



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Lucília Bernardino Marrinze Mangona

**Dispêndio Energético em Sessões de Treino Funcional em
Adultos Residentes na Cidade de Maputo - Moçambique**

Rio de Janeiro

2021

Lucília Bernardino Marrinze Mangona

**Dispêndio Energético em Sessões de Treino Funcional em
Adultos Residentes na Cidade de Maputo - Moçambique**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti

Coorientador: Prof. Dr. António Manuel Machado Prista e Silva

Rio de Janeiro

2021

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

M277 Mangona, Lucília Bernardino Marrinze.
Dispêndio energético em sessões de treino funcional em
adultos residentes na cidade de Maputo - Moçambique / Lucília
Bernardino Marrinze Mangona. – 2020.
111 f. : il.

Orientador: Paulo de Tarso Veras Farinatti.
Coorientador: António Manuel Machado Prista e Silva.
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Exercícios em circuito - Teses. 2. Acelerometria - Teses. 3.
Exercício físico – Teses. 4. Caminhada - Teses. 5. Saúde – Teses. I.
Farinatti, Paulo de Tarso Veras. II. Silva, António Manuel Machado
Prista e. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de
Educação Física e Desportos. IV. Título.

CDU 796:612.766.1

Bibliotecária: Mirna Lindenbaum. CRB7 4916

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Lucília Bernardino Marrinze Mangona

**Dispêndio Energético em Sessões de Treino Funcional em
Adulos Residentes na Cidade de Maputo - Moçambique**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Aprovada em 22 de dezembro de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti (Orientador)
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

Prof. Dr. António Manuel Machado Prista e Silva (Coorientador)
Universidade Pedagógica de Moçambique

Prof. Dra. Nádia Souza Lima da Silva
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

Prof. Dr. Renato Massafferri
Universidade da Força Aérea

Prof. Dr. Timoteo Salvador Daca
Universidade Pedagógica de Maputo

Prof. Dr. Wallace David Monteiro
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

Rio de Janeiro

2021

DEDICATÓRIA

Meu Esposo Nivaldo Chirindza

Minhas filhas Astana e Emy Lee

Minha mãe Angelina Dimbane

Minha irmã Aida Óctavia Dos Santos

Pai Bernardino Mangona (em memória)

Tia- mãe Arminda Dimbane e Herminia Fumo (em memória)

É por vocês e para vocês...amo-vos, incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

Chegando ao fim de mais uma etapa acadêmica em minha vida e ao olhar para trás vejo uma longa trajetória percorrida, repleta de desafios, dificuldades, incertezas, aprendizado, experiência, conhecimento, dedicação, companheirismo, satisfação e amizades.

Tenho, em primeiro lugar, a agradecer a Deus todo-poderoso que me concedeu energia e sabedoria de modo a desenvolver este trabalho;

De seguida, os meus mais sinceros agradecimentos e reconhecimentos endereço ao Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti, meu mestre e orientador, pelo apoio e incentivo constantes, pela palavra de conforto nos momentos de aflição, pelos preciosos ensinamentos, pelo rigor científico, pelas críticas, pelos conselhos, disponibilidade, dedicação, paciência e pela confiança a mim depositada para concretização deste trabalho. As suas valiosas orientações e conselhos, nesta longa trajetória, regada de algum choro, incertezas e descrenças, mas principalmente muito sorriso, alegria e superação, me proporcionaram, além do Grau de Doutor, um enorme crescimento acadêmico e pessoal, fruto de uma vasta gama de oportunidades e experiências que me foram proporcionadas. Nada disso seria possível sem o seu constante apoio! Levarei sempre comigo cada um dos seus ensinamentos. Por tudo, muito obrigada!

Agradeço ao (meu general) Professor Catedrático António Prista por ter sido meu coorientador, pela paciência, pela disponibilidade, pelo incentivo, pelo conforto nos momentos de desespero, pelas experiências acadêmicas proporcionadas, acolhimento, ajuda, aconselhamentos e, principalmente, por me orientar quando estava com dificuldades para continuar o caminho da pesquisa, especialmente com a estatística deste trabalho. Fazes parte da minha história, ao meu General na reserva, Professor, pai e amigo, meu muito obrigado!

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos, permitindo a continuidade do meu

processo de formação acadêmica e à Pró-reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), pelo apoio técnico e integração na instituição.

Agradeço, ainda, ao Instituto de Educação Física e Desportos da UERJ, particularmente ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Exercício e Esporte, pelo acompanhamento e atenção concedidos no transcurso da minha formação, os quais possibilitaram a realização desta pesquisa em condições aprazíveis.

Depois, ao grupo do Laboratório de Atividade Física e Promoção de Saúde da UERJ (LABSAU-UERJ), onde pude aprender tantos valores técnicos acadêmicos, quanto valor interpessoais. A todos, sem exceção nenhuma, o meu kxanimambo;

À Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Pedagógica de Maputo e ao Núcleo de Investigação em Actividade física e Saúde pelo acolhimento e apoio institucional;

À Escola Superior de Ciências de Educação Física e Desporto da Universidade Eduardo Mondlane por ter permitido a continuidade da minha formação acadêmica e a todos os meus colegas (Nhantumbo, Tchonga, Bonomar, Paulo, Nhabanga, Saveca, Sérgio, Páscoa, Stelia, Félix, Uriri, Gabriel, Rui, Nerício, Pacheco e Fátima);

Ao Centro de Reabilitação e Cultura Física (Physical) por ter cedido o seu espaço para a implementação e recolha de dados, aos profissionais de educação física (Cecília, Obadias, Keli, Dénio, Cremildo, Assucena, Buque e Joana) que me ajudaram neste processo, obrigada;

A todos os voluntários que de forma gentil aceitaram participar da pesquisa de forma inquestionável, pois foram muito importantes para mim todas as madrugadas por nós vividas. Eu digo, valeu a pena. Obrigada;

À Prof^a Dra. Iedda Brasil, pelas orientações dadas na minha qualificação e apoio no trabalho final, mesmo de longe.

À querida Patrícia Farinatti, pelo acolhimento, disponibilidade, cuidado, generosidade e carinho, durante minha estadia no Rio de Janeiro. Adorei conhecer-te!

Tenho um carinho imenso por ti e espero que muitos reencontros nos sejam proporcionados.

À Profª Dra. Nádia Sousa Lima da Silva, pelo apoio desde a minha chegada ao PPGCEE, por ter sido compreensiva e me ajudado em todos momentos difíceis dentro e fora da academia.... Sou muito grata.

Aos amigos Telma Armogiana, Sheila Mabote, Patrícia Paiva e Edir Silva pelo carinho, apoio, ensinamentos, partilha, disponibilidade e amizade. Aos poucos a vida resolveu nos aproximar e com o tempo fomos construindo uma linda amizade, onde o carinho, respeito, parceria, cumplicidade, cuidado e amor estiveram sempre presentes. Sentirei muita saudade, mas levo comigo a certeza de muitos encontros nas esquinas da vida. Vocês são muito especiais e estarão sempre em meu coração. Muita felicidade e sucesso sempre!

Ao meu tio "PAI" Miguel Samuel por me ter acolhido desde os 5 anos de idade no seio da sua família. Desde então pude beber todos os ensinamentos, pude construir essa personalidade de hoje, se eu sou o que sou é graças a você que me deu essa oportunidade de vida. Obrigada! Amo-te.

Ao meu esposo, amigo e companheiro, Nivaldo por ser o meu maior incentivador em tudo que procuro fazer e conquistar, pela paciência, pelo carinho, dedicação e amor compartilhado. Você tem sido uma das minhas bases na vida. Obrigada por ser quem você é, por ajudar-me tanto a amadurecer e a crescer como ser humano.

A minha Mãe Angelina e meus irmãos, por estarem presentes em cada momento da minha vida, por restaurar e fortalecer minha fé nos momentos mais duros, os quais por vezes acreditava serem impossíveis de serem superados.

“Sábio é aquele que conhece os limites da própria ignorância.”

Sócrates

RESUMO

MANGONA, Lucília Bernardino Marrinze. **Dispêndio energético em sessões de treino funcional em adultos residentes na cidade de Maputo – Moçambique.** 111 f. 2020. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e Esporte) - Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Poucos estudos estimaram o dispêndio energético (DE) de sessões de treinamento funcional (TF), nenhum deles envolvendo praticantes recreativos da modalidade. Essas informações seriam úteis para o melhor entendimento do potencial do TF como estratégia para alcançar níveis de atividades físicas adequados para promover saúde e bem-estar. O objetivo da presente Tese de Doutorado foi quantificar o DE durante sessões de TF por meio de acelerometria triaxial, em adultos sem experiência prévia com a modalidade, em ginásio comercial na Cidade de Maputo (Moçambique). Além do DE, a intensidade (relativa e absoluta) e percepção subjetiva do esforço (PSE) nas sessões de TF foram aferidas. Os resultados em TF foram comparados com sessões de caminhada contínua (CAM). Inicialmente, estimativas do DE com acelerômetros utilizados no punho, perna e cintura foram comparadas com o gasto calórico fornecido por calorimetria indireta aferida por telemetria ($n = 10$ homens, 25 ± 3 anos, $173,0 \pm 4,1$ cm, $83,5 \pm 15,7$ Kg). Os resultados desse estudo piloto indicaram que o local ideal para a estimativa do DE com acelerômetro triaxial ActiGraph GT3X[®] seria a cintura ($r=0,84$, $P = 0,005$; diferença média de acelerometria vs. calorimetria = $-0,445$ kcal). A amostra do estudo principal foi composta por 25 voluntários (11 homens, 16 com sobrepeso/obesidade, $38,8 \pm 9,3$ anos, $168,5 \pm 8,5$ cm, $73,9 \pm 13,8$ Kg), que realizaram três sessões de TF separadas por intervalos de 48 h, as duas primeiras consistindo em sessões de familiarização. O protocolo de TF incluiu quatro passagens em circuito com 12 exercícios executados em máxima intensidade durante 20 s, com 10 s de intervalo entre cada estação. O DE (kcal derivado dos *counts*) e intensidade absoluta das atividades (*counts/min*) foram calculados por meio da acelerometria. A intensidade relativa foi estimada pelo percentual da frequência cardíaca de reserva (%FCR) registrado em cardiofrequencímetro e a PSE através da Escala de Borg CR-10. As sessões de CAM tiveram duração de 25 min, sendo DE, intensidade e PSE estimados pelas mesmas técnicas aplicadas em TF. As sessões de TF duraram em média 24 min e o DE situou-se entre 124-292 kcal (188 ± 41 kcal), correspondendo a intensidades de 5-8 METs ($6,1 \pm 0,6$ METs) e 70-80% ($74 \pm 8\%$) da FCR. Tanto DE quanto %FCR mantiveram-se estáveis na maior parte do TF. Já a PSE elevou-se ao longo das passagens no circuito, evoluindo de valores compatíveis com intensidade moderada para vigorosa. O DE foi similar em TF e CAM, mas a intensidade relativa média foi maior em TF (74% vs.55% FCR, respectivamente; $P = 0.0001$). Atividades vigorosas predominaram vs. moderadas nas sessões de TF e CAM. Todavia, a PSE foi sempre maior em TF (Borg 5 a 8) do que em CAM (Borg 3 a 5). Sessões de TF aplicadas em ginásio na cidade de Maputo foram capazes de elicitar DE e intensidade compatíveis com o recomendado para reduzir o risco cardiometabólico e melhorar a capacidade cardiorrespiratória em participantes recreativos normoponderais e com sobrepeso.

Palavras-chave: Treinamento em circuito. Acelerometria. Atividade física. Caminhada. Saúde.

ABSTRACT

MANGONA, Lucília Bernardino Marrinze. **Energy expenditure in functional training sessions in adult residents in the city of Maputo - Mozambique.** 111 f. 2020. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e Esporte) - Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Few studies have estimated the energy expenditure (EE) of functional training (FT) sessions, none of which in actual conditions in training centers or involving recreational practitioners. This information would be useful to better understand the potential of TF as a strategy to achieve adequate physical activity volumes to promote health. The objective of this Doctoral Thesis was to quantify the EE during FT sessions by means of triaxial accelerometry, in adults without previous experience with the modality, in a commercial gym in the city of Maputo (Mozambique). The relative and absolute intensity and rate of perceived effort (RPE) were also assessed. Additionally, data from FT were compared with those derived from continuous walking sessions (WLK). Initially, EE estimated by means of accelerometers used on the wrist, leg and waist were compared with the caloric expenditure provided by indirect calorimetry measured by telemetry ($n = 10$ men, 25 ± 3 years, 173.0 ± 4.1 cm, 83.5 ± 15.7 Kg). Data from this pilot study indicated that the ideal location for estimating EE using an ActiGraph GT3X™ triaxial accelerometer would be the waist ($r = 0.84$, $P = 0.005$; mean difference of accelerometry vs. calorimetry = -0.445 kcal). The sample of the main study consisted of 25 volunteers (11 men, 16 overweight/obese, 38.8 ± 9.3 years, 168.5 ± 8.5 cm, 73.9 ± 13.8 kg), who performed three FT sessions separated by 48 h intervals, the first two consisting of familiarization sessions. The FT protocol included four circuit rounds with 12 exercises performed at maximum intensity and repetitions for 20 s, with 10-s intervals between each station. The EE (kcal derived from counts) and absolute activity intensity (counts/min) were calculated from accelerometry data. The relative intensity was estimated using the reserve heart rate (%HRR) recorded by cardiometer, and RPE was assessed by the Borg CR-10 Scale. The WLK sessions lasted 25 min, with EE, intensity and RPE estimated by the same techniques applied in FT. FT sessions lasted 24 min on average and EE ranged between 124-292 kcal (188 ± 41 kcal), corresponding to intensities of 5-8 METs (6.1 ± 0.6 METs) and 70-80% ($74 \pm 8\%$) FCR. Both EE and %FCR remained stable throughout most FT session. The RPE increased along the circuit rounds, from values compatible with moderate to vigorous intensity. The EE was similar in FT and WLK, but the average relative intensity was higher in FT (74% vs. 55% FCR, respectively; $P = 0.0001$). Vigorous activities predominated vs. moderate in both FT and WLK. However, RPE was always higher in FT (Borg 5 to 8) than WLK (Borg 3 to 5). FT applied at a commercial gym in Maputo was able to elicit EE and intensity compatible with recommendations to reduce cardiometabolic risk and improve cardiorespiratory fitness in normoponderal and overweight recreational participants.

Keywords: Circuit training. Accelerometry. Physical activity. Walking. Health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Acelerômetro Actigraph GT3X colocado na cintura.....	41
Figura 2 -	Sequência de exercícios aplicados no treino funcional.....	43
Figura 3 -	Plotagem dos valores de DE obtidos por calorimetria indireta (abcissas) e acelerômetros triaxiais na perna, punho e cintura (ordenadas), com marcação de possível outlier (n = 10).....	46
Figura 4 -	Dispêndio energético obtido por calorimetria indireta (abscissa) e acelerômetro triaxial na cintura (ordenada), incluindo linha <i>best-fit</i> e intervalo de confiança a 95%.....	49
Figura 5 -	Dispêndio energético obtido por calorimetria indireta (VO ₂ telemetria) e estimado por equação de regressão calculada a partir dos dados produzidos por acelerômetro triaxial na cintura (ACL cintura) durante TF (n=9).....	50
Figura 6 -	Representação gráfica dos valores médios de <i>counts</i> ^(A) , METs ^(B) , dispêndio energético ^(C) e %FCR ^(D) em cada minuto da sessão de treino funcional (n=25).....	58
Figura 7 -	Representação gráfica dos valores médios (\pm DP) de <i>counts/min</i> ^(A) , METs ^(B) , dispêndio energético ^(C) e %FCR ^(D) em cada passagem do circuito aplicado no treino funcional.....	59
Figura 8 -	Valores médios (\pm DP) da percepção de esforço (RPE) em cada passagem do circuito (V1, V2, V3 e V4).....	60
Figura 9 -	Comparação dos valores médios (\pm DP) de <i>counts/min</i> ^(A) , METs ^(B) , dispêndio energético ^(C) e %FCR ^(D) entre as sessões de treino funcional e caminhada contínua.....	61
Figura 10 -	Valores médios (\pm DP) do tempo despendido por níveis de intensidade das atividades entre sessões de treino funcional (TF) e caminhada (CAM).....	62
Figura 11 -	Figura 11- Valores médios (\pm DP) de RPE em ao longo das sessões de treino funcional e caminhada.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Tabela 1. Correlações de Pearson entre dispêndio energético obtido via calorimetria indireta e estimado por acelerometria triaxial durante protocolo de treinamento funcional (n = 9).....	47
Tabela 2-	Tabela 2. Características da regressão linear entre dispêndio energético obtido por calorimetria indireta e estimado por acelerômetro triaxial na cintura durante protocolo de treinamento funcional (n = 9).....	48
Tabela 3-	Tabela 3. Caracterização somática dos participantes (Média ± desvio padrão).....	56
Tabela 4-	Tabela 4. Dispêndio energético, taxa de percepção de esforço (RPE) e percentual de tempo de atividade em diferentes níveis de intensidade nas três sessões de treino funcional (média ± desvio padrão).....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	American College of Sports Medicine
AHA	American Heart Association
AFMV	Atividade Física Moderada a Vigorosa
CAM	Caminhada contínua
Core	Centro do núcleo
DE	Dispêndio Energético
DEt	Dispêndio Energético Total
DNTs	Doenças não transmissíveis
FC	Frequência Cardíaca
FCMax	Frequência Cardíaca Máxima
FCR	Frequência Cardíaca de Reserva
HIIT	<i>High intensity interval training</i>
IMC	Índice de massa corporal
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
RM	Repetição Máxima
TF	Treinamento Funcional
TLCE	Termo de consentimento livre e esclarecido
METs	Equivalente metabólico
RPE	Taxa de percepção de esforço
VO ₂	Consumo de oxigênio

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	14
1	O TREINAMENTO FUNCIONAL: Características básicas	23
1.1	Métodos de Treinamento Funcional	26
1.2	Treinamento Funcional e Dispendio Energético	28
1.3	Estimativa do Dispendio Energético com Acelerometria	31
2	MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1	Amostragem	38
2.2	Delineamento do Estudo	38
2.3	Procedimentos	39
2.3.1	<u>Avaliação Antropométrica</u>	39
2.3.2	<u>Pressão Arterial</u>	40
2.3.3	<u>Percepção do Esforço e Frequência Cardíaca</u>	40
2.3.4	<u>Avaliação do Dispendio Energético</u>	41
2.3.5	<u>Sessão de Treino Funcional</u>	42
2.3.6	<u>Sessão de Caminhada Contínua</u>	44
2.4	Estudo Piloto – localização do acelerômetro	45
2.5	Análise Estatística	54
3	RESULTADOS	56
4	DISCUSSÃO	64
	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	81
	ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	102
	ANEXO B – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	106
	ANEXO C – Ficha de avaliação morfofuncional	108
	ANEXO D – Escala de Esforço Percebido - Borg CR-10I	109
	ANEXO E – Ficha de registro da frequência cardíaca no treino funcional ...	110
	ANEXO F – Ficha de registro da frequência cardíaca na caminhada contínua	111

INTRODUÇÃO

O panorama epidemiológico atual apresenta o sobrepeso e a obesidade como uma epidemia com enorme responsabilidade no desenvolvimento de doenças não transmissíveis (DNTs), as quais são, hoje, a primeira causa de mortalidade no mundo (World Health Organization, 2000; 2011; Montañez e Mattiello, 2016; World Health Organization, 2018). Embora muitos países não desenvolvidos, como a maior parte dos países africanos, tenham como causa principal de morbidade e mortalidade as doenças infecciosas, o crescimento das DNTs têm merecido maior atenção por parte de pesquisadores da área, sendo já uma preocupação grave em saúde pública urbana (Goulart, 2011; World Health Organization, 2014).

Considerando que, de um modo geral, a população urbana em África – e particularmente em Moçambique – aumenta de forma exponencial, a atenção quanto à prevenção e tratamento das DNTs é, hoje, considerada uma prioridade (World Health Organization, 2011; 2014; 2018). As DNTs têm vindo a aumentar, representando 60% da mortalidade global (31,7 milhões de mortes) e cerca de 43% do peso de todas as doenças no mundo, segundo o relatório da Organização Mundial de Saúde (World Health Organization, 2000). As DNTs são também responsáveis por 80% de todas as mortes e por 60% de todas as causas de incapacidade que ocorrem nos países em desenvolvimento com importantes consequências no consumo dos serviços de saúde (World Health Organization, 2014).

Em Moçambique, apesar de os estudos epidemiológicos sobre doenças não transmissíveis serem escassos, o seu perfil não foge à realidade de outros países em desenvolvimento (Gomes *et al.*, 2010; Dos Santos *et al.*, 2015; Fontes *et al.*, 2019). As doenças não transmissíveis constituem um fardo financeiro importante para o indivíduo, família e para a sociedade bem como para o Serviço Nacional de Saúde (World Health Organization, 2011; 2018). Nesse sentido, as formas de prevenção de fatores de risco das DNTs podem contribuir para a qualidade de vida e redução da ocorrência dessas doenças. Uma das estratégias reconhecidamente eficazes para tanto é o aumento da

prevalência da prática de atividades físicas, porquanto, contribuem favoravelmente para adaptações na pressão arterial, circunferência da cintura, relação cintura-quadril, fração de colesterol de alta densidade e qualidade do sono, interferindo também nos fatores comportamentais de estresse, depressão e ansiedade (World Health Organization, 2018). É nesse contexto que, em coerência com recomendações internacionais (Comité Regional Para a África, 2018), a exemplo do que ocorre em outros países (World Health Organization, 2000; 2011), em Moçambique estimula-se a prática de atividades físicas com vistas a se manter a forma física, saúde e bem-estar.

No passado, sobrepeso e obesidade eram tidos como doenças de países de alta renda, dado que a industrialização e a mecanização do trabalho e o transporte eram características específicas desses países. Nas últimas décadas, contudo, os países de baixa renda conheceram um crescimento abrupto de incidência e prevalência das doenças transmissíveis, em grande parte associado a um processo de urbanização elevado (Gomes *et al.*, 2010; Prista *et al.*, 2016; World Health Organization, 2018). Ao contrário do que se poderia esperar, o cenário no contexto africano não diverge muito do observado em nível mundial no tocante à prevalência de sobrepeso/obesidade, bem como em relação aos níveis de atividade física praticados pelas populações urbanas nas últimas décadas (Toselli *et al.*, 2014; Dos Santos *et al.*, 2015; Atuahene *et al.*, 2017). Em Moçambique, entre os anos de 2005 e 2015, a prevalência de sobrepeso e obesidade aumentou de 18,3 para 30,5% em mulheres e de 11,7 para 18,2% em homens, respectivamente. A obesidade abdominal aumentou entre as mulheres (de 9,4 para 20,4%), mas não houve diferença significativa entre os homens (1,5 para 2,1%). Houve um aumento acentuado na prevalência de sobrepeso e obesidade entre adultos, sendo mais prevalente em áreas urbanas e entre as mulheres (G. B. D. Obesity Collaborators *et al.*, 2017; Fontes *et al.*, 2019). Assim, jovens das regiões urbanas nos países em vias de desenvolvimento, especialmente africanos, tendiam a ser fisicamente mais ativos e com menores valores na incidência de sobrepeso/obesidade, relativamente aos seus pares de nações desenvolvidas. Atualmente, crianças e jovens moçambicanos são menos ativos, apresentam pior desempenho em provas de aptidão

física e exibem maior peso do que exibiam seus pares nos anos 1980-1990 (Prista *et al.*, 2016).

Em termos individuais, é bem aceito que a composição corporal resulta do balanço entre dispêndio energético (DE) e aporte nutricional. Assim, as estratégias de intervenção para prevenir a obesidade têm recaído sobre os hábitos alimentares e de atividade física, na procura de um equilíbrio entre consumo e gasto (World Health Organization, 2014). De fato, há um reconhecimento internacional de que o excesso de peso corporal associado a um estilo de vida inativo representa uma das maiores ameaças à saúde dos indivíduos no mundo atual (Dunstan *et al.*, 2010; Wijndaele *et al.*, 2011; Fritschi *et al.*, 2016; World Health Organization, 2018). No entanto, nos últimos anos a prevalência de pessoas fisicamente inativas cresceu (Suboc *et al.*, 2016; Patel *et al.*, 2018), aumentando a preocupação de entidades governamentais quanto a programas de promoção da atividade física visando melhorar a saúde e qualidade de vida das populações (Pate *et al.*, 1995; Haskell *et al.*, 2007; World Health Organization, 2007; Oja *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2017; Patel *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2019).

Os fatores de risco cardiovascular são condições que aumentam as chances de desenvolvimento das doenças não transmissíveis (American College of Sports Medicine, 1998; World Health Organization, 2011), o que não se faz diferente em Moçambique (Forjaz *et al.*, 2016). Dessa forma, a monitorização desses fatores permite a avaliação do risco cardiovascular das populações, considerando-se a sua prevalência em diferentes regiões (World Health Organization, 2018). Dentre estes fatores, destaca-se a inatividade física (ou sedentarismo), apontada entre as principais causas de mortalidade, independentemente da renda dos países (World Health Organization, 2011). Nesse sentido, estudos vêm demonstrando um aumento na prevalência da obesidade, diabetes e tabagismo também no Continente Africano (Msyamboza *et al.*, 2013; G. B. D. Obesity Collaborators *et al.*, 2017; Koller e Agyemang, 2020).

As evidências de que uma vida mais ativa ajuda a prevenir doenças de natureza cardiovascular são fortes (Paffenbarger *et al.*, 1983; Pate *et al.*, 1995; American College of Sports Medicine, 1998; Warburton *et al.*, 2006; Haskell *et al.*, 2007; Garber *et al.*,

2011; American College of Sports Medicine, 2018). De forma geral, sugere-se que um aumento do engajamento em atividades físicas incrementa a aptidão física em nível populacional, contribuindo com a redução dos níveis de obesidade (American College of Sports Medicine, 1998; World Health Organization, 2000; Mcguire, 2014). Entretanto, essa relação foi basicamente avaliada em países desenvolvidos e deve ser verificada nos países em desenvolvimento, para que estilos ativos de vida possam ser considerados como eficazes para o combate às doenças cardiovasculares nesses países. O efeito benéfico de intervenções com exercício físico, portanto, ainda deve ser melhor investigado em países da África Subsaariana, consistindo, certamente, em lacunas abertas à pesquisa em Moçambique (Gomes *et al.*, 2010; Dos Santos *et al.*, 2015; Forjaz *et al.*, 2016).

As evidências acumuladas dão suporte à premissa de que a prática de atividades físicas contribui com um balanço energético favorável para a saúde, seja pelo gasto durante as sessões de treinamento (Clevenger e Howe, 2016), seja por impacto sobre o metabolismo e DE diário (Sevits *et al.*, 2013; American College of Sports Medicine, 2018). Apesar de instituições normativas indicarem que exercícios de predominância aeróbia deveriam ser realizados com esse fim (American College of Sports Medicine, 1998; Donnelly *et al.*, 2009; Powell *et al.*, 2018), alguns autores propõem que exercícios com predominância anaeróbia seriam capazes de incrementar o metabolismo, com impacto favorável sobre fatores de risco cardiometabólicos e mesmo induzindo oxidação lipídica pós-exercício – portanto, poderiam ser igualmente eficazes em programas, visando um melhor balanço energético (Reis *et al.*, 2011; Farinatti *et al.*, 2016; Reis *et al.*, 2017; Codella *et al.*, 2018). Cresce, portanto, a aceitação de que programas de exercícios com diferentes características poderiam contribuir para a prevenção do sobrepeso e da obesidade, em diferentes populações (American College of Sports Medicine, 1998; Donnelly *et al.*, 2009; Garber *et al.*, 2011; American College of Sports Medicine, 2018).

Assim, a ideia de que a prática de exercícios físicos deveria envolver sacrifício tem sido posta em causa. Os profissionais do exercício e investigadores procuram, nos últimos tempos, formas alternativas que garantam, simultaneamente, uma boa eficácia

fisiológica, com realce no DE, mas também a motivação dos seus praticantes para assegurar a regularidade da prática (Chaput *et al.*, 2011; Westerterp, 2013; American College of Sports Medicine, 2018). Assim, novas modalidades têm ocupado espaço, diversificando as possibilidades de treinos, dentre elas, os exercícios realizados em circuito (Teixeira *et al.*, 2016; Silva Grigoletto *et al.*, 2020).

Apesar de não ser uma modalidade nova, o treino funcional (TF) é uma das modalidades que se popularizou, inclusive entre os praticantes das modalidades tradicionais (Boyle, 2004). Inicialmente, concebido para programas de reabilitação, com exercícios que ajudavam a retomada das atividades cotidianas, a modalidade popularizou-se rapidamente no mundo todo (Boyle, 2004; Okada *et al.*, 2011; Tomljanović *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2016). A procura por novas formas de praticar exercício, com efeitos maiores e menos tempo de prática, tem crescido consideravelmente. Com o avanço das tecnologias e crescimento de trabalho nas empresas, o tempo disponível para exercitar-se diminuiu. Devido às características do TF, a procura por esta modalidade aumentou. De fato, em Moçambique, principalmente na capital Maputo, o TF foi rapidamente integrado, posto que se trata de um método que propõem exercícios dinâmicos, com grande diversidade de exercícios, alternância de estímulos e recuperação, tornando mais atrativas, sobretudo, há de se pesar componente social que pelas suas aulas geralmete realizadas em grupo e são multipolar (Alcaraz, Pedro E. *et al.*, 2008).

Como dito, esta modalidade de treinamento foi, em sua origem, projetada para imitar tarefas ou atividades que ocorrem na vida diária, tornando as adaptações do treinamento mais transferíveis (Fleck e Kraemer, 2014; Nadzalan *et al.*, 2016). A ideia central é aplicar exercícios baseados em movimentos naturais, visando melhorar a capacidade de se realizar tarefas com objetivos específicos, evitando concentrar-se apenas em adaptações musculares, como nos programas de exercícios mais tradicionais (Weiss *et al.*, 2010; Tomljanović *et al.*, 2011; Silva Grigoletto *et al.*, 2014). O TF busca incrementar o padrão de movimento dos praticantes, tendo em conta exercícios semelhantes às atividades realizadas no dia-a-dia, que vão desde a simples manutenção da postura em posições estáticas até atividades mais complexas, como

caminhar, empurrar, puxar, agachar e rolar, melhorando a condição física e facilitando a correta realização das atividades (Okada *et al.*, 2011; Moran *et al.*, 2016).

Se outrora assumia-se a quantidade de treinamento como fator decisivo da sua eficácia, na atualidade, a tendência vai para a qualidade, ou seja, a sua eficácia em provocar resultados (Teixeira *et al.*, 2016; De Resende Neto *et al.*, 2018; De Resende Neto *et al.*, 2019). É dentro deste contexto que o TF entra em voga, pois, em curto tempo, parece induzir resultados significativos na função muscular e DE (Tomljanović *et al.*, 2011; Silva Grigoletto *et al.*, 2020). Depreende-se do exposto que o TF surge, atualmente, como uma das estratégias mais utilizadas em programas de treino físico visando promover a saúde, o que não se faz diferente em Moçambique. Não é por acaso que o Colégio Americano de Medicina do Esporte (American College of Sports Medicine, 1998; 2018) há tempos indica o TF como uma das modalidades a serem consideradas em programas de exercícios para indivíduos saudáveis.

Uma das vantagens do TF é a possibilidade de se alterar fácil e rapidamente os grupos musculares em exercitação, levando ao trabalho continuado do sistema cardiorrespiratório, mesmo em períodos de descanso (Boyle, 2004; Okada *et al.*, 2011; Silva Grigoletto *et al.*, 2020). As cargas de treino são facilmente adaptadas a cada praticante, o que facilita a inclusão de um número significativo de praticantes em espaço físico reduzido, visto que pode ser organizado de diferentes maneiras. Além disso, aumenta a força muscular, melhora o equilíbrio estático e dinâmico, desenvolve o condicionamento, resitencia e melhora na agilidade dos seus praticantes contribuindo para uma boa saúde e bem-estar (Abreu, 2014). Assim, o TF pode ser adaptado às necessidades específicas de cada indivíduo e apresentar caráter lúdico motivador, exigindo menos tempo em atividade.

Evidentemente, rotinas de TF também podem se encaixar em programas de exercícios visando melhorar o balanço energético e controle do peso. Há indícios de que esta modalidade de treino consista em alternativa atraente e eficiente em termos de DE, mas com vantagens no tocante ao tempo despendido em comparação com exercícios aeróbios tradicionais (Kliszczewicz *et al.*, 2017). Por sua vez, o American

College of Sports Medicine tem proposto que, para a manutenção da saúde, o indivíduos adultos saudáveis devem ter dispêndio energético proveniente da prática das atividades físicas de aproximadamente 300-500kcal por dia ou 700-2000kcal por semana. Investimento em pesquisas que busquem fornecer informações sobre o impacto desta modalidade no DE fazem-se importantes, para determinar sua contribuição potencial em programas de exercícios físicos delineados para ajudar no controle do peso, prevenção da obesidade e redução do risco cardiovascular. No entanto, estudos que tenham quantificado o DE no TF são escassos (Fontaine e Schmidt, 2015; Iskandar *et al.*, 2017; Schubert e Palumbo, 2019; Willis *et al.*, 2019). Apesar de seus resultados terem sido promissores, esta escassez indica que carecem de confirmação com diferentes protocolos de TF, envolvendo intensidades, formatos e volumes, bem como a sua aplicação em populações diversas. É nesse contexto que se insere a presente Tese de Doutorado.

Justificativa

Do ponto de vista do interesse investigativo, é curioso observar que, não obstante as vantagens enunciadas do TF, há escassez de estudos que comprovem a eficácia desta modalidade no que tange à elevação do DE, por meio de técnicas objetivas como é o caso dos acelerômetros. Adicionalmente, percebe-se que os estudos não são, usualmente, realizados em sessões reais de treino, como centros de saúde ou academias (ou ginásios, termo corrente em Moçambique). Revisões anteriores confirmaram a eficácia da modalidade para a perda de massa corporal e percentual de gordura, em tempo relativamente curto (Coelho-Netto e Aptekmann, 2016; Silva, 2017).

No entanto, ao passo em que o impacto energético de outras modalidades usualmente praticadas em ginásios, como o treino aeróbio e resistido isolados, encontram-se bem definidos, o mesmo não se pode dizer do TF. As dificuldades de se quantificar o DE em atividades intermitentes são muitas e reconhecidas, o que talvez ajude a explicar a carência de estudos sobre o DE com essas modalidades (Scott e Fontaine, 2013). De fato, pesquisas sobre o DE associadas à prática da modalidade

são praticamente inexistentes, o que por si só já justificaria a temática desta Tese de Doutorado. Parte-se da premissa de que a quantificação do gasto calórico associado a sessões de TF contribuiria com maior crivo científico na elucidação de seu papel em programas de exercícios para a promoção da saúde, conferindo relevância e originalidade à presente investigação.

Objetivos do Estudo

Objetivos gerais:

A presente Tese de Doutorado tem por objetivo quantificar o DE por meio de acelerometria triaxial e a intensidade de sessões de TF, em comparação com sessões de caminhada contínua de igual duração em adultos de 20 a 60 anos de idade, residentes na Cidade de Maputo (Moçambique).

Objetivos Específicos:

Para a colimação do objetivo mais geral, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- a) Estimar o dispêndio energético em sessões de treinamento funcional;
- b) Quantificar a intensidade relativa e intensidade absoluta das atividades realizadas ao longo das sessões de TF;
- c) Verificar o esforço percebido (escala de Borg) durante as sessões de TF;
- d) Comparar os resultados das sessões do treinamento funcional obtidos em TF com os derivados de sessões de caminhada contínua (CAM).

Organização da Tese

A presente Tese de Doutorado está estruturada em cinco capítulos

No primeiro capítulo – O PROBLEMA – apresenta-se a contextualização do problema, buscando-se justificar a relevância dos objetivos propostos.

No segundo capítulo, denominado REVISÃO DA LITERATURA, apresenta-se um bosquejo de revisão acerca do histórico, características e benefícios do TF. Além disso, são detalhadas as formas de quantificação do DE que poderiam ser, potencialmente, aplicadas a esta modalidade de treinamento.

O terceiro capítulo intitula-se MÉTODOS, apresentando descrição pormenorizada dos procedimentos adotados.

O quarto capítulo – RESULTADOS – contempla a apresentação sequencial lógica dos principais resultados obtidos.

No quinto capítulo – DISCUSSÃO – os resultados mais relevantes são cotejados com a literatura existente, com vistas a explicá-los e propor consequências deles decorrentes. Apresentam-se, igualmente, limitações e sugestões para futuros trabalhos nesta área.

O sexto capítulo denomina-se CONCLUSÃO, trazendo as principais conclusões do estudo.

Fecham o documento as REFERÊNCIAS utilizadas na Tese, listadas em ordem alfabética.

1 O TREINAMENTO FUNCIONAL: Características Básicas

O TF parece ter sido, inicialmente, desenvolvido nos Estados Unidos, tendo-se difundido rapidamente no mundo (Boyle, 2004; 2018). Em Moçambique, aparece como um tema novo entre os praticantes de atividade física, exercícios físicos em academias, parques de manutenção física e em clubes desportivos. Todavia, importa-nos aqui referir que o assunto é bastante antigo, remontando a meados do século XX. Pode-se pensar que deriva do que era denominado “treino em circuito”, conforme sugerido em 1953 por Morgan e Adamson.

Esse tipo de treinamento começou a ser aplicado em militares e atletas em recinto fechado, uma vez que o frio na Inglaterra era bastante rigoroso e, frequentemente, não permitia que se treinasse em espaço aberto (Godoy, 1994). No início, consistia em séries alternadas de exercícios de resistência progressiva, intercaladas com tempos de repouso (Banister, 1962; Godoy, 1994), cujo objetivo era o desenvolvimento da condição física geral, podendo ser adaptadas à especificidade da modalidade do praticante. O treino em circuito assemelhar-se-ia a um treino intervalado de força, baseado em repetições ou tempo (realizado com certo número de repetições no menor tempo possível, ou número de repetições máximas em tempo estabelecido) (Campos e Coraucci Neto, 2004; Gambetta, 2007). Nesse tipo de treino, os grupos musculares são alternados de uma estação para outra. Assim, enquanto um grupo muscular é submetido ao exercício, os restantes recuperam ativamente e o circuito inteiro é repetido diversas vezes consoante o tipo de praticantes ou objetivo (Campos e Coraucci Neto, 2004; Almeida e Teixeira, 2013).

Revestindo-se de similaridades com o treino em circuito, o TF vem alterando o paradigma do exercício físico convencional, que apareceu com o advento das máquinas de musculação e pesos livres, nos quais os exercícios são projetados para o isolamento muscular. O TF é mais generalizado – como refere Boyle, o cérebro não conhece músculos, mas, sim, movimentos (Boyle, 2004; 2018). Em outras palavras, o cérebro reconhece padrões de movimento e cria a coordenação necessária entre os músculos

desenvolvidos. Para Cooke (2010, p.407), “[...]padrões de movimento são combinações intencionais de segmentos fixos e móveis, trabalhando numa harmonia coordenada para produzir sequências de movimentos eficientes e efetivos” (Cooke *et al.*, 2010). Em suma, a essência do TF reside na melhoria de aspetos neurológicos que afetam a capacidade funcional do corpo humano através de desafios, por meio de exercícios, aos componentes do sistema nervoso (Campos e Coraucci Neto, 2004; Monteiro e Evangelista, 2011).

O TF investe-se de bases próprias e específicas: transição de exercícios convencionais para funcionais, *core* e cinestesia (Monteiro e Evangelista, 2011). A primeira base destaca o objetivo de melhorar a habilidade de se realizar atividades da vida cotidiana, trabalhando-se movimentos naturais requisitados nestas e outras tarefas, como correr, pular, agachar e puxar. Adicionalmente, percebe-se que a maior parte dos exercícios funcionais usa o próprio peso do corpo para gerar sobrecarga, com objetivo de preparar o organismo, de modo íntegro e eficiente, através do centro corporal, conhecido como ‘*core*’.

De acordo com Silva Grigoletto e colaboradores (Silva Grigoletto *et al.*, 2014), o treinamento funcional teve sua origem com os profissionais da área da fisioterapia e reabilitação, pois estes foram pioneiros na utilização de exercícios que imitavam as práticas dos pacientes em casa ou no trabalho durante a terapia, possibilitando, assim, um breve retorno à vida normal e às suas funções laborais após uma lesão ou cirurgia. Pode-se observar que o condicionamento físico é conduzido por meio de exercícios integrados, para que sejam alcançados padrões de movimento mais eficientes. Ou seja, nesse tipo de treinamento os músculos não trabalham de forma isolada e, sim, em sinergismo (Monteiro *et al.*, 2008). Desse modo, fortalecem-se os músculos e funções cerebrais responsáveis pelo controle do corpo (Campos e Coraucci Neto, 2004; Gambetta, 2007; Weiss *et al.*, 2010; Tomljanović *et al.*, 2011).

O TF é baseado em uma prescrição coerente e segura de exercícios que permite a melhora de todas as qualidades físicas diversas, como força, velocidade, equilíbrio, coordenação, flexibilidade, lateralidade e resistência. Além disso, busca-se manter o

centro de gravidade do corpo, aumentando as chances de transferência dos ganhos obtidos com o treinamento às atividades para as quais o programa foi proposto (Campos e Coraucci Neto, 2004; De Arruda Campos e Neto, 2004; Gambetta, 2007; Silva Grigoletto *et al.*, 2020). Como dito, o TF propõe movimentos sinérgicos e não atividades musculares isoladas. Todo movimento origina-se do *core*, ou núcleo corporal, para o que é fundamental o recrutamento dos músculos abdominais, lombares e glúteos, trabalhando-se equilíbrio e propriocepção (Gelatti, 2009). O foco no *core* ajuda a proteger a coluna vertebral, dando sustentação para o tronco. Esta região funciona com uma âncora que mantém o corpo firme, permitindo que o movimento aconteça com qualidade. A instabilidade de um *core* sem tônus diminui a potência, amplitude e controle dos movimentos (Monteiro *et al.*, 2008).

O TF caracteriza-se por exercícios que utilizam o corpo de maneira global, diferentemente da musculação ou ginástica localizada que atuam de maneira segmentada. O TF não consiste em um único método de treino, mas na combinação de diversos tipos de estímulos que, através de exercícios diversificados, leva o indivíduo a melhorar o desempenho nas tarefas que realiza, sejam elas no esporte, trabalho, domicílio ou lazer (Gelatti, 2009). Por isso, define-se como um novo conceito de treinamento especializado de força, que se utiliza do próprio corpo como instrumento de trabalho, bem como de recursos que causam instabilidades e desequilíbrios, como bolas suíças ou elásticos (Campos e Coraucci Neto, 2004; Monteiro e Evangelista, 2011). De igual modo, o TF visa melhorar a capacidade funcional, através de exercícios que estimulam os receptores proprioceptivos presentes no corpo. Isso proporciona melhora no desenvolvimento da consciência cinestésica, do controle corporal e equilíbrio, diminuindo a incidência de lesões e aumentando a eficiência dos movimentos (Silva, 2011). Esses benefícios são alcançados por meio de um treinamento que enfatiza a capacidade natural do corpo de mover-se nos três planos anatômicos, em movimentos integrados que envolvem mais de um segmento ao mesmo tempo. Esses movimentos podem ser realizados em diferentes planos, envolvendo diferentes ações musculares (excêntrica, concêntrica, e isométrica).

O TF é um método diferente e eficaz em relação a outros métodos do *fitness* e reúne muitas vantagens. Uma das principais é que os exercícios podem ser realizados por pessoas de todas as idades, desde adolescentes a idosos, com aprimoramento da postura, desenvolvimento de forma equilibrada de todas as capacidades físicas (Monteiro e Evangelista, 2011). Ele é indicado não só para aqueles que buscam resultados estéticos, mas também para os que buscam melhora nas capacidades físicas e motoras. O TF é ideal para ser aplicado em reabilitação de pacientes vítimas de sequelas, melhora o desempenho de praticantes de outras modalidades esportivas, previne lesões, oferece grande variação de exercícios e, com isso, é mais difícil de tornar-se monótono, além de ampliar as oportunidades no mercado de trabalho do educador físico, pois, uma vez habilitado, o profissional se mostrará adaptado às inovações da área frente aos demais profissionais.

1.1 Métodos de Treinamento Funcional

Existem na literatura várias propostas metodológicas para guiar um treinamento com estrutura funcional, mas para isso é preciso seguir uma estrutura consagrada. Monteiro e Evangelista (Monteiro e Evangelista, 2011) apontam que uma abordagem de treinamento só pode ser considerada como funcional se o aluno apresentar, dentre outras, as seguintes características: a sustentação do centro de gravidade, suporte para a postura durante a execução dos exercícios; desenvolvimento das capacidades biomotoras; padrão de movimento comparável a reflexos; compatibilidade com um programa motor generalizado, movimentos transferidos para as atividades diárias; isolamento para integração, treinando musculaturas isoladamente para colaborar com a realização do movimento funcional. Para aqueles autores, o treinamento do *core* inerente ao TF pode ser descrito por quatro etapas: nível 1 – estabilização neuromuscular; nível 2 – força de estabilização; nível 3 – força dinâmica; nível 4 – força de reação. Essas etapas são progressivas e devem ser, portanto, respeitadas para que

o aluno desenvolva, lentamente, sua capacidade de controlo neuromuscular para a realização dos movimentos com segurança e eficiência.

Para além disso, o *core* é também uma unidade funcional integrada, por meio da qual toda a cadeia cinética trabalha sinergicamente para produzir força, reduzir e estabilizar dinamicamente os efeitos de vetores anormais de força. Em um estado eficiente, cada componente estrutural distribui o peso, absorve e transfere forças de reação do solo e implementos. Esse sistema de treinamento necessita ser trabalhado de forma apropriada, para permitir que o seu funcionamento seja eficiente durante atividades funcionais (Monteiro e Evangelista, 2011; Silva Grigoletto *et al.*, 2014; Silva Grigoletto *et al.*, 2020). Assim, a progressão dos exercícios evolui daqueles com execução lenta para rápida, dos simples para os complexos, dos mais estáveis para os menos estáveis. Em relação à carga, o aumento ocorre quando os exercícios se tornam fáceis ou ineficazes, respeitando-se os princípios da individualidade, sobrecarga, especificidade, variação e progressão. O *core* é a região central que sustenta toda estrutura corporal envolvida por músculos que sustentam o complexo quadril-pélvico-lombar, sendo os internos do tronco fundamentais para a estabilização da coluna vertebral, região importante para ações que necessitem de força e resistência. Quando fortalecida, ela é base para a aplicação de força por membros superiores e inferiores (Monteiro e Evangelista, 2011; Silva Grigoletto *et al.*, 2014; Silva Grigoletto *et al.*, 2020).

A pré-ativação dos músculos transversos do abdômen, oblíquo interno e multífido lombar vem sendo apontada como grande responsável pela estabilidade da coluna lombar. A ação desse sistema muscular é coordenada pelo sistema nervoso, de tal forma que os músculos estabilizadores devem contrair-se de maneira antecipatória às perturbações do tronco, para que ocorra a devida proteção dos elementos da coluna lombar (Silva, 2011). A instabilidade postural é uma das infinitas maneiras de se treinar a região do *core* e, com essa instabilidade, o corpo acaba, naturalmente, estimulando adaptações neuromusculares nesta região. É por isso que boa parte dos sistemas de *coretraining* trabalha com movimentos que incluem instabilidade, com auxílio de instrumentos do tipo: bola suíça, bosu, bloco, corda, fita elástica, plataforma de

equilíbrio e bola medicinal, dentre outros (Coutinho, 2011; Monteiro e Evangelista, 2011).

1.2 Treinamento Funcional e Dispendio Energético

O DE em atividades físicas variadas foi alvo de muitos estudos, mas, como dito, quando se trata do TF eles são raros. Uma linha de investigação que nos importa, particularmente em razão dos objetivos da presente Tese, é a que se propõe a comparar diferentes modalidades de exercícios realizados de forma isolada ou combinada (principalmente na forma de circuitos). Em dissertação de mestrado, por exemplo, Booher (Booher, 2016) comparou o DE em kcal total e o esforço percebido (RPE) associados a protocolo de treino em circuito (CWT) e protocolo aeróbio de exercício estacionário, ambos com duração de 20 min. Em CWT, a intensidade correspondeu a 40% de 1RM, enquanto no aeróbio estacionário correspondeu a cerca de 60% da FC de reserva. Houve diferença significativa em kcal consumida entre os dois protocolos: CWT resultou em gasto de $168,2 \pm 16,4$ kcal, enquanto o DE na atividade aeróbia estacionária foi de $244,2 \pm 44,8$ kcal (ou seja, cerca de 37% maior). Brewer e colaboradores (Brewer *et al.*, 2018) compararam DE e RPE durante treinamento em circuito e sessão de corrida em esteira. O circuito de treinamento com pesos teve duração de 20 min e consistiu em 10 estações (40% de 1RM, 15 repetições). A sessão de corrida também durou 20 min, o valor da FC reserva foi expresso em percentagem de $61,01 \pm 9,6$, variando em uma faixa de 46% a 72%. O DE foi menor durante o circuito de exercícios resistidos ($168,2 \pm 16,4$ kcal) do que na corrida em esteira ($244,2 \pm 44,8$ kcal; $P = 0,001$), bem como a RPE ($8,5 \pm 0,9$ vs. $12,2 \pm 2,2$; $P = 0,001$).

As respostas fisiológicas ao treino em circuito dependem de diversas variáveis, como os intervalos entre exercícios, intensidade, sexo, e tipos de exercícios inseridos no circuito. Benito e colaboradores (Benito *et al.*, 2016) quantificaram o consumo de oxigênio (VO_2) e DE em três protocolos com duração (3 séries de 8 exercícios, 45 s de

execução e 15 s para mudanças de estação, cadência concêntrica/excêntrica de 2:1 e duração total de aproximadamente 24 min) e intensidade (70% da carga correspondente a 15 RM) equivalentes. Os protocolos eram compostos por: a) circuito de exercícios em máquinas; b) circuito de exercícios com pesos livres; c) combinação de exercícios com pesos livres e corrida em esteira (45 s com intensidade correspondente a 70% da FCR). O VO_2 relativo e DE foram maiores no protocolo combinado de exercícios ($29,9 \pm 3,6 \text{ ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $259 \pm 65 \text{ kcal}$; $p < 0,05$) vs. exercícios resistidos com pesos livres ($24,2 \pm 2,8 \text{ ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $203 \pm 58 \text{ kcal}$; $p < 0,05$) ou máquinas ($20,4 \pm 2,9 \text{ ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e 173 ± 48 ; $p < 0,05$). Por outro lado, a concentração de lactato foi menor no protocolo combinado com corrida do que naqueles com exercícios resistidos em máquinas ou pesos livres ($5.1 \pm 1.9 \text{ mmol/L}$ vs. $8.0 \pm 2.5 \text{ mmol/L}$ e $9.1 \pm 2.5 \text{ mmol/L}$, respectivamente; $p < 0,05$), bem como o RPE pela escala de Borg ($7,6 \pm 0,3$ vs. $9,0 \pm 0,2$ e $8,4 \pm 0,2$, respectivamente; $p < 0,05$). A contribuição anaeróbia para o DE total foi maior nos protocolos com exercícios resistidos isolados (pesos livres e máquinas), em comparação com o protocolo combinado (6,2% Kcal e 4,6% Kcal vs. 2,3% Kcal; $p < 0,001$, respectivamente).

Coelho-Ravagnani e colaboradores (Coelho-Ravagnani *et al.*, 2013) determinaram o DE e equivalente metabólico (MET) em 15 indivíduos ($51,0 \pm 5,5$ anos) em sessões de exercício com duração de 80 min, as quais consistiram em: A (aquecimento, caminhada e flexibilidade) e B (aquecimento, caminhada e resistência muscular localizada). O valor médio de MET nos exercícios foi de $4,7 \pm 0,8$ (aquecimento), $5,8 \pm 0,9$ (caminhada) e $3,6 \pm 0,7$ (flexibilidade) na sessão A, e $4,6 \pm 1,2$ (aquecimento), $5,6 \pm 1,0$ (caminhada) e $4,8 \pm 1,0$ (resistência muscular localizada) na sessão B. O custo energético foi similar entre as sessões (A: $398 \pm 86,7 \text{ kcal}$ e B: $404 \pm 45 \text{ kcal}$; $p > 0,05$). Nenhuma atividade foi classificada como vigorosa (> 7 METs). Além disso, não houve diferença entre as sessões para o VO_2 durante a caminhada (A: $15,6 \pm 2,8 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$; B: $15,4 \pm 2,6 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e na fase de resistência muscular localizada ($13,2 \pm 2,9 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), embora em ambas as sessões a intensidade das caminhadas tenham sido superiores aos exercícios de flexibilidade ($10,1 \pm 2,2 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Em suma, os dois protocolos revelaram-se compatíveis com as recomendações para melhorar e manter a saúde por sua estrutura, intensidade moderada, duração,

frequência e gasto calórico. Desse modo, pode-se pensar que protocolos de exercício em circuito podem induzir DE adequado à saúde. De fato, há evidências de que exercícios com DE equivalentes resultam em perdas similares de peso, mesmo que as modalidades sejam completamente diversas (Crawford *et al.*, 2000; Donnelly *et al.*, 2009; Donnelly *et al.*, 2013).

Em estudo de especial interesse para a presente Tese de Doutorado, Schubert e Palumbo (Schubert e Palumbo, 2019) investigaram o balanço energético ao longo de uma semana de treino *Crossfit* em 24 praticantes de ambos sexos. O DE médio por sessão foi de 605 ± 219 kcal (duração de 72 ± 10 min), produzindo um gasto semanal de 2.723 ± 986 kcal. Os autores concluíram que o treino de *Crossfit* poderia contribuir com elevação importante do gasto energético diário, levando-o a níveis compatíveis com perda de peso. Isso tende a confirmar os resultados dos estudos anteriormente descritos, no sentido de que balanços energéticos favoráveis podem ser alcançados em diferentes modalidades de exercícios. Rotinas que encadeiam exercícios resistidos na forma de circuitos prolongados tendem a exibir uma parcela importante de contribuição aeróbia para o DE total, sendo então opções preferenciais, ao lado dos exercícios aeróbios isolados, para programas visando o controle do peso (Fontaine e Schmidt, 2015; Benito *et al.*, 2016; Booher, 2016; Roberson *et al.*, 2017; Brewer *et al.*, 2018).

Como exaustivamente mencionado, estudos que tenham quantificado o DE no TF são escassos. Em um dos poucos que puderam ser localizados, Willis e colaboradores (Willis *et al.*, 2019) mediram o DE e intensidade de sessões de TF com alta intensidade (HIFT). O DE foi avaliado em 20 adultos (18 a 50 anos, 50% mulheres). O formato da sessão HIFT incluía os seguintes segmentos: aquecimento (~5 min), exercício (~35 min) e relaxamento (± 5 min), perfazendo 44 min. A intensidade em termos de METs variou de 5,5 a 11,6 para a sessão completa (incluindo aquecimento e recarga), correspondendo a aproximadamente 80% da FCmáxima (amplitude: 69% a 100%). A porção de exercício de intensidade vigorosa (~35 min) contribuiu para 80% do gasto total de energia, enquanto o DE médio foi de 485 kcal por sessão (~ 1400 kcal/sem). Defende-se, então, que o HIFT tem potencial de atender às recomendações de exercícios para melhorar a saúde, revelando-se compatível com o recomendado em

termos de DE semanal no contexto de programas de emagrecimento e controle do peso (American College of Sports Medicine, 2018).

Iskandar e colaboradores (Iskandar *et al.*, 2017) examinaram o custo metabólico durante o TF, usando pneus e cordas. Para tanto, 20 jovens do sexo masculino (20 a 24 anos) realizaram três tipos de exercícios com corda (ondas duplas, sentido horário, *hiptoss*) e três exercícios com pneus (aleta do pneu, *bent-over-row* e marreta), com 30s de execução e 60s de recuperação. O DE, durante as sessões, foi medido por meio de analisador metabólico portátil. O MET médio para exercícios usando corda e pneus durante 10 min foi $7,3 \pm 1,6$, com VO_2 médio de $1655,1 \pm 295,70 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ e FC de $153,2 \pm 13,3 \text{ bpm}$. Em média, os exercícios provocaram DE médio de $74,8 \pm 14,8 \text{ kcal}$ ou $7,5 \text{ kcal/min}$. Fountaine e Schmidt (Fountaine e Schmidt, 2015) quantificaram o custo cardiovascular e metabólico ao longo de 10 min de uma sessão de treino com corda, em 11 indivíduos fisicamente ativos (5 homens e 6 mulheres com $27,7 \pm 1,9$ anos). Os níveis máximos de lactato atingidos foram de $11,9 \pm 1,4 \text{ mmol}$ e a duração média do EPOC foi de $13,4 \pm 4,1 \text{ min}$. A FC média ao longo foi $163 \pm 11 \text{ bpm}$ (86% da FC máxima), com valores de pico de $178 \pm 11 \text{ bpm}$ (94% da FC máxima). A intensidade média foi de $10,1 \pm 1,6 \text{ METs}$ ou $35,4 \pm 5,4 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, com DE de $362,4 \pm 128,3 \text{ kJ}$. Tanto o DE ($487,6 \pm 64,0 \text{ kJ}$ vs. $258,1 \pm 30,3 \text{ kJ}$, $p < 0,001$), quanto $VO_{2\text{pico}}$ ($40,2 \pm 3$ vs. $31,3 \pm 2,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, $p < 0,001$) revelaram-se maiores nos homens que nas mulheres. Esses resultados sugerem que um treino agudo de corda, com intensidade vigorosa, resulta em intensidade e DE compatíveis com o aumento da aptidão cardiorrespiratória.

1.3 Estimativa do Dispendio Energético com Acelerometria

A necessidade de conhecer o comportamento do movimento humano e DE, durante as atividades físicas, é de suma importância e constitui um desafio. Sabe-se que os benefícios para a saúde, gerados pela atividade física, dependem não apenas

da frequência, mas também da intensidade com que é praticada (American College of Sports Medicine, 1998; Haskell *et al.*, 2007; American College of Sports Medicine, 2009b; Garber *et al.*, 2011; American College of Sports Medicine, 2018). Logo, a relação entre benefícios e intensidade/volume das atividades físicas deve ser determinada para uma correta estimativa das adaptações que podem ocorrer e, mesmo, para oferecer subsídios ao planejamento das rotinas de treino.

O DE é considerado como um indicador do volume geral de exercício realizado, podendo ser expresso por meio de unidades como o MET, consumo de oxigênio (VO_2) ou calorias consumidas (kcal) (American College of Sports Medicine, 2018). Diversas são as técnicas utilizadas para medi-lo ou estimá-lo. Dentre elas, pode-se citar o autorrelato (questionários, registros de atividade física e diários) e medidas objetivas de atividade física, como a observação direta, água duplamente marcada, monitoramento da frequência cardíaca, sensores de movimento (acelerômetros e pedômetros) e calorimetria direta ou indireta (Reis *et al.*, 2000; Westerterp, 2013). Contudo, não existe na literatura um consenso sobre qual o melhor método a ser utilizado, uma vez que todos possuem vantagens e desvantagens. Acredita-se que a combinação de métodos, o propósito da pesquisa e a população-alvo investigada sejam aspectos a levar em consideração quando da escolha do método (Montoye, 1996; Reis *et al.*, 2000).

Ao longo dos últimos anos, os acelerômetros vêm sendo extensivamente usados para verificar o comportamento do movimento humano e o dispêndio energético, os quais têm ganhado atenção na comunidade científica devido ao maior nível de acurácia e precisão (Reis *et al.*, 2000). Tratam-se de sensores piezelétricos portáteis de movimento, os quais, através da aceleração e deformação mecânica em diversos planos, criam um campo elétrico, transformando um sinal analógico em digital e gerando *counts* de movimento. A variação dos *counts* dá-se de forma proporcional à variação da aceleração dos movimentos e da deformidade mecânica (Chen *et al.*, 2012).

Alguns aspectos relacionados ao uso de acelerômetros merecem atenção, para que se possam comparar estudos que se valeram do método. O ActiGraph vem sendo o acelerômetro mais utilizado nos estudos de quantificação das atividades físicas

(Mcmurray *et al.*, 1998; Swartz *et al.*, 2000; Rowlands *et al.*, 2004; Crouter *et al.*, 2006; Corder *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2008; Stec e Rawson, 2012; Kelly *et al.*, 2013; Santos-Lozano *et al.*, 2013; Sasaki *et al.*, 2017). Durante a década de 1990 e início dos anos 2000, havia monitores uniaxiais (modelo 7164) que avaliavam movimentos apenas no plano vertical (X). Posteriormente, com a criação do modelo biaxial (GT1M) um novo eixo foi introduzido, o antero-posterior (Y). Através da combinação desses dois eixos (vertical e antero-posterior) era possível identificar o vetor magnitude (VM2). Em 2009, a empresa criou o monitor triaxial (GT3X), introduzindo o plano médio-lateral (Z) e criando um vetor de magnitude ortogonal (VM3) através da combinação dos três planos (Sasaki *et al.*, 2017). A unidade de medida dos acelerômetros, os *counts*, descrevem a intensidade, frequência e duração da atividade física, mas os acelerômetros também podem fornecer o DE durante a atividade realizada (Corder *et al.*, 2008; Bassett *et al.*, 2015; Arvidsson *et al.*, 2019; Sagelv *et al.*, 2020).

Os pontos de corte, em *counts*, correspondentes à intensidade da atividade física por meio de METs foram propostos por diversos autores (Freedson *et al.*, 1998; Troiano *et al.*, 2008; Sasaki *et al.*, 2017). Troiano e colaboradores (Troiano *et al.*, 2008) propuseram a seguinte classificação para as atividades: sedentária (0-99 counts/min); leve (100-2.019 counts/min); moderada (2.020-5.998 counts/min) e vigorosa (> 5.999 counts / min⁻¹). Freedson e colaboradores (Freedson *et al.*, 1998) estabeleceram pontos de corte, usando uma equação de regressão linear para estimar a quantidade de METs associada a diferentes intensidades, QUAIS SEJAM: $1,439008 + (0,000795 \times \text{counts/min})$ ($r^2 = 0,82$; $SEE = \pm 1,12$ METs). Os seguintes valores foram então propostos: a) ≤ 1.951 counts/min - atividades leves (< 3 METs); b) entre 1.952 e 5.724 counts/min - atividades moderadas (≥ 3 e $\leq 5,9$ METs); c) ≥ 5.725 counts/min - atividades vigorosas (> 6 METs). Esta última classificação foi adotada em nosso estudo, em virtude de ter sido derivada de regressão linear com boa acurácia e precisão para indivíduos adultos.

Os dados brutos do acelerômetro são, normalmente, transformados em uma ou mais variáveis fisiológicas ou comportamentais, respeitando a individualidade biológica. A variação dos METs ocorre de maneira diferente entre os indivíduos, sendo

determinada por fatores como a idade, sexo, composição corporal, ação de hormônios e condicionamento físico (Tappy *et al.*, 2003; Ainsworth *et al.*, 2011; Trost e O'neil, 2014). Essa unidade metabólica é capaz de comparar e, até mesmo, indicar a intensidade do esforço e o DE em diferentes atividades físicas (Coelho-Ravagnani *et al.*, 2013). Muitas atividades já se encontram descritas em um Compêndio de Atividades Físicas, determinando sua intensidade relativa em METs (Ainsworth *et al.*, 2011). Uma versão em português deste compêndio foi disponibilizada por nosso grupo há alguns anos, com autorização dos autores originais (Farinatti, 2003). Porém, algumas atividades modernas de lazer ainda não foram inseridas, como é o caso do TF. As atuais recomendações do ACSM (Garber *et al.*, 2011) sugerem classificações de intensidade para a atividade física de acordo com os METs. Segundo esse posicionamento, atividades com DE < 3 METs são consideradas leves; entre 3 e 5,9 METs são moderadas; e $\geq 6,0$ METs são vigorosas.

Subiste na literatura uma lacuna sobre a compreensão acerca das quão intensas deveriam ser as atividades físicas para a obtenção de benefícios à saúde. Isso ocorre em virtude das diversas técnicas de pesquisa, principalmente em relação àquelas de natureza subjetiva, ou autorrelato (Montoye, 1996; Reis *et al.*, 2000). Os acelerômetros são dispositivos que podem medir intensidade, frequência e duração das atividades, sejam em momentos específicos, sejam em todo o período de sua realização. Inicialmente pouco usado em estudos epidemiológicos devido ao grande custo, paulatinamente passaram a ser mais utilizados nas mais diversas situações (Crouter *et al.*, 2006; Matthews, 2008; Troiano *et al.*, 2008; Stec e Rawson, 2012; Rosenberger *et al.*, 2013; Lee e Shiroma, 2014; Trost e O'neil, 2014; Meneguci *et al.*, 2015; Migueles *et al.*, 2017; Sasaki *et al.*, 2017). De fato, a utilização de acelerômetros para a avaliação do DE vem se tornando cada vez mais comum, uma vez que esses monitores possuem a capacidade de captar as informações por um grande período de tempo e pela boa aceitabilidade por parte dos usuários, uma vez que são leves e não atrapalham na realização dos movimentos (Orhan *et al.*, 2015).

Os monitores triaxiais têm sido comumente utilizados, porque captam a variação dos movimentos em três eixos, permitindo maior variabilidade para a análise dos dados

(Sasaki *et al.*, 2017). Ao compararem *counts* obtidos durante atividades físicas realizadas em laboratório e ao ar livre, por meio de acelerômetros posicionados no punho e quadril, Tudor-Locke e colaboradores (Tudor-Locke *et al.*, 2015) encontraram diferentes valores para a estimativa do DE, tanto no tocante ao posicionamento dos acelerômetros, como aos locais de prática. Desse modo, foram estabelecidos padrões de velocidade para as atividades em laboratório. Já para as atividades livres chegou-se à conclusão de que os participantes deveriam utilizar o acelerômetro durante sete dias consecutivos, retirando-o apenas durante o banho ou atividades aquáticas. Nas atividades feitas em laboratório, o acelerômetro localizado no quadril apresentou maiores valores de *counts* vs. punho, independentemente da velocidade estabelecida. Para as atividades ao ar livre os resultados se mostraram contrários dos obtidos no punho, revelando-se maiores que no quadril. Esses resultados mostram que os valores de *counts* podem ser influenciados tanto pela atividade quanto pela localização do acelerômetro, o que foi levado em conta nos métodos da presente Tese de Doutorado, como será detalhado em capítulo posterior.

Stec e Rawson (Stec e Rawson, 2012) avaliaram o DE durante treinamento resistido, utilizando analisador de gases (K4b2) e três acelerômetros triaxiais, localizados no punho, quadril e tornozelo. Duas séries de oito exercícios foram realizadas por 30 indivíduos ($21,7 \pm 1,0$ anos). Os resultados mostraram que a soma de *counts* dos três eixos foi significativamente maior para o punho (134.249 ± 20.567 *counts*), seguida do tornozelo (50.722 ± 15.252 *counts*) e cintura (26.730 ± 7.437 *counts*). O DE, determinado por meio de calorimetria indireta (Kcal), correlacionou-se significativamente com a soma dos eixos da cintura, assim como em cada um dos três eixos. Também se correlacionou com o eixo horizontal do acelerômetro do punho. O acelerômetro utilizado na cintura foi o que melhor se correlacionou com os valores de DE pela calorimetria indireta. Assim, propôs-se uma equação para a estimativa do DE por meio de acelerômetros neste tipo de treinamento, utilizando como variáveis o sexo, a massa livre de gordura e a soma de *counts* dos três eixos do acelerômetro da cintura. A análise de regressão utilizando massa livre de gordura (FFM), sexo e soma das contagens do acelerômetro na cintura foi utilizada para desenvolver uma equação que

explicava 73% da variação do DE no exercício resistido ($\text{net kcal} = 36.175 (\text{sexo}) + 0.916 (\text{FFMkg}) + 0.001 (\text{counts}) - 31.125$) (Rawson e Walsh, 2010; Stec e Rawson, 2012).

Rosenberger e colaboradores (Rosenberger *et al.*, 2013) compararam estimativas de intensidade e tipo de atividade física com um acelerômetro no quadril vs. punho, durante combinação de atividades físicas e sedentárias em laboratório, seguidas de atividades diárias simuladas. As atividades foram classificadas em quatro categorias: comportamentos sedentários, andar de bicicleta, caminhada e estilo de vida. Os acelerômetros triaxiais foram usados no quadril e punho, com os resultados obtidos em cada um deles, sendo correlacionando com aqueles decorrentes de calorimetria indireta. Os pesquisadores definiram pontos de corte para os valores de *counts* para categorizar as atividades entre sedentária, leve, moderada ou de intensidade vigorosa. Os *counts* apresentaram diferentes correlações com a calorimetria indireta. Para o quadril, a correlação foi de 0,52, similar ao encontrado na literatura. No entanto, para o punho, o valor de correlação foi de 0,13. A justificativa para esses valores deveu-se aos diversos protocolos utilizados para a calibração de acelerômetros utilizados em outros pontos anatômicos, quando não no punho. Isso reforça a ideia de que para uma correta estimativa do DE o acelerômetro deveria ser, preferencialmente, instalado na região da cintura, em diferentes modalidades de exercícios.

Logo, acredita-se que o posicionamento do acelerômetro pode ter repercussões nos valores de *counts* e METs identificados em diferentes modalidades. Além disso, valores identificados com a utilização de apenas um ou dois acelerômetros podem não apresentar, de forma precisa, os valores correspondentes. Devido à especificidade dos movimentos, o posicionamento anatômico dos acelerômetros pode subestimar ou superestimar o DE em cada atividade física (Amini *et al.*, 2011; Stec e Rawson, 2012; Rosenberger *et al.*, 2013; Tudor-Locke *et al.*, 2015). Depreende-se do exposto que, em virtude da falta de estudos sobre o TF, haja uma lacuna sobre qual o melhor posicionamento anatômico durante a prática desta modalidade, para estimar o DE e o volume total de atividades praticadas nas sessões de treinamento.

Cabe notar ainda um aspecto que reforça a originalidade da presente Tese de Doutorado – não foi possível localizar estudos prévios que se tenham valido da acelerometria para quantificar o DE em sessões de TF. Na literatura atual a maior parte dos estudos realizados usam o *cosmed* K4b2 para estimar o DE nas sessões de TF em circuito e considerado padrão ouro, mas a sua aquisição e manutenção acarreta muitos custos. A opção aqui feita pela acelerometria como estratégia para estimar o DE decorre do fato de ser mais acessível do que a calorimetria indireta e não invasiva.

O bom nível de acurácia e precisão para determinar o DE por meio de acelerômetros, considerando o baixo custo e facilidade de manuseio destes implementos, parece compensar a decisão de aplicá-los, em detrimento de técnicas mais sofisticadas. Isso aumenta substancialmente as chances de aplicação em contextos reais de atividade profissional e pesquisa de caráter aplicado. Além disso, inegavelmente, o uso de acelerômetros se investe de maiores níveis de validade e reprodutibilidade do que instrumentos de autorrelato (Montoye, 1996; Reis *et al.*, 2000; Troiano *et al.*, 2008; Lee e Shiroma, 2014; Trost e O'neil, 2014; Migueles *et al.*, 2017).

2 MÉTODOS

2.1 Amostragem

Este estudo transversal foi conduzido no Centro de Reabilitação e Cultura Física (Ginásio Physical), na cidade de Maputo-Moçambique. Para serem elegíveis, os voluntários deveriam ter idade superior a 20 anos, praticantes de exercício físico em ginásio (academias) há pelo menos dois anos, mas sem experiência prévia com TF e serem livres de lesão músculo-esquelética ou doença que pudesse ser agravada pelo estudo ou que interferisse na execução dos exercícios propostos.

Inicialmente, 28 voluntários passaram pela triagem inicial, dos quais três não atenderam os critérios de inclusão: impossibilidades fisiológicas e osteoarticulares que não permitiam a realização dos exercícios do protocolo com segurança. Portanto, fizeram parte do estudo 25 voluntários, sendo 14 mulheres e 11 homens com idades entre 22 e 51 anos ($38,8 \pm 9,3$ anos; $73,9 \pm 13,8$ Kg; $168,5 \pm 8,5$ cm). Todos os participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (TLCE) (ANEXO A), consoante as recomendações da Declaração de Helsinque.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa em humanos do Hospital Universitário Pedro Ernesto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e registrado na Plataforma Brasil (CAAE: 96892518.8.0000.5259), conforme exibido no ANEXO B.

2.2 Delineamento do Estudo

A coleta de dados transcorreu ao longo de três meses, entre abril e junho de 2019. Para quantificar o DE, inicialmente, foi feita a seleção dos voluntários a partir da recepção na academia, informando-lhes acerca do estudo, seus objetivos e relevância.

Em seguida, cada voluntário preenchia uma lista de presença, agendando-se as sessões de treinamento. No segundo dia, os participantes respondiam uma anamnese e tinham aferidas medidas antropométricas (massa corporal, estatura e bioimpedância) e pressão arterial. No terceiro dia fizeram-se presentes no ginásio ('academia') 10 min antes do início da primeira sessão de TF por si agendada, sendo avaliados dois a três voluntários por aula. Após nova aferição da pressão arterial, eram instalados os acelerômetros e frequencímetros na cintura. Os mesmos procedimentos eram aplicados na segunda e terceira sessões de TF. Após a terceira sessão, os participantes eram liberados para continuar a frequentar o TF, mas àqueles que ainda não tinham completado as três sessões previstas era vedada a participação, de maneira a não se introduzir viés pelo efeito de aprendizagem. Após as sessões de TF, os voluntários realizaram uma quarta sessão de treinamento, qual seja, caminhada contínua com duração de 25 min (CAM). Antes da sessão de CAM, aferia-se a pressão arterial dos participantes, que eram, então, equipados de acelerômetro na cintura e cardiofrequencímetro. A exemplo do descrito para TF, um a dois voluntários eram avaliados por dia nas sessões de CAM. Intervalos de 48 a 72 h foram aplicados entre as sessões de TF e entre TF e CAM.

2.3 Procedimentos

2.3.1 Avaliação Antropométrica

A estatura apresentada em centímetros (cm) foi mensurada através de um estadiômetro digital (SECA[®], modelo 2421814009, Hamburgo, Alemanha), estando os sujeitos com mínima roupa possível e descalço. A massa corporal foi medida com os voluntários portando roupas leves e descalços, em balança digital (Tanita[®] modelo BF350, Tóquio, Japão), com uma capacidade máxima de 200 Kg e precisão de 100 g. O

mesmo equipamento foi utilizado para estimar o percentual de gordura total, por meio de bioimpedância. Os dados eram anotados em ficha específica (ANEXO C).

2.3.2 Pressão Arterial

A pressão arterial foi aferida por meio do método auscultatório, seguindo as recomendações da *American Heart Association* (Pickering *et al.*, 2005). Pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) foram mensuradas no braço direito do avaliado, por meio de esfigmomanômetro Big Ben[®] e estetoscópio (Riester, Diplomat-Presameter[®], Berlim, Alemanha). A medida foi realizada após o voluntário permanecer sentado em repouso por 10 min, sendo repetida com intervalo de 2 min. O valor médio era anotado como resultado final. Caso a diferença entre as medidas fosse maior que 4mmHg, uma terceira medida era realizada, após 10 min de intervalo.

2.3.3 Percepção do Esforço e Frequência Cardíaca

A percepção do esforço medida durante as sessões de TF e CAM por meio da escala Borg CR-10, disponibilizada no ANEXO D (Borg, 1998). No TF, os valores foram registrados ao final de cada uma das quatro passagens no circuito do TF, enquanto na CAM foi realizado a cada 6 min. O instrumento utilizado para a recolha dos dados de frequência cardíaca foi um cardio frequencímetro (Polar[®] RS300x, Kempele, Finlândia). Este aparelho é composto por uma cinta de transmissão e um relógio de pulso. Todos os voluntários eram equipados com os frequencímetros, 10 min antes do início das sessões de treinamento. Durante as sessões, dois observadores fizeram os registros dos dados: um deles monitorava os valores a cada 20 s e o outro lançava-os na folha de recolha de dados (ANEXOS E e F).

2.3.4 Avaliação do Dispêndio Energético

O DE nas sessões de TF foi estimado por acelerômetros triaxiais Actigraph GT3X (ActiGraph[®] Corp., Pensacola, FL, EUA). Esses dispositivos possuem sensores de aceleração e detetam os movimentos em três eixos de rotação ortogonais: ântero-posterior (x), médio-lateral (y) e vertical (Z) (Freedson *et al.*, 1998; McMurray *et al.*, 1998; Melby *et al.*, 2000; Westerterp, 2013). Os acelerômetros foram projetados para fornecer ‘contagens’ relacionadas à atividade física nos diferentes eixos corporais, usando um algoritmo que leva em consideração idade, peso, altura e sexo. Os acelerômetros Actigraph[®]GT3X (Figura 1) medem a quantidade de movimentos realizados durante um determinado período, com uma faixa dinâmica de +/- 8 G, sendo amplamente utilizados para medir tempo sedentário, atividade física, gasto de energia e comportamento do sono (Migueles *et al.*, 2017).

Figura 1 - Acelerômetro Actigraph GT3X



Fonte: Disponível em: <https://actigraphcorp.com/actigraph-wgt3x-bt/>. Acesso em: 27 dez .2020.

Cada participante realizou três sessões de TF com duração média de 30 min, totalizando 75 sessões no estudo. O acelerômetro foi instalado na cintura, no início da aula, e retirado ao final. A decisão do local de instalação do aparelho decorreu de estudo piloto prévio, descrito em seção subsequente. Todos os dispositivos foram

sincronizados com um relógio digital antes do início das aulas. No final de cada sessão, a extração dos dados foi realizada por meio de *software* Actlife versão 6.12.11 (ActiGraph® Corp, Pensacola, FL, EUA), com frequência 30 Hz e 'Epor' de 10^s. Os pontos de corte para a classificação da intensidade da atividade (*counts/min*) foram previamente configurados de acordo com as recomendações de Freedson e colaboradores (Freedson *et al.*, 1998), conforme descrito no capítulo anterior, quais sejam: ≤ 1.951 counts/min, atividades leves (< 3 METs); entre 1.952 e 5.724 counts/min, atividades moderadas (≥ 3 e $\leq 5,9$ METs); ≥ 5.725 counts/min, atividades vigorosas (> 6 METs).

2.3.5 Sessão de Treino Funcional

Nas sessões de TF, os voluntários realizaram um programa de exercícios físicos funcionais com o mesmo estímulo temporal. O treino coadunou-se com protocolos propostos por estudos prévios do grupo de Izumi Tabata (Tabata *et al.*, 1996; Tabata, 2019), consistindo em quatro séries, (ou passagens) em circuito com 12 estações de exercícios. Os exercícios consistiam em o voluntário realizar o número de repetições possíveis durante 20s, sendo que 10s de intervalos foram administrados entre cada estação. O tempo total de treino perfazia, portanto, cerca de 24 min. Para efeito da quantificação do DE, as sessões foram realizadas em três dias não consecutivos com intervalos de 48 h, sendo as duas primeiras consideradas como sessões de adaptação ao circuito proposto. A Figura 2 ilustra as estações aplicadas nas sessões de TF.

Figura 2 - Sequência de exercícios aplicados no treino funcional

Circuito da Semana | Treino Funcional

1 

Ponte supino com as mãos apoiadas no rolo, flexões e Extensões alternadas das pernas

12 

Arremesso com agachamento

2 

Prancha, flexões nos braços e flexo-extensões alternadas do braço com rotação

11 

Salto de corda

3 

Corrida no lugar tocando a bola com os pés

10 

Avanço unilateral no busu

4 

Flexão do abdômen inversa

9 

Prancha tocar com a mão no pé oposto

5 

Burpee com salto

8 

Agachamento unilateral com o bastão sobre os ombros

6 

Puxada vertical e agachamento com elevação do joelho

7 

Ondas dupla-

Escala de percepção de esforço

0	Absolutamente nada	"Sem DOR"
0,5	Extremamente fraco	Apenas Perceptível
1	Muito fraco	
1,5	FRACO	LEVE
2,5	MODERADO	
3	FORTE	INTENSO
4	MUITO FORTE	
5		
6		
7		
8		
9		
10	EXTREMAMENTE FORTE	"DOR MÁX."
11		
12	MÁXIMO ABSOLUTO	O MAIS INTENSO POSSÍVEL

ELABORADO POR: DR. GUSTAVO M. SILVA, FISIOLÓGICO

Fonte: Disponível em: <https://www.technogym.com/es/omnia-8-omnia-1.html> .Acesso em: 23 dez.2020.

Os exercícios tinham como proposta o desenvolvimento da força (agachamento a fundo traseiro com salto, flexão do tronco com elevação da bola, agachamento com

arremesso no saco de box, prancha tocar com a mão no pé oposto, agachamento unilateral com o bastão sobre os ombros e prancha, flexão nos braços e flexo-extensões alternadas do braço com rotação), agilidade (corrida no lugar tocando com os pés na bola, *burpee* com salto e ondas duplas), coordenação (flexão do abdómen inversa, puxada vertical e agachamento com a elevação do joelho e ponte de supino com as mãos apoiadas no solo, flexões e extensões alternadas das pernas) e propriocepção (passos para frente e para trás com um pé no bosu).

Os seguintes princípios básicos foram respeitados: agachar, saltar, puxar, correr, empurrar e girar, alternando-se grupos musculares e a intensidade relativa de cada exercício. As atividades eram desenvolvidas com implementos como blocos, faixas elásticas (*teraband*), *medicineballs*, *bosu*, rolo, bastão, saco de boxe, corda naval, bolas de 'fitball 65cm', fita de suspensão TRX e corda de pular. Todas as sessões foram realizadas com a supervisão de pelo menos dois profissionais de educação física, treinados para trabalhar com este protocolo. Aos voluntários solicitou-se que realizassem o máximo de número de repetições em cada estação, não havendo aquecimento prévio.

2.3.6 Sessão de Caminhada Contínua

As sessões de CAM foram realizadas por cada voluntário uma única vez, de acordo com sua disponibilidade, mas com intervalo mínimo de 48 h após a última sessão de TF. O tempo total da sessão foi de 24 min, após aquecimento de 1 min, com intensidade correspondente à percepção equivalente a esforço moderado, de acordo com a Escala de Borg CR-10 (escores 3 a 5). A intensidade foi monitorada pela aplicação da Escala de Borg a cada 6 min. Para a quantificação do DE durante as sessões de CAM, além do acelerómetro posicionado na cintura, aferiu-se a frequência cardíaca por meio de cardiofrequencímetro.

2.4 Estudo Piloto – localização do acelerômetro

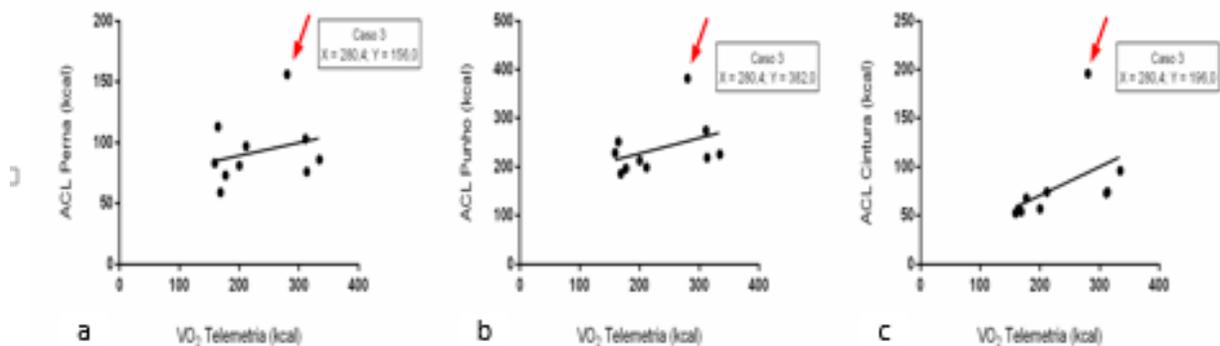
Em virtude das oscilações de intensidade (exercícios intermitentes com parcelas tipicamente anaeróbias) e intervalos frequentes, a utilização da frequência cardíaca como indicador do DE no TF é limitada e inadequada (Hunter *et al.*, 2003; Furtado *et al.*, 2004; Monteiro *et al.*, 2008; Peinado *et al.*, 2011; Scott e Fountaine, 2013; Vezina *et al.*, 2014; Klass *et al.*, 2019). Então, considerou-se necessária uma avaliação prévia da pertinência da utilização de acelerômetros como medida indireta desse desfecho. Desse modo, conduziu-se um estudo piloto no Centro de Treinamento do Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU) do Instituto de Educação Física e Desportos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IEFD - UERJ).

Após o preenchimento do TCLE, esses estudantes passaram por medidas antropométricas e, em seguida, permaneceram em repouso para aferição da pressão arterial e frequência cardíaca de repouso. Os voluntários do estudo piloto realizaram o circuito de TF usando, simultaneamente, três acelerômetros triaxiais (punho, cintura e perna) (ActiGraph GT3X, ActiGraph[®], Pensacola, FL, EUA) e um analisador de gases VO2000 (Medical Graphics[®], Saint Louis, MI, EUA) acoplado à unidade de telemetria (HN-510; RF Monolithics[®] Inc, Dallas, TX, EUA). Na sessão piloto aplicou-se exatamente o mesmo protocolo de 12 exercícios e duração de 24 min utilizado na coleta principal (Figura 2). Os dados do DE na sessão de TF foram obtidos por meio da técnica de acelerometria e telemetria indireta (ACL e VO₂000). O principal objetivo do estudo piloto foi o da validação dos ACL, determinando a correlação entre os dados obtidos pelos aparelhos instalados no punho, cintura e perna com o VO₂ total aferido durante as sessões. Isso era importante para assegurar que a informação obtida em sensores de movimento fosse precisa (Welk, 2005).

Participaram do estudo piloto 10 adultos jovens ativos, dos quais quatro homens (idade 25 ± 3 anos, estatura $173,0 \pm 4,1$ cm, massa corporal $83,5 \pm 15,7$ Kg, IMC $28,0 \pm 5,2$ Kg/m², FC repouso $71 \pm 8,9$ bpm; PAS $129,8 \pm 5,9$ mmHg, PAD $82,8 \pm 4,5$ mmHg) e

seis mulheres (idade 28 ± 8 anos, estatura $158,0 \pm 8,2$ cm; massa corporal $64,3 \pm 6,5$ Kg, IMC $25,8 \pm 2,0$ Kg/m², FC repouso $69 \pm 10,2$ bpm; PAS $125,2 \pm 4,8$ mmHg, PAD $79,2 \pm 5,3$ mmHg). Todos seguiram, pontualmente, o protocolo do estudo: antes da sessão passaram por medidas antropométricas e foi-lhes aferida a pressão arterial e, em seguida, equipados de acelerómetros instalados na cintura, punho e perna. Para a definição dos locais mais adequados para estimar o DE, foram calculadas correlações de Pearson entre o DE estimado pelos acelerómetros e os valores obtidos com medida direta do VO₂.

Figura 3 - Plotagem dos valores de dispêndio energético obtidos por calorimetria indireta (abcissas) e acelerómetros triaxiais na perna, punho e cintura (ordenadas), com marcação de possível *outlier* (n = 10).



Legenda: a) acelerómetro da perna em quilocaloria e volume de oxigénio por telemetria em quilocalorias; b) acelerómetro do punho em quilocaloria e volume de oxigénio por telemetria em quilocalorias e c) acelerómetro da cintura em quilocalorias e volume de oxigénio por telemetria em quilocalorias.

Antes do início dos cálculos, a inspeção visual dos dados sugeria a existência de, pelo menos, um *outlier* (sempre o mesmo caso), conforme ilustrado na Figura 3. Para a confirmação dessa impressão, realizou-se detecção formal destes casos extremos, por meio do teste de Grubbs. Este método é também conhecido como método ESD (*extreme studentized deviate*), sendo em geral utilizado para a detecção de um único *outlier* em uma série de dados. Inicialmente, calcula-se a razão Z como a diferença entre o *outlier* e a média dividida pelo desvio padrão. Se Z for elevado, o valor daquele caso encontra-se distante dos outros. O teste de Grubbs trabalha com valores críticos de Z previamente tabulados para um dado 'n' amostral. O valor crítico aumenta

com o tamanho da amostra. Se o valor calculado de Z for maior que o valor crítico, estaremos diante de um *outlier*. A presença do mesmo *outlier* foi confirmada para as séries de dados relativas ao DE obtido para os acelerômetros utilizados na cintura, punho e perna, razão pela qual a amostra final deste estudo piloto foi de nove indivíduos.

Tabela 1 - Correlações de Pearson entre dispêndio energético obtido via calorimetria indireta e estimado por acelerometria triaxial durante protocolo de treinamento funcional (n = 9)

	<i>R de Pearson</i>	<i>IC 95%</i>	<i>p-valor</i>
VO ₂ telemetria vs. ACL _{cintura} (Kcal)	0,84	0,39 a 0,96	0,005
VO ₂ telemetria vs. ACL _{punho} (Kcal)	0,38	-0,38 a 0,84	0,31
VO ₂ telemetria vs. ACL _{perna} (Kcal)	0,13	-0,58 a 0,73	0,73

VO₂: consumo de oxigênio; ACL: acelerometria; IC: intervalo de confiança

O VO₂ total médio nas sessões de TF foi de 47,6 L, correspondendo a um DE de 226,8 kcal. A Tabela 1 exibe os resultados dos coeficientes de correlação de Pearson, calculados para o DE obtido por meio da aferição do VO₂ e estimados pelos acelerômetros nas diferentes posições. Percebe-se que a única associação significativa deu-se para o acelerômetro portado na cintura.

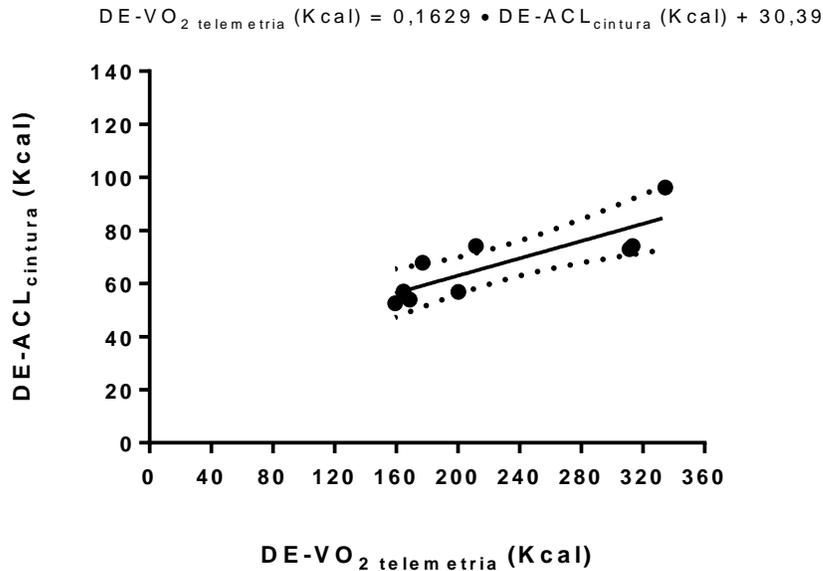
Tabela 2 - Características da regressão linear entre dispêndio energético obtido por calorimetria indireta e estimado por acelerômetro triaxial na cintura durante protocolo de treinamento funcional (n = 9)

	<i>Valor</i>	<i>IC 95%</i>
<i>Slope</i>	0,1629 ± 0,0404	0,0674 a 0,2583
Intercepto	30,39 ± 9,55	7,79 a 52,98
R ²	0,6994	
Sy.x	8,213	

R²: r-quadrado; Sy.x: desvio padrão dos resíduos (Kcal)

Desse modo, calculou-se uma equação de regressão linear para estimar o DE obtido por meio de calorimetria indireta (VO₂ por telemetria) a partir do DE em kcal fornecido pelo algoritmo do acelerômetro, com base nos dados fornecidos quando utilizado na cintura. A Tabela 2 apresenta os dados obtidos no cálculo da regressão, enquanto a Figura 4 ilustra suas características, inclusive a equação de regressão com linha *best-fit*. A equação de regressão foi capaz de explicar 70% da variância do DE total obtido por medida direta do VO₂, com erro bastante reduzido, conforme traduzido pelo desvio padrão dos resíduos.

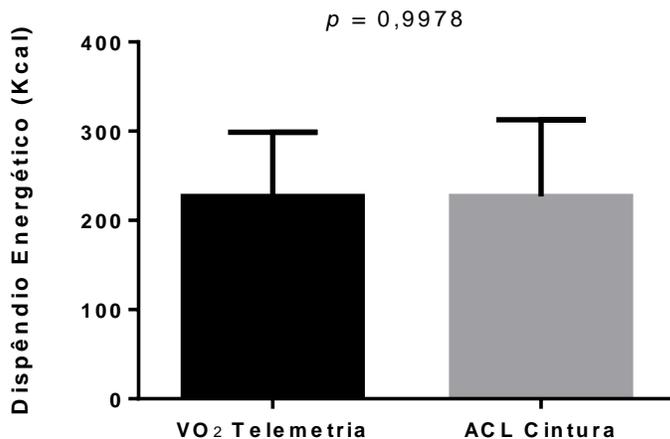
Figura 4 - Dispêndio energético obtido por calorimetria indireta (abcissa) e acelerômetro triaxial na cintura (ordenada), incluindo linha *best-fit* e intervalo de confiança a 95%. A equação de regressão é apresentada na parte superior do gráfico (n = 9).



Legenda: dispêndio energético estimado pelo acelerômetro na cintura em quilocalorias e dispêndio energético estimado pela telemetria em quilocaloria.

A fim de se confirmar a precisão do DE estimado pela equação preditiva gerada pela regressão linear, em comparação com os valores obtidos pela medida do VO₂ através de telemetria, as séries de dados obtida e estimada foram comparadas por meio do teste t-Student para amostras pareadas. Conforme ilustrado na Figura 5, não houve diferença significativa entre os valores médios de ambas as séries, com erro de predição muito reduzido (t = 0,002827; df = 8; média das diferenças entre métodos = -0,445; desvio padrão das diferenças = 47,17; 95% IC = -36,30 a 36,21).

Figura 5 - Dispendio energético obtido por calorimetria indireta (VO_2 telemetria) e estimado por equação de regressão calculada a partir dos dados produzidos por acelerômetro triaxial na cintura (ACL cintura) durante treinamento funcional ($n = 9$). Diferença não significativa, conforme testada por teste t-Student para amostras pareadas.



A validade e fiabilidade dos ACL para estimar o DE em diferentes tipos de atividades físicas têm sido consideradas satisfatórias (Melanson Jr *et al.*, 1996; Reis *et al.*, 2000; Swartz *et al.*, 2000; Rowlands *et al.*, 2004; Crouter *et al.*, 2006; Trost *et al.*, 2011; Kelly *et al.*, 2013; Migueles *et al.*, 2017; Morris *et al.*, 2019). No entanto, o melhor local de instalação com esse fim é motivo de disputa entre os estudos, com variações sendo propostas dependendo do tipo de exercício praticado. A comparação com medidas diretas do VO_2 parece ser o procedimento mais apropriado para a tomada de decisões em relação ao posicionamento do ACL em atividades específicas.

Nesse sentido, Kelly e colaboradores (Kelly *et al.*, 2013) compararam o DE estimado por acelerômetros GT1M e GT3X da Actigraph® (Pensacola, FL, EUA) contra VO_2 em condições de laboratório. Participaram do estudo 42 voluntários (19 mulheres) com idades entre 18 e 25 anos. Os instrumentos foram portados no quadril direito, durante exercícios em esteira, realizados com três velocidades durante cinco minutos: a) marcha lenta: 4,8 Km/h; b) caminhada rápida: 6,4 Km/h; c) corrida: 9,7 Km/h. Correlações entre contagens por minuto para GT1M e GT3X com o VO_2 foram elevadas

(0,881 e 0,810, respectivamente; $p < 0,001$), sem diferença entre as estimativas obtidas por meio dos instrumentos de natureza uniaxial e triaxial.

Como previamente mencionado, um problema encontrado para estimar o DE durante sessões de TF é a presença de grande número de exercícios resistidos. Esses tipos de exercício representam um desafio, porque muitos são realizados na posição sentada ou deitada, alguns membros ficam, frequentemente, inativos, enquanto outros se movimentam (por exemplo, as pernas durante o supino), as cadências de execução podem variar substancialmente e há muitos intervalos de repouso. Assim, é difícil determinar o custo energético ou intensidade por meio de marcadores fisiológicos com a frequência cardíaca, bem como saber se os resultados em uma situação podem ser generalizados para outros protocolos de exercícios (Hunter *et al.*, 2003). Nesse contexto, os acelerômetros oferecem uma alternativa viável, sendo econômicos e não restringindo os movimentos.

Rawson e Walsh (Rawson e Walsh, 2010) estimaram o DE, durante sessões de exercícios resistidos por meio de acelerometria, testando possíveis diferenças devidas à localização dos aparelhos nos *counts* das atividades. Para tanto, 30 indivíduos (15 mulheres) com 22 ± 2 anos realizaram 2 sets de 8-10 repetições de 8 exercícios para os grupamentos musculares principais com carga correspondente a 10 RM. Acelerômetros uniaxiais (ActiGraph® GT1M) foram utilizados no punho, cintura e tornozelo e os valores de *counts* correlacionados com o DE aferida por meio de sistema metabólico portátil (CosMed® K4b2, Roma, Itália). O número de *counts* foi significativamente menor no ACL usado na cintura (6.565 *counts*) em comparação com os valores obtidos no punho (61.282 *counts*) ou no tornozelo (26.886 *counts*). Por outro lado, correlações estatisticamente significativas foram encontradas apenas para os *counts* no tornozelo ($r = 0,50$; $p < 0,01$) e cintura ($r = 0,77$; $p < 0,001$).

Dois aspectos destes resultados são importantes. Em primeiro lugar, confirmou-se a premissa de que os *counts*, durante sessões de exercícios resistidos, são consideravelmente influenciados pelo posicionamento do ACL. Em segundo lugar, sugere-se que a localização na cintura seria o mais indicado para estimar o DE medido

por calorimetria indireta. De fato, os autores produziram uma equação de regressão incluindo os *counts* de cintura, sexo e massa livre de gordura, cuja estimativa explicava 90% da variância do DE obtido pelo analisador metabólico.

Posteriormente, o mesmo grupo desenvolveu estudo semelhante, desta vez com ACL triaxial (Stec e Rawson, 2012). Isso foi importante, uma vez que exercícios resistidos são realizados em diversos planos. Trinta voluntários (15 mulheres) com idade média de 21 ± 1 anos submeteram-se a protocolo, incluindo 2 séries de 8 exercícios generalizados com cargas de 10 RM, tendo o DE estimada por analisador CosMed® K4b2 e *counts* de atividade física medidos por ACLs triaxiais (ActiGraph® GT3X), localizados no punho, cintura e tornozelo. Mais uma vez, o número de *counts* foi menor na cintura (26.730 ± 7.437) que no tornozelo (50.722 ± 15.252) e punho (134.249 ± 20.567). Por outro lado, confirmou-se a tendência identificada para o ACL uniaxial, no sentido de que os *counts* providos pelo ACL na cintura tiveram maior associação com o DE medido diretamente, em comparação com os demais locais. De fato, o DE líquido correlacionou-se significativamente com os *counts* de atividade na cintura nos eixos y ($r = 0,67$; $p < 0,001$), x ($r = 0,43$; $p = 0,02$) e z ($r = 0,36$; $p = 0,048$), bem como no somatório dos três eixos ($r = 0,50$; $p = 0,005$), enquanto no punho foi encontrada correlação significativa apenas no eixo x ($r = -0,40$; $p = 0,03$). A regressão linear construída a partir dos *counts* de cintura nos três eixos, sexo e massa livre de gordura foi capaz de explicar 73% da variância do DE medido por calorimetria indireta. Esses resultados, além de confirmarem os obtidos no estudo inicial com ACL uniaxial. Desta forma os dados do presente estudo piloto reforçam os achados anteriores no sentido de que, ao escolher um único local para portar o ACL durante exercícios resistidos de natureza generalizada, a cintura seria provavelmente o local mais indicado.

Swartz e colaboradores (Swartz *et al.*, 2000) propuseram modelos de previsão, relacionando dados de acelerômetros localizados no quadril e punho com o dispêndio energético obtido em testes de campo e laboratório. Procuraram, igualmente, determinar se a adição de um acelerômetro de punho melhoraria a previsão do dispêndio energético, em comparação ao modelo baseado no uso do aparelho apenas no quadril. Os participantes completaram atividades nas categorias de trabalho

doméstico, assistência familiar, ocupação, recreação e condicionamento, tendo sido o dispêndio energético medido por meio de sistema metabólico portátil (Cosmed K4b2). Simultaneamente, dois acelerômetros uniaxiais (Computer Science and Applications® - CSA, modelo 7164) foram utilizados, um deles no quadril e outro no punho. As correlações entre os METs quantificados por calorimetria indireta e contagens do CSA foram de $r = 0,563$ ($p < 0,001$) para o quadril, $r = 0,181$ ($p < 0,003$) para o punho e $r = 0,586$ ($p < 0,001$) para a combinação de ambos. As equações de regressão derivadas foram capazes de explicar 31,7%, 3,3% e 34,3% da variação no dispêndio energético, respectivamente. Depreende-se que a utilização de um acelerômetro adicional no punho acrescentou muito pouco a previsão dos METs em atividades variadas, em comparação com acelerômetro instalado unicamente na cintura.

Há poucas pesquisas comparativas que tenham confirmado esta premissa no contexto específico do TF. Um dos poucos exemplos é o estudo Morris e colaboradores (Morris *et al.*, 2019), que avaliou a concordância de cinco acelerômetros disponíveis comercialmente na estimativa do DE, durante TF de alta intensidade (TFAI). Os participantes eram adultos saudáveis ($n = 47$, dos quais 25 mulheres, idade 29 ± 12 anos) recreativamente ativos, que completaram uma sessão de 15 min de TFAI composto por 12 repetições de exercícios múltiplos para membros superiores e inferiores realizados em circuito. Além de analisador metabólico portátil (Cosmed® K4b2), cada participante utilizou cinco acelerômetros diferentes (ActiGraph® GT3X, Nike® Fuelband, Fitbit® One, Fitbit® Charge HR e Jawbone® UP Move). Seguindo as recomendações dos fabricantes, dois deles foram posicionados no punho (Fitbit® Charge HR e Nike® Fuelband), dois no quadril (Fitbit One® e Jawbone® UP Move) e um na cintura (ActiGraph® GT3X). Em comparação aos demais modelos, o DE estimado pelo ActiGraph® GT3X foi o que mais se aproximou dos valores obtidos diretamente pelo analisador metabólico ($182,55 \pm 37,93$ kcal vs. $144,99 \pm 37,13$ kcal, respectivamente; $p = 0,06$). Todos os demais aparelhos subestimaram o DE determinado por calorimetria indireta.

Similarmente aos resultados deste estudo piloto, a correlação mais forte entre o DE medido pelo analisador metabólico e os acelerômetros foi com o ActiGraph® GT3X

($r = 0,74$), enquanto os demais instrumentos produziram associações, variando entre 0,15 e 0,54. Coincidentemente, o local adotado pelos autores para o uso do ACL foi a cintura, indo, desse modo, ao encontro dos resultados deste estudo piloto. De maneira coerente com todos esses achados, foi também possível localizar um estudo recente que estimou o DE, durante TFAI em 20 adultos (10 mulheres) com 18 a 50 anos de idade (Willis *et al.*, 2019). As medidas de *counts* dos ACL ActiGraph GT3X (ActiGraph®, Pensacola, FL, EUA) foram utilizadas para comparação entre indivíduos que portavam e não portavam analisador Cosmed® K4b2 (Roma, Itália), de modo a garantir que o DE que tinham medido era diretamente representativo dos demais. Não por acaso, os ACL utilizados com essa finalidade foram portados na cintura.

Assim, pode-se afirmar que o presente estudo piloto forneceu bases para uma opção metodológica importante, adotada no estudo principal desta Tese de Doutorado. De acordo com os resultados obtidos, decidiu-se que o local mais indicado para estimar o DE durante as sessões de TF seria a cintura.

2.5 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi confirmada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Portanto, os resultados são apresentados na forma de média \pm desvio padrão. O número de *counts*, dispêndio energético, intensidade absoluta (METs), %FCR e RPE nas três sessões consecutivas de TF (as duas primeiras consistindo em sessões de familiarização) foram comparadas por meio de análise de variância (ANOVA) de uma entrada. As mesmas variáveis foram comparadas nas quatro passagens no circuito de exercícios, na terceira sessão de TF por meio de ANOVA para medidas repetidas. No caso de as ANOVAs produzirem valores de F significativos, seguiu-se verificação *post hoc* de Bonferroni para localização das diferenças. Os valores médios obtidos pela acelerometria e FC foram comparados entre a sessão de TF e caminhada contínua através do teste t -Student para amostras pareadas. O mesmo teste foi utilizado para

comparar o tempo médio despendido em atividades classificadas como moderadas e vigorosas, durante as sessões de TF e caminhada contínua. Todos os cálculos foram realizados com auxílio do pacote *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 25.0 (SPSS[®] Inc., Chicago, IL, EUA), com nível de significância fixado em $p \leq 0,05$.

3 RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta a descrição de parâmetros descritivos de 11 homens e 14 mulheres, incluindo idade, massa corporal, estatura, IMC, percentual de gordura e classificação quanto ao IMC (sobrepeso e obesidade). Apesar de 64% dos participantes foram classificados nas categorias de sobrepeso ou obesidade.

Tabela 3 - Caracterização somática dos participantes (Média \pm desvio padrão)

<i>Variável</i>	<i>Homens (n=11)</i>	<i>Mulheres (n=14)</i>	<i>Geral (n=25)</i>
Idade (anos)	37,2 \pm 9,1	40,2 \pm 9,1	38,9 \pm 9,2
Massa Corporal (Kg)	83,2 \pm 11,9	66,6 \pm 10,6	73,9 \pm 13,8
Estatura (cm)	174,0 \pm 6,9	163,0 \pm 6,0	168,0 \pm 8,5
IMC (Kg/m ²)	27,3 \pm 4,4	25,1 \pm 4,5	26,0 \pm 4,5
Gordura (%)	28,5 \pm 8,8	32,4 \pm 6,1	30,7 \pm 7,6
Sobrepeso (n e %)	4 (36%)	6 (43%)	10 (40%)
Obesidade (n e %)	4 (36%)	2 (14%)	6 (24%)

Legenda: IMC - índice de massa corporal

Os valores médios dos *counts* quantificados, intensidade absoluta (MET), intensidade relativa (%FCR) e RPE nas três sessões de TF são exibidos na Tabela 4. Percebe-se que, na terceira sessão, tanto contagem de movimentos (*counts*), quanto os valores de METs foram superiores em relação às sessões de adaptação, enquanto a intensidade relativa e percepção do esforço mantiveram-se estáveis. Esses resultados levaram-nos a realizar análises subsequentes, utilizando somente a terceira sessão, considerando que o efeito da aprendizagem, ao longo das sessões de familiarização com o circuito, provavelmente, levou a um aumento progressivo do volume e intensidade com que os participantes executaram os exercícios.

Tabela 4 - Dispendio energético, taxa de percepção de esforço (RPE) e percentual de tempo de atividade em diferentes níveis de intensidade nas três sessões de treino funcional (média±desvio padrão) (n = 25).

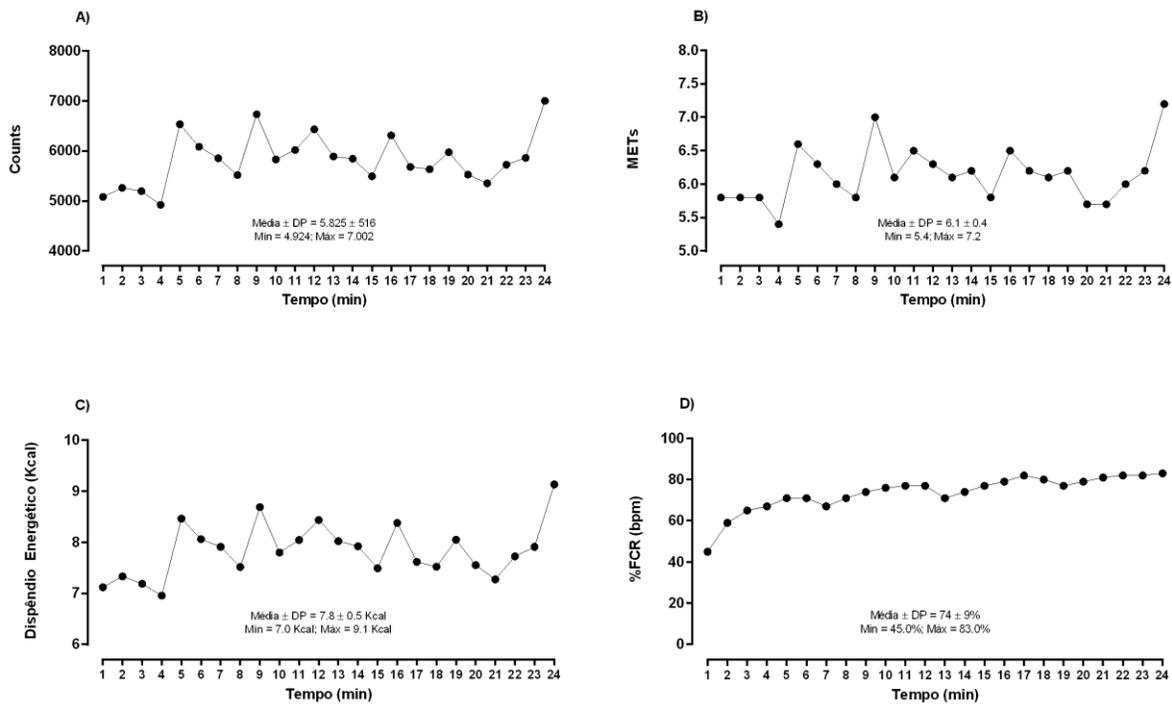
<i>Variável</i>	<i>Sessão_1</i>	<i>Sessão_2</i>	<i>Sessão_3</i>	<i>p-valor</i>
Counts (total)	121.448 ± 39.437	131.341 ± 26.791	139.791 ± 18.795 *	0,003
MET	5,4± 0,7	5,6± 0,6	6,1 ± 0,6 *	0,001
%FCR (%)	63,3 ± 6,6	62,0 ± 5,8	73,6 ± 8,9*	<0,000
RPE (Borg CR-10)	6,5 ± 1,2	6,5 ± 1,1	6,4±1,1	0,970

Valores de *p* denotam diferenças entre a Sessão_3 vs. Sessão_1 e Sessão_2. *: diferença significativa vs. Sessão_1

Legenda: Counts – contagem de movimentos por minuto; MET – equivalente metabólico;%FCR – percentagem da frequência cardíaca e RPE escala de percepção de esforço

Os valores médios observados minuto a minuto na sessão de TF encontram-se ilustrados graficamente na Figura 6. Os valores de Counts^(A) a cada minuto variaram entre 4.924 e 7.002, os de METs^(B) entre 5.4 e 7.0 e o DE^(C) entre 7,0 e 9,1 kcal, sugerindo constante alternância na demanda energética e movimento ao longo da sessão. Os valores registrados da frequência cardíaca, expressos em %FCR^(D), apresentaram-se entre 70-80%, ao longo da maior parte das sessões, correspondendo a uma intensidade moderada a vigorosa.

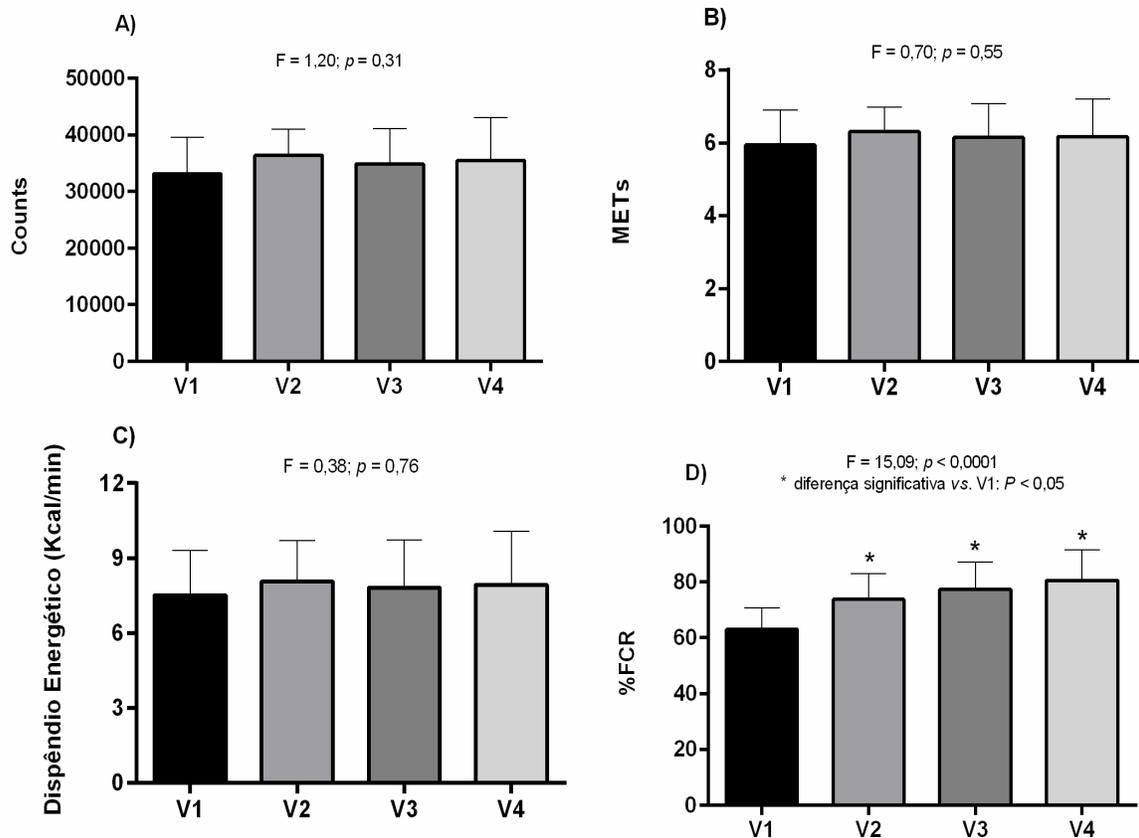
Figura 6 - Representação gráfica dos valores médios por minuto de Counts ^(A), METs ^(B), Dispendio Energético (kcal) ^(C) e %FCR ^(D) na sessão de treino funcional (n = 25).



Legenda: A) valores em counts por minuto; B) valores dos Mets por minuto; C) valores do dispendio energético em quilocaloria e o tempo em minutos e D) valor da porcentagem da frequência cardíaca por tempo em minuto.

Ao todo, as sessões de TF produziram um total de atividades equivalentes a 139.791 ± 18.795 counts (ou 5.825 ± 183 counts/min), intensidade de $6,1 \pm 0,6$ METs, DE relativo de $7,8 \pm 0,6$ kcal/min e intensidade relativa de $74,4 \pm 8,9$ %FCR. Os resultados discriminados para cada uma das quatro passagens no circuito são exibidos na Figura 7. Com exceção dos valores da %FCR, não se observam diferenças significativas entre as passagens. No caso de %FCR, houve tendência para aumento dos valores médios entre a primeira e as demais passagens, iniciando em 63% FCR na primeira passagem e estabilizando-se em torno dos 84% FCR na última. Verifica-se, portanto, certa dissociação entre os valores de %FCR e METs (em torno de 6 METs em cada passagem) estimados por acelerometria, no início das sessões de TF, com maior concordância a partir do segundo quarto do circuito aplicado.

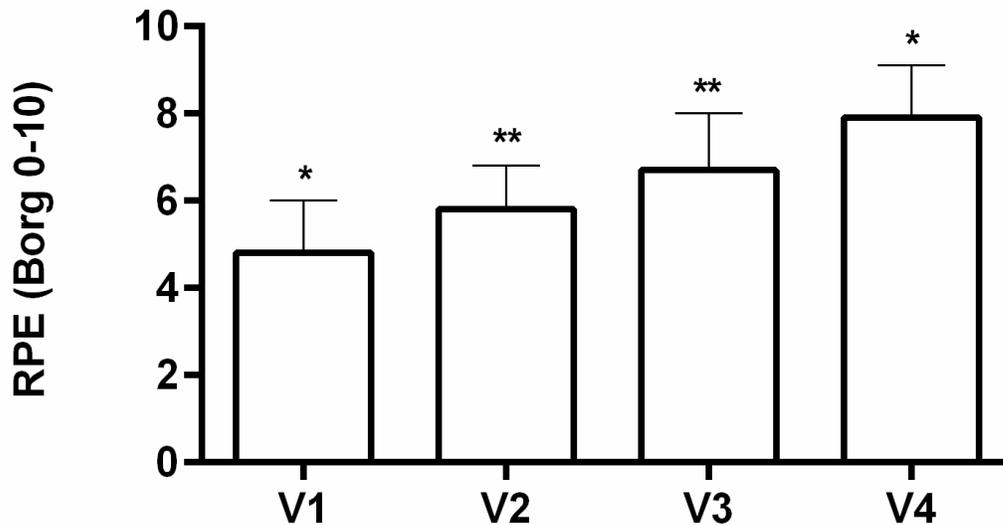
Figura 7 - Valores (média \pm DP) de *counts*^(A), METs^(B), dispêndio energético (kcal/min)^(C) e %FCR^(D) em cada passagem do circuito de treino funcional. Valores de F e p resultantes da comparação entre cada passagem (RMANOVA).



Legenda: A) valores em counts por cada volta; B) valores dos Mets por cada volta; C) valores do dispêndio energético em quilocaloria/minutos em cada volta D) valor da percentagem da frequência cardíaca em cada volta.

Os valores de Taxa de Percepção de Esforço (RPE), de acordo com a escala de Borg, tenderam a aumentar consistentemente, ao longo de cada passagem do circuito funcional, conforme ilustrado na Figura 8. O esforço percebido migrou de um nível moderado na primeira passagem (Borg 5, aproximadamente) para uma classificação entre forte e muito forte na quarta passagem (Borg 8, aproximadamente). Nota-se que a RPE melhor refletiu a intensidade traduzida por %FCR e METs estimados na segunda e terceira passagens do circuito.

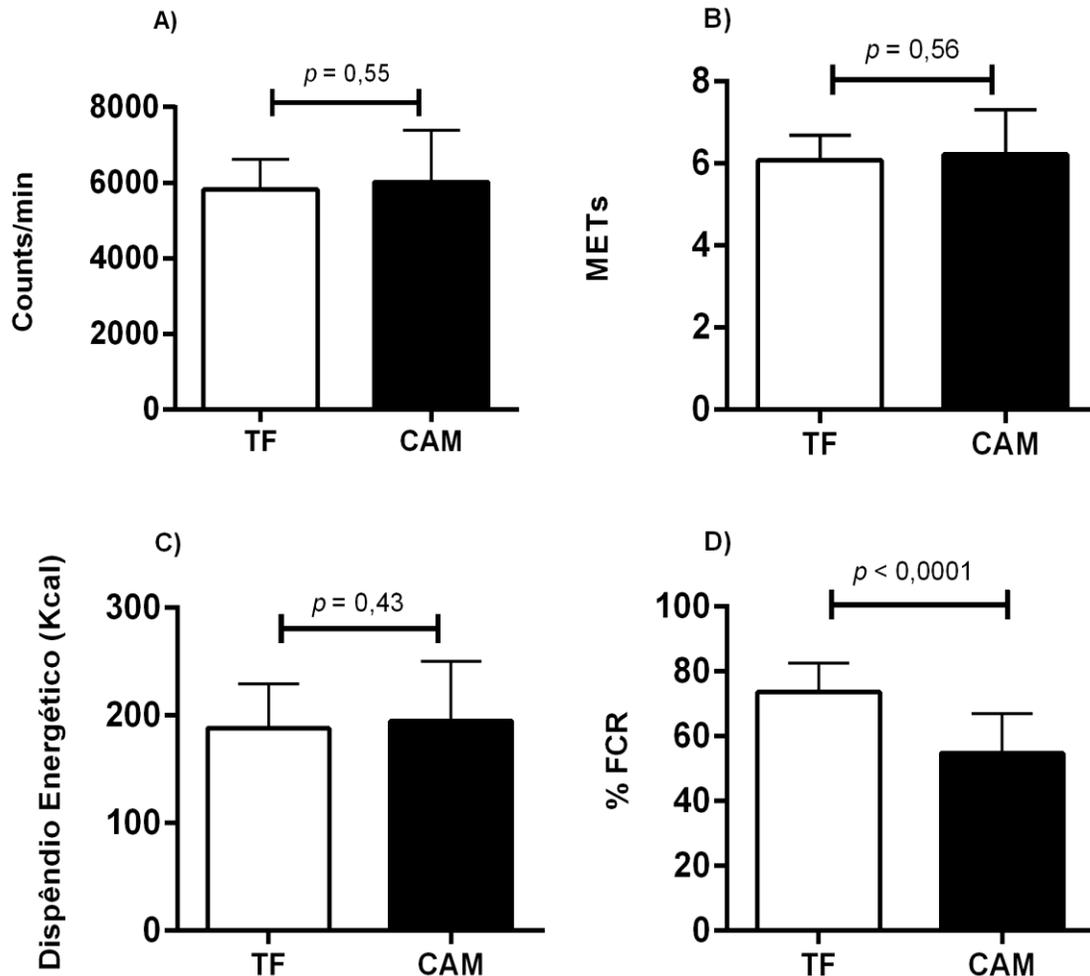
Figura 8 - Valores médios (\pm DP) da percepção de esforço (RPE) em cada passagem do circuito (V1, V2, V3 e V4) e comparação por ANOVA ($F = 28,5$; $p < 0,0001$). *: significativamente diferente vs. demais passagens ($p < 0,05$); **: significativamente diferente vs. V1 e V4 ($P < 0,05$).



Legenda: RPE - taxa de percepção de esforço de Borg (0-10)

A comparação de valores médios de acelerometria e frequência cardíaca entre as modalidades de treinamento é apresentada na Figura 9. Diferenças entre TF e CAM não foram detectadas para os valores médios de atividades realizadas em *counts/min* (5.825 ± 783 ; min-max: 4.684-8.016 vs. 6.019 ± 1.379 ; min-max: 4.154-8.311), intensidade absoluta em METs/min ($6,1 \pm 0,6$; min-max: 5,2-7,8 vs. $6,2 \pm 1,1$; min-max: 4,7-8,0) e DE total em kcal (188 ± 41 ; min-max: 124-292 vs. 194 ± 56 ; min-max: 119-311) não apresentaram diferenças estatísticas entre as duas atividades. Por outro lado, o %FCR médio exibido na da sessão de TF foi significativamente superior àquele alcançado durante as caminhadas contínuas ($74 \pm 8\%$; min-max: 58-97 vs. $55 \pm 12\%$; min-max: 28-78, respectivamente; $p < 0.0001$).

Figura 9 - Comparação dos valores médios (\pm DP) de *counts/min*^(A), METs^(B), dispêndio energético total (kcal)^(C) e %FCR^(D) entre as sessões de treino funcional e caminhada contínua. Valores de *p* resultantes da comparação por meio do teste *t*-Student.



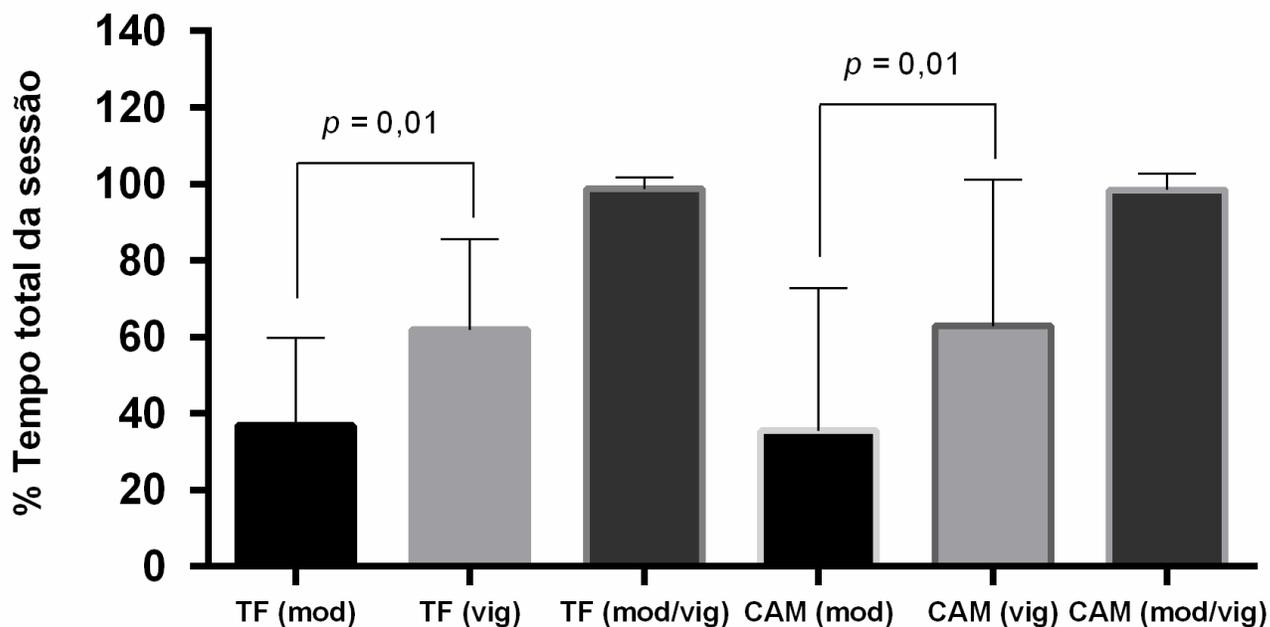
Legenda: A) valores em counts na sessão do treinamento funcional e caminhada; B) valores dos Mets da sessão do treinamento funcional e caminhada; C) valores do dispêndio energético em quilocaloria sessão do treinamento funcional e caminhada; D) valor da porcentagem da frequência na sessão do treinamento funcional e caminhada.

O tempo médio despendido por intensidade da atividade física (em min) e os valores de taxa de percepção de esforço (RPE) da sessão de TF e CAM são exibidos nas Figuras 10 e 11. A comparação TF vs. CAM revelou equivalência entre as modalidades no tempo despendido por níveis de intensidade moderada ($p = 0,83$), vigorosa ($p = 0,87$) e AFMV ($p = 0,64$). Por outro lado, a comparação intra-grupos

indicou que as atividades vigorosas predominaram sobre as moderadas, ao longo de TF ($t=2,691$, $df=24$, $p = 0,013$), mas não em CAM ($t=1,817$, $df=24$, $p = 0,082$).

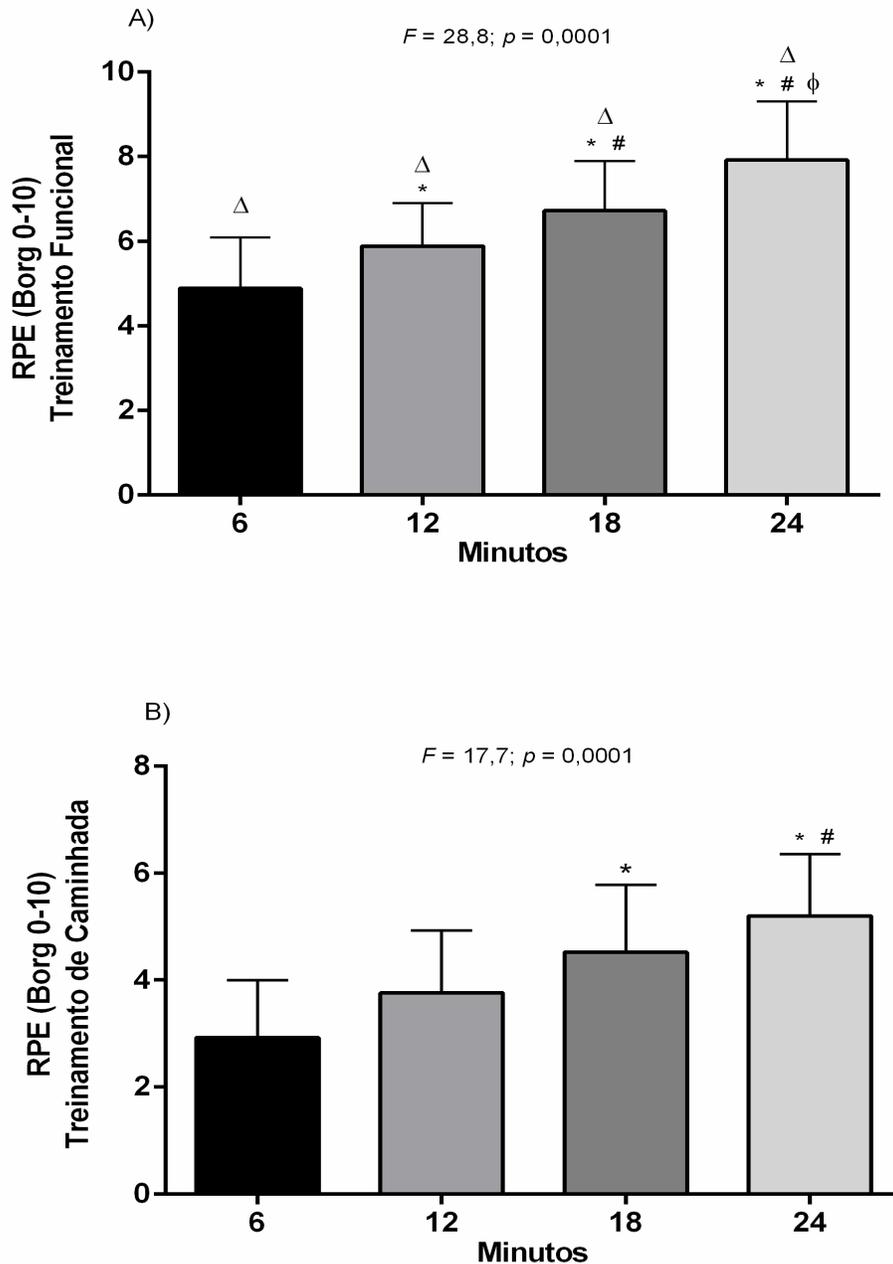
Já a taxa de percepção de esforço entre as duas atividades foi distinta. A média de RPE para os quartis da duração das sessões revelou-se, em todos os momentos, superior em TF comparado a CAM ($P < 0,0001$). Por outro lado, em ambas as atividades a duração do treino foi determinante da percepção subjetiva do esforço: a RPE aumentou continuamente, variando de 4,8 para 7,9 ao longo de TF ($F = 28$; $p < 0,001$) e de 2,9 para 5,2 durante CAM ($F = 17,7$; $p < 0,001$).

Figura 10 -Valores médios ($\pm DP$) do tempo despendido por níveis de intensidade das atividades entre sessões de treino funcional (TF) e caminhada (CAM). mod: moderada; vig: vigorosa. Sem diferenças inter-grupos para as categorias de atividades ($p > 0,05$).



Legenda: % tempo total da sessão- percentagem do tempo total da sessão treinamento funcional; mod - moderada; vig - vigorosa e mod/vig - moderada e vigorosa.

Figura 11 - Valores médios (\pm DP) de RPE, ao longo das sessões de treino funcional e caminhada. Δ : diferença significativa vs. caminhada ($P < 0,001$); *: diferença significativa vs. 6 min ($p < 0,001$); #: diferença significativa vs. 12 min ($p < 0,001$); ϕ : diferença significativa vs. 18 min ($p < 0,001$).



Legenda: A) RPE (0-10 Borg) – taxa de percepção de esforço no treinamento funcional em cada volta e B) RPE (0-10 Borg) taxa de percepção de esforço no treinamento da caminhada em cada volta.

4 DISCUSSÃO

O objetivo da presente Tese de Doutorado foi quantificar, objetivamente, por meio de acelerometria triaxial, o DE durante sessões de TF em adultos jovens de ambos os sexos, praticantes recreativos da modalidade. Os principais resultados obtidos foram:

- a) Estudo piloto prévio à coleta principal indicou como adequada a utilização do acelerômetro na região da cintura, para medir o DE, durante sessões de TF;
- b) A taxa de atividades, ao longo das sessões de TF, situou-se em torno de 5800 *counts/min*, o que produziu um DE médio de total 7,8 kcal/min (5,2 a 12,2 kcal/min) ou 124 e 292 kcal (média 188 kcal), durante os 24 min de duração da sessão. Isso correspondeu a uma intensidade de 5 a 7 METs e 70 a 80% da FCR. Tanto DE quanto intensidade absoluta e relativa mostraram-se relativamente estáveis ao longo das quatro passagens no circuito proposto;
- c) Por outro lado, a percepção do esforço medida pela Escala CR-10 de Borg elevou-se consistentemente ao longo das passagens no circuito, evoluindo de valores compatíveis com intensidade forte na primeira volta para intensidade vigorosa na quarta volta;
- d) O DE e intensidade elicitados pelas sessões de TF foram similares às aquelas observadas em CAM (188 kcal vs. 194 kcal, respectivamente), mas o %FCR em TF foi 15 a 20% superior em TF vs. CAM;
- e) Sessões de TF tiveram maior tempo despendido em atividades vigorosas vs. Moderadas a intensidade foi quantificada de forma objetiva pelo %FCR, enquanto em CAM, apesar de nítida tendência nesse sentido, diferenças estatísticas não foram detectadas (provavelmente em virtude da maior dispersão dos dados). Por outro lado, o somatório total do tempo ocupado por atividade física moderada a vigorosa (AFMV) foi similar em TF e CAM;

f) Em que pese a similaridade de intensidade medida de forma objetiva e DE, a análise realizada para os quartis da duração das sessões de treinamento revelou que a percepção subjetiva do esforço foi sempre maior em TF (Borg 5 a 8) que em CAM (Borg 3 a 5).

O protocolo de TF por nós aplicado assemelha-se ao preconizado por outros autores. Optou-se por utilizar o protocolo sugerido por Tabata (Tabata *et al.*, 1996; Tabata, 2019), incluindo quatro passagens em circuito com 12 exercícios e duração total aproximada de 24 min. As sessões de treinamento foram predefinidas como de intensidade moderada a vigorosa, buscando-se esgotar o praticante em estímulos de 20 s por 10 s de intervalo (Tabata, 2019). Outros autores que mediram o DE, durante TF aplicaram protocolos com características similares, por vezes intercalando exercícios resistidos em circuito com exercícios aeróbios contínuos ou intervalados. Nesses protocolos, a duração das sessões oscila entre 15-35 min, com 8-12 exercícios e proporção de 20-30 s de exercícios vs. 10-20 s de recuperação (Fontaine e Schmidt, 2015; Iskandar *et al.*, 2017; Brewer *et al.*, 2018; Morris *et al.*, 2019; Schubert e Palumbo, 2019; Willis *et al.*, 2019).

Em dissertação de mestrado, na qual se desenvolveu estudo comparativo da intensidade de sessões de TF, HIIT e musculação, o protocolo aplicado nas sessões de TF também se aproximou do aqui aplicado, com estímulos temporais de 30 min (Abreu, 2014). Pode-se afirmar, portanto, que nossas sessões de TF refletem as características de protocolos usualmente utilizados na literatura. Logo, os dados obtidos acerca do DE na modalidade tendem a ser representativos do que, geralmente, se faz nos centros de treinamento, como ginásios (ou academias), clubes e *health centers*.

Estudos prévios que estimaram o DE, durante atividades físicas, de forma geral, valeram-se de técnicas diversas. Assim, é possível encontrar experimentos com água duplamente marcada (Westerterp *et al.*, 1988; Forbes-Ewan *et al.*, 1989; Hoyt *et al.*, 1991; Hoyt *et al.*, 1994; Westerterp, 2013; 2018), calorimetria indireta (Booher, 2016; Iskandar *et al.*, 2017; Reis *et al.*, 2017; Brewer *et al.*, 2018), variáveis fisiológicas, particularmente a FC (Hiilloskorpi *et al.*, 2003; Abreu, 2014; Reis *et al.*, 2019) e, como

no presente caso, a acelerometria (Rosenberger *et al.*, 2013; Migueles *et al.*, 2017; Chang *et al.*, 2019). Quanto ao TF em especial, os estudos que pudemos localizar valeram-se de várias técnicas para estimar o DE, a saber, analisador metabólico portátil (Fontaine e Schmidt, 2015; Iskandar *et al.*, 2017; Brewer *et al.*, 2018; Morris *et al.*, 2019; Willis *et al.*, 2019), monitor de FC (Fontaine e Schmidt, 2015; Brewer *et al.*, 2018; Schubert e Palumbo, 2019; Willis *et al.*, 2019), lactato sanguíneo (Fontaine e Schmidt, 2015) e acelerometria (Morris *et al.*, 2019; Willis *et al.*, 2019).

Como visto, na maior parte dos estudos localizados, o DE foi estimado por meio de medidas do VO_2 com analisadores portáteis de calorimetria indireta. Em um único caso estimou-se o DE por meio do ActiHeart[®], um sensor que combina a medida da FC com acelerometria (Schubert e Palumbo, 2019). Em alguns casos, FC e acelerometria não foram utilizados para estimar o DE, mas tão-somente com a finalidade de estabelecer a intensidade relativa e absoluta das sessões de treinamento (Willis *et al.*, 2019). Desse modo, pode-se afirmar que há carência de estudos que tenham aplicado a técnica da acelerometria para estimar o DE durante sessões de TF. Talvez o único exemplo em que acelerômetros tenham sido aplicados com esse fim tenha sido o estudo de validação de Morris *et al.* (Morris *et al.*, 2019), no qual o DE, durante HIFT, foi medido, simultaneamente, por meio de analisador metabólico e acelerômetros (punho, quadril e cintura).

Deve-se notar que, em se tratando de uma atividade intermitente como o TF, acredita-se que a acelerometria seria mais indicada para estimar o DE do que variáveis fisiológicas como a FC, cujo comportamento parece melhor refletir a intensidade relativa (e não absoluta) do exercício realizado de maneira contínua (Ainsworth *et al.*, 2015). Além disso, a estimativa do DE através da FC requer grande acurácia na coleta de dados batimento a batimento (Hilloskorpi *et al.*, 2003), o que não é sempre possível nos cardiofrequencímetros comercialmente disponíveis: Exercícios de alta intensidade e curta duração, exercícios de Força ou exercícios realizados com membros superiores tendem a ser subestimados quando monitorados pela FC (Beckham, 2000 e Fusi, 2017).

Adicionalmente, a precisão da FC para estimar o DE sofre a influência da intensidade do exercício (menos precisa em intensidades reduzidas) e de medicamentos (como no controle da pressão arterial) (Montoye, 1996; Ainsworth *et al.*, 2015; Klass *et al.*, 2019). Por essas razões, revisões recentes indicam que, para aumentar a precisão na estimativa do DE, durante atividades físicas, os monitores de FC deveriam, idealmente, integrar outras informações (típicas dos multi-sensores comercialmente disponíveis nos dias atuais), combinando variáveis fisiológicas e mecânicas como temperatura da pele, bioimpedância, respiração, GPS e, evidentemente, a acelerometria (Ainsworth *et al.*, 2015).

Cabe notar, além disso, que previamente à quantificação do DE, ao longo das sessões de TF com acelerômetro triaxial, foi realizado estudo piloto para determinar o local mais adequado para essa estimativa. Para tanto, comparou-se a estimativa do DE com valores obtidos por calorimetria indireta, considerada por muitos autores como o padrão-ouro para quantificar o gasto calórico, durante exercício realizado em situações de campo e duração relativamente curta (Melanson Jr *et al.*, 1996; Montoye, 1996). Técnicas mais sofisticadas, como a água duplamente marcada, tendem a ser mais precisas, mas são extremamente dispendiosas e, portanto, mais adequadas para a quantificação do DE em períodos prolongados e, frequentemente, restritas a contextos laboratoriais (Aparicio-Ugarriza *et al.*, 2015). Apesar disso, cabe notar que há estudos defendendo que o DE estimado com acelerômetros e quantificado através de água duplamente marcada correlacionem-se razoavelmente bem (Plasqui e Westerterp, 2007).

Os resultados de nosso estudo piloto indicaram que em comparação com o uso no punho e perna, o uso do acelerômetro na cintura obteve contagens mais fortemente relacionadas com o VO_2 medido por telemetria ($r = 0,84$, $p = 0,005$), com diferença irrisória no gasto calórico derivado da calorimetria indireta e estimado pelos *counts* (em média, o DE foi 0,445 kcal menor quando estimado por acelerometria vs. obtido por calorimetria, para um total de mais de 200 kcal aferidas durante o protocolo de TF). Cabe notar que nos poucos estudos que utilizaram acelerômetros para estimar o DE, durante o TF, os acelerômetros foram utilizados no quadril (Willis *et al.*, 2019) ou

simultaneamente no punho, quadril e cintura (Morris *et al.*, 2019). No caso de Schubert e Palumbo (Schubert e Palumbo, 2019), o ActiHeart® foi usado no peito, o que se explica pela necessidade de aferição da FC. Nosso estudo piloto demonstrou que a estimativa do DE pode ser feita de maneira mais econômica e que a adição de medidas de punho e perna pouco acrescentariam à precisão. Essa precaução revelou-se importante para garantir que a estimativa nas sessões reais de treinamento fossem as mais próximas possíveis da realidade. No entanto, para além dessa utilidade imediata, pode-se pensar que tais resultados possam ser aplicados em outros *sets* experimentais que envolvam TF e acelerometria. Isso, por si só, consiste em contribuição original da presente Tese de Doutorado.

Além da realização de estudo piloto para a confirmação do local adequado para portar o acelerômetro, outros diferenciais de nossa abordagem podem ser destacados, em comparação com os outros que estimaram o DE em sessões de TF (Fontaine e Schmidt, 2015; Iskandar *et al.*, 2017; Brewer *et al.*, 2018; Morris *et al.*, 2019; Schubert e Palumbo, 2019; Willis *et al.*, 2019). Tais decisões metodológicas decorreram da análise das limitações desses estudos. Então, o protocolo experimental apresentado na presente Tese de Doutorado buscou combinar estratégias e desfechos considerados pertinentes nos estudos revisados, incorporando seus pontos positivos e preenchendo lacunas que foram consideradas necessárias para um entendimento mais completo do perfil de DE associado a esta modalidade de treinamento. Alguns desses aspectos são detalhados a seguir.

Em nosso estudo, as sessões de TF foram avaliadas em situação real, sem interferência dos pesquisadores e nos locais onde os participantes realizavam, habitualmente, suas rotinas. Para diminuir um possível efeito da aprendizagem, duas sessões de familiarização foram aplicadas antes de se proceder à coleta de dados. Além do DE, estimou-se a intensidade relativa das sessões por meio da FC e a intensidade absoluta por meio de *counts/min* providos pelos acelerômetros. Isso permitiu classificar a proporção das sessões dedicadas a atividades de diferentes intensidades. Enfim, tentou-se confirmar essa informação através da análise da percepção geral do esforço associado às sessões de treinamento.

Um único estudo prévio investigou sessões de TF em situações reais (centros de treinamento) e não em protocolos artificialmente concebidos em laboratórios (Willis *et al.*, 2019). Em geral, sessões de adaptação não foram aplicadas antes de se proceder à medida do DE. Nossos resultados demonstraram que essa precaução parece ser necessária, uma vez que o número de *counts* aumentou ao longo das três sessões observadas. Em um estudo, os exercícios foram realizados com carga menor a título de aquecimento para a sessão principal e isso foi considerado como sessão de familiarização (Morris *et al.*, 2019). Willis e colaboradores (Willis *et al.*, 2019) mediram o DE em cada voluntário pelo menos uma sessão, em um total de 20 realizadas; logo, a maior parte dos indivíduos passou por adaptação, ainda que as respostas nas sessões prévias àquela utilizada para as medidas individuais não tenham sido quantificadas. O protocolo que mais se aproximou do nosso estudo nesse sentido foi o de Schubert e Palumbo (Schubert e Palumbo, 2019), uma vez que o DE foi estimado com base em três sessões de treinamento. No entanto, não houve familiarização formal, uma vez que as medidas foram tomadas em todas as sessões.

Quanto à intensidade relativa das sessões de TF, todos os experimentos localizados a estimaram, seja por meio de percentuais do $VO_2\text{max}$ ou da FC. No entanto, a classificação da intensidade absoluta da atividade por meio de movimentos realizados (*counts/min*) ocorreu em apenas dois experimentos (Schubert e Palumbo, 2019; Willis *et al.*, 2019). Um único estudo (Brewer *et al.*, 2018) combinou medidas do DE e intensidade relativa das sessões de DE à aferição da percepção subjetiva geral do esforço nas sessões de TF, também valendo-se da Escala de Borg. Enfim, nosso protocolo preocupou-se em comparar o DE, durante o TF, com o obtido nos mesmos indivíduos, durante uma modalidade mais tradicional de treinamento, qual seja, a caminhada contínua de intensidade moderada a elevada. Isso foi importante, pois a caminhada é uma das principais atividades indicadas como estratégia de prevenção de doenças crônicas e promoção da saúde (Haskell *et al.*, 2007; Lee e Buchner, 2008; Williams, 2008). Há diversos estudos epidemiológicos fazendo associações entre volume e intensidade de caminhadas regulares e menor incidência de doença cardiovascular e metabólica (Kraus *et al.*, 2019; Hall *et al.*, 2020; Miller *et al.*, 2020),

bem como na prevenção e tratamento do sobrepeso e obesidade (Dipietro e Stachenfeld, 2000; Hills *et al.*, 2006; Donnelly *et al.*, 2009; Petridou *et al.*, 2019).

Como dito, no presente estudo as sessões de TF associaram-se a uma intensidade relativa de 70-80% da FCR. Isso correspondeu a uma faixa de 5 a 8 METs. Os exercícios foram sempre executados com intensidade moderada (~40% do total ou 10 min) a vigorosa (~60% do total ou 14 min), em coerência com a percepção do esforço de 5 a 8 na Escala Borg CR-10. A atividade total produziu uma quantidade total de 140 mil *counts* (aproximadamente 5825 ± 783 *counts/min*) e o DE médio estimado foi de 188 ± 41 kcal (ou 7,8 kcal/min, aproximadamente). De certa maneira, esses resultados foram compatíveis com os relatados pelo estudo que se propuseram a quantificar o DE em diferentes modelos de TF.

O propósito de Morris e colaboradores (Morris *et al.*, 2019) não foi especificamente quantificar o DE em sessões de HIFT, mas verificar a concordância de diversos acelerômetros vs. analisador metabólico portátil, inclusive o ActiGraph GT3X (aliás, também utilizado na cintura). Logo, produziram-se dados que podem ser comparados com os nossos. Participaram do estudo 47 homens e mulheres (29 ± 12 anos). O protocolo de HIFT durou 15 min, durante os quais os participantes realizavam o máximo número de circuitos, incluindo 12 repetições de sete exercícios para membros superiores e inferiores, com intensidade correspondendo à massa corporal. A RPE foi avaliada pela Escala OMNI de 0-10. O DE quantificado pelo analisador metabólico foi de 145 ± 37 kcal, ligeiramente inferior ao estimado pelo ActiGraph GT3X (183 ± 38 kcal). Considerando que os participantes tinham experiência prévia na modalidade, o que pode ter influenciado na intensidade dos exercícios realizados na forma *all-out*, pode-se pensar que essa estimativa do DE foi próxima àquela por nós obtida. Cabe notar, em passagem, que a correlação entre o DE medido por calorimetria indireta e o estimado pelo ActiGraph GT3X foi a maior dentre os cinco aparelhos avaliados ($r = 0,74$; $p < 0,05$), reforçando, portanto, a validade do instrumento e a pertinência de nossos dados.

Willis e colaboradores (Willis *et al.*, 2019) aplicaram sessões de HIFT com duração de 45 min (5 min aquecimento, 35 min parte principal e 5 min volta à calma) em 20 homens e mulheres de 18 a 50 anos de idade (31 ± 9 anos), que já participavam de

treinamento com a modalidade. As sessões incluíram exercícios aeróbios e resistidos com máxima intensidade e repetições (*all-out*). O VO_2 , FC e atividades (ActiGraph GT3X+) foram medidas a cada 15s. A intensidade relativa foi, em média, de 80% da FC máxima (amplitude de 72% a 100% durante a parte principal), o que se aproxima dos nossos resultados. Por outro lado, o total de atividades expresso em *counts/min* foi de 582 ± 28 , praticamente o dobro do que observamos em nossas sessões de TF. Isso explica a amplitude maior na quantidade de METs para as sessões totais (5,5 a 11,6 METs), bem como o DE médio de 485 kcal por sessão (245–422 kcal/sessão, excluindo-se aquecimento e volta à calma) ou $10,8 \pm 2,1$ kcal/min ($11,1 \pm 2,3$ kcal/min no segmento de maior intensidade) aproximadamente o dobro do por nós observado.

Schubert e Palumbo (Schubert e Palumbo, 2019) também investigaram o DE em sessões de HIFT (CrossFit[®]), acompanhando, durante uma semana, 21 participantes dos dois sexos (44 ± 8 anos, 18 a 60 anos) com mais de três meses de experiência na modalidade. O DE foi estimado por monitores ActiHeart[®], usando equações de regressão individuais com base na FC e atividade física. A duração média das sessões foi de 72 ± 10 min (63 a 92 min), com DE de 605 ± 219 kcal (ou 8,4 kcal/min). Quanto à intensidade relativa, em média, dispendeu-se cerca de 11 min (16%) em zonas de atividade leve (< 50% FCmax, 1,5-3 METs), 32 min (44%) em zonas de atividade moderada (50-70% FCmax, 3-6 METs), 14 min (20%) em atividades vigorosas (71-85% FCmax, > 6 METs) e 14 min (20%) em atividades com intensidade acima de 85% FCmax. Interessantemente, na semana avaliada o tempo total diário dedicado às AFMV foi de 172 min, significando que 42% correspondeu às sessões de CrossFit[®]. Outros estudos que investigaram o CrossFit[®] chegaram a resultados similares. Brisebois (Brisebois, 2014), por exemplo, mediu o DE durante sessões de 30 min em adultos de 19 a 44 anos, relatando DE entre 326 e 693 kcal por sessão (correspondendo a $7,5 \pm 1,8$ kcal/min), enquanto Porcari e colaboradores (Porcari *et al.*, 2008) relataram DE médio de 392 kcal (9,8 kcal/min) em sessões de 40 min de rotina *boot-camp* (intercalando exercícios calistênicos de intensidade máxima e mais leve), mais intensidade relativa de 91% FCmax (141 ± 13 bpm) e 82% VO_2 max. Nesses estudos, alguns pontos de convergência podem ser encontrados com os nossos resultados, principalmente quanto à intensidade relativa, mas parece que, em geral, o DE em

rotinas de CrossFit® ou HIFT tende a atingir níveis maiores do que os alcançados durante o TF mais convencional, como o protocolo presentemente aplicado.

Fontaine e Schmidt (Fontaine e Schmidt, 2015) quantificaram o DE em sessões de 10 min de TF, nas quais utilizaram cordas de 7,6 m e 16,3 Kg como sobrecarga em 11 homens e mulheres muito treinados na modalidade, alguns deles atletas universitários (25 ± 2 anos). O protocolo consistia de 10 repetições de 15s de exercícios de ondulação da corda com máxima intensidade, entremeados de 45 s de intervalo entre cada repetição (média de 25 ondulações em 10 min). O DE foi estimado com base na FC, lactato e VO_2 . A FC média foi de 163 ± 11 bpm (86% $\text{FC}_{\text{máx}}$), com MET máximo de 10.1 ± 1.6 . O DE total nas sessões foi de $467,3 \pm 161,0$ kJ (equivalente a 112 ± 38 kcal) ou $41,3 \pm 14,1$ kJ/min (equivalente a $9,9 \pm 3,4$ kcal). Como esperado em virtude da altíssima intensidade e curto espaço de tempo, o DE total foi menor que o encontrado nos 24 min de nosso protocolo de TF, mas a taxa por minuto foi cerca de 40% superior. A intensidade relativa expressa pela FC, por outro lado, situou-se em patamares similares ao induzido por nosso protocolo.

Iskandar e colaboradores (Iskandar *et al.*, 2017) quantificaram o DE em sessões de TF com pneus (75 Kg) e cordas (17,5 Kg), em 20 homens jovens e treinados (20 a 24 anos, 22 ± 2 anos), valendo-se de calorimetria indireta com analisador metabólico portátil. A intensidade média expressa em METs, durante sessões de 10 min (6 exercícios de 30 s com máximo de repetições), foi de $7,3 \pm 1,6$ (atividade vigorosa), com um VO_2 médio de $1,7 \pm 0,3$ L/min. O DE total foi de $74,8 \pm 14,8$ kcal ou $7,5$ kcal/min, com FC de 153 ± 13 bpm (77% FC_{max}). Como se percebe, os resultados desse estudo em muito se aproximam dos produzidos pelo nosso circuito de TF. A intensidade relativa estimada pela FC foi essencialmente a mesma, com ligeira vantagem para nosso protocolo (77% FC_{max} correspondendo a cerca de 70% FCR). A duração média das rotinas de TF com pneus e cordas foi cerca de metade da aplicada em nosso protocolo, associando-se um DE duas vezes e meia menor do que o valor por nós obtido (75 vs.188 kcal). Quando se comparam os valores por unidade de tempo, tanto o DE quanto a intensidade expressa em METs poderiam ser considerados como similares aos nossos resultados médios (7,8 kcal/min, 6,1 METs e 74% FCR).

Brewer e colaboradores (Brewer *et al.*, 2018) compararam o DE e RPE em sessões de TF em circuito e exercício de intensidade equivalente em esteira. Participaram 9 homens que praticavam regularmente corridas e exercícios resistidos (22 ± 2 anos, 18 a 25 anos). O circuito de exercícios incluiu 10 exercícios realizados com 15 repetições, intensidade moderada (40% de 1-RM), com duração média de $19,8 \pm 0,3$ min. O DE foi quantificado com analisador portátil de gases e a RPE por meio da Escala de Borg de 0 a 10. O exercício na esteira foi realizado com a FC média observada, durante o TF. O DE total no TF foi de 168 ± 16 kcal para uma taxa de $8,5 \pm 1,0$ kcal/min e RPE de $6,0 \pm 1,1$, ao passo que o exercício em esteira produziu um DE igual a $244,2 \pm 44,8$ kcal, para uma taxa de $12,2 \pm 2,2$ kcal/min e RPE $4,1 \pm 0,6$. A intensidade relativa do TF foi 147 ± 11 bpm ou 61% FCR (amplitude de 46-72% FCR), enquanto no exercício de esteira a FC média foi de 149 ± 11 bpm. Esses resultados se aproximam daqueles de outros estudos que quantificaram o DE em circuitos de exercícios resistidos. Beckham e Earnest (Beckham e Earnest, 2000), por exemplo, relataram um custo de $6,2 \pm 1,0$ kcal/min para uma pulsação de $129,5 \pm 18,4$ bpm ou 60% FCmax, em homens e mulheres jovens (25 ± 7 anos) que executaram um circuito envolvendo agachamentos e exercícios para membros superiores, com carga moderada. Uma vez mais, nossos achados revelam-se compatíveis com esses dados, principalmente no que tange ao DE relativo (kcal/min) e intensidade expressa por meio da FC.

Outro estudo que comparou circuitos de exercícios resistidos isolados e combinados com exercício aeróbio foi o de Benito e colaboradores (Benito *et al.*, 2016). O VO_2 e DE total (incluindo contribuição aeróbia e anaeróbia) foram medidos durante três diferentes protocolos de treinamento resistido em circuito (pesos livres, máquinas e exercícios resistidos intercalados com aeróbios). Participaram do estudo 29 homens e mulheres (22 ± 3 anos, 18 a 28 anos de idade). Os circuitos incluíram 3 passagens de 8 exercícios realizados com 15 repetições e carga correspondente a 70% de 15 RM. O circuito combinado utilizou pesos livres e, entre cada um dos quatro exercícios resistidos, os indivíduos realizaram 45s de corrida com intensidade de 70% FCR. A duração total dos circuitos foi de aproximadamente 23 min. As medidas de DE e VO_2 foram feitas por analisador metabólico e a RPE aferida com a Escala CR-10 de Borg.

As intensidades relativas dos circuitos com treinamento resistido isolado foram de 20,4% VO₂max (FC 147 bpm) e 24,2% VO₂max (FC 155 bpm) para máquinas e pesos livres, respectivamente. Ambas foram significativamente inferiores à intensidade observada no circuito combinado (57,0% VO₂max e FC 158 bpm). Por outro lado, a RPE média foi menor no circuito combinado que nos demais (7,6 vs. 8,4 e 9,0, respectivamente). Esses resultados foram coerentes com o DE total, maior no circuito combinado (259 kcal, 10,8 kcal/min e 9 METs) vs. com máquinas (173 kcal, 7,2 kcal/min e 6 METs) e pesos livres (203 kcal, 8,5 kcal/min e 7 METs). Como se vê, o circuito intercalando exercícios resistidos e aeróbios produziu resultados mais próximos de nosso protocolo de TF, que reúne características similares, quais sejam, a participação dos sistemas anaeróbio e aeróbio de maneira intervalada (ver Figura 2).

Na verdade, circuitos funcionais mistos (com exercícios aeróbios e anaeróbios) parecem produzir DE superior a protocolos com treinamento resistido tradicional. Phillips e Ziuraitis (Phillips e Ziuraitis, 2003), por exemplo, quantificaram, por calorimetria indireta, o DE durante protocolo com séries simples de 15 RM em 8 exercícios, executado por 12 homens e mulheres (27 ± 4 anos). As sessões duraram, em média, 24 min com intensidade de 3,9 ± 0,4 METs (homens) e 4,2 ± 0,6 METs (mulheres), DE total de 135,2 ± 16,6 kcal (homens) e 81,7 ± 11,1 kcal (mulheres) e DE relativo geral de 4,5 ± 1,3 kcal/min (5,6 ± 0,7 kcal/min para homens e 3,4 ± 0,5 kcal/min para mulheres). Coelho-Ravagnani e colaboradores (Coelho-Ravagnani *et al.*, 2013) determinaram, em 15 homens e mulheres de meia idade (40-60 anos), o custo calórico durante protocolos, combinando caminhada e exercícios resistidos (20 min de aquecimento, 30 min de caminhada a 70-80% FCmax e 30 min de exercícios de resistência muscular localizada, 2 x 10-15 RM) e caminhada e flexibilidade (20 min de aquecimento, 40 min de caminhada a 70-80% FCmax e 20 min de exercícios de flexibilidade). Em ambos os protocolos, a caminhada correspondeu a uma intensidade de aproximadamente 6 ± 1 METs, enquanto nos exercícios localizados a intensidade foi de 5 ± 1 MET. Ao todo, as atividades foram realizadas com intensidade de 3-6 METs, com DE similar entre os protocolos (404 ± 39 kcal vs. 398 ± 87 kcal, respectivamente). Cabe notar, no entanto, que ao longo dos 30 min de exercícios resistidos, o DE produzido foi de apenas 144 kcal. Enfim, Alcaraz e colaboradores (Alcaraz, P. E. *et al.*,

2008) compararam protocolos de treinamento resistido tradicional vs. circuito em 10 homens jovens (26 ± 2 anos), usando protocolos que envolviam séries múltiplas com cargas de 6 RM. Observou-se intensidade relativa de 71% FCmax no treinamento em circuito vs. 62% no treinamento tradicional. Nota-se que, em geral, todos esses protocolos com treinamento resistido isolado geraram DE inferior ao obtido em nosso circuito misto de TF, o que deve ser levado em conta no planejamento de rotinas, visando o fortalecimento muscular de indivíduos para os quais se deseja aumentar o gasto calórico habitual, como é o caso de programas de controle de peso, de forma geral.

Monteiro e colaboradores aplicaram a 25 praticantes recreativos de exercícios resistidos (18 a 35 anos) dois circuitos: a) circuito resistido isolado, incluindo oito exercícios para membros inferiores e superiores realizados durante 60 s com carga moderada; b) circuito misto, em que os exercícios eram realizados durante 30s entremeados com 30 s de corrida na esteira. Nos dois circuitos, a duração da parte principal foi de 10 min e intervalos de 15s eram permitidos entre os exercícios. Os valores obtidos para o primeiro e segundo circuitos nas mulheres foram, respectivamente: VO_2 relativo ($1,0 \pm 0,2$ vs. $1,3 \pm 0,3$ ml/Kg/min ou 5 vs. 6 METs, correspondendo a $47,2 \pm 5,9$ vs. $59,8 \pm 7,8\%$ VO_{2max} ; $p < 0,05$); FC ($141,2 \pm 14,6$ vs. $141,7 \pm 14,3$ bpm, correspondendo a $76,0 \pm 7,6$ vs. $76,4 \pm 7,5$ %FCmax; $p > 0,05$); DE ($5,1 \pm 1,2$ vs. $6,3 \pm 1,3$ kcal/min; $p < 0,05$). Nos homens, os valores foram: VO_2 relativo ($1,5 \pm 0,1$ vs. $1,7 \pm 0,3$ ml/Kg/min ou 6 vs. 7 METs; $p < 0,05$, correspondendo a $43,6 \pm 3,9$ vs. $46,9 \pm 8,7\%$ VO_{2max} ; $p > 0,05$); FC ($145,5 \pm 19,9$ vs. $137,4 \pm 11,2$ bpm, correspondendo a $75,7 \pm 9,2$ vs. $71,4 \pm 4,4$ %FCmax; $p > 0,05$); DE ($7,3 \pm 0,8$ vs. $8,3 \pm 1,2$ kcal/min; $p < 0,05$). Como se percebe, todos esses dados são compatíveis com os obtidos em nosso circuito de TF e coerentes com o que se vem relatando em outros tipos de protocolos com essa modalidade de treinamento, quer incluindo exercícios resistidos isolados (como no caso de cordas e pneus), rotinas de CrossFit® ou circuitos funcionais mais clássicos como o presentemente aplicado.

A comparação entre TF e CAM permitiu analisar o quanto ambas (as) modalidades seriam capazes de atender às recomendações de dispêndio energético

semanal e intensidade relativa compatíveis com as recomendações de agências normativas, para a promoção da saúde e melhoria da capacidade cardiorrespiratória (American College of Sports Medicine, 1998; Haskell *et al.*, 2007; American College of Sports Medicine, 2009a; Garber *et al.*, 2011). Isso foi útil já que, como dito, a caminhada consiste em opção preferencial de atividade em todas as posições oficiais encontrados acerca de atividade física e saúde. De forma geral, recomenda-se um volume de atividades físicas correspondentes a pelo menos 1000 kcal/semana para melhorar indicadores de saúde, com intensidade moderada (3-6 METs) a vigorosa (> 6 METs) (Garber *et al.*, 2011; American College of Sports Medicine, 2018). Isso corresponderia a pelo menos 150 min/semana de atividades com intensidade moderada ou 75 min/semana de atividades vigorosas. A dose ótima para programas de controle de peso ainda é incerta, mas as recomendações correntes situam-se na faixa de 150-300 min/semana de AFMV (1.200-2.000 kcal/semana), o que requereria um DE diário de 170-285 kcal (Donnelly *et al.*, 2009).

O DE provocado por nosso protocolo de TF pareceu satisfazer essas necessidades. O DE oscilou entre 5,2 e 12,2 kcal/min, 5,2 e 7,8 METs e aproximadamente 75% FCR, o que caracteriza atividades de intensidade moderada a vigorosa. Caso sessões de 60 min com esse protocolo fossem administradas, seria possível alcançar uma faixa de 400 a 550 kcal. Por outro lado, cabe notar que, em apenas 24 min de atividade, o volume de exercícios situou-se entre 124 e 292 kcal. Em termos práticos, isso significa que sessões de TF relativamente curtas, ocupando pouco tempo diário, seriam compatíveis com as recomendações atuais quanto à intensidade e volume de exercícios para prevenir doenças, melhorar a aptidão física e promover a saúde, de forma geral. De fato, sessões com 24 min de duração parecem-nos passíveis de realização com frequência elevada, talvez em praticamente todos os dias da semana, o que representa uma vantagem sobre sessões mais longas de treinamento.

Um outro aspecto que vale a pena mencionar decorre da comparação entre as sessões de TF e CAM. De acordo com os nossos resultados, ambas as modalidades foram capazes de elicitar um DE compatível com as recomendações em termos de atividade física e saúde. No entanto, a intensidade relativa refletida pelo %FCR foi,

sensivelmente, maior em TF que em CAM. De fato, o circuito funcional atingiu, na maior parte das suas quatro passagens, intensidades compatíveis com a melhoria da capacidade cardiorrespiratória (American College of Sports Medicine, 1998; Garber *et al.*, 2011; American College of Sports Medicine, 2018). Isso não foi observado em CAM – em média, atingiu-se 55% FCR. Apenas para ilustrar, 17 em 25 indivíduos exercitaram-se com intensidade média $\geq 70\%$ FCR em TF, enquanto em CAM isso ocorreu com apenas um dos voluntários. Desse modo, para uma mesma duração, o TF emerge como alternativa mais eficiente do que a caminhada contínua para programas de exercícios, visando a promoção da saúde. Para além de gerar intensidades compatíveis com a melhoria da capacidade cardiorrespiratória e todos os aspectos de coordenação motora, destreza e trabalho de core que proporcionando melhorias na aptidão física relacionada à saúde.

Esse estudo tem limitações. Em primeiro lugar, a amostra foi relativamente reduzida, limitada a indivíduos jovens e heterogênea no que diz respeito ao conhecimento da técnica de execução dos exercícios do TF. A aplicação de nossos dados a outras populações dependerá de estudos confirmatórios adicionais. A variedade de programas de TF é grande e, portanto, deve também haver cautela na extrapolação de nossos resultados a outras formas de TF. Não foi possível quantificar o DE por meio de analisador metabólico portátil. A estimativa com uso de acelerômetros é válida e tomou-se a precaução de testar sua concordância com analisador metabólico em estudo piloto prévio à coleta principal de dados. No entanto, deve-se reconhecer que esse tipo de aparelho provê apenas uma estimativa do DE, com base em *counts* e na massa corporal dos indivíduos. Com isso, imprecisões podem sempre ocorrer. Além disso, o DE foi derivado da avaliação de uma variedade de exercícios diferentes, o que não permitiu a avaliação discriminada por exercícios.

Nossos achados têm implicações práticas evidentes. Inicialmente, nosso estudo piloto contribuiu para confirmar a adequação de se portar o acelerômetro triaxial na cintura para estimar um DE equivalente ao obtido por meio de calorimetria indireta. Outros pontos de utilização, como o punho e a perna, produziram resultados mais discrepantes e, portanto, não seriam aconselháveis para estimar o DE, durante sessões

de TF. Os resultados do estudo principal, por sua vez, foram sugestivos de que circuitos funcionais podem ser aplicados no âmbito de rotinas de treinamento, visando a promoção da saúde. De fato, o DE ensejado pelo circuito aplicado foi compatível com as recomendações quanto ao volume mínimo de atividades físicas para a prevenção de doença cardiovascular e metabólica e, mesmo, para o controle do peso em programas de emagrecimento. As intensidades absoluta e relativa, por sua vez, situaram-se em faixas teoricamente capazes de melhorar a capacidade cardiorrespiratória. Enfim, o TF acarreta efeitos benéficos também sobre a função muscular. Outras modalidades frequentemente indicadas pelos posicionamentos oficiais como opção de treinamento, como as caminhadas, têm menor potencial nesse sentido.

Considerando o exposto, o TF deveria ser considerado como uma opção viável para programas de exercícios direcionados à população em geral. O fato de ser econômico em termos da duração das sessões de treinamento permite que essa inclusão seja feita de forma isolada ou combinada a outras formas de treinamento. Desse modo, nossos resultados reforçam a premissa de que oTF em circuito possa consistir em alternativa prática e rápida de exercício físico para a manter a forma física, saúde e bem-estar.

CONCLUSÃO

Considerando as limitações de caráter metodológico, os resultados do presente estudo permitem concluir que:

- a) A intensidade absoluta das sessões de TF situou-se em torno de 5800 *counts*/min ou 5-7 METs, para uma intensidade relativa estável de 70-80% da FCR. Isso produziu um DE médio de total 7,8 kcal/min (5,2 a 12,2 kcal/min) ou 188 kcal (124 e 292 kcal) em apenas 24 min. Esses níveis de intensidade e volume atingem o mínimo recomendado para a prescrição de exercícios para a redução de risco para doença cardiovascular e melhoria da capacidade cardiorrespiratória;
- b) TF e CAM de duração equivalente associaram-se a volumes equivalentes (188 kcal vs. 194 kcal, respectivamente), mas a intensidade expressa pelo %FCR foi significativamente maior em TF vs. CAM (74 vs. 55% FCR, respectivamente). Assim, níveis de intensidade compatíveis com o incremento da capacidade cardiorrespiratória foram atingidos apenas em TF;
- c) O tempo despendido em atividades de intensidade moderada e vigorosa (AFMV) foi similar em TF e CAM. Contudo, apenas em TF as atividades vigorosas predominaram significativamente sobre as moderadas;
- d) A duração de TF e CAM influenciaram na percepção subjetiva do esforço, refletida por um aumento consistente nos escores na escala de Borg, ao longo dos quartis de duração das sessões. Por outro lado, coerentemente com a intensidade relativa expressa pelo %FCR, essa percepção foi sempre maior em TF vs. CAM;
- e) Adicionalmente, estudo piloto prévio à coleta principal indicou que o local mais indicado para estimar o DE durante o protocolo de TF, presentemente aplicado, seria a cintura, em comparação com outras possibilidades sugeridas na literatura, como o punho ou a perna.

Nossos achados avançam no conhecimento disponível sobre o TF, apresentando dados originais acerca de seu volume e intensidade que têm potenciais implicações na aplicação do método enquanto alternativa para o aprimoramento da aptidão física e

prevenção de risco cardiometabólico. Além disso, forneceram evidências de que o DE, durante sessões de TF, podem ser estimadas através de acelerômetros, cuja utilização é mais acessível do que o uso de analisadores metabólicos portáteis. Recomenda-se, para aprofundamento e ampliação das possibilidades de generalização de nossos resultados, que estudos futuros invistam nas seguintes lacunas:

- a) Avaliação do DE e intensidade do TF em populações com diferentes características, como idosos, crianças e indivíduos com doenças não transmissíveis, como hipertensão, cardiopatias, diabetes, dentre outras;
- b) Comparação de diferentes abordagens do TF, visando maximizar o DE para auxiliar no controle de peso e metas de condicionamento físico, como é o caso de protocolos de Crossfit, HIIT ou HIFT, bem como em diferentes variações nos intervalos exercício: recuperação;
- c) Investigar os efeitos crônicos do TF no contexto de programas de controle do peso, prevenção do risco cardiovascular e incremento da capacidade cardiorrespiratória.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. P. D. A. **Comparação da intensidade de esforço em três tipos de High Intensity Interval Training: Treino Funcional, Musculação e Indoor Cycle**. 2014. 77 Dissertação de Mestrado (Mestrado em Atividade Física e Saúde). Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto.

AINSWORTH, B. et al. The current state of physical activity assessment tools. **Prog Cardiovasc Dis**, v. 57, n. 4, p. 387-95, Jan-Feb 2015. ISSN 1873-1740 (Electronic) 0033-0620 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25446555>. Acesso em: 12 abr. 2020.

AINSWORTH, B. E. et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 8, p. 1575-81, Aug 2011. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21681120>. Acesso em: 12 abr. 2020.

ALCARAZ, P. E.; SANCHEZ-LORENTE, J.; BLAZEVIK, A. J. Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 3, p. 667-71, May 2008. ISSN 1533-4287 (Electronic) 1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18438256>. Acesso em: 09 jun. 2019.

ALCARAZ, P. E.; SÁNCHEZ-LORENTE, J.; BLAZEVIK, A. J. Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 3, p. 667-671, 2008. ISSN 1064-8011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18438256/>. Acesso em: 09 jun. 2019.

ALMEIDA, C. L. D.; TEIXEIRA, C. L. S. Treinamento de força e sua relevância no treinamento funcional. **EFDesportes.com**, Buenos Aires, año 17, n. 178, marzo 2013. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd178/treinamento-de-forca-no-treinamento-funcional.htm>. Acesso em: 09 jun. 2019.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 6, p. 975-91, Jun 1998. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9624661>. Acesso em: 19 ago. 2019.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 7, p. 1510-30, Jul 2009a. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19516148>. Acesso em: 09 jun. 2019.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, Mar 2009b. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19204579>. Acesso em: 09 jun. 2019.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 10th. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2018. 472 Disponível em: <http://www.acsm.org>. Acesso em: 09 jun. 2020.

AMINI, N. *et al.* Accelerometer-based on-body sensor localization for health and medical monitoring applications. **Pervasive Mob Comput**, v. 7, n. 6, p. 746-760, 2011. ISSN 1574-1192.

APARICIO-UGARRIZA, R. *et al.* Physical activity assessment in the general population; instrumental methods and new technologies. **Nutr Hosp**, v. 31 Suppl 3, p. 219-26, Feb 26 2015. ISSN 1699-5198 (Electronic) 0212-1611 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25719789>.

ARVIDSSON, D.; FRIDOLFSSON, J.; BORJESSON, M. Measurement of physical activity in clinical practice using accelerometers. **J Intern Med**, v. 286, n. 2, p. 137-153, Aug 2019. ISSN 1365-2796 (Electronic) 0954-6820 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30993807>. Acesso em: 23 jun. 2020.

ATUAHENE, M. *et al.* Overweight and obesity prevalence among public servants in Nadowli district, Ghana, and associated risk factors: a cross-sectional study. **BMC Obes**, v. 4, p. 15, 2017. ISSN 2052-9538 (Print) 2052-9538 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28572982>. Acesso em: 22 set. 2020.

BANISTER, E. W. **The relative effectiveness of interval circuit training compared with three other methods of fitness training in a school physical education programme.** 1962. 56p. Master Thesis (Master of Arts - Physical Education) - School of Physical Education and Recreation, University of British Columbia, Vancouver.

BASSETT, D. R. *et al.* Accelerometer-based physical activity: total volume per day and standardized measures. **Med Sci Sports Exerc**, v. 47, n. 4, p. 833-8, Apr 2015. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25102292>. Acesso em: 29 jun. 2020.

BECKHAM, S. G.; EARNEST, C. P. Metabolic cost of free weight circuit weight training. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 40, n. 2, p. 118-25, Jun 2000. ISSN 0022-4707 (Print) 0022-4707 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11034431>. Acesso em: 20 jun. 2020.

BENITO, P. J. *et al.* Cardiovascular Fitness and Energy Expenditure Response during a Combined Aerobic and Circuit Weight Training Protocol. **PLoS One**, v. 11, n. 11, p. e0164349, 2016. ISSN 1932-6203 (Electronic) 1932-6203 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27832062>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BOOHER, B. M. **Comparing energy expenditures between a circuit weight training protocol and a steady state aerobic activity.** 2016. 63p. EWU Masters Thesis (Master of Science in Physical Education). Physical Education, Health and Recreation, Eastern Washington University, Cheney, WA.

BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales.** Champaign: Human Kinetics, 1998. 104p. ISBN 0880116234.

BOYLE, M. **Functional training for sports.** Champaign: Human Kinetics, 2004. ISBN 073604681X.

BOYLE, M. **O novo modelo de treinamento funcional de Michael Boyle.** [S.l.]: Artmed Editora, 2018. ISBN 8582714491.

BREWER, C. B.; BOOHER, B. M.; LAWTON, N. Comparison of Acute Energy Expenditure and Rating of Perceived Exertion in Equivalent Bouts of Circuit Training and Treadmill Running. **J Strength Cond Res**, v. Epub ahead, Jul 9 2018. ISSN 1064-8011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29995689/>. Acesso em: 12 jul. 2020.

BRISEBOIS, M. F. **Caloric expenditure during one exercise session following ACSM and CrossFit guidelines**. 2014. 136p. Master Dissertation (Master of Science). Department of Kinesiology, Texas Woman's University, Denton, TX.

CAMPOS, M. A.; CORAUCCI NETO, B. **Treinamento funcional resistido: para melhoria da capacidade funcional e reabilitação de lesões musculoesqueléticas**. Rio de Janeiro: Revinter, 2004. 320p. ISBN 9788573098419.

CHANG, C. H. et al. Accuracy of the energy expenditure during uphill exercise measured by the Waist-worn ActiGraph. **J Exerc Sci Fit**, v. 17, n. 2, p. 62-66, Jan 20 2019. ISSN 1728-869X (Print) 1728-869X (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30792740>. Acesso em: 11 nov 2020.

CHAPUT, J.-P. et al. Physical activity plays an important role in body weight regulation. **J Obes**, v. 2011, p. 360257, 2011. ISSN 2090-0708. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20847894/>. Acesso em: 09 jun. 2019.

CHEN, K. Y. et al. Re-defining the roles of sensors in objective physical activity monitoring. **Med Sci Sports Exerc**, v. 44, n. Suppl 1, p. S13, 2012. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22157770/>. Acesso em: 03 dez. 2019.

CLEVINGER, K.; HOWE, C. Effect of Prior Game Experience on Energy Expenditure During Xbox Kinect in Children and Teens. **Games Health J**, v. 5, p. 304-310, 2016.

CODELLA, R. et al. May the force be with you: why resistance training is essential for subjects with type 2 diabetes mellitus without complications. **Endocrine**, v. 62, n. 1, p. 14-25, Oct 2018. ISSN 1559-0100 (Electronic) 1355-008X (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29730785>. Acesso em: 28 dez. 2019.

COELHO-NETTO, J. S.; APTEKMANN, N. P. Efeitos do treinamento funcional sobre a composição corporal: um estudo em alunos fisicamente ativos de academia. **Rev Bras Fisiol Exerc**, v. 15, n. 2, p. 68-76, 2016. ISSN 1677-8510.

COELHO-RAVAGNANI, C. D. F. et al. Estimativa do equivalente metabólico (MET) de um protocolo de exercícios físicos baseada na calorimetria indireta. **Rev Bras Med Esp**, v. 19, n. 2, p. 134-138, 2013. ISSN 1517-8692. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922013000200013&nrm=iso. Acesso em: 09 jun. 2019.

COMITÉ REGIONAL PARA A ÁFRICA. **Situação da implementação dos quatro compromissos calendarizados sobre as doenças não transmissíveis na Região Africana: relatório do Secretariado**. Brazzaville: Organização Mundial da Saúde. Escritório Regional para a África, 2018.

COOKE, E. V. et al. Efficacy of functional strength training on restoration of lower-limb motor function early after stroke: phase I randomized controlled trial. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 24, n. 1, p. 88-96, Jan 2010 2010. ISSN 1552-6844 (Electronic) 1545-9683 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19704158>. Acesso em: 27 jul. 2020.

CORDER, K. et al. Assessment of physical activity in youth. **J Appl Physiol (1985)**, v. 105, n. 3, p. 977-87, Sep 2008. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18635884>. Acesso em: 09 out. 2019.

COUTINHO, M. **De Volta ao Básico Powerlifting: Treinamento Funcional, Esporte de Alto Rendimento e Prática Corporal Para Todos**. São Paulo: Phorte, 2011. 392 ISBN 9788576553083.

CRAWFORD, D.; JEFFERY, R. W.; FRENCH, S. A. Can anyone successfully control their weight? Findings of a three year community-based study of men and women. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v. 24, n. 9, p. 1107-1110, Sep 2000 2000. ISSN 1476-5497. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11033978/>. Acesso em: 09 jun. 2020.

CROUTER, S. E.; CHURILLA, J. R.; BASSETT, D. R. Estimating energy expenditure using accelerometers. **Eur J Appl Physiol**, v. 98, n. 6, p. 601-612, Dec 2006 2006. ISSN 1439-6319. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17058102/>. Acesso em: 03 nov.2020.

CROUTER, S. E. et al. Validity of ActiGraph 2-regression model, Matthews cut-points, and NHANES cut-points for assessing free-living physical activity. **J Phys Act Health**, v. 10, n. 4, p. 504-514, 2013. ISSN 1543-5474. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22975460/>. Acesso em: 11 jan. 2021

DE ARRUDA CAMPOS, M.; NETO, B. C. **Treinamento funcional resistido: para melhoria da capacidade funcional e reabilitação de lesões musculoesqueléticas.** [S.l.]: Revinter, 2004. ISBN 8573098414.

DE RESENDE NETO, A. G. *et al.* Effects of functional and traditional training in body composition and muscle strength components in older women: A randomized controlled trial. **Arch Gerontol Geriatr**, v. 84, p. 103902, Sep-Oct 2019. ISSN 1872-6976 (Electronic) 0167-4943 (Linking).

DE RESENDE NETO, A. G. *et al.* Efeitos de diferentes protocolos de treinamento neuromuscular sobre a capacidade funcional de idosas. **Rev Bras Med Esp**, v. 24, n. 2, p. 140-144, 2018. ISSN 1517-8692.

DIPIETRO, L.; STACHENFELD, N. S. Exercise Treatment of Obesity. *In*: FEINGOLD, K. R.; ANAWALT, B., *et al* (ed.). **Endotext**. South Dartmouth (MA), 2000.

DONNELLY, J. E. *et al.* American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 2, p. 459-71, Feb 2009. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181949333> . Acesso em: 01 jun. 2019..

DONNELLY, J. E. *et al.* Aerobic exercise alone results in clinically significant weight loss for men and women: midwest exercise trial 2. **Obesity**, v. 21, n. 3, p. E219-E228, Mar 2013 2013. ISSN 1930-739X. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/oby.20145>. Acesso em: 1 jun. 2019..

DOS SANTOS, F. K. *et al.* Body mass index, cardiorespiratory fitness and cardiometabolic risk factors in youth from Portugal and Mozambique. **Int J Obes**, v. 39, n. 10, p. 1467-1474, 2015. ISSN 0307-0565. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ijo2015110>. Acesso em: 03 ago. 2019.

DUNSTAN, D. W. *et al.* Too much sitting and metabolic risk—has modern technology caught up with us. **Eur Endocrinol**, v. 6, n. 1, p. 19-23, Jan 2010 2010. ISSN 1758-3772. Disponível em: <http://doi.org/10.17925/EE.2010.06.00.19>. Acesso em: 09 jun. 2019.

FARINATTI, P.; CASTINHEIRAS NETO, A. G.; AMORIM, P. R. Oxygen Consumption and Substrate Utilization During and After Resistance Exercises Performed with Different Muscle Mass. **Int J Exerc Sci**, v. 9, n. 1, p. 77-88, 2016. ISSN 1939-795X (Print) 1939-795X (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27293507>. Acesso em: 01 nov. 2020.

FARINATTI, P. D. T. V. Apresentação de uma versão em português do compêndio de atividades físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em fisiologia do exercício. **Rev Bras Fisiol Exerc**, v. 2, n. 2, p. 177-208, 2003. ISSN 2675-1372..

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. **Designing resistance training programs**. 4. ed. [S./]: Human Kinetics, 2014. 520 p. ISBN 0736081704.

FONTES, F. et al. Prevalence of overweight and obesity in Mozambique in 2005 and 2015. **Public Health Nutr**, v. 22, n. 17, p. 3118-3126, Dec 2019. ISSN 1475-2727.

FORBES-EWAN, C. H. et al. Use of doubly labeled water technique in soldiers training for jungle warfare. **J Appl Physiol (1985)**, v. 67, n. 1, p. 14-8, Jul 1989. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2759938>. Acesso em: 22 jul. 2020.

FORJAZ, C. L. D. M. et al. Risco cardiovascular e actividade física: estudos em Moçambique. **Revista Científica da UEM: Série Ciências Biomédicas e Saúde Pública**, v. 1, n. 2, p. 72-83, 2016. ISSN 2307-3896. Disponível em: <http://www.revistacientifica.uem.mz/index.php/rccbsp/article/view/134>. Acesso em: 09 jul. 2019.

FOUNTAINE, C. J.; SCHMIDT, B. J. Metabolic cost of rope training. **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 4, p. 889-93, Apr 2015. ISSN 1533-4287 (Electronic) 1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23897017>. Acesso em: 09 jun. 2020.

FREEDSON, P. S.; MELANSON, E.; SIRARD, J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 5, p. 777-81, May 1998. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9588623>. Acesso em: 29 abr. 2020.

FRITSCHI, L. et al. The estimated prevalence of exposure to asthmagens in the Australian workforce, 2014. **BMC Pulm Med**, v. 16, p. 48, Apr 9 2016. ISSN 1471-2466. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27061283> and <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4826519/>. Acesso em: 09 jun. 2020.

FURTADO, E.; SIMÃO, R.; LEMOS, A. Análise do consumo de oxigênio, frequência cardíaca e dispêndio energético, durante as aulas do Jump Fit. **Rev Bras Med Esp**, v. 10, n. 5, p. 371-375, 2004. ISSN 1517-8692.

G. B. D. OBESITY COLLABORATORS *et al.* Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. **N Engl J Med**, v. 377, n. 1, p. 13-27, Jul 6 2017. ISSN 1533-4406 (Electronic) 0028-4793 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28604169>. Acesso em: 10 set.2020

GAMBETTA, V. **Athletic Development: The Art & Science of Functional Sports Conditioning**. Champaign: Human Kinetics, 2007. 299p. ISBN 9780736051002.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, Jul 2011. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21694556>. Acesso em: 01 jul. 2020.

GELATTI, P. O gladiador do futuro. **Combat Sport. São Paulo**, v. 46, p. 12-14, 2009.

GODOY, E. S. D. **Musculação: fitness**. Rio de Janeiro: Sprint, 1994. ISBN 8585031638.

GOMES, A. et al. Body mass index and waist circumference in Mozambique: urban/rural gap during epidemiological transition. **Obes Rev**, v. 11, n. 9, p. 627-34, Sep 2010. ISSN 1467-7881. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2010.00739.x>. Acesso em: 09 jun. 2019.

GOULART, F. D. A. **Doenças crônicas não transmissíveis: estratégias de controle e desafios para os sistemas de saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2011.

HALL, K. S. et al. Systematic review of the prospective association of daily step counts with risk of mortality, cardiovascular disease, and dysglycemia. **Int J Behav Nutr Phys Act**, v. 17, n. 1, p. 78, Jun 20 2020. ISSN 1479-5868 (Electronic) 1479-5868 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32563261>. Acesso em: 09 nov. 2020.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1081-93, Aug 28 2007. ISSN 1524-4539 (Electronic) 0009-7322 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17671237>. Acesso em: 09 jan. 2020.

HILLOS KORPI, H. K. et al. Use of heart rate to predict energy expenditure from low to high activity levels. **Int J Sports Med**, v. 24, n. 5, p. 332-6, Jul 2003. ISSN 0172-4622 (Print) 0172-4622 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12868043>. Acesso em: 23 set. 2019.

HILLS, A. P. et al. Validation of the intensity of walking for pleasure in obese adults. **Prev Med**, v. 42, n. 1, p. 47-50, Jan 2006. ISSN 0091-7435 (Print) 0091-7435 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16325248>. Acesso em: 26 jul. 2020

HOYT, R. W. et al. Doubly labeled water measurement of human energy expenditure during exercise at high altitude. **Am J Physiol**, v. 266, n. 3 Pt 2, p. R966-71, Mar 1994. ISSN 0002-9513 (Print) 0002-9513 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8160893>. Acesso em: 09 jun. 2020.

HOYT, R. W. et al. Doubly labeled water measurement of human energy expenditure during strenuous exercise. **J Appl Physiol (1985)**, v. 71, n. 1, p. 16-22, Jul 1991. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1917738>. Acesso em: 23 set. 2020.

HUNTER, G. R.; SEELHORST, D.; SNYDER, S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 1, p. 76-81, Feb 2003. ISSN 1064-8011 (Print) 1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12580660>. Acesso em: 3 out. 2020.

ISKANDAR, M. M. et al. Metabolic cost during tyre and rope functional training. **J Fundamental Appl Sci**, v. 9, n. 6S, p. 1050-1062, 2017. ISSN 1112-9867. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/jfas/article/view/165935>. Acesso em: 13 dez. 2020.

KELLY, L. A. et al. Validity of actigraphs uniaxial and triaxial accelerometers for assessment of physical activity in adults in laboratory conditions. **BMC Med Phys**, v. 13, n. 1, p. 5, Nov 26 2013. ISSN 1756-6649 (Print) 1756-6649 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24279826> Acesso em: 23 set. 20.

KLASS, M.; FAORO, V.; CARPENTIER, A. Assessment of energy expenditure during high intensity cycling and running using a heart rate and activity monitor in young active adults. **PloS One**, v. 14, n. 11, p. e0224948, 2019. ISSN 1932-6203. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224948>. Acesso em: 09 jun. 2020

KLISZCZEWICZ, B. et al. Metabolic biomarkers following a short and long bout of high-intensity functional training in recreationally trained men. **J Hum Sport Exerc**, v. 12, n. 3, p. 710-718, 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132347921.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020

KOLLER, R.; AGYEMANG, C. Prevalence of Cardiovascular Disease Risk Factors in the Gambia: A Systematic Review. **Glob Heart**, v. 15, n. 1, p. 42, Jun 17 2020. ISSN 2211-8179 (Electronic) 2211-8160 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32923336>. Acesso em: 11 set. 2020

KRAUS, W. E. et al. Daily Step Counts for Measuring Physical Activity Exposure and Its Relation to Health. **Med Sci Sports Exerc**, v. 51, n. 6, p. 1206-1212, Jun 2019. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31095077>. Acesso em: 10 jan. 2020.

LEE, I. M.; BUCHNER, D. M. The importance of walking to public health. **Med Sci Sports Exerc**, v. 40, n. 7 Suppl, p. S512-8, Jul 2008. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18562968>. Acesso em: 23 mar. 2020

LEE, I. M.; SHIROMA, E. J. Using accelerometers to measure physical activity in large-scale epidemiological studies: issues and challenges. **Brit J Sports Med**, v. 48, n. 3, p. 197-201, 2014 Feb 2014. ISSN 0306-3674. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/content/48/3/197>. Acesso em: 21 nov. 2020.

LI, Y. et al. Pilot study on total energy expenditure by accelerometer and physical activity logs. **Zhonghua yu Fang yi xue za zhi [Chinese Journal of Preventive Medicine]**, v. 42, n. 3, p. 192-195, 2008. ISSN 0253-9624. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18788585/>. Acesso em: 25 nov. 2020

LIMA, A. M. et al. Supervised training in primary care units but not self-directed physical activity lowered cardiovascular risk in Brazilian low-income patients: a controlled trial. **BMC Pub Health**, v. 19, n. 1, p. 1738, Dec 27 2019. ISSN 1471-2458 (Electronic) 1471-2458 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31881952>. Acesso em: 2 ago.2020.

MATTHEWS, C. E. Physical activity in the United States measured by accelerometer: comment. **Med Sci Sports Exerc**, v. 40, n. 6, p. 1188-1189, 2008. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18496095/>. Acesso em: 23 set. 2019

MCGUIRE, S. **Centers for Disease Control and Prevention**. State Indicator Report on Physical Activity, 2014. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services 2014.

MCMURRAY, R. G. et al. Comparison of a computerized physical activity recall with a triaxial motion sensor in middle-school youth. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 8, p. 1238-1245, 1998. ISSN 1530-0315.

MELANSON JR, E. L.; FREEDSON, P. S.; BLAIR, S. Physical activity assessment: a review of methods. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v. 36, n. 5, p. 385-396, 1996. ISSN 1549-7852 (Electronic) 1040-8398 (Linking). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408399609527732>. Acesso em: 15 ago. 2020.

MELBY, C. L.; HO, R. C.; HILL, J. O. Assessment of human energy expenditure. In: BOUCHARD, C. (Ed.). **Physical Activity and Obesity**. Leeds: Human Kinetics Europe, 2000. p.103-131. ISBN 0880119098.

MENEGUCI, J. et al. Sitting time and quality of life in older adults: a population-based study. **J Phys Act Health**, v. 12, n. 11, p. 1513-1519, 2015 Nov 2015. ISSN 1543-5474 (Electronic) 1543-3080 (Linking). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25621767/>. Acesso em: 28 mar. 2020.

MIGUELES, J. H. et al. Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. **Sports Med**, v. 47, n. 9, p. 1821-1845, Sep 2017. ISSN 1179-2035 (Electronic) 0112-1642 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28303543>. Acesso em: 28 mar.2020.

MILLER, C. R. et al. Walking Volume and Speed Are Inversely Associated With Incidence of Treated Hypertension in Postmenopausal Women. **Hypertension**, p. Epub ahead, Sep 28 2020. ISSN 1524-4563 (Electronic) 0194-911X (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32981366>. Acesso em: 2 abr. 2020

MONTAÑEZ, W. C.; MATTIELLO, R. Obesidade: um grande desafio de saúde pública global. **Ciência & Saúde**, [Porto Alegre], v. 9, n. 3, p. 127, set./dez. 2016 2016. ISSN 1983-652X. Disponível em: <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2016.3.25844>. Acesso em: 17 set. 2020.

MONTEIRO, A. G. et al. Acute physiological responses to different circuit training protocols. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 48, n. 4, p. 438-42, Dec 2008. ISSN 0022-4707 (Print) 0022-4707 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18997645>. Acesso em: 23 abr. 2019.

MONTEIRO, A. G.; EVANGELISTA, A. L. **Treinamento funcional: uma abordagem prática**. São Paulo: Phorte Editora, 2011. 216p. ISBN 8576555743.

MONTOYE, H. J. **Measuring Physical Activity and Energy Expenditure**. Champaign: Human Kinetics, 1996. 191p. ISBN 9780873225007.

MORAN, J. et al. The ability of prehabilitation to influence postoperative outcome after intra-abdominal operation: A systematic review and meta-analysis. **Surgery**, v. 160, n. 5, p. 1189-1201, Nov. 2016. ISSN 0039-6060.

MORRIS, C. E. et al. Validity of Activity Trackers in Estimating Energy Expenditure During High-Intensity Functional Training. **Res Q Exerc Sport**, v. 90, n. 3, p. 377-384, Sep 2019. ISSN 2168-3824 (Electronic) 0270-1367 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31046630>. Acesso em: 23 fev. 2020.

MSYAMBOZA, K. P.; KATHYOLA, D.; DZOWELA, T. Anthropometric measurements and prevalence of underweight, overweight and obesity in adult Malawians: nationwide population based NCD STEPS survey. **Pan Afr Med J**, v. 15, p. 108, 2013. ISSN 1937-8688. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3828071/>. Acesso em: 15 nov. 2020

NADZALAN, A. M. et al. Relationship between lower body muscle architecture and lunges performance. **J Sports Sci Phys Ed**, v. 5, n. 2, p. 15-23, 2016. ISSN 2232-1926. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/311736195_Relationship_between_lower_body_muscle_architecture_and_lunges_performance. Acesso em: 18 nov. 2020.

OJA, P. et al. Physical activity recommendations for health: what should Europe do? **BMC Public Health**, v. 10, n. 1, p. 10, 2010/01/11 2010. ISSN 1471-2458. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-10>. Acesso em: 18 nov. 2020.

OKADA, T.; HUXEL, K. C.; NESSER, T. W. Relationship between core stability, functional movement, and performance. **Journal Strength Cond Res**, v. 25, n. 1, p. 252-261, 2011. ISSN 1064-8011. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2011/01000/Relationship_Between_Core_Stability,_Functional.36.aspx. Acesso em: 22 out. 2020.

ORHAN, I.; TORUN, N. T.; OZER, K. Intermonitor variability of RT3 accelerometer during different activities. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 174, p. 3397-3404, 12 Feb 2015 2015. ISSN 1877-0428. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1010>. Acesso em: 18 nov. 2020.

PAFFENBARGER, R. S., JR. et al. Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. **Am J Epidemiol**, v. 117, n. 3, p. 245-257, Mar 1983. ISSN 0002-9262 (Print) 1476-6256 (Electronic). Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a113537>. Acesso em: 18 nov. 2020.

PATE, R. R. et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. **JAMA**, v. 273, n. 5, p. 402-7, Feb 1 1995. ISSN 0098-7484 (Print) 0098-7484 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7823386>. Acesso em: 18 nov. 2020.

PATEL, A. V. et al. Prolonged Leisure Time Spent Sitting in Relation to Cause-Specific Mortality in a Large US Cohort. **Am J Epidemiol**, v. 187, n. 10, p. 2151-2158, Oct 1 2018. ISSN 1476-6256 (Electronic) 0002-9262 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29947736>. Acesso em: 18 nov. 2020.

PEINADO, P. J. B. et al. Gasto energético aeróbico y anaeróbico en un circuito con cargas a seis intensidades diferentes. **Rev Int Cienc Deporte**, v. 7, n. 24, p. 174-190, 2011. ISSN 1885-3137.

PETRIDOU, A.; SIOPI, A.; MOUGIOS, V. Exercise in the management of obesity. **Metabolism**, v. 92, p. 163-169, Mar 2019. ISSN 1532-8600 (Electronic) 0026-0495 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30385379>. Acesso em: 18 nov. 2020.

PHILLIPS, W. T.; ZIURAITIS, J. R. Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 2, p. 350-5, May 2003. ISSN 1064-8011 (Print) 1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12741877>. Acesso em: 22 abr. 2020.

PICKERING, T. G. et al. Recommendations for blood pressure measurement in humans: an AHA scientific statement from the Council on High Blood Pressure Research Professional and Public Education Subcommittee. **J Clin Hypertens (Greenwich)**, v. 7, n. 2, p. 102-109, 2005. ISSN 1524-6175 (Print). Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1524-6175.2005.04377.x>. Acesso em: 17 out. 2020.

PLASQUI, G.; WESTERTERP, K. R. Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. **Obesity (Silver Spring)**, v. 15, n. 10, p. 2371-9, Oct 2007. ISSN 1930-7381 (Print) 1930-7381 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17925461>. Acesso em: 18 nov. 2020.

PORCARI, J.; HENDRICKSON, K.; FOSTER, C. Drop and give me 20. **ACE Fitness Matters**, v. 14, n. 4, p. 6-9, 2008. Disponível em: https://acewebcontent.azureedge.net/cp/pdfs/FitnessMatters/Sept08.pdf?utm_source=Rakuten&utm_medium=10&ranMID=42334&ranEAID=TnL5HPStwNw&ranSiteID=TnL5HPStwNw-_.luiTJQTZauG2a6RHXJWg. Acesso em: 18 nov. 2020.

POWELL, K. E. et al. The Scientific Foundation for the Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd Edition. **J Phys Act Health**, p. 1-11, Dec 17 2018. ISSN 1543-5474 (Electronic) 1543-3080 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30558473>. Acesso em: 30 maio 2020.

PRISTA, A. et al. Pesquisa em Moçambique no domínio da actividade física. Uma revisão do estado da arte. **Revista Científica da UEM**, v. 1, n. 2, p. 54-71, 2016. ISSN 2307-3896

RAWSON, E. S.; WALSH, T. M. Estimation of resistance exercise energy expenditure using accelerometry. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 3, p. 622-8, Mar 2010. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181b64ef3>. Acesso em: 27 mar. 2020.

REIS, R. S.; PETROSKI, E. L.; LOPES, A. D. S. Medidas da atividade física: revisão de métodos. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 2, n. 1, p. 89-96, 2000. ISSN 1415-8426. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/download/3942/16885>. Acesso em: 27 mar. 2020.

REIS, V. M. et al. Energy cost of isolated resistance exercises across low- to high-intensities. **PLoS One**, v. 12, n. 7, p. e0181311, 2017. ISSN 1932-6203 (Electronic) 1932-6203 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28742112>. . Acesso em: 27 mar. 2020.

REIS, V. M. et al. Energy cost of resistance exercises: an update. **J Hum Kinet**, v. 29A, p. 33-9, Sep 2011. ISSN 1640-5544 (Print) 1640-5544 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23487150>. Acesso em: 27 mar. 2020.

REIS, V. M. et al. Are wearable heart rate measurements accurate to estimate aerobic energy cost during low-intensity resistance exercise? **PLoS One**, v. 14, n. 8, p. e0221284, 2019. ISSN 1932-6203 (Electronic) 1932-6203 (Linking). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6705857/>. Acesso em: 27 mar. 2020.

ROBERSON, K. B. et al. Loads and movement speed affect energy expenditure during circuit resistance exercise. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 42, n. 6, p. 637-646, Jun 2017. ISSN 1715-5320 (Electronic) 1715-5312 (Linking). Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/apnm-2016-0552>. Acesso em: 23 maio 2020.

ROSENBERGER, M. E. et al. Estimating activity and sedentary behavior from an accelerometer on the hip or wrist. **Med Sci Sports Exerc**, v. 45, n. 5, p. 964-75, May 2013. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23247702>. Acesso em: 17 maio 2020

ROWLANDS, A. V. et al. Validation of the RT3 triaxial accelerometer for the assessment of physical activity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 3, p. 518-524, 2004. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2004/03000/Validation_of_the_RT3_Triaxial_Accelerometer_for.23.aspx. Acesso em: 23 maio 2020

SAGELV, E. H. et al. Criterion validity of two physical activity and one sedentary time questionnaire against accelerometry in a large cohort of adults and older adults. **BMJ Open Sport Exerc Med**, v. 6, n. 1, p. e000661, 2020. ISSN 2055-7647 (Print) 2055-7647 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32153981>. Acesso em: 23 jun. 2020

SANTOS-LOZANO, A. et al. Actigraph GT3X: validation and determination of physical activity intensity cut points. **Int J Sports Med**, v. 34, n. 11, p. 975-982, 2013. ISSN 0172-4622. Disponível em: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0033-1337945> Acesso em: 23 maio 2020.

SASAKI, J. et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. **Rev Bras Ativ Fís Saúde**, v. 22, n. 2, p. 110-26, 2017. ISSN 1413-3482 (Print) 2317-1634 (Electronic). Disponível em: <file:///C:/Users/Paulo/Downloads/7452-Texto%20do%20Artigo-38801-1-10-20170530.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020

SCHUBERT, M. M.; PALUMBO, E. A. Energy balance dynamics during short-term high-intensity functional training. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 44, n. 2, p. 172-178, Feb 2019. ISSN 1715-5320 (Electronic) 1715-5312 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30058353>. Acesso em: 02 maio 2020

SCOTT, C. B.; FOUNTAINE, C. Estimating the energy costs of intermittent exercise. **J Hum Kinet**, v. 38, p. 107-13, 2013. ISSN 1640-5544 (Print) 1640-5544 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24235988>. Acesso em: 01 maio 2020

SEVITS, K. J. et al. Total daily energy expenditure is increased following a single bout of sprint interval training. **Physiol Rep**, v. 1, n. 5, p. e00131-e00131, 2013. ISSN 2051-817X. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24303194>. Acesso em: 11 set. 2020.

SILVA GRIGOLETTO, M. E. D.; BRITO, C. J.; HEREDIA, J. R. Treinamento funcional: funcional para que e para quem? **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 16, n. 6, p. 714-719, 2014. ISSN 1415-8426 (Electronic) 1980-0037 (Linking). Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n6p714>. Acesso em: 23 maio 2020

SILVA GRIGOLETTO, M. E. D.; RESENDE-NETO, A. G. D.; TEIXEIRA, C. V. L. S. Functional training: a conceptual update. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 22, p. e70646, 2020. ISSN 1415-8426 (Electronic) 1980-0037 (Linking). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e72646>. Acesso em: 23 maio 2020

SILVA, L. X. N. D. **Revisão de literatura acerca do treinamento funcional resistido e seus aspectos motivacionais em alunos de personal training**. 2011. 63p. Trabalho de Conclusão de Graduação (Bacharelado em Educação Física) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVA, M. R. D. **Efeito do treinamento funcional na composição corporal e força de preensão manual de pessoas com deficiência**. 2017. 54p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN., 2017.

SILVA, R. N. D. et al. Avaliabilidade do programa academia da saúde no município do Recife, Pernambuco, Brasil. **Cad Saúde Pública**, v. 33, n. 4, p. e00159415, 2017. ISSN 0102-311X (Print) 1678-4464 (Electronic). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00159415>. Acesso em: 03 nov. 2020

STEC, M. J.; RAWSON, E. S. Estimation of resistance exercise energy expenditure using triaxial accelerometry. **J Strength Cond Res**, v. 26, n. 5, p. 1413-22, May 2012. ISSN 1533-4287.

SUBOC, T. B. et al. Associations of Reducing Sedentary Time With Vascular Function and Insulin Sensitivity in Older Sedentary Adults. **Am J Hypertens**, v. 29, n. 1, p. 46-53, Jan 2016. ISSN 0895-7061 (Print) 1941-7225 (Electronic). Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajh/hpv063>. Acesso em: 23 maio 2020.

SWARTZ, A. M. et al. Estimation of energy expenditure using CSA accelerometers at hip and wrist sites. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 9, p. S450-S456, 2000. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2000/09001/Estimation_of_energy_expenditure_using_CSA.3.aspx. Acesso em: 12 mar. 2020

TABATA, I. Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. **J Physiol Sci**, v. 69, n. 4, p. 559-572, Jul. 2019. ISSN 1880-6562 (Electronic) 1880-6546 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31004287>. Acesso em: 19 abr. 2020.

TABATA, I. et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, n. 10, p. 1327-1330, 1996. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1996/10000/Effects_of_moderate_intensity_endurance_and.18.aspx. Acesso em: 19 abr. 2020

TAPPY, L.; BINNERT, C.; SCHNEITER, P. Energy expenditure, physical activity and body-weight control. **Proc Nutr Soc**, v. 62, n. 3, p. 663-6, Aug 2003. ISSN 0029-6651 (Print) 0029-6651 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14692602>. Acesso em: 28 abr. 2020.

TEIXEIRA, C. et al. Short Roundtable RBCM: Treinamento Funcional. **Rev Bras Ciênc Mov**, v. 24, n. 1, p. 200-206, 04/01 2016. ISSN 0103-1716. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/6180/4275>. Acesso em: 09 jun. 2020.

TOMLJANOVIĆ, M. et al. Effects of five weeks of functional vs. traditional resistance training on anthropometric and motor performance variables. **Kinesiology**, v. 43, n. 2, p. 145-154, 12/01 2011. ISSN 1331-1441 (Print) 1848-638X (Electronic). Disponível em: https://www.academia.edu/24832028/Effects_of_five_weeks_of_functional_vs_traditional_resistance_training_on_anthropometric_and_motor_performance_variables. Acesso em: 20 jul. 2020

TOSELLI, S. et al. Prevalence of overweight and obesity in adults from North Africa. **Eur J Public Health**, v. 24 Suppl 1, p. 31-9, Aug 2014. ISSN 1464-360X (Electronic) 1101-1262 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25107996>. Acesso em: 25 jun. 2020

TROIANO, R. P. et al. Physical activity in the United States measured by accelerometer. **Med Sci Sports Exerc**, v. 40, n. 1, p. 181-8, Jan 2008. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2008/01000/Physical_Activity_in_the_United_States_Measured_by.25.aspx. Acesso em: 09 jun. 2020

TROST, S. G. et al. Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1360-1368, 2011. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2011/07000/Comparison_of_Accelerometer_Cut_Points_for.27.aspx. Acesso em: 09 jun. 2020.

TROST, S. G.; O'NEIL, M. Clinical use of objective measures of physical activity. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 3, p. 178-81, Feb 2014. ISSN 1473-0480 (Electronic) 0306-3674 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24311601>. Acesso em: 09 jun. 2020

TUDOR-LOCKE, C.; BARREIRA, T.; SCHUNA, J. Comparison of step outputs for waist and wrist accelerometer attachment sites. **Med Sci Sports Exerc**, v. 47, n. 4, p. 839-842, 2015. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2015/04000/Comparison_of_Step_Outputs_for_Waist_and_Wrist.21.aspx. Acesso em: 09 jun. 2020

VEZINA, J. W. et al. An examination of the differences between two methods of estimating energy expenditure in resistance training activities. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 4, p. 1026-31, Apr 2014. ISSN 1533-4287 (Electronic) 1064-8011 (Linking). Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2014/04000/An_Examination_of_the_Differences_Between_Two.21.aspx. Acesso em: 23 maio 2020.

WARBURTON, D. E.; NICOL, C. W.; BREDIN, S. S. Prescribing exercise as preventive therapy. **CMAJ**, v. 174, n. 7, p. 961-74, Mar 28 2006. ISSN 1488-2329 (Electronic) 0820-3946 (Print) 0820-3946 (Linking). Disponível em: <https://www.cmaj.ca/content/174/7/961>. Acesso em: 02 ago. 2020.

WEISS, T. et al. Effect of functional resistance training on muscular fitness outcomes in young adults. **J Exerc Sci Fit**, v. 8, n. 2, p. 113-122, 2010. ISSN 1728-869X. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1728-869X\(10\)60017-2](https://doi.org/10.1016/S1728-869X(10)60017-2). Acesso em: 23 maio 2020.

WELK, G. Principles of design and analyses for the calibration of accelerometry-based activity monitors. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 11 Suppl p. S501-S511, 2005. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: < https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2005/11001/Principles_of_Design_and_Analyses_for_the.3.aspx >.. Acesso em: 29 set. 2020.

WESTERTERP, K. R. Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects. **Front Physiol**, v. 4, p. 90, 2013. ISSN 1664-042X (Print) 1664-042X (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23637685>. Acesso em: 11 maio 2020.

WESTERTERP, K. R. Exercise, energy expenditure and energy balance, as measured with doubly labelled water. **Proc Nutr Soc**, v. 77, n. 1, p. 4-10, Feb 2018. ISSN 1475-2719 (Electronic) 0029-6651 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28724452>. Acesso em: 12 out. 2020

WESTERTERP, K. R. et al. Comparison of doubly labeled water with respirometry at low- and high-activity levels. **J Appl Physiol (1985)**, v. 65, n. 1, p. 53-6, Jul 1988. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3136137>. Acesso em: 19 maio 2020

WIJNDAELE, K. et al. Television viewing and incident cardiovascular disease: prospective associations and mediation analysis in the EPIC Norfolk Study. **PloS One**, v. 6, n. 5, p. e20058-e20058, 2011. ISSN 1932-6203. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020058>. Acesso em: 10 maio 2020

WILLIAMS, P. T. Reduced diabetic, hypertensive, and cholesterol medication use with walking. **Med Sci Sports Exerc**, v. 40, n. 3, p. 433-43, Mar 2008. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18379204>. Acesso em: 18 nov. 2020.

WILLIS, E. A. et al. Energy Expenditure and Intensity of Group-Based High-Intensity Functional Training: A Brief Report. **J Phys Activ Health**, v. 16, n. 6, p. 470-476, Jun 1 2019. ISSN 1543-5474 (Electronic) 1543-3080 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31104545>. Acesso em: 13 dez. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity**: preventing and managing the global epidemic. World Health Organization, 2000. ISBN 9241208945.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity** : implementation of the WHO global strategy on diet, physical activity and health. Geneva: World Health Organization 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **A prioritized research agenda for prevention and control of noncommunicable diseases**. MENDIS S, A. A., (ed.) Geneva: World Health Organization, 2011. 57 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on noncommunicable diseases 2014**. ORGANIZATION, W. H. Geneva: World Health Organization, 2014. 280 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Noncommunicable diseases country profiles 2018**. Geneva: World Health Organization, 2018. 223 p.

ANEXO A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

AVALIAÇÃO DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO EM SESSÕES DE TREINO FUNCIONAL E TRADICIONAL (CAMINHADA E CICLISMO INDOOR), EM INDIVÍDUOS, ADULTOS RESIDENTES NA CIDADE DE MAPUTO – MOÇAMBIQUE

MODELO DE CONSENTIMENTO INFORMADO**PARTE I**

Título do Projecto: Avaliação do dispêndio energético em sessões de treino funcional e tradicional (caminhada e ciclismo indoor) em adultos residentes na Cidade de Maputo -Moçambique.

3º Versão do protocolo ref: 528/CNBS/18 , 05 de Dezembro de 2018

Investigadora principal do projeto: Lucília Bernardino Mangona contacto telefónico 845525099. Docente na Escola Superior de Ciências do Desporto, Universidade Eduardo Mondlane e Investigadora no Núcleo de investigação em actividades física Saúde -UP

O Sr está sendo convidado a participar de um estudo de pesquisa intitulado "Avaliação do dispêndio energético em sessões de treino funcional e tradicional (caminhada e Ciclismo indoor), em indivíduos, adultos residentes na Cidade de Maputo -Moçambique" organizado pelo Instituto de Educação Física e Desportos (IEFD) Maputo – Moçambique sob responsabilidade do pesquisador Lucília B. Mangona. Eu já fui devidamente informado que estou livre para concordar ou não em participar deste estudo e entendi os seguintes itens abaixo:

1. OBJETIVO DO ESTUDO

O objetivo deste estudo é quantificar o dispêndio energético induzido por diferentes modalidades de treino, quais sejam, treino aeróbio tradicional e treino funcional, da forma habitualmente praticada em ginásios de treino recreativo, por indivíduos adultos com idades compreendidas entre os 20 a 60 anos, residentes na Cidade de Maputo (Moçambique).

2. PROCEDIMENTOS DO ESTUDO

- a. Será realizada uma palestra inicial de sensibilização para adesão ao estudo. A palestra ocorrerá em lugar privado e serão respeitados todos os aspetos relacionados a confidencialidade.
- b. Dois testes de esforço serão feitos por indivíduo para calibração da Frequência Cardíaca ao consumo de Oxigénio,. O controlo da Frequência

3º Versão do protocolo ref: 528/CNBS/18 , 05 de Dezembro de 2018.....Página 1 de 4

Cardíaca durante às aulas ser por acelerómetro que, será colocada ao nível da cintura em todas as secções de atividade para avaliar o Dispêndio Energético (qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que implica gasto de energia).

- c. Durante aproximadamente três sessões poderá ser submetido a realização de exercício físico, estruturado, sob a supervisão e orientação dos técnicos especialistas da área de exercício físico da Universidade Pedagógica de Moçambique.
- d. O local das avaliações e do programa será na Centro de Reabilitação e Cultura Física (Physical) sita na Av. Marginal N°5714, clube marítimo e Desportos e na Faculdade de Educação Física e Desporto da Universidade Pedagógica, situado na Av. Eduardo Mondlane 955 em Maputo – Moçambique.

3. BENEFÍCIOS E RISCOS POTENCIAIS

Não prevemos nenhum risco com a participação do participante (a) uma vez que não utilizaremos nenhuma medida não rotineira. Como todas medidas a serem realizadas não serão invasivas, não há risco relacionado à coleta de informação para este estudo

4. DESCONTINUAÇÃO VOLUNTÁRIA DO ESTUDO

Você poderá se recusar a participar do projeto, e mesmo que decida participar, você poderá se retirar do experimento no momento que assim desejar sem ser obrigado a dar maiores explicações. Isto não afetará nem o tratamento, nem a participação no programa de exercício, nem a relação médico-paciente com seu médico.

5. PROTEÇÃO DO PACIENTE E ÉTICA

Este estudo será realizado de acordo com os princípios estabelecidos na Declaração de Helsinki e emendas subsequentes (2013) e de acordo com as Boas Práticas Médicas.

6. CONFIDENCIALIDADE

As normas brasileiras garantem o sigilo dos seus dados. Todas informações de pesquisa obtidas durante este estudo proveniente de registro de dados pessoais, são confidenciais. Sua identidade pessoal, quer dizer, seu nome, endereço e outros dados, permanecerão sob sigilo, mesmo que os dados possam vir a ser publicados/divulgados em artigos científicos.

Se você tiver qualquer dúvida sobre este estudo, por favor entre em contato com o pesquisador responsável pelo estudo, Lucília B. Mangona no telefone (+258)845525099 ou ao CNBS (+258)430814/427131(4)

Pesquisador responsável pelo Projeto de Pesquisa
Lucília Berardino Mangona

PARTE II

DECLARAÇÃO DO CONSENTIMENTO INFORMADO

Avaliação do dispêndio energético em sessões de treino funcional e tradicional (caminhada e ciclismo indoor), em indivíduos, adultos residentes na Cidade de Maputo -Moçambique

Após ter recebido informações claras por escrito e explicação oral, **EU CONCORDO** em participar neste projecto de pesquisa sobre a **AVALIAÇÃO DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO EM SESSÕES DE TREINO FUNCIONAL E TRADICIONAL (CAMINHADA E CICLISMO INDOOR), EM INDIVÍDUOS, ADULTOS RESIDENTES NA CIDADE DE MAPUTO –MOÇAMBIQUE** e estou recebendo uma cópia deste documento, assinado e que vou guardar. Sei que para qualquer outra informação poderei entrar em contacto com o pesquisador principal pelo telefone 845525099, E-mail: *lucilia.mangona@gmail.com*, ou pelo endereço: Faculdade de Educação Física e Desporto, AV. Eduardo Mondlane esquina com Salvador Allende 995, CP 2107-Maputo ou ainda pelo Comité Nacional da Bioética para a Saúde pelo telefone +258824066350. E declaro que:

1. Aceitei voluntariamente participar no referido estudo.
2. Fui informado que a minha participação inclui a realização de esforço físico.
3. Fui informado que os testes serão realizados com as medidas de segurança aprovadas por organizações competentes para o efeito, mas que em alguns casos podem criar algum cansaço.
4. Compreendi que os benefícios da minha participação relacionados com vantagens que a saúde pública poderá vir a ter com as descobertas que eventualmente advenham do estudo.
5. Compreendi que a qualquer momento posso recusar a participar num teste, e que posso desistir de participar no projecto, e que isso não me trará nenhum prejuízo.
6. Compreendi que os meus dados terão carácter confidencial mas que em termos de grupos a informação será utilizada para publicações científicas.
7. Compreendi que a qualquer altura posso solicitar esclarecimento sobre qualquer questão tendo para isso a equipa de investigadores à disposição e o comité de ética.

Assinaturas

Assinatura do participante

Data e HoraImpressão digital do
participante que não
possa assinar

Nome do participante (em maiúsculas)

Assinatura do representante legal (se aplicável)

Data e HoraImpressão digital do
representante legal que
não possa assinar

Nome do representante (em maiúsculas)

Assinatura da pessoa que realizou a explicação do consentimento

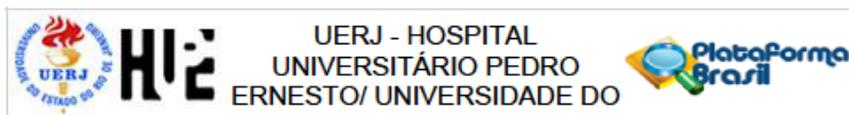
Data e Hora

Nome (em maiúsculas) da pessoa que realizou a explicação do
consentimento

Data e Hora

ANEXO B

Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do dispêndio energético em sessões de treino funcional e tradicional (caminhada e Ciclismo indoor), em indivíduos com sobrepeso, adultos residentes na Cidade de Maputo -Moçambique

Pesquisador: Paulo de Tarso Veras Farinatti

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 96892518.8.0000.5259

Instituição Proponente: Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.940.803

Apresentação do Projeto:

Na procura de soluções para os efeitos nefastos do excesso de peso, e considerando a necessidade de desenvolver estratégias eficazes no sentido de aumentar a energia despendida em atividade física, a presente proposta de pesquisa pretende (1) Avaliar o nível de dispêndio energético induzido por diferentes modalidades de treino em indivíduos adultos com sobrepeso e residentes na Cidade de Maputo, (2) Comparar sessões de caminhada, ciclismo e treino funcional, em relação ao dispêndio energético total e a intensidade relativa, e (3) Identificar o tipo de exercício indutor de maior taxa de dispêndio energético; (4) Ilustrar as implicações de cada tipo de treino. Farão parte da amostra 24 indivíduos de ambos os sexos, divididos em dois grupos etários (18-35; 36-60). Os sujeitos deverão ser clinicamente saudáveis e autorizados pelo médico a realizar exercícios físicos sem restrições. Todos os sujeitos integrantes da amostra serão submetidos (1) um exame clínico, (2) teste de esforço com eletrocardiograma (ECG) e (3) avaliação do consumo máximo de oxigênio. Serão realizados dois testes de esforço por indivíduo para calibração da Frequência Cardíaca (FC) ao consumo de Oxigênio, sendo um em tapete rolante e outro em bicicleta

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **E-mail:** cep.hupe.interno@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.940.803

dentro dos programas usuais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos de apresentação obrigatória foram enviados a este Comitê, estando dentro das boas práticas e apresentando todas as informações necessárias para apreciação ética.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto pode ser realizado da forma como está apresentado. Diante do exposto e à luz da Resolução CNS nº466/2012, o projeto pode ser enquadrado na categoria – APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente, o CEP recomenda ao Pesquisador: Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e no termo de consentimento livre e esclarecido, para análise das mudanças; Informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; O Comitê de Ética solicita a V. S^a., que encaminhe relatórios parciais de andamento a cada 06 (seis) Meses da pesquisa e ao término, encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto; Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1191566.pdf	08/08/2018 16:21:20		Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_de_ciencia.pdf	08/08/2018 16:02:33	Lucilia Mangona	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	08/08/2018 15:53:41	Lucilia Mangona	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projecto_NutricaoExercicio_18_07_18.pdf	01/08/2018 19:33:32	Lucilia Mangona	Aceito
TICLÉ / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_esclarecimento.doc	01/08/2018 19:32:14	Lucilia Mangona	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
 Bairro: Vila Isabel CEP: 20.551-030
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2865-8253 E-mail: cep.hupe.fern@igmail.com

ANEXO C

Ficha de avaliação morfofuncional

PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Avaliação do dispêndio energético no treino funcional em indivíduos adultos residentes na Cidade de Maputo -Moçambique

Ficha de Avaliação Morfo - Funcional

1. Dados dos sujeitos

Data da Avaliação: ___/___/___

ID Nome

Data de Nascimento ___/___/___

Idade Sexo

2. Antropometria

Peso (kg) . Bio . Altura (cm) . Cintura (mm) .

3. Acelarometria

Tarefas	Dia	Hora	Assinatura	
			Sujeito	Técnico
Colocação	___/___/___			
Retirada	___/___/___			

Verificação:

(Coordenador do Projecto)

ANEXO D

Escala de Esforço Percebido - Borg CR-10

Escala de percepção de esforço

0	Absolutamente nada	"Sem DOR"
0,3		
0,5	Extremamente fraco	Apenas Perceptível
1	Muito fraco	
1,5		
2	FRACO	LEVE
2,5		
3	MODERADO	
4		
5	FORTE	INTENSO
6		
7	MUITO FORTE	
8		
9		
10	EXTREMAMENTE FORTE	"DOR MÁX."
11		
...		
	MÁXIMO ABSOLUTO	o mais intenso Possível

ANEXO E

Ficha de registo da frequência cardíaca no treino funcional

Avaliação do dispêndio energético no treino funcional em indivíduos adultos residentes na Cidade de Maputo – Moçambique

Ficha de registo de Frequência Cardíaca na Treino Funcional

ID: Nome:

Data: / / Peso: Altura: IMC:

Data	FC	Hora	Temp:	Humidade	OBS	Data	FC	Hora	Temp:	Humidade	OBS
/ /		:				/ /		:			
Tempo	1ª Volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta		Tempo	1ª Volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	
1						1					
2						2					
3						3					
4						4					
5						5					
6						6					
7						7					
8						8					
9						9					
10						10					
11						11					
12						12					
Borg						Borg					

Data	FC	Hora	Temp:	Humidade	OBS
/ /		:			
Tempo	1ª Volta	2ª Volta	3ª Volta	4ª Volta	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Borg					

Elaborada por: Lucilla Mangana

ANEXO F

Ficha de registo da frequência cardíaca na caminhada contínua

Avaliação do Dispendio Energético no treino funcional em indivíduos adultos residentes na
Cidade de Maputo – Moçambique

Ficha de registo de Frequência Cardíaca na Caminhada

ID: Nome: Data: / / Temperatura: Humidade:

Tempo	FC	RPE	OBS
2			
4			
6			
8			
10			
12			
14			
16			
18			
20			
22			
24			
26			
28			
30			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

Elaborada por: Lucília Mançana