKWATER, Eric J.. Effects of Resistance or Aerobic Exercise Training on Interleukin-6, C-Reactive Protein, and Body Composition. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [S.L.], v. 42, n. 2, p. 304-313, fev. 2010. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

DONNELLY, Joseph E. *et al.* Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 459-471, fev. 2009. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

GUIMARÃES, Juliano; FARIAS, Joni Márcio de. **Efeitos de treinamento combinado sobre a composição corporal em homens adultos**. 2008. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Educação Física, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008.

HASKELL, William L. *et al.* Physical Activity and Public Health. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [S.L.], v. 39, n. 8, p. 1423-1434, ago. 2007. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

HO, Suleen s; DHALIWAL, Satvinder s; HILLS, Andrew P; PAL, Sebely. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. **Bmc Public Health**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-10, 28 ago. 2012. Springer Science and Business Media LLC.

ISMAIL, Irfan et al. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. **Obesity reviews**, v. 13, n. 1, p. 68-91, 2012.

KOVRT, W. M.; O'CONNOR, J. S.; SKINNER, J. S. Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling, and running. **Medicine and science in sports and exercise**, v.5, n.21, p.569-575, 1989.

LIMA, Wanderson Pereira; REIS JÚNIOR, José dos; BANDEIRA, João Pedro Barbosa. Treinamento esportivo: um estudo introdutório sobre suas bases científicas. **Itinerarius Reflectionis**: Revista eletrônica de graduação e pós-graduação em educação, [s. l], v. 16, n. 3, p. 1-10, dez. 2020.

MATSUDO, Sandra Mahecha *et al.* Nível de atividade física da população do Estado de São Paulo: análise de acordo com o gênero, idade, nível socioeconômico, distribuição geográfica e de conhecimento: physical activity level of são paulo state population: an analysis based on gender, age, socio-economic status, demographics and knowledge. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 41-50, out. 2002.

MOREIRA, Kátia Máira Câmara *et al.* Reprodutibilidade do tempo limite em mulheres fisicamente ativas: reproducibility of time limit in women physically active. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, [s. l], p. 21-28, 25 abr. 2007.

NIKSERESHT, Mahmoud; AHMADI, Mohammad Reza Hafezi; HEDAYATI, Mehdi. Detraining-induced alterations in adipokines and cardiometabolic risk factors after nonlinear periodized resistance and aerobic interval training in obese men. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, [S.L.], v. 41, n. 10, p. 1018-1025, out. 2016. Canadian Science Publishing.

SANAL, E.; ARDIC, F.; KIRAC, S.. Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. A randomized intervention study. **European Journal Of Physical And Rehabilitation Medicine**, [s. l], v. 49, n. 1, p. 1-11, nov. 2013.

SANT'ANA, Jader; DAL PUPO, Juliano; GHELLER, Rodrigo G.; DIFENTHAELER, Fernando. Efeitos do treinamento combinado aeróbio e resistido na aptidão aeróbia e na composição corporal de adultos jovens. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 433-440, out. 2012.

SANT'ANA, Yasmim. **Validade e reprodutibilidade da identificação de parâmetros do treinamento aeróbio derivados do teste incremental máximo em esteira utilizando o App Safe Runner**. 2022. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Educação Física Bacharel, Centro de Ciências e da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

SANTOS, T. M; VIANA, B. F; SÁ FILHO, A. S. Reprodutibilidade do VO2Máx estimado na corrida pela frequência cardíaca e consumo de oxigênio de reserva. **Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**, São Paulo, v.26, n.1, p.29-36, 2012.

SCHROEDER, Elizabeth C. *et al.* Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. **PLoS one**, v. 14, n. 1, p. e0210292, 2019.

SCHWINGSHACKL, Lukas *et al.* Impact of Different Training Modalities on Anthropometric and Metabolic Characteristics in Overweight/Obese Subjects: a systematic review and network meta-analysis. **Plos One**, [S.L.], v. 8, n. 12, p. 1-10, 17 dez. 2013. Public Library of Science (PLoS).

SILVA, Marcelo Cozzensa da *et al.* Ordem dos exercícios físicos aeróbio e com pesos na aptidão física de mulheres acima de 50 anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 12, n. 2, p. 134-139, 2010.

SILVA, Robert Passos da. **Efetividade de protocolos de treinamento combinado periodizado e não periodizado sobre a aptidão cardiorrespiratória, força muscular e composição corporal de adultos com obesidade: ensaio clínico randomizado**. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física, Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SOUZA, Fabiano Gomes de; JAIME, Paulo J. D. C.; CUNHA, Raphael M. da. Teste ergoespirométrico aplicado à prática do exercício físico: um estudo de revisão: ergospirometric test applied to exercise practice: a review study. **Revista Movimenta**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 481-487, jun. 2013.

STORER, Thomas W.; DOLEZAL, Brett A.; BERENC, Matthew N.; TIMMINS, John E.; COOPER, Christopher B.. Effect of supervised, periodized exercise training vs. self-directed training on lean body mass and other fitness variables in health club members. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s. l.], v. 28, n. 7, p. 1-8, jul. 2014.

OLIVEIRA, Fernando Roberto de; GAGLIARD, João Fernando Laurito; KISS, Maria Augusta Peduti Dal'Molin. Proposta de referências para prescrição de treinamento aeróbio e anaeróbio para corredores de média e longa duração. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 2, n. 8, p. 68-76, dez. 1994.

ORTIZ, Marcelo Janini; DENADAI, Benedito Sérgio; STELLA, Sérgio; MELLO, Marco Túlio de. Efeitos do treinamento aeróbio de alta intensidade sobre a economia de corrida em atletas de endurance: effects of high intensity aerobic training on the running economy in endurance runners. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 53-56, set. 2003.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2016. **ACSM's Health & Fitness Journal**®. January/February 2015.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2017. **ACSM's Health & Fitness Journal**®. January/February 2016.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2018. **ACSM's Health & Fitness Journal**®. January/February 2017.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2019. **ACSM's Health & Fitness Journal**®. January/February 2018.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2020. **ACSM's Health & Fitness Journal**®. January/February 2019.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2021. **ACSM's Health & Fitness Journal**®. January/February 2020.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2022. **ACSM's Health & Fitness Journal®**. January/February 2022.

TUBINO, Manoel José Gomes; MOREIRA, Sérgio Bastos. **Metodologia científica do treinamento desportivo**. 13. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003. 462 p.

WATERS, Debra L et al. Effect of Aerobic or Resistance Exercise, or Both, on Intermuscular and Visceral Fat and Physical and Metabolic Function in Older Adults With Obesity While Dieting. **The Journals Of Gerontology: Series A**, [S.L.], v. 77, n. 1, p. 131-139, 11 abr. 2021. Oxford University Press (OUP).

WILLIS, Leslie H. *et al.* Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. **Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 113, n. 12, p. 1831-1837, 15 dez. 2012. American Physiological Society.

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
CAMPUS REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA TRINDADE
- CEP 88040-970 - FLORIANÓPOLIS-SC.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante da pesquisa, você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de graduação intitulada **“Efeito de oito semanas de treinamento combinado personalizado com tecnologia mobile no desempenho aeróbio e composição corporal de praticantes de exercícios físicos em academia”**, referente ao trabalho de conclusão de curso em educação física do Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os pesquisadores envolvidos nesta pesquisa são: Alessandro Miranda Leguir Pereira (orientando), Prof. Me. Jader Sant’ana (coorientador) e Prof. Dr. Fernando Diefenthaler (orientador).

O estudo tem como objetivo geral, verificar os efeitos de 8 semanas de treinamento combinado sobre a composição corporal e no desempenho aeróbio com a utilização do app Safe Runner realizando as mensurações individuais dos praticantes de exercícios físicos em academias pré intervenção e pós intervenção. Os indivíduos participantes do estudo serão acompanhados ao longo de 8 semanas de treinamento aeróbio combinado ao treinamento resistido e ao término deste período serão reavaliados.

Efetivada a sua adesão ao estudo, serão previamente marcados a data e horário para realização das suas avaliações e testes. Posteriormente, você deverá se dispor para a pesquisa em 3 sessões, todas realizadas na San Corpore Academia, com duração de aproximadamente 30 minutos. Você não poderá se submeter a nenhum esforço intenso em um período de 24 horas antecedentes aos testes. Na primeira sessão, um avaliador preencherá uma ficha com seus dados pessoais. Logo após, você será submetido à avaliação antropométrica, na qual serão realizadas medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Em seguida, será realizado com você um teste progressivo máximo em esteira ergométrica.

Nas outras 2 sessões você irá realizar apenas o teste de tempo limite em carga constante em esteira ergométrica, você deverá estar com roupa adequada (roupas leves e tênis). O teste será realizado com o auxílio e modelagem do App Safe Runner, usando o modo de protocolo para praticantes intermediários e com o teste iniciando com uma velocidade de 5,0 km•h-1, inclinação fixa de 1%, com incrementos de velocidade de 0,5 km•h-1 por estágio. Cada estágio terá duração de 1 min e você será levado(a) até a exaustão para obtenção das variáveis VO_{2MAX} , FC_{MAX} , V_{MAX} , FC_{Lan} e V_{Lan} determinadas automaticamente pelo App ao finalizar o teste. Estas medidas serão realizadas nas dependências da San Corpore Academia e vinculada ao Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Após a realização dos testes, você receberá sua ficha de treinamento com os exercícios a serem realizados ao longo de 8 semanas. Além disso, você será acompanhado e supervisionado pelos pesquisadores deste estudo.

O(a) Senhor(a) e seu/sua acompanhante não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de danos, decorrentes da pesquisa será garantida a indenização.

Os riscos associados à pesquisa serão mínimos. Não haverá procedimento invasivo na coleta e os indivíduos que irão participar do estudo são todos saudáveis, familiarizados com a prática de corridas e com os testes. Menos de 1% da população americana pode apresentar vômitos, náuseas e desconforto extremo durante testes dessa natureza (American College of Sports Medicine).

Quanto às informações pessoais dos indivíduos, os pesquisadores estão cientes sobre o sigilo da identidade de cada sujeito. Para minimizar e controlar o risco de vazamento de identidade dos participantes, as planilhas irão conter apenas os resultados dos testes, os indivíduos serão numerados (exemplo: sujeito 1) e seus nomes serão ocultados. Além disso, as planilhas terão senha de acesso disponibilizadas apenas ao pesquisador responsável e assistente. Os dados utilizados para a realização da pesquisa serão: peso (kg), sexo (masculino ou feminino), idade (em anos), tempo (em minutos), dobras cutâneas (mm), percentual de gordura (%G), consumo máximo de oxigênio (mL/kg•min), frequência cardíaca máx (bpm), velocidade máxima (km/h), frequência cardíaca do limiar anaeróbio (bpm) e velocidade do limiar anaeróbio (km/h).

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão a sua contribuição de forma única para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e o avanço das pesquisas. Além disso, você tomará conhecimento de sua composição corporal, condição cardiorrespiratória, desempenho aeróbio e zonas de transição metabólica norteadoras do treinamento físico, a partir do repasse do relatório individual de sua avaliação pré e pós intervenção.

O(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido está sendo apresentado ao sujeito participante da pesquisa, é feito em duas vias, sendo uma delas permanecendo em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa.

Nome do pesquisador responsável: Fernando Diefenthaler. **Telefone:** (48) 3721-4779
Email: f.diefenthaler@gmail.com **Endereço Institucional:** Campus Reitor João David Ferreira Lima, s/n - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900, Brazil.

Nome do pesquisador assistente: Alessandro Miranda **Telefone:** (48) 9 8833-0998
E-mail: contato.alessandro.miranda@gmail.com **Endereço:** R. Iano, 1189. São José-SC.

Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos – CEPESH Prédio Reitoria II (Edifício Santa Clara) Rua Desembargador Vítor Lima, no 222, sala 401, prédio Reitoria II - Trindade, Florianópolis/SC. CEP 88.040-400. E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br.
Telefone para contato: (48) 3721-6094

Assinatura do orientador: _____.

APÊNDICE B - Ficha de avaliação física, anamnese e PARQ-R.**Avaliação Física****Dados do avaliado**

Nome:	
Data de Nascimento:	Idade:
Endereço:	
Cidade:	CEP:
Bairro:	
Telefone:	Celular:

Dados da avaliação

Nome do Avaliador:	
Data da avaliação:	Avaliação n°:

ANAMNESE

Histórico familiar:

Histórico de saúde:

P. A.:

Cirurgias:

Medicamentos:

Alimentação:

Pratica algum outro exercício físico:

Vícios: cigarro, álcool etc.

Objetivo:

Objetivo do Treino:

Quantas vezes na semana e tempo de treino:

Ciclos de treinamento proposto:

Divisão método e fases do treinamento propostas.

Suplementação

Observações:

PAR-Q - Questionário de prontidão para a atividade física (SIM / NÃO)

1. Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e lhe recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?
2. Você sente dor no peito, causada pela prática de atividade física?
3. Você sentiu dor no peito no último mês?
4. Você tende a perder a consciência ou cair, como resultado de tonteira ou desmaio?
5. Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividade física?
6. Algum médico já lhe recomendou o uso de medicamentos para a sua pressão arterial, para circulação ou coração?
7. Você tem consciência, através da sua própria experiência ou aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça sua prática de atividade física sem supervisão médica?

*Se o avaliado responder Sim para qualquer uma das questões, deve ser encaminhado para uma consulta médica. Autoridades Canadenses desenvolveram esse questionário que deve ser aplicado antes do início de um programa de atividade física regular, visando identificar prováveis restrições e limitações à saúde. Boris você respondeu sim para a questão 6, porém você já se encontra com acompanhamento médico tendo feito bateria de testes cardiovasculares completos.

COMPOSIÇÃO CORPORAL		
Peso:	Altura:	IMC:
<p>DOBRAS CUTÂNEAS:</p> <p>Subescapular:</p> <p>Bicipital:</p> <p>Tricipital:</p> <p>Axilar-média:</p> <p>Supra-iliaca:</p> <p>Peitoral:</p> <p>Abdominal:</p> <p>Coxa:</p>	<p>PERÍMETROS:</p> <p>Tórax:</p> <p>Cintura:</p> <p>Quadril:</p> <p>Braço direito:</p> <p>Braço esquerdo:</p> <p>Coxa direita:</p> <p>Coxa esquerda:</p> <p>Panturrilha direita:</p> <p>Panturrilha esquerda:</p>	<p>PROTOCOLO:</p> <p>% Gordura ideal:</p> <p>% Gordura atual:</p> <p>Massa magra:</p> <p>Massa gorda:</p>