**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO**

Daniel Martinez Lana

**Confiabilidade de um circuito multimodal incremental na
determinação do limiar anaeróbio de idosos por meio da
dosagem do lactato sanguíneo**

**Ribeirão Preto
2018**

Daniel Martinez Lana

**Confiabilidade de um circuito multimodal incremental na
determinação do limiar anaeróbico de idosos por meio da
dosagem do lactato sanguíneo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Enfermagem Fundamental da
Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo, para obtenção do
Título de Mestre em Ciências

Linha de Pesquisa: O cuidar de adultos e idosos

Orientadora: Prof^a Dr^a Leila Maria Marchi Alves
Ancheschi

**Ribeirão Preto
2018**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

LANA, D.M.

Confiabilidade de um circuito multimodal incremental na determinação do limiar anaeróbio de idosos por meio da dosagem do lactato sanguíneo. Ribeirão Preto. 2018.

97 f. il.; 30 cm.

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP. Área de Concentração: Enfermagem Fundamental.

Orientadora: Ancheschi, Leila Maria Marchi Alves

1. Idoso, 2. Exercício em Circuitos, 3. Limiar Anaeróbio, 4. Hipotensão Pós-exercício

Nome: LANA, Daniel Martinez

Título: Confiabilidade de um circuito multimodal incremental na determinação do limiar anaeróbio de idosos por meio da dosagem do lactato sanguíneo.

Dissertação apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof Dr. _____
Instituição: _____

Prof Dr. _____
Instituição: _____

Prof Dr. _____
Instituição: _____

Dedicatória

Dedico esta dissertação aos meus pais que sempre dedicaram suas vidas a minha educação e incentivo aos estudos, e minha esposa, compreensiva, amorosa e aliada inseparável de minha trajetória.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais que nunca abdicaram da minha educação e caráter. A minha esposa, fiel e dedicada em todos os momentos. A minha irmã e cunhado por todo carinho necessário para enfrentar as dificuldades.

Agradeço minha querida orientadora, que com conhecimento, ternura e paciência, foi pilar fundamental para a realização deste sonho. A todo nosso grupo de pesquisa, principalmente a enfermeira e colega Adrielle, que ajudou nos momentos mais difíceis e decisivos.

Aos grandes colegas e professores Thiago, Tarine e Carlos, que participaram das coletas e, portanto, parte integrante deste projeto.

Aos professores parceiros, Marcelo Papoti e Carlos Bueno por terem acreditado no projeto e dado todo o suporte que precisava.

“Se não crescêssemos na existência do mundo externo nem na possibilidade de conhecê-lo, ainda que em parte, não nos esforçaríamos por fazer teorias nem experimentos, ou ao menos não alcançaríamos nenhum êxito em nossa exploração. O êxito da ciência e da tecnologia é o melhor aval do realismo e a melhor refutação do idealismo em suas diversas versões”
(BUNGE, 1985)

RESUMO

LANA, D.M. **Confiabilidade de um circuito multimodal incremental na determinação do limiar anaeróbio de idosos por meio da dosagem do lactato sanguíneo**. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

A prática regular de exercício físico traz inúmeros benefícios para os idosos, mas é necessário identificar uma prescrição de treinamento que possa ser realizada de maneira segura e eficaz por esta população. O Treinamento Multimodal é uma alternativa para estimular as capacidades e habilidades físicas importantes para a manutenção da saúde e autonomia no envelhecimento. O objetivo deste estudo, de abordagem quantitativa e delineamento quase-experimental, foi medir a confiabilidade de um circuito multimodal incremental na determinação do limiar anaeróbio (LAN) de idosos por meio da dosagem do lactato sanguíneo. O estudo foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa. Foram identificadas variáveis sociodemográficas e clínicas. As variáveis clínicas foram medidas antes, durante e após sessões de treinamento em um circuito multimodal. Para as análises descritivas, foram calculadas as frequências absolutas, porcentagens, medianas, médias e desvio padrão. Para a análise de confiabilidade intraobservador e de concordância, foram utilizados o Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI) e o teste de concordância Bland-Altman, usando o pacote estatístico SPSS® V24. Para a identificação da igualdade de médias no teste e no reteste foram utilizados os testes paramétricos t-pareado e One-way ANOVA medidas repetidas, para variáveis contínuas e com distribuição normal, tomadas nos momentos antes e depois. Para os casos onde as suposições de normalidade e/ou esfericidade não foram atendidas, foram utilizados os testes não paramétricos de Wilcoxon ou Friedman. A intensidade do limiar anaeróbio (ILAN) e a Frequência Cardíaca na Intensidade do Limiar Anaeróbio (FCILAN) foram identificadas a partir de três critérios. Participaram do estudo 20 idosos, na maioria mulheres, com idade entre 60 e 65 anos, de cor branca, convivendo com companheiro, com mais de 12 anos de escolaridade, aposentados. Ao testar a reprodutibilidade da ILAN em dois momentos distintos com o mesmo avaliador, observamos que a média dos escores obtidos no teste e reteste foi semelhante ($p > 0,05$) indicando boa correlação entre os pares analisados ($r = ,77$ a $,91$). Nossos resultados também mostraram alta confiabilidade em todos os critérios adotados para determinação do LAN (CCI= $,86$ a $,95$), além de boa concordância das medidas teste e reteste para o LAN2 do 1º e 3º critérios por meio do método de análise Bland-Altman. Identificamos redução da pressão arterial na primeira hora após o treinamento em circuito, em comparação com os valores pré-intervenção, nos momentos teste e reteste. O principal achado de nosso estudo se deu pela confiabilidade e concordância entre as medidas teste-reteste para as variáveis estudadas, sugerindo adequação do circuito multimodal incremental na determinação do LA de idosos por meio da dosagem do Lactato Sanguíneo.

Descritores: Idoso, exercício em circuitos, limiar anaeróbio, hipotensão pós-exercício.

ABSTRACT

LANA, D. M. **Reliability of an incremental multi-modal circuit in the determination of the anaerobic threshold of elderly people through the dosage of the blood lactate.** 2018. 96 f. Dissertation (Master) – Nursing School of Ribeirão Preto, São Paulo University, Ribeirão Preto, 2018.

Regular physical activity brings several benefits to elderly people, but it's necessary to identify a training prescription that can be performed in a safe and effective manner for this population. The Multimodal Training is an alternative to stimulate physical skills and abilities important to maintaining health and autonomy in aging. The purpose of this study, with quantitative approach and quasi-experimental delineation, was to measure the reliability of an incremental multimodal circuit in the determination of the anaerobic threshold (ANT) of elderly people through blood lactate dosage. The study was approved by the Ethics in Research Committee. Social demographic clinical variables were found. Clinical variables were measured before, during and after the training sessions in a multi-modal circuit. For descriptive analysis, absolute frequencies, percentages, medians, averages and standard deviation were calculated. For intra-observer reliability and agreement analysis, we used the Interclass Correlation Coefficient (ICC) and Bland-Altman agreement test, using statistical package, SPSS® V24. To the measures equality identification in the test and retest were used the t-paired parametrics and One-way ANOVA repeated measures, to continuous variables and with normal distribution, taken moments before and after. To the cases where normality and/or sphericity were not satisfied, we used Wilcoxon or Friedman non-parametric tests. The anaerobic threshold intensity (ATI) and the heart rate in the anaerobic threshold intensity (HRATI) were identified according to three criteria. Participated in the study 20 elderly people, mostly women, between the ages of 60 and 65 years old, white colored, living with a partner, with more than 12 years of schooling, retired. When testing the reproducibility of ATI in two different times with the same evaluator, we observed the measure of the obtained scores in the test and retest was similar to ($>,05$), indicating a good correlation between the analyzed pairs ($r = ,77$ a $,91$). Our results also showed high reliability in all adopted criteria to determine ATI (CCI= $,86$ a $,95$), in addition to the good agreement of the test and retest measures to the ATI2 of the first and third criteria through Bland-Altman analysis method. Was identified arterial pressure reduction in the first hour after the circuit training, compared with pre-intervention values, in the test and retest moments. The main discovery was given through reliability and agreement between measures test-retest to the studied variables, suggesting adjustment of the incremental multimodal circuit in the determination of the elderly people ATI through blood lactate dosage.

Descriptors: Aged, circuit-based exercise, anaerobic threshold, post-exercise hypotension

RESUMEN

LANA, D.M. **Confiabilidad de un circuito multimodal incremental en la determinación del umbral anaerobio de ancianos por medio de la dosificación del lactato sanguíneo.** 2018. 96f. Disertación (Maestría) - Escuela de Enfermería de Ribeirão Preto, Universidad de San Pablo, 2018.

La práctica regular de ejercicio físico trae innumerables beneficios para los ancianos, pero es necesario identificar una prescripción de entrenamiento que pueda ser realizada de manera segura y efectiva por esta población. El Entrenamiento Multimodal es una alternativa para estimular las capacidades y habilidades físicas importantes para la manutención de la salud y la autonomía en el envejecimiento. El objetivo de este estudio, de abordaje cuantitativo y delineamiento casi-experimental, fue medir la confiabilidad de un circuito multimodal incremental en la determinación del umbral anaerobio (LAN) de ancianos por medio de la dosificación del lactato sanguíneo. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación. Fueron identificadas variables socio-demográficas y clínicas. Las variables clínicas fueron medidas antes, durante y después de las sesiones e tratamiento en un circuito multimodal. Para los análisis descriptivos, fueron calculadas las frecuencias absolutas, porcentajes, medianas, medias y desviación típica. Para el análisis de confiabilidad intraobservador y de concordancia, fueron utilizados los el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI) y el teste de concordancia Bland-Altman, utilizando el paquete estadístico SPSS® V24. Para la identificación de la igualdad de medias en el test y en el retest fueron utilizados los testes paramétricos t-pareado y One-way ANOVA medidas repetidas, para variables continuas y con distribución normal, tomadas en los momentos antes y después. Para los casos donde las suposiciones de normalidad y/o esfericidad no fueron atendidas, fueron utilizados los testes no paramétricos de Wilcoxon o Friedman. La intensidad del umbral anaerobio (ILAN) y la Frecuencia Cardíaca en la Intensidad del Umbral Anaerobio (FCILAN) fueron identificadas a partir de tres criterios. Participan del estudio 20 ancianos, en la mayoría mujeres, con edad entre los 60 y 65 años, de color blanco, conviviendo con pareja, con más de 12 años de escolaridad, jubilados. Al testar la reproductibilidad de la ILAN en dos momentos distintos con el mismo evaluador, observamos que la media de los escores obtenidos en el test y el retest fue semejante ($>.05$) indicando buena correlación entre los pares analizados ($r = ,77$ a $,91$). Nuestros resultados también mostraron alta confiabilidad en todos los criterios adoptados para determinación del LAN (CCI= $,86$ a $,95$), además de la buena concordancia entre las medidas test y retest para el LAN2 del 1° y 3° criterios por medio del método de análisis Bland-Altman. Identificamos reducción de la presión arterial en la primera hora tras el entrenamiento en circuito, en comparación con los valores pre-intervención, en los momentos test y retest. El principal hallazgo del estudio se dio por la confiabilidad y concordancia entre las medidas test-retest para las variables estudiadas, sugiriendo adecuación del circuito multimodal incremental en la determinación del LA en ancianos por medio de la dosificación del Lactato Sanguíneo.

Descriptores: Anciano, ejercicio en circuitos, umbral anaerobio, hipotensión posejercicio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema ilustrativo do Circuito Multimodal.....	42
Figura 2	Determinação do Limiar Anaeróbio pelo método Bi-segmentado.....	45
Figura 3	Determinação do Limiar Anaeróbio pelo Método Distância Máxima (D-máx).....	46
Figura 4	Fluxograma das etapas da coleta de dados.....	46
Figura 5	Valores das intensidades de Limiar Anaeróbio em bipes por minuto e batimentos por minuto nos momentos teste e reteste sobre o 1º e 3º critérios.....	56
Figura 6	Determinação da intensidade do Limiar Anaeróbio 2 (1º Critério) pelo método Bland-Altman (bipes/min) nos momentos teste e reteste.....	57
Figura 7	Determinação da intensidade do Limiar Anaeróbio 2 (3º Critério) pelo método Bland-Altman (bipes/min) nos momentos teste e reteste.....	58
Figura 8	Valores da média da Pressão Arterial Sistólica (PAS), no teste e no reteste, nos momentos pré-treino, pico e 15, 30, 45 e 60 minutos após o treino.....	59
Figura 9	Valores da média da Pressão Arterial Diastólica (PAD), no teste e no reteste, nos momentos pré-treino, pico e 15, 30, 45 e 60 minutos após o treino.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição numérica e percentual dos participantes segundo as variáveis sociodemográficas.....	50
Tabela 2	Valores médios mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão de Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Frequência Cardíaca (FC) e Duplo produto (DP) dos participantes submetidos ao treinamento em circuito nos momentos teste e reteste.....	52
Tabela 3	Valores de significância para a Intensidade do Limiar Anaeróbio (ILAN), expressos em bipes por minuto, nos três critérios utilizados.....	53
Tabela 4	Valores de significância para a Frequência Cardíaca na Intensidade do Limiar Anaeróbio (FCILAN) para os três critérios utilizados.....	53
Tabela 5	Valores médios mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão do LAN1 e LAN2, segundo os critérios de determinação de Intensidade do Limiar Anaeróbio (ILAN), expressos em bipes por minuto, nos momentos teste e reteste.....	54
Tabela 6	Valores médios mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão dos Limiares anaeróbios 1 e 2 (LAN 1 e LAN 2), segundo os critérios de determinação da Frequência Cardíaca na Intensidade do Limiar anaeróbio (FCILAN), expressos em batimentos por minuto nos momentos teste e reteste.....	54
Tabela 7	Valores médios mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão das concentrações de Lactato Sanguíneo no Repouso (LSR), Lactato Sanguíneo de Pico (LSP) e Intensidade de Pico (IP), nos momentos teste e reteste.....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Doenças Crônicas não Transmissíveis e Envelhecimento.....	15
1.2	Atividade Física para o Idoso.....	18
1.3	Treinamento Multimodal.....	19
1.4	Limiar Anaeróbio.....	23
1.5	Teste de Exercício Incremental.....	27
2	JUSTIFICATIVA.....	29
3	OBJETIVOS.....	31
3.1	Objetivo Geral.....	32
3.2	Objetivos Específicos.....	32
4	HIPÓTESE.....	33
5	MATERIAL E MÉTODO.....	35
5.1	Delineamento e Cenário do Estudo.....	36
5.2	População.....	36
5.3	Caracterização Sociodemográfica.....	37
5.4	Medida Indireta da Pressão Arterial.....	37
5.5	Avaliação da Frequência Cardíaca.....	38
5.6	Determinação do Duplo Produto.....	38
5.7	Percepção Subjetiva do Esforço.....	39
5.8	Coleta de Lactato Sanguíneo.....	39
5.9	Circuito Multimodal.....	40
5.10	Determinação do Limiar Anaeróbio.....	44
5.11	Aspectos Éticos.....	47
5.12	Tratamento Estatístico.....	47
6	RESULTADOS.....	49
6.1	Variáveis Sociodemográficas.....	50
6.2	Variáveis Hemodinâmicas.....	51
6.3	Confiabilidade Teste-reteste (intraobservador).....	53
7	DISCUSSÃO.....	61
7.1	Variáveis Sociodemográficas.....	62
7.2	Intensidade de Limiar Anaeróbio.....	64
7.3	Teste de Exercício Incremental.....	66
7.4	Frequência Cardíaca de Pico e Lactato de Pico.....	68
7.5	Intensidade de Pico.....	69
7.6	Pressão Arterial e Duplo Produto.....	70
7.7	Treinamento Multimodal.....	73
7.8	Limitações do Estudo.....	76
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
	REFERÊNCIAS.....	80
	APÊNDICES.....	93
	ANEXOS.....	97

INTRODUÇÃO

1.1 Doenças Crônicas Não Transmissíveis e Envelhecimento

Nas últimas décadas, o envelhecimento populacional global tem sido rápido e intenso. Em 2012, 810 milhões de pessoas no mundo tinham 60 anos ou mais, constituindo 11,5% da população. Há estimativas de que esse número mais que duplique em 2050, ano em que os idosos deverão somar dois bilhões de pessoas ou 22% da população mundial (SECRETARIA NACIONAL DE PROMOÇÃO DEFESA DOS DIREITOS HUMANOS, 2018).

A tendência de envelhecimento também se reflete na população brasileira. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016), revelaram que entre 2005 e 2015, a proporção de idosos na população do Brasil passou de 9,8% para 14,3%.

O envelhecimento populacional está ligado a vários fatores, como o aumento da expectativa de vida, menor taxa de fecundidade e decréscimo da mortalidade infantil, associados a melhores condições de saúde e mudanças culturais. Tais fatores foram responsáveis por uma transição demográfica que resultou em importante inversão na pirâmide etária brasileira (IBGE, 2009; KÜCHEMANN, 2012; MIRANDA; MENDES; SILVA, 2016).

Como consequência da maior longevidade populacional observada na atualidade, associada ao contexto de desenvolvimento econômico e social marcado por avanços sociais importantes e pela resolução dos principais problemas de saúde pública vigentes em décadas anteriores, pode-se observar um aumento significativo na ocorrência de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) a nível global (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011; SCHMIDT et al., 2011). Sob esse prisma, estimativas indicam que, em 2025, o Brasil terá mais de 30 milhões de indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos e cerca de 85% apresentarão pelo menos uma doença crônica (BRASIL, 2013).

As DCNT são doenças multifatoriais e de longa duração que se desenvolvem no decorrer da vida. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), são representadas principalmente pelas doenças cardiovasculares (acidente vascular cerebral, infarto, hipertensão arterial), doenças respiratórias crônicas, diabetes e câncer (BRASIL, 2011). Atualmente, são consideradas um sério problema de saúde pública, pois respondem por 60% de todo o ônus decorrente de doenças no mundo. Estima-se que no ano 2020, serão responsáveis por 80% da carga de doença dos

países em desenvolvimento. Em nosso país, no ano 2013, as DCNT ocasionaram 72,6% das mortes (BRASIL, 2013).

Além da mortalidade, as DCNT apresentam forte carga de morbidades relacionadas e são responsáveis por grande número de internações, sobrecarregando os sistemas de saúde. Envolvem perda significativa da qualidade de vida e trazem consequências devastadoras para indivíduo, família e comunidade, que se aprofundam à medida que o estado de saúde se agrava (BRASIL, 2013; MALTA et al., 2017).

Concorrem para a causalidade das doenças crônicas diversos fatores de risco modificáveis e não modificáveis.

Dentre os fatores modificáveis, temos os determinantes sociais das DCNT, como as desigualdades sociais, as diferenças no acesso aos bens e aos serviços e a baixa escolaridade. A estes, somam-se o tabagismo, o consumo de bebida alcoólica, a obesidade, a inatividade física e a alimentação inadequada, o que indica que as DCNT são passíveis de prevenção; deste modo, intervir nestes fatores pode resultar em redução do número de mortes em todo o mundo (BRASIL, 2011; BRASIL, 2013; MALTA et al., 2017).

Como fatores de risco não modificáveis, podem ser citados a hereditariedade, o sexo, a raça e a idade, sendo com o tempo, esse dano leva à perda gradual nas reservas fisiológicas, declínio geral na capacidade intrínseca do indivíduo e aumento do risco de contrair DCNT e demência (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2015).

Do ponto de vista cardiovascular, o envelhecimento acarreta aumento da massa cardíaca, com aumento das paredes do ventrículo esquerdo, mesmo sem doença cardiovascular. Essas alterações estão relacionadas à maior rigidez da aorta e deposição de tecido colágeno no ventrículo, ocorrendo um aumento da pós-carga, redução da complacência ventricular e prejuízo na função diastólica. As artérias sofrem mudanças na elasticidade e são observadas alterações morfológicas e funcionais na circulação periférica. Todas essas transformações levam a diminuição do débito cardíaco máximo, com consequente diminuição no Consumo Máximo de Oxigênio (VO_{2max}) (NÓBREGA et al., 1999).

Do ponto de vista físico e funcional, o declínio da aptidão cardiorrespiratória, observado com o avanço da idade, eleva as taxas mortalidade por doenças cardiovasculares e incrementa o risco relativo para Hipertensão Arterial Sistêmica

(HAS) e síndrome metabólica. Apesar de indivíduos idosos apresentarem menor VO₂ máx, a relação entre a aptidão cardiorrespiratória e risco de morbimortalidade é inversamente proporcional e independente da idade. Para Grundy et al. (2012), quanto maior o nível de aptidão cardiorrespiratória, menor o risco de morte e/ou desenvolvimento de doenças crônicas.

No estudo brasileiro conduzido por Trapé et al. (2015), indivíduos com menores índices de aptidão física geral apresentaram valores de Pressão Arterial (PA) mais elevada e pior perfil lipídico quando comparados com aqueles que obtiveram maiores pontuações referentes à aptidão. O mesmo fenômeno é evidenciado quando correlacionado nível de capacidade funcional com mortalidade por todas as causas (PAVASINI et al., 2016).

Somada a isso, a redução da força muscular pode contribuir para a perda da capacidade funcional e da autonomia do idoso, ou seja, o indivíduo começa a possuir limitações quanto ao desempenho das tarefas do cotidiano (NEGRÃO; BARRETO, 2010; NÓBREGA, 1999).

Além da fragilidade músculo esquelética, distúrbios sensoriais, vestibulares e proprioceptivos podem afetar o equilíbrio corporal e contribuir para o risco de quedas. A queda resulta da perda de integração ósteo-muscular-cerebral e é responsável por um grande número de internações, institucionalização e morte em pessoas com idade avançada (BERRY; MILLER, 2008; NEGRÃO; BARRETO, 2010).

De maneira geral, os processos degenerativos do organismo, a nível antropométrico, muscular, articular, pulmonar, neural e cardiovascular originam consequências deletérias no envelhecimento, como decréscimo das habilidades funcionais e declínio das funções fisiológicas (ESQUENAZI; SILVA; GUIMARÃES, 2014). A diminuição da autonomia, a fraqueza muscular e a redução da atividade física, associadas a diversas morbidades, impactam severamente a qualidade de vida dos indivíduos mais velhos (BENICHOU; LORD, 2016).

Diante de tais fundamentos, a comunidade científica reconhece que a participação em atividades físicas regulares e moderadas pode retardar declínios funcionais e cognitivos, além de diminuir o aparecimento de doenças crônicas em idosos saudáveis ou doentes. Assim, o envelhecimento saudável não significa apenas a ausência de doença; para a maioria dos adultos, a manutenção da habilidade funcional é o mais importante (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2005;

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013).

1.2 Atividade Física para o Idoso

Evidências apontam que a prática de exercício físico pelo idoso, seja por treinamento aeróbio ou resistido, previne morbidades, auxilia no tratamento de diversas doenças, diminui a incapacidade física, reduz o risco de mortalidade por todas as causas e previne as quedas (BENICHOU; LORD, 2016; DUNKEL; LOENNEKE; LOPRINZI, 2016; GRUNDY et al., 2012; WANDERLEY et al., 2015).

Diferentes diretrizes recomendam, além da prática de exercícios aeróbios e resistidos, a prescrição de atividades que estimulem o equilíbrio e a flexibilidade na população idosa. De acordo com a OMS, em adultos com 65 anos ou mais, a atividade física inclui atividades profissionais, de lazer, transporte, tarefas domésticas, jogos, esportes ou exercícios planejados, no contexto de atividades familiares e da comunidade, diariamente (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2010).

O protocolo da OMS (2010) prevê que os idosos devem fazer pelo menos 150 minutos de atividade física aeróbia de intensidade moderada, ou pelo menos 75 minutos de atividade física aeróbia de intensidade vigorosa durante a semana, ou trabalhar em uma combinação equivalente de atividades de intensidade moderada e vigorosa. Para benefícios adicionais de saúde, devem aumentar a sua atividade aeróbia de intensidade moderada para 300 minutos, ou se envolver em 150 minutos de atividade física aeróbia de intensidade vigorosa por semana, ou uma combinação equitativa de ambas.

Os adultos mais velhos, com mobilidade comprometida, devem realizar atividade física para melhorar o equilíbrio e evitar quedas em três ou mais dias por semana. Atividades de fortalecimento muscular devem ser praticadas em dois ou mais dias por semana. Quando o idoso não pode praticar as quantidades recomendadas de atividade física, devido às condições de saúde, ele deve ser tão fisicamente ativo quanto as suas condições permitirem (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

Vislumbrando o desenvolvimento de capacidades físicas que beneficiem não somente o aspecto metabólico, mas que também favoreçam o atendimento de

outras necessidades orgânicas, o Treinamento Multimodal (TM) ou multicomponente vem se destacando principalmente no aprimoramento da capacidade funcional, melhora da função cognitiva e prevenção de quedas associadas ao envelhecimento (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al., 2009; UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2008; KANG et al., 2015; VAUGHAN et al., 2014; KOVÁCS et al., 2013; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

1.3 Treinamento Multimodal

Diferentes modelos conceituais definem atividade física, exercício físico e aptidão física. Para o American College of Sports Medicine - ACSM (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al., 2009), a definição destes termos e conceitos é essencial.

Uma das definições mais clássicas compreende atividade física como qualquer movimento corporal voluntário, produzido pelos músculos esqueléticos, que resulta em demanda energética acima dos níveis considerados de repouso (CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSEN, 1985). Pode ser representada por atividades cotidianas que resultam em gasto energético, como a realização das atividades ocupacionais, promoção dos hábitos de higiene corporal e alimentação, cumprimento de tarefas domésticas, atividades de lazer, atividades esportivas e programas de condicionamento físico (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al., 2009; GUEDES; GUEDES, 1995).

Exercício refere-se a movimentos planejados, estruturados e repetitivos para melhorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física (CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSEN, 1985). De forma relativa, o conceito de exercício físico é mais restritivo que o de atividade física, ou seja, o exercício pode ser visto como uma subcategoria da atividade física. É preciso salientar que apenas a demanda energética induzida pelo envolvimento em atividades esportivas e condicionamento pode ser compreendida como exercício (GUEDES; GUEDES, 1995).

Já a aptidão física expressa capacidade funcional direcionada à realização de esforços físicos associados à prática de atividade física, representada por um conjunto de componentes relacionados à saúde e ao desempenho atlético (CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSEN, 1985; GUEDES; GUEDES, 1995). Na

vertente da aptidão física relacionada à saúde, Pate (1988) determina que a capacidade de realizar tarefas diárias com vigor está associada a baixo risco do desenvolvimento prematuro de doenças hipocinéticas. Considerando a aptidão física direcionada ao desempenho atlético, é preciso incluir os atributos biológicos necessários à prática eficiente de esportes (GUEDES; GUEDES, 1995).

Segundo Guedes e Guedes (1995), a prática de atividade física, que constitui um processo dinâmico, influencia nos índices de aptidão física; por sua vez, a aptidão física, considerada um estado ou condição estática e dinâmica, estabelece limitações para a atividade física. Ainda, além do exercício físico, a prática de atividade física em nosso cotidiano também constitui mecanismo de promoção de aptidão física. Para os autores, os índices de aptidão física constituem moduladores dos atributos voltados à capacidade de realizar esforços físicos que garantam as boas condições de sobrevivência do indivíduo.

Estes são conceitos com íntima interrelação e constituem variáveis que podem modificar os padrões de saúde e longevidade (GUEDES; GUEDES, 1995).

A evidência sobre o impacto do treinamento é considerada para várias dimensões do exercício: o treinamento de exercícios aeróbicos refere-se a exercícios em que os músculos grandes do corpo se movem de forma rítmica por períodos sustentados; o treinamento de exercícios de resistência faz com que os músculos trabalhem ou apliquem força sobre uma resistência ou carga; o exercício de flexibilidade refere-se a atividades destinadas a preservar ou avultar a amplitude de movimento em torno de uma articulação; e treinamento de equilíbrio refere-se a uma combinação de atividades projetadas para aumentar a força das extremidades e reduzir a probabilidade de queda (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al., 2009).

O TM pode ser definido como um programa de exercícios que envolve várias capacidades motoras (exercício resistido, exercício aeróbio, equilíbrio, coordenação, agilidade e flexibilidade), normalmente realizadas em uma mesma sessão de treino (BAKER; ATLANTIS; SINGH, 2007).

Por outro lado, a literatura costuma a dividir as capacidades motoras em duas: capacidades condicionais e capacidades coordenativas. Na lista das condicionais podemos citar as resistências e suas derivações (aeróbia, anaeróbia, máxima e rápida), as velocidades (reação, cíclica e acíclica) e a flexibilidade (estática e dinâmica). Por outro lado, as coordenativas podem se dividir em:

diferenciação sensorial, observação, representação, antecipação, ritmo, coordenação motora, controle motor, reação motora e expressão motora (BARBANTI, 2010).

Duas das principais revisões da literatura sobre TM ou multicomponente apresentam como critério de inclusão para a análise no mínimo três capacidades motoras (BAKER; ATLANTIS; SINGH, 2007; BOUAZIZ et al., 2016). É preciso destacar que normalmente os trabalhos não fazem distinção entre os tipos de capacidades. Muito possivelmente por haver uma integração entre elas, além de ser difícil estabelecer um limiar onde uma começa e a outra termina.

Sabendo da importância de acrescentar mais capacidades motoras aos protocolos de exercício para idosos, o ACSM descreveu a pertinência dos exercícios que estimulam o equilíbrio e aumentam a flexibilidade para esta faixa etária, além de manter a valorização dos exercícios tradicionais, que envolvem força e atividade aeróbia. Desta forma, a diretriz americana reitera a importância do exercício multimodal para a saúde física dos indivíduos em idade avançada (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al., 2009).

Outros autores salientam que as intervenções multimodais são importantes no processo de envelhecimento porque, ao associarem diferentes modalidades de exercício, promovem interferências dos benefícios de uma sobre outra. Por exemplo, o treino de resistência influencia o processamento mental e a integração sensório-motora, sendo o inverso também verdadeiro (CORTÊS; GAMA; DIAS, 2007).

Bouaziz et al. (2016), em um estudo de revisão sistemática que incluiu 27 publicações de diferentes países, demonstraram os efeitos positivos do exercício multimodal na população idosa, com benefícios sobre a aptidão cardiorrespiratória, o perfil lipídico, a composição corporal, a capacidade funcional, o risco de quedas e o desempenho cognitivo. Em outro recente estudo, Kang et al. (2015), observaram que quatro semanas de participação em um programa de TM foram suficientes para melhorar a força muscular, a flexibilidade e o equilíbrio estático e dinâmico de idosos. Também Vaughan et al. (2014), realizaram um estudo com um programa de exercícios multimodal, durante 16 semanas, que resultou em melhorias no desempenho cognitivo e motor de mulheres com idade mais avançada quando comparadas a um grupo mais jovem.

Além disso, o TM tem como vantagem a necessidade de mínimos recursos para sua operacionalização (elásticos, cadeira, halteres e outros), tornando-o mais

acessível para o maior número de pessoas e viabilizando sua aplicação onde há escassez de investimento em equipamentos para a prática de atividades físicas, favorecendo sua implementação junto à população em geral (LAYNE et al., 2017; TARAZONA-SANTABALBINA et al., 2016).

Cabe salientar que uma grande lacuna na literatura diz respeito à contraposição entre as diferentes capacidades físicas envolvidas em uma sessão de TM e a dificuldade de mensurar a intensidade do esforço; consequentemente, é complicada e complexa a ação de prescrever as sessões de exercícios.

Reconhecendo que a aptidão funcional depende de diversos componentes, como a capacidade aeróbia, a força muscular, a flexibilidade e o equilíbrio, dentre outros, a American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD) desenvolveu um conjunto de testes motores que medem os componentes da capacidade funcional de idosos. O “AAHPERD Fitness Task Fource”, bastante utilizado na prática clínica, pode oferecer um panorama geral da saúde física do idoso, principalmente por fornecer indicativos sobre sua condição de realizar as atividades da vida diária com autonomia e segurança. Mas, apesar de medir o desempenho funcional, esse tipo de teste não fornece informação para o planejamento e prescrição dos exercícios (CLARK, 1989).

Assim, a metodologia empregada para avaliar e prescrever os exercícios é um fator limitador dos estudos desenvolvidos acerca da temática. Sendo a intensidade uma das principais variáveis do treinamento, os artigos que investigam os efeitos do TM utilizam diferentes medidas indiretas de intensidade do esforço, como a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) (VAUGHAN et al., 2014), a avaliação da Frequência Cardíaca (FC) (TARAZONA-SANTABALBINA et al., 2016), ou simplesmente não descrevem o método utilizado para avaliação da intensidade de esforço (BACKER et al., 2007).

Bouaziz et al. (2016) comentam a heterogeneidade de métodos, exercícios, testes e medidas entre os estudos sobre TM e salienta que pesquisas futuras deveriam incluir melhores descrições sobre a intensidade dos exercícios prescritos, frequência de treinamento e duração das intervenções.

Para Backer et al. (2007), o exercício multimodal pode apresentar menor efeito nos resultados físico e funcional em comparação ao unimodal. Segundo os autores, outros estudos deveriam levar em conta as intensidades prescritas

individualmente e com doses efetivas, encontradas em atividades de modalidade única.

1.4 Limiar Anaeróbio

O dispêndio energético depende de vários fatores, entre os quais o tipo, frequência, duração e intensidade do exercício, as condições climáticas, o estado físico do indivíduo, a composição corporal, a condição muscular e os aspectos nutricionais individuais. Leva-se em conta também a demanda energética em relação ao desempenho, compreendendo as diferentes atividades. As requisições específicas de cada modalidade podem ser adquiridas e treinadas, mas os componentes funcionais (força, resistência, velocidade e coordenação) são comuns para o desenvolvimento do desempenho (FUNDAÇÃO VALE, 2013).

No momento de definir os melhores exercícios para diferentes objetivos, o treinamento deve ser construído com base nas variáveis força, resistência, velocidade e coordenação e no tipo de atividade física. Há necessidade de compreender a atuação do metabolismo em cada modalidade em função de suas características e conhecer as valências físicas associadas aos sistemas energéticos específicos da cadeia de fosfatos de alta energia, à glicólise aeróbia-anaeróbia e ao sistema oxidativo, a fim de avaliar as respostas fisiológicas ao exercício proposto (FUNDAÇÃO VALE, 2013).

Sabe-se que a fonte de energia humana para a atividade muscular provém dos nutrientes da alimentação, ou seja, organismo é capaz de converter os substratos absorvidos nos alimentos em um composto altamente energético, conhecido como adenosina trifosfato (ATP), antes que possa ser aproveitada pelo organismo. O ATP está presente em todas as células e é produzido a partir das moléculas de glicose, bem como do glicogênio muscular e hepático que foi estocado durante a síntese dos alimentos (FUNDAÇÃO VALE, 2013).

Mas as moléculas de ATP estocadas são limitadas para suprir os vários tipos de atividades a serem realizadas e o organismo necessita da contribuição dos sistemas anaeróbio e aeróbio de transferência de energia. A necessidade metabólica quanto à produção de mais energia leva à maior necessidade de ATP para a realização da atividade muscular. A maneira como a ressíntese ocorre depende da intensidade e da duração total dos exercícios, podendo ela ser

proveniente de fontes anaeróbias, por meio do sistema fosfagênio (metabolismo anaeróbio alático), do sistema glicolítico (metabolismo anaeróbio láctico) e de forma aeróbia, por meio ciclo de Krebs, também conhecido como ciclo do ácido cítrico ou sistema oxidativo (FUNDAÇÃO VALE, 2013; MARQUEZI, 2006; URSO et al., 2013).

O sistema anaeróbio alático fornece energia imediata, podendo ser utilizado em atividades intensas e de curtíssima duração, como uma corrida de 100 metros rasos. Por este metabolismo energético, durante os primeiros dois a três segundos é utilizada a adenosina trifosfato armazenada no músculo; após, é utilizada a creatina fosfato para ressíntese de ATP. Como as reservas de creatina fosfato no músculo são muito limitadas, depois que o ATP e a creatina fosfato são usados (após seis a oito segundos), o organismo passa a conseguir energia para o exercício por meio do metabolismo anaeróbio láctico ou do metabolismo aeróbio (FUNDAÇÃO VALE, 2013; MARQUEZI, 2006; URSO et al., 2013).

O sistema anaeróbio láctico ou glicolítico é o sistema de transferência de energia a curto prazo, utilizado predominantemente em exercícios de alta intensidade e duração moderada (máximo de dois minutos). O ATP é formado a partir do glicogênio muscular e há produção de ácido láctico (FUNDAÇÃO VALE, 2013; MARQUEZI, 2006; URSO et al., 2013).

Por sua vez, o sistema aeróbio ou oxidativo é um sistema de transferência de energia a longo prazo, associado à realização de atividades de longa duração em intensidade leve a moderada, como maratonas e provas de ciclismo. Permite ao organismo transportar e absorver todo o oxigênio necessário para a produção de ATP exigida pela atividade (FUNDAÇÃO VALE, 2013; MARQUEZI, 2006; URSO et al., 2013).

Assim, contribuição relativa de cada substrato para a manutenção da demanda energética durante o exercício é determinada pela intensidade e duração do esforço, tipo de treinamento, dieta e ação hormonal (MARQUEZI, 2006).

Todas essas características dos componentes direcionados à aptidão física relacionada à saúde ou ao desempenho atlético poderão auxiliar no estabelecimento de metas e estratégias a serem adotadas na prescrição de exercícios (GUEDES; GUEDES, 1995). Mecanismos de avaliação e/ou prescrição de exercícios para a prevenção de doenças ou a melhoria do desempenho funcional são fundamentais, uma vez que a prescrição de exercícios acima de um determinado limite (faixa de intensidade) pode ser extremamente prejudicial para a saúde (BINDER et al., 2008).

Dentre os muitos tipos de testes físicos, um dos mais conhecidos no meio científico e clínico é a avaliação da aptidão aeróbia. No início do século 20, Hill e Lupton (1923), foram os primeiros cientistas a utilizar o VO₂máx para avaliar a resistência do sistema aeróbio e categorizar o nível de aptidão para cada indivíduo, classificando-os em ativos ou sedentários.

Posteriormente, outros métodos de diagnóstico da capacidade aeróbia e intensidade máxima de trabalho foram descobertos e começaram a ser utilizados. Em 1960, foram desenvolvidas técnicas para a mensuração da concentração de lactato em amostras de sangue coletadas em tubos capilares e este procedimento gradativamente se tornou o principal método para diagnóstico de performance aeróbia na prática esportiva (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009).

O lactato foi assim reconhecido como um composto orgânico que serve como fonte de energia para a prática de atividades físicas. Sempre presente, a concentração de lactato no organismo é baixa nos momentos de repouso e se eleva em atividades de alta intensidade, tornando este composto um importante referencial de treinamento físico. Desta forma, o Lactato Sanguíneo (LS) é um importante marcador fisiológico usado para predição do metabolismo ou intensidade de exercício, sendo o aumento de seus níveis um indicativo direto do esforço físico (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Mas foi somente em 1979 que Kindermann, Simon e Keul (1979) introduziram o conceito de transição aeróbio-anaeróbio como estrutura de diagnóstico e prescrição do exercício de resistência aeróbia. Esta transição pode ser determinada por meio de um método não invasivo da resposta ventilatória e análise dos gases (consumo de oxigênio) ou por medida direta e invasiva da concentração do LS (BINDER et al, 2008).

Posteriormente, para o melhor entendimento do metabolismo frente ao exercício, pesquisadores passaram a dividir esse conceito de transição do metabolismo (KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979), em diferentes limiares. As diversas concepções e interpretações desses limiares se devem ao fato de que o fornecimento de energia do metabolismo aeróbio/anaeróbio acontece de maneira contínua e não de forma repentina. Além disso, diversas nomenclaturas (limiar de lactato, "Lactate turnpoint", limiar anaeróbio, limiar anaeróbio 1 e 2, dentre outras) vêm sendo utilizadas, gerando um desacordo nos diferentes conceitos, pois alguns autores se utilizam da mesma terminologia para explicar pontos diferentes do

metabolismo (MYERS; ASHLEY, 1997; MaC LELLAN, 1987; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009).

Em nosso estudo, a fim de padronizar a nomenclatura e facilitar o entendimento do leitor, as transições metabólicas serão chamadas respectivamente de Limiar Anaeróbio 1 (LAN 1) e Limiar Anaeróbio 2 (LAN 2).

O LAN 1 foi inicialmente definido por Wasserman e Mcilroy (1964) como o ponto inicial do aumento do LS acima da sua linha de base, demarcando a transição do exercício de baixa para moderada intensidade. Skinner e Mclellan (1980) acreditam que este ponto pode representar um metabolismo exclusivamente aeróbio, o que caracterizaria a tolerância superior à uma hora de exercício (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009).

A maioria dos estudos, contudo, apresenta valores fixos e divergentes na determinação do LAN 1. Valores fixados em 2mmol/l e diferentes concentrações acima da linha de base (1mmol/l, 0,5 mmol/l, e 0,2 mmol) foram utilizados por diversos pesquisadores (KINDERMAN; SIMON; KEUL, 1979; SKINNER; MCLELLAN, 1980; HUGHSON; GREEN, 1982; COYLE et al., 1983; HAGBERG; COYLE, 1983; WELTMAN et al., 1987; WELTMAN et al., 1989).

O LAN 2 representa a maior concentração de lactato que pode ser mantida em estado estável, durante um longo período de exercício com carga submáxima. A Máxima Fase Estável de Lactato (MFEL), como é referida, representa a maior intensidade do exercício com predomínio do metabolismo aeróbio, havendo o equilíbrio entre a produção e a remoção do LS (BENEKE, 2003; ZAGATTO, 2013).

Sendo considerado o padrão ouro, a determinação do LAN 2 vem sendo realizada por diferentes métodos com o intuito de prever a taxa de trabalho correspondente a MFEL (BENEKE, 1995). Dentre eles, a concentração fixa de 4 mmol/l e o Limiar Anaeróbio Individual (LANI), são os mais utilizados até o momento (HECK et al., 1985; STEGMANN; KINDERMANN; SCHNABEL, 1981; SKINNER; MCLELLAN, 1980; KINDERMAN; SIMON; KEUL, 1979; URHAUSEN et al., 1993). Ainda que tais métodos apresentem, em alguns casos, diferença significativa quando comparado com a MFEL, eles possuem a vantagem por conseguir determinar o LAN 2 em uma única sessão de treino, enquanto a medida padrão ouro necessita de pelo menos três dias de avaliação.

1.5 Teste de Exercício Incremental

Diante da complexidade metabólica a respeito da participação dos sistemas aeróbio e anaeróbio no fornecimento de energia para as células musculares e os diferentes métodos e interpretações dos limiares anaeróbios (LAN 1 e LAN 2), pesquisadores e treinadores do mundo todo têm utilizado o Teste de Exercício Incremental (TEI) para planejar intensidades de treinamento e avaliar o efeito na capacidade aeróbia de determinada modalidade (DEKERLE et al., 2003; HECK; SCHULZ; BARTMUS, 2003; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009).

Apesar dos protocolos de TEI divergirem quanto à duração e a intensidade de trabalho para cada estágio, todos devem necessariamente incluir três fases distintas. Na primeira fase, há um aumento na extração de oxigênio pelos tecidos, sem alteração significativa do LS ($< 2\text{ mmol/L}$). Na fase 2, com o incremento na intensidade do exercício, há contínua elevação da FC e da VO_2 , e início do aumento dos índices de LS. O ponto entre a fase 1 para a 2 é marcado pelo aparecimento do LAN 1 (cerca de 2 mmol/L) e da intensidade leve para a moderada. Na última fase do TEI, a produção de lactato passa a superar a remoção do mesmo, fazendo com que haja um aumento exponencial da concentração do metabólito no sangue. A transição entre as fases 2 e 3 é chamada de LAN 2 ($3\text{ a }4\text{ mmol/L}$), e também marca a passagem do exercício moderado para o pesado (BINDER et al., 2008; SKINNER; McLELLAN, 1980).

Assim, o TEI vem sendo utilizado para o diagnóstico da capacidade e potência aeróbia, utilizando principalmente ergômetros como esteira, bicicleta, remo e ergômetro de braço (BENEKE, 1995; KAIR et al., 2015; POGLIAGHI et al., 2006).

Recentemente, aplicações mais abrangentes têm despertado o interesse de alguns pesquisadores na determinação do limiar anaeróbio. Zagatto et al. (2016), compararam variáveis de velocidade, FC e LAN 2, mensurados em um circuito de exercícios específicos para jogadores de futebol (circuito Hoff), com um TEI realizado na esteira em ambiente de laboratório. Em outro estudo, Souza (2013), utilizaram um TEI para determinar a intensidade correspondente ao limiar anaeróbio de dois exercícios resistidos (*leg press* e supino reto) em homens idosos. Diferentemente, um grupo de pesquisadores testou a validade e a reprodutibilidade de um teste incremental com o exercício senta e levanta. O objetivo do estudo foi correlacionar os valores de LAN medido pelo analisador de gases (VO_2)

comparando o exercício em questão com um TEI padrão (cicloergômetro). Os autores destacaram a possibilidade de testar protocolos que poderão ser utilizados em clínicas ou lugares desprovidos de recursos tecnológicos (NAKAMURA et al., 2015).

Neste sentido, encontrar uma forma de avaliar o esforço do idoso em uma sessão de exercício multimodal, através da determinação do limiar anaeróbio, se torna imprescindível para que a prescrição do treinamento possa ser realizada de maneira segura e eficaz. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar, numa população idosa, a confiabilidade de um TEI realizado em circuito com exercícios multimodais na determinação dos limiares anaeróbios (1 e 2), observando as respostas das variáveis de intensidade, LS, FC, PSE, Pressão Arterial (PA) e Duplo Produto (DP).

2 JUSTIFICATIVA

Para a OMS, o envelhecimento saudável é visto como o processo de desenvolvimento e manutenção da capacidade funcional que permite o bem-estar em idade avançada. O quadro de saúde pública para o envelhecimento saudável identifica que otimizar a capacidade funcional é um objetivo comum para todas partes interessadas, que pode ser alcançado em cinco domínios fortemente interconectados: atender às suas necessidades básicas; aprender, crescer e tomar decisões; movimentar-se; construir e manter relacionamentos e contribuir. Juntas, essas habilidades permitem que os adultos maiores envelheçam de forma segura e mantenham a sua autonomia e saúde (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2015).

As ações necessárias para promover essas habilidades tomam muitas formas, porém operam de duas maneiras fundamentais. A primeira é por meio da construção e manutenção da capacidade intrínseca, tanto reduzindo riscos, incentivando comportamentos saudáveis (como atividades físicas), removendo barreiras ou prestando serviços que promovam a capacidade (como cuidados com a saúde). A segunda é a de permitir maior capacidade funcional em alguém com um determinado nível de capacidade (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2015).

É especialmente importante promover e facilitar a prática regular de atividade física entre idosos, grupo frequentemente menos ativo fisicamente (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2010; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2015). No documento intitulado “Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases - 2013-2020”, a OMS faz um apelo para a promoção de ações visando a redução das DCNT e define estratégias a serem empreendidas, incluindo a redução relativa de 10% na prevalência de insuficiente atividade física neste período (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013).

Diante destes desafios, tendo em vista a complexidade das demandas físicas e funcionais apresentadas pelos idosos, o TM aparece como uma alternativa viável a partir da premissa de estimular capacidades e habilidades físicas importantes para a saúde e autonomia do idoso.

Contudo, ainda são poucos os trabalhos demonstrando os efeitos de um TEI multimodal em idosos, especialmente investigando as respostas de intensidade, LS, FC, PSE, PA e DP.

Frente a tais considerações, propusemos a presente investigação.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

- Medir a confiabilidade de um circuito multimodal incremental na determinação do limiar anaeróbio de idosos por meio da dosagem do lactato sanguíneo.

3.2 Específicos

- Caracterizar os participantes do estudo em relação às variáveis sociodemográficas (idade, sexo, situação familiar conjugal, cor da pele, escolaridade, ocupação) e clínicas (Frequência Cardíaca, Pressão Arterial, Índice de Massa Corporal);
- Mensurar as variáveis clínicas dos participantes: Frequência Cardíaca, Pressão Arterial, Duplo Produto e Percepção Subjetiva de Esforço antes (pré-exercício), durante e depois do teste incremental em circuito multimodal, em dois momentos distintos (teste e reteste);
- Determinar o lactato sanguíneo dos participantes do estudo em diferentes momentos: antes (pré-exercício), durante e depois do teste incremental em circuito multimodal, em dois momentos distintos (teste e reteste);
- Comparar os valores das variáveis mensuradas nos momentos teste e reteste.

4 HIPÓTESE

Nossa hipótese é de que o teste incremental realizado em circuito multimodal é confiável na determinação do limiar anaeróbio de idosos, quando avaliado por meio da dosagem do LS.

Compreendemos que a adoção desta estratégia por profissionais habilitados e sua indicação à população idosa pode otimizar as capacidades funcionais, construir habilidades intrínsecas e contribuir para a promoção ou recuperação da saúde no envelhecimento.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Delineamento do Estudo

Estudo de abordagem quantitativa e delineamento quase-experimental, que visa medir a confiabilidade de um instrumento de coleta de dados.

A confiabilidade é um atributo importante de um instrumento de medida que se refere à consistência ou estabilidade desta medida, revelando constância de resultados. A confiabilidade teste-reteste é utilizada para observar os resultados obtidos a partir da aplicação de um instrumento de medida duas vezes em um mesmo grupo de pessoas, pelo mesmo observador (intraobservador), com um intervalo de tempo entre as intervenções. Desta forma, os resultados serão comparados em situações semelhantes e sucessivas (no caso de nosso estudo, avaliação dos escores de um mesmo participante, em um mesmo teste, em ocasiões diferentes). Se a correlação entre os resultados do teste e do reteste for positiva ou se sua repetida aplicação, ao mesmo sujeito, produzir resultados iguais (obtenção de escores muito semelhantes nos dois momentos), o instrumento pode ser considerado confiável ou consistente (MARTINS, 2006).

5.2 População

Participaram do estudo os integrantes das atividades de extensão promovidas por docentes do Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (EEFERP - USP).

Para o recrutamento dos participantes, nos dirigimos ao local onde os voluntários faziam as práticas de exercícios e fizemos uma explanação sobre o tema, objetivos e métodos da pesquisa. Após, todos foram convidados a participar do estudo, agendando horários para atendimento individual.

Posteriormente, aqueles que compareceram no dia e hora marcada receberam informações detalhadas a respeito dos objetivos, procedimentos e possíveis desconfortos relacionados à coleta de dados, devendo manifestar interesse ou recusa em participar do estudo. Aqueles que concordaram em participar, após ciência e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foram orientados a respeito do protocolo de atividades, com agendamento de cada etapa da coleta de dados.

A coleta de dados foi realizada no ginásio poliesportivo da EFERP-USP, no período de julho a setembro de 2017.

Critérios de inclusão / exclusão

Constituíram critérios de inclusão neste estudo: apresentação do termo de liberação médica para prática de exercícios físicos, que sinalizou a ausência de alterações sistêmicas e físicas que inviabilizassem ou desaconselhassem tal prática; idade igual ou superior a 60 anos; participação regular nas atividades desenvolvidas pelo projeto de extensão da EFERP- USP; manifestação de disponibilidade para comparecer às atividades propostas. Constituíram critérios de exclusão: valores de PA de repouso superiores a 160x110 mmHg no momento que antecedeu a prática do exercício físico.

Cabe ressaltar que para a inclusão dos participantes, no que concerne à faixa etária, consideramos a aceitação da Política Nacional do Idoso (PNI), Lei nº8. 842 de 4 de janeiro de 1994, que define como idosa a pessoa com 60 anos de idade ou mais (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME, 2010).

5.3 Caracterização Sociodemográfica

Elaboramos um instrumento específico para a identificação das variáveis sociodemográficas, que incluiu os dados relacionados à idade, sexo, situação familiar conjugal, cor da pele, escolaridade, ocupação. As questões foram respondidas de forma autodeclaratória, tendo por referência o modelo de investigação adotado pelo IBGE (BRASIL, 2009).

5.4 Medida Indireta da Pressão Arterial

Com a finalidade de identificar se os valores de PA de repouso permitiriam a realização do exercício, ou seja, se eram inferiores a 160x100 mmHg, a PA dos participantes foi medida de maneira indireta, por método oscilométrico, com equipamentos automáticos OMRON HEM 705 CP®, no momento que antecedeu a sessão de treinamento. Antes desta medida, o participante permaneceu em repouso e em silêncio por 10 minutos.

De igual forma, a PA também foi medida imediatamente após (até 1 minuto) o último estágio do circuito. Na primeira hora após o treinamento, foram realizadas mais quatro medidas de PA com 15 minutos de intervalo entre elas.

Os procedimentos de medida da PA foram realizados com a colaboração de uma enfermeira do grupo de pesquisa. O participante foi mantido sentado em cadeira, relaxado e com o dorso recostado, com o braço apoiado e na altura do coração, livre de roupas, com a palma da mão voltada para cima e o cotovelo ligeiramente flexionado. Foram utilizadas braçadeiras adequadas à medida da circunferência braquial.

Em todos os momentos, foram respeitadas as exigências técnicas para adequada obtenção da PA, conforme especificações da 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (MALACHIAS et al., 2016).

5.5 Avaliação da Frequência Cardíaca

Respeitando as determinações das III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico (MENEZES et al., 2010), obtivemos a FC com a utilização de cardiofrequencímetro Polar FT1®. A variável foi medida no momento pré-exercício, após o participante ter permanecido por 10 minutos em repouso e durante as sessões de exercícios, a cada duas voltas no circuito ou antes, nas ocasiões em que houve interrupção do teste por exaustão do participante.

5.6 Determinação do Duplo Produto

O DP é uma variável importante por sua estreita relação com a função ventricular e com o consumo de oxigênio pelo miocárdio, podendo indicar a condição cardíaca em testes de esforço. Calculamos o DP pela multiplicação da Pressão Arterial Sistólica (PAS) pela FC, obtidas com o participante em repouso (pré-exercício) e no último estágio do circuito (até 1 minuto) (CONSENSO NACIONAL DE ERGOMETRIA, 1995).

5.7 Percepção Subjetiva de Esforço

A taxaço do esforço percebido é um indicador válido e confiável para monitorar a tolerância de um indivíduo ao exercício que pode ser mensurada por meio da utilização de instrumentos específicos (SILVA et al., 2011).

Uma das escalas mais comumente utilizadas para este fim foi criada pelo fisiologista sueco Gunnar Borg para a classificação da PSE, proporcionando a medida individualizada do esforço percebido ou fadiga geral, dor ou desconforto muscular e dispnéia ao exercício. Originalmente descrita nos anos 60, a escala foi posteriormente modificada e passou a ser pontuada de zero a dez, com expressões verbais na qual cada número corresponde a uma intensidade de falta de ar, variando de nenhum a máximo (JUNIOR, 2013).

De acordo com a Escala Modificada de Borg (EMB), a intensidade do exercício, a FC e o consumo de oxigênio crescem linearmente. Assim, por sua precisão e correlação com sinais fisiológicos, o instrumento teve seu uso difundido na prática, sendo muito utilizado em TEI (JUNIOR, 2013).

Em nosso estudo, a partir da EMB, os indivíduos foram orientados a escolher uma única pontuação que refletisse seu grau de esforço durante o teste, a cada duas voltas no circuito e até a interrupção do mesmo.

5.8 Coleta de Lactato Sanguíneo

As amostras de sangue capilar dos participantes foram coletadas por um colaborador treinado, por meio de punção do lóbulo da orelha, respeitando os princípios de biossegurança. Após a antisepsia do lóbulo com álcool isopropílico 70%, o local foi puncionado com um golpe rápido, contínuo e deliberado, com a utilização de lancetas apropriadas e estéreis. A primeira gota de sangue foi descartada, porque poderia estar contaminada com líquido tissular ou debris (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

Por meio desta única punção, cinco a oito amostras de sangue capilar contendo 25 microlitros (μ l) foram depositadas em tubos capilares calibrados, em momentos distintos: com os participantes em repouso (no momento que antecedeu a prática das atividades) e após os estágios completos no circuito.

Posteriormente, as amostras foram transferidas para tubos Eppendorf de 1,5 ml, contendo 50 μ l de fluoreto de sódio (NaF-1%). O conteúdo (25 μ l) de todas as

amostras foi injetado no Lactímetro Eletro-Químico YSI (1500 SPORT, YSI, Ohio, EUA). As dosagens foram realizadas no Laboratório de Atividades Aquáticas da EEFERP-USP.

5.9 Circuito Multimodal

Diferentemente de um ergômetro analisado isoladamente, nosso circuito foi composto por quatro exercícios distintos, compondo os requisitos necessários para ser considerado multimodal ou multicomponente. Desta forma, nos permitiu trabalhar as multicapacidades força, resistência aeróbia, equilíbrio, coordenação, agilidade e ritmo em uma mesma sessão.

As sessões de exercício, agendadas para o início da manhã, foram conduzidas pelo pesquisador. Recomendamos aos participantes o uso de roupas confortáveis, calçados apropriados, fazer uma alimentação leve e não se exercitar vigorosamente duas horas antes do início da prática das atividades. O protocolo de exercícios foi baseado em testes de aptidão funcional para idosos (OSNESS, 1990; CLARK, 1989) e composto de três fases:

Fase 1

Esta fase consistiu na aprendizagem dos exercícios utilizados e teve a duração de duas semanas. Além da familiarização motora, foi necessário o aprendizado da marcação de ritmo pelo metrônomo, em cada tipo de exercício. Os participantes foram instruídos para a execução correta do movimento acompanhando a velocidade do metrônomo. Após este período de aprendizagem e de acordo com a disponibilidade do participante, o primeiro teste foi agendado (Fase 2).

Fase 2

O TEI para determinar o Limiar Anaeróbio (Lan) foi realizado em circuito, com estágios de três minutos, indicado pelo metrônomo, sendo este demonstrativo de intensidade numericamente representado em bipes por minuto (bipes/min).

O teste consistiu de quatro exercícios: meio agachamento com flexão e extensão de cotovelo; caminhada; sentar e levantar da cadeira; subir e descer do *step*. Foi iniciado em cadência lenta, com aumentos do ritmo (metrônomo) em 10

bipes/min para cada duas voltas completadas. Cada um dos quatro exercícios foi realizado em 23 segundos, sendo o circuito elaborado de forma que a transição de um exercício para o outro não ultrapassasse 10 segundos. Ao final de cada estágio, representado por duas voltas no circuito, foram realizadas as coletas de LS, a medida da FC e a avaliação da PSE. O teste foi interrompido pelo pesquisador quando o indivíduo não foi capaz de manter a cadência estabelecida ou findado de maneira voluntária por intolerância ao esforço.

O TEI teve como objetivo verificar a transição metabólica entre o domínio aeróbio e a participação do metabolismo anaeróbio por meio da determinação dos limiares anaeróbios (LAN 1 e LAN 2) considerando os valores de LS, que indicaram também o pico de lactato ao final do esforço.

As etapas de realização do TEI estão representadas esquematicamente na Figura 1, onde a sequência ou ordem de execução dos exercícios está demonstrada pelas setas em sentido horário.

Figura 1 – Esquema ilustrativo do Circuito Multimodal

Fonte: próprio autor. Imagens extraídas de programa de design gratuito (Canva).

A) *½ Agachamento com flexão de cotovelo seguido por extensão de cotovelo*

Objetivo: avaliar força e resistência muscular.

Procedimento: o teste se iniciou com o participante em pé e os membros superiores estendidos, paralelamente ao corpo. O indivíduo recebeu dois halteres, com carga inicial de um quilograma (Kg) para as mulheres e dois Kg para os homens. O participante segurou os halteres, inicialmente com ambas as mãos; ao sinal do instrutor, realizou meio agachamento (flexão e extensão de joelhos e quadril), seguido por flexão e extensão de cotovelo, retornando os halteres ao nível do ombro.

Metrônomo: foi instruído que cada bip do metrônomo correspondia a um movimento dos quatro que compunham o exercício.

B) *Caminhada em percurso de 4,3 metros*

Objetivo: avaliar mobilidade física e resistência aeróbia.

Procedimento: o participante permaneceu inicialmente parado ao lado de um cone disposto no chão. Ao sinal do instrutor, caminhou em direção a outro cone que se encontrava a 4,30 metros de distância, contornou o cone e retornou em direção ao cone inicial, criando o desenho imaginário de um oito no chão.

Metrônomo: foi instruído que a cada quatro bips (o quarto com sinal sonoro diferente), o participante deveria estar contornando qualquer um dos cones.

C) *Sentar e levantar da cadeira*

Objetivo: avaliar força e resistência muscular dos membros inferiores.

Procedimento: o teste foi iniciado com o participante de pé em frente a uma cadeira, com extensão total dos membros inferiores. Ao sinal do instrutor, o indivíduo sentou na cadeira com as costas eretas, pés apoiados no solo, braços cruzados contra o peito, e depois voltou a ficar de pé.

Metrônomo: foi instruído que cada bip correspondia a um movimento de sentar ou de levantar.

D) *Subir e descer do Step*

Objetivo: avaliar resistência aeróbia e força com componente coordenativo.

Procedimento: ao sinal do instrutor o participante realizou ciclos de movimentos que incluíram subir em um *step* utilizando a perna direita e depois a esquerda e descer do aparelho também utilizando primeiramente a perna direita e depois a esquerda. Este ciclo se repetiu até os primeiros 30 segundos. Após, o ciclo do movimento se inverteu, repetindo o mesmo gesto motor e utilizando a perna esquerda para iniciar a subida e a descida, respectivamente.

Metrônomo: foi instruído que cada bip correspondia ao movimento de subida (os dois pés no *step*) ou descida (os dois pés no chão).

Fase 3 (reteste)

A fim de testar novamente o circuito, aplicamos um reteste com uma distância mínima de 72 horas do teste anterior e máxima de uma semana. O intervalo de tempo entre o teste e o reteste foi considerado cuidadosamente, evitando um período demasiadamente longo (permite aquisição de novas aprendizagens) ou excessivamente curto (promove fadiga ou contamina os resultados pelo efeito memória) (MARTINS, 2006).

5.10 Determinação do Limiar Anaeróbio (LAN)

Foram adotados três critérios para determinação do LAN, sendo que os mesmos utilizaram a identificação da intensidade (bipes/min) como parâmetro na determinação dos limiares anaeróbios 1 e 2 (LAN 1 e LAN 2).

1º Critério

Para a especificação do LAN 1, foi empregado o valor de 1mmol/L por litro (mmol/L) acima da linha de base (repouso). Os pontos obtidos da relação entre intensidade (eixo x) e lactato (eixo y), sofreram um ajuste polinomial de segunda ordem, sendo a intensidade determinada pela intersecção dos pontos (coordenada cartesiana) através do valor de lactato previamente fixado. Para esta análise, foi utilizado o software Origin 7.0.

Para a determinação do LAN 2 foi utilizado o modelo Bi-segmentado (BUNC¹, 1985 apud BOSQUET, 2002, p. 688). Neste, os pontos obtidos da relação entre a concentração de lactato e sua respectiva intensidade de exercício foram representados graficamente e posteriormente realizados dois ajustes lineares a

partir da seleção de conjuntos de pontos selecionados subjetivamente pelo pesquisador. Desse modo, a intensidade do exercício correspondente ao LAN foi assumida como a intersecção desses dois ajustes.

Vale ressaltar que esta análise foi realizada por dois pesquisadores experientes, sendo que para os dados divergentes ($> 2,5$ bipes/min, que representa $\frac{1}{4}$ do estágio do teste de 10 bipes/min), foi obtido o parecer de um terceiro pesquisador, sendo adotado o valor intermediário entre as três avaliações.

¹ BUNC, V. et al. Determination of the individual anaerobic threshold. Acta Universitatis Carolinae. *Gymnica*, v.21, p.73-81, 1985.

Figura 2 – Determinação do Limiar Anaeróbio (LAN) pelo método Bi-segmentado

Fonte: extraído de um dos testes da amostra (número de identificação 5).

2º Critério

Foram utilizados valores de concentração fixa iguais a 2mmol/L para o LAN 1 e 4mmol/L para o LAN 2. O mesmo procedimento para determinar o LAN 1 no primeiro critério (coordenada cartesiana) também foi aplicado para os dois limiares no 2º critério, com utilização do software Origin 7.0.

3º Critério

Foi utilizado o modelo matemático Distância Máxima (D-máx), criado por Cheng et al. (1992), sendo estabelecido como intensidade correspondente ao LAN o “ponto” de maior distância entre os ajustes linear e polinomial de segunda ordem. Apenas o LAN 2 foi determinado por este critério.

Figura 3 - Determinação do Limiar Anaeróbio (LAN) pelo Método Distância Máxima (D-máx)

Fonte: extraído de um dos testes da amostra (número de identificação 5).

Na Figura 4, apresentamos o fluxograma das etapas da coleta de dados.

Figura 4. Fluxograma das etapas da coleta de dados

5.11 Aspectos Éticos

Cumprindo a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), este projeto de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e aprovado sob protocolo CAAE 66587517.6.0000.5393.

5.12 Tratamento Estatístico

No processo de digitação dos dados, optamos pela validação via dupla digitação, de forma que todos os dados do estudo foram digitados e redigitados utilizando o Programa Microsoft Excel do Windows XP (Microsoft Co, USA). Para os dados discordantes, foram feitas as correções utilizando como base os dados originais.

Para as análises descritivas, foram calculadas as frequências absolutas, porcentagens, medianas, médias e desvio padrão. Para a análise de confiabilidade intraobservador e de concordância, foram utilizados o Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) e o teste de concordância Bland-Altman, usando o pacote estatístico SPSS® V24. O CCI com valor 1 indica alta confiabilidade (ausência de erro), enquanto o zero indica ausência de reprodutibilidade. Calculou-se ainda o intervalo de confiança de 95% para cada valor do CCI. O teste de concordância de Bland-Altman avalia a diferença média entre as medidas d (diferença entre teste e reteste) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95% para d), o erro padrão da diferença (EP da d) e os limites de concordância. Quanto mais próxima de zero é a distribuição dos valores do teste de Bland-Altman, mais alta é a concordância (ALTMAN; BLAND, 1983). O ICC foi utilizado para análise das variáveis ILAN e FCILA e o Bland-Altman para análise do ILAN.

Para análise da igualdade de médias no teste e no reteste foram utilizados os testes paramétricos t-pareado e One-way ANOVA medidas repetidas, para variáveis contínuas e com distribuição normal, tomadas nos momentos antes e depois. Para os casos onde as suposições de normalidade e/ou esfericidade não foram atendidas, foram utilizados os testes não paramétricos de Wilcoxon ou Friedman. Essas análises foram realizadas nas variáveis ILAN, FCILAN, IP, LSR e LSP.

Para a comparação das variáveis hemodinâmicas FC, DP, PAS e PAD, em todos os momentos do teste e do reteste, foi utilizado o teste t pareado nos casos de distribuição normal e a prova de Wilcoxon nos casos de não normalidade entre as medidas. Para verificar o comportamento da PAS e PAD nos momentos pré-treino e nos sessenta minutos após o término dos exercícios (quatro medidas), foi utilizado o teste One-way ANOVA medidas repetidas, sendo aplicado o teste de avaliação de normalidade de Shapiro-Wilk e de suposição de esfericidade de Mauchly. Para as análises em que a suposição de esfericidade foi violada (apresentaram diferenças significativas entre as medidas), o teste de One-way ANOVA foi aplicado em conjunto com o método de correção de Greenhouse-Geisser e *post-hoc* com contrastes personalizados. Todas as análises foram realizadas por meio do pacote estatístico IBM SPSS® V24.

Foi adotado o nível de significância estatística de 5% ($p < 0,05$).

6 RESULTADOS

Inicialmente, foram convidados a participar do estudo todos os 22 integrantes regulares das atividades de extensão promovidas pela EEFERP – USP no momento de início da coleta dos dados. Posteriormente, dois indivíduos foram excluídos por não atendimento aos critérios de inclusão (com diagnósticos de cardiopatia e doença articular). Assim, fizeram parte da amostra final 20 indivíduos.

6.1 Variáveis sociodemográficas

Na Tabela 1, temos distribuição numérica e percentual dos participantes segundo as variáveis sociodemográficas.

Tabela 1 - Distribuição numérica e percentual dos participantes segundo as variáveis sociodemográficas (n=20).

Variáveis	N	%
Sexo		
Masculino	05	25,0
Feminino	15	75,0
Faixa etária (em anos)		
60 ┤ 65	08	40,0
65 ┤ 70	07	35,0
70 ┤ 75	05	25,0
Cor		
Branca	15	75,0
Não branca	05	25,0
Situação familiar conjugal		
Com companheiro sem filhos	09	45,0
Convive companheiro, filhos/outros familiares	02	10,0
Com familiares sem companheiro	03	15,0
Vive só	06	30,0
Número de anos de estudo		
5 ┤ 8	05	25,0
9 ┤ 12	05	25,0
> 12	10	50,0
Ocupação		
Aposentado	17	85,0
Outros	03	15,0

A média de idade dos participantes foi igual a $66,85 \pm 4,53$ anos.

Em relação à ocupação, os aposentados representaram a maior parte da amostra, sendo os demais: do lar, advogado e contabilista.

Consideramos que nenhum indivíduo era sedentário, uma vez que frequentavam regularmente o programa de atividade física no qual estavam inscritos e atendiam ao nível de atividade física recomendado pela OMS (2010), com prática de 150 minutos semanais de atividade física de intensidade leve ou moderada.

Também avaliamos o Índice de Massa Corporal (IMC) e identificamos que, segundo a classificação adotada pela OMS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA, 2009), os participantes se encontravam na categoria pré-obeso, com média de IMC igual a $27,09 \pm 3,05$ Kg/m², com risco aumentado de comorbidades.

6.2 Variáveis Hemodinâmicas

Na Tabela 2, temos os valores de PAS, PAD, FC e DP dos participantes submetidos ao treinamento em circuito nos momentos teste e reteste.

Encontramos normalidade em todas as diferenças testadas. Foram encontradas diferenças ($< 0,001$) para os pares do teste: DP_{pré} e DP_{pós}, FC_{pré} e FC_{pico}, PAS_{pré} e PAS_{pico} nos momentos teste e reteste. O par PAD_{pré} e PAD_{pico} não mostrou diferença significativa ($> 0,05$), ou seja, em média as medidas são iguais.

Tabela 2 - Valores médios mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão de Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Frequência Cardíaca (FC) e Duplo produto (DP) dos participantes (n=20) submetidos ao treinamento em circuito nos momentos teste e reteste.

Variável	Mínimo		Máximo		Mediana		Média		Desvio padrão	
	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste
PAS (mmHg)										
Pré exercício	100	106	158	156	138,5	131	133	133	17,1	17,0
Pico	121	116	208	209	170	160	168*	161*	25,6	24,3
Pós exercício (medida 1)	99	101	162	155	123	126	125#	126#	15,2	14,8
Pós exercício (medida 2)	93	99	156	145	128	118	126#	120#	16,5	15,5
Pós exercício (medida 3)	98	86	152	145	128	125	127#	121#	13,5	17,9
Pós exercício (medida 4)	91	80	149	157	131	125	128#	124#	15,2	19,5
PAD (mmHg)										
Pré exercício	63	57	99	100	75	79	78	78	10,9	10,4
Pico	64	62	104	110	77,5	76	80	79	10,2	10,3
Pós exercício (medida 1)	60	62	115	101	79,5	76	79	78	12,3	8,5
Pós exercício (medida 2)	64	60	98	11	76	74	77	77	8,8	12,0
Pós exercício (medida 3)	65	61	99	97	76	74	76†	76†	7,95	10
Pós exercício (medida 4)	63	51	96	98	76	78	76†	77	8,2	11,0
FC (bat /min)										
Pré exercício	57	60	89	96	76,5	78	74	78	8,9	7,7
Pico	100	120	186	179	148	148	149*	146*	21,6	16,6
DP										
Pré exercício	6,8	7,7	12,6	14,8	9,8	10,1	9,8	10,4	1,9	1,7
Pós exercício	12,1	15,3	35,9	34,9	23,4	22,0	25,1#	23,6#	6,1	4,7

Teste t. *p<0,001 (pico x pré exercício); #p<0,001 (pós exercício x pré); †p<0,05 (pós exercício x pré)

6.3 Confiabilidade teste-reteste (intraobservador)

Os valores de significância para determinação dos limiares anaeróbios, com os escores da intensidade expressos em bipes/min, obtidos a partir dos três critérios adotados em nosso estudo, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores de significância para a Intensidade do Limiar Anaeróbio (ILAN), expressos em bipes por minuto, nos três critérios utilizados.

ILAN (bipes/min)		Intervalo de confiança da diferença - 95%	Teste t-pareado	Prova de Wilcoxon	Significância bilateral
1° Critério	LAN 1	(-4,781 2,901)	-0,519		0,611
	LAN 2	(-1,939 5,660)	1,044		0,313
2° Critério	LAN 1			-0,764	0,445
	LAN 2	(-0,127 5,160)	2,074		0,060
3° Critério	LAN 2	(-2,325 1,900)	-0,214		0,833

1°critério=LAN1 [1mmol/L acima da linha de base], LAN2 [método bi-segmentado]; 2°critério=LAN1[concentração fixa de 2mmol/L], LAN2 [concentração fixa de 4mmol/L]; 3°critério=LAN2 [método d-máx]. (p > 0,05).

Não houve diferença significativa nos valores de intensidade dos limiares anaeróbios (bipes/min) em nenhum dos três critérios utilizados. De igual forma, não houve diferença para os valores da FC, em batimentos por minuto (bpm), como pode ser observado na Tabela 4.

Para a análise dos resultados referentes à confiabilidade teste-reteste, incluímos como medidas válidas o LAN2 do 1° e 3° critério, sendo excluídas da análise os outros limiares, como discutiremos posteriormente.

Tabela 4 - Valores de significância para a Frequência Cardíaca na Intensidade do Limiar Anaeróbio (FCILAN) para os três critérios utilizados.

FCILAN		IC- 95%	Teste t-pareado	Prova de Wilcoxon	Significância bilateral
1° Critério	LAN1	(-7,644 - 2,605)	-1,054		0,310
	LAN2	(-4,244 - 9,687)	0,833		0,418
2° Critério	LAN1	(-7,366 - 6,026)	-0,222		0,829
	LAN2	(-5,670 - 9,953)	0,603		0,558
3° Critério	LAN 2	(-5,027 - 4,918)	-0,024		0,982

IC-95% = Intervalo de Confiança da diferença 95%. 1°critério=LAN1[1mmol/L acima da linha de base], LAN2[método bi-segmentado]; 2°critério=LAN1[concentração fixa de 2mmol/L], LAN2[concentração fixa de 4mmol/L]; 3°critério=LAN2[método d-máx]. (p < 0,05)

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados para as duas variáveis de ILAN em bipes/min e bpm, apresentados por estatísticas descritivas e teste de confiabilidade.

Tabela 5 - Valores médios mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão do LAN1 e LAN2, segundo os critérios de determinação de Intensidade do Limiar Anaeróbio (ILAN) (n=10 a 17), expressos em bipes por minuto, nos momentos teste e reteste.

	1º critério				2º critério				3º critério	
	LAN1		LAN2		LAN1		LAN2		LAN2	
	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste
Mínimo	45,57	47,47	48,29	39,97	48,31	39,76	56,7	53,41	46,0	45,4
Máximo	82,9	86,44	85,78	87,59	73,13	75,57	87,56	90,55	79,9	81,3
Mediana	72,4	66,9	68,1	63,5	58,9	59,6	74,5	74,2	65,4	64,7
Média	67,9	68,06	67,9	65,87	61,33	59,8	75,35	72,83	64,44	64,68
DP	10,26	11,23	10,61	12,79	8,26	13,11	9,21	10,72	8,74	9,67
	,77*		,83*		,90*		,91*		,91*	
CCI	0,867		0,901		0,894		0,950		0,953	
IC-95%	(0,634-0,952)		(0,718-0,966)		(0,572-0,974)		(0,835-0,985)		(0,865-0,984)	

*Correlação de Pearson. CCI=coeficiente de correlação intraclass. IC=intervalo de confiança – 95%. DP=desvio padrão. ILAN=valores de intensidade expressos em bipes por minuto (metrônomo); 1ºcritério=LAN1[1mmol/L acima da linha de base], LAN2[método bi-segmentado]; 2ºcritério=LAN1[concentração fixa de 2mmol/L], LAN2[concentração fixa de 4mmol/L]; 3ºcritério=LAN2[método d-máx].

Tabela 6 - Valores médios mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão dos Limiares anaeróbios 1 e 2 (LAN 1 e LAN 2), segundo os critérios de determinação da Frequência Cardíaca na Intensidade do Limiar Anaeróbio (FCILAN) (n=10 a 16), expressos em batimentos por minuto nos momentos teste e reteste.

	1º critério				2º critério				3º critério	
	LAN1		LAN2		LAN1		LAN2		LAN2	
	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste
Mínimo	101,40	112,80	103,00	100,40	102,46	95,00	120,72	124,20	108,68	101,97
Máximo	144,48	151,20	155,10	149,40	138,71	114,11	156,70	158,63	141,07	154,29
Mediana	127,35	127,60	128,76	124,63	120,10	121,15	144,29	138,30	121,00	125,72
Média	127,28	130,54	127,44	126,12	118,91	119,57	140,80	138,66	123,12	125,42
DP	12,32	11,40	13,95	15,66	11,82	15,31	10,80	10,37	11,83	14,87
	,71*		0,60*		,79*		,33*		,75*	
CCI	0,818		0,745		0,868		0,492		0,857	
IC-95%	(0,458-0,939)		(0,270-0,911)		(0,469-0,967)		(-0,765-0,854)		(0,573-0,952)	

*Correlação de Pearson. CCI=coeficiente de correlação intraclass. IC=intervalo de confiança – 95%. DP=desvio padrão. ILAN=valores de intensidade expressos em bipes por minuto (metrônomo); 1ºcritério=LAN1[1mmol/L acima da linha de base], LAN2[método bi-segmentado]; 2ºcritério=LAN1[concentração fixa de 2mmol/L], LAN2[concentração fixa de 4mmol/L]; 3ºcritério=LAN2[método d-máx].

Como demonstrado pelas Tabelas 5 e 6, o LAN1 (1° e 2° critério) e o LAN2 (2° critério) apresentaram valores de intensidade não condizentes com correto diagnóstico e aplicação clínica sobre a intensidade do exercício. Sendo a determinação desses limiares previamente fixados, os mesmos sofreram a influência dos valores de lactato em repouso, os quais apresentaram médias muito altas e contaminaram os resultados. Assim, para a análise correta dos resultados referentes à confiabilidade teste-reteste, incluímos como medidas válidas o LAN2 do 1° e 3° critério, sendo excluídos da análise os outros limiares, como discutiremos posteriormente.

Partindo desta premissa, analisamos os resultados referentes à confiabilidade teste-reteste do LAN2 do 1° e 3° critérios nas variáveis ILAN e FCILAN. A determinação do LAN através dos dois critérios foi possível em 16 (80%) dos 20 indivíduos da amostra, e, portanto, incluídos nas análises de confiabilidade (Tabelas 5 e 6).

Além de não encontrarmos diferença significativa, observamos forte correlação linear nos dois critérios quando analisada a ILAN, com $r=0,83$ e $r=0,91$ para o primeiro e terceiro critérios, respectivamente. Diferentemente, para a FCILAN obtivemos moderada correlação linear ($r=0,60$ e $r=0,75$) (Tabela 5).

Corroborando esses resultados, os limiares das duas variáveis também indicaram alta confiabilidade nos dois critérios demonstrados pelo CCI. A ILAN no 1° critério foi igual a 0,90 e no 3° critério igual a 0,95, o que representa excelente correlação ($>0,81$). Já para a variável FCILAN, o CCI apresentou de moderada ($=0,74$ para o 1° critério) a forte ($=0,85$ para o 3° critério) confiabilidade (Tabela 6).

Na Tabela 7 apresentamos a estatística descritiva e os valores de significância das medidas da concentração de Lactato Sanguíneo no Repouso (LSR), Lactato Sanguíneo de Pico (LSP) e Intensidade de Pico (IP), nos momentos teste e reteste. Não foram encontradas diferenças nos pares analisados (teste e reteste).

Tabela 7 - Valores médios mínimo, máximo, mediana, média e desvio padrão das concentrações de Lactato Sanguíneo no Repouso (LSR), Lactato Sanguíneo de Pico (LSP) e Intensidade de Pico (IP), (n=20) nos momentos teste e reteste.

	LSR (mmol/L)		LSP (mmol/L)		IP (bipes/min)	
	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste
Mínimo	0,77	0,77	1,60	1,51	60,00	60,00
Máximo	3,36	3,48	12,12	8,88	100,00	100,00
Mediana	1,54	1,88	5,43	5,04	80,00	80,00
Média	1,70	1,99	6,02	5,44	83,50	82,50
DP	0,74	0,91	2,82	2,15	11,37	11,64
	-1,745*		1,524*		-1,101#	
Significância Bilateral	0,096		0,1440		0,2710	
IC-95%	(-0642-0575)		(-0,216-1,377)			

DP = desvio padrão. IC (intervalo de confiança – 95%).* Teste t. # Prova de Wilcoxon. (<0,05). mmol/L: milimol por litro

Na Figura 5, temos os valores das intensidades de LAN em bipes/min e bpm nos momentos teste e reteste, sobre o 1º e 3º critérios. Não houve diferença para os dois pares (teste reteste) de médias em nenhum dos critérios analisados.

Figura 5 - Valores das intensidades de Limiar Anaeróbio (LAN) em bipes por minuto (bipes/min) e batimentos por minuto (bpm) nos momentos teste e reteste sobre o 1º e 3º critérios.

*Teste t (< 0,05).

Além do teste de confiabilidade, foi realizado teste de concordância para a principal variável do estudo. A ILAN (1° e 3° critério) em bipes/min foi analisada pelo método Bland-Altman (Figuras 5 e 6), sendo identificada boa concordância, uma vez que, em ambos os casos, os vieses estão próximos de zero e não são estatisticamente significantes (sig. > 0,30). De maneira importante, os resultados corroboram com a análise do CCI, já que estes métodos são complementares para testar a reprodutibilidade e a consistência de medidas repetidas.

Figura 6 - Determinação da intensidade do Limiar Anaeróbio 2 (LAN2) (1° Critério) pelo método Bland-Altman (bipes/min) nos momentos teste e reteste.

Figura 7 – Determinação da intensidade do Limiar Anaeróbio 2 (LAN2) (3º Critério) pelo método Bland-Altman (bipes/min) nos momentos teste e reteste.

Com o intuito de investigar os possíveis benefícios de um TEI multimodal sobre os valores de PA, verificamos o comportamento da PAS e da PAD durante a primeira hora após o treinamento, a partir da obtenção dos valores de quatro medidas consecutivas em intervalos de quinze minutos (Figuras 8 e 9).

Figura 8 - Valores da média da Pressão Arterial Sistólica (PAS), no teste e no reteste, nos momentos pré-treino, pico e 15, 30, 45 e 60 minutos após o treino.

Teste ANOVA medidas repetidas e post-hoc com contrastes personalizados. * $p < 0,005$ (pré x medidas aos 15, 30, 45 e 60 minutos após o treino). Milímetros de mercúrio=mmHg

Figura 9 - Valores da média da Pressão Arterial Diastólica (PAD), no teste e no reteste, nos momentos pré-treino, pico e 15, 30, 45 e 60 minutos após o treino.

Teste ANOVA medidas repetidas e post-hoc com contrastes personalizados. * $p < 0,005$ (pré x medidas aos 45 e 60 minutos após o treino). Milímetros de mercúrio=mmHg

Observamos redução estatisticamente significativa nos valores da variável PAS, nos momentos teste e reteste, quando comparadas as médias das medidas 1 a 4 após esforço (15 até 60 minutos) com os valores das medidas pré-intervenção. Em relação à PAD, não observamos diferença na comparação das medidas 1 e 2, (referentes aos 15 e 30 minutos subsequentes ao TM) com as medidas pré-intervenção, mas constatamos diferença significativa entre as medidas de recuperação aos 45 e 60 minutos (Figuras 8 e 9).

7 DISCUSSÃO

O principal achado de nosso estudo se deu pela confiabilidade e concordância entre as medidas teste-reteste para as variáveis estudadas, sugerindo adequação do circuito multimodal incremental na determinação do limiar anaeróbio de idosos por meio da dosagem do LS.

7.1 Variáveis Sociodemográficas

Nossa amostra foi composta majoritariamente por mulheres (75%), com idade entre 60-65 anos (40%), de cor da pele autodeclarada branca (75%), convivendo com companheiro, sem filhos (45%), com mais de 12 anos de escolaridade (50%), aposentados (85%).

Estudos já apontaram que pessoas do sexo feminino aderem melhor a programas educacionais, esportivos e de lazer, com predominância importante desse público em atividades destinadas a esse fim (MAZO; CARDOSO; AGUIAR, 2006; RIBEIRO et al., 2012). As razões apontadas pelos pesquisadores incluem a maior preocupação feminina com as questões relacionadas à prevenção e manutenção saúde, as vastas e diferentes opções de lazer proporcionadas a homens ou a falta de empatia masculina em relação aos tipos de exercícios propostos pelos programas ou projetos sociais disponíveis (GOMES; NASCIMENTO ARAÚJO, 2007; RIBEIRO et al., 2012). Temos, ainda, o processo de feminização da velhice, amplamente debatido no mundo contemporâneo (ALMEIDA et al., 2015).

O nível de escolaridade dos participantes de nosso estudo corresponde ao alcance do nível médio ou superior de ensino. Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios-Pnad 2015 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016) indicam que mais da metade (52%) da população brasileira de 25 anos de idade ou mais tem apenas o ensino fundamental completo, ou seja, até nove anos de estudo. Uma análise da região sudeste do Brasil revela que o percentual de pessoas fisicamente ativas está relacionado a níveis mais elevados de escolaridade, corroborando nossos resultados (IBGE, 2015).

Outro estudo nacional de base populacional realizado no Estado de Minas Gerais encontrou associação significativa com cor de pele autodeclarada branca, maior escolaridade, exercer atividade de trabalho e maior nível qualidade vida (FREIRE et al., 2014). De maneira similar, Pinheiro (2016) estudou o perfil de 374 idosos usuários das academias ao ar livre da cidade de Fortaleza e relatou que a

maioria era do sexo feminino (54,7%), na faixa etária entre 60 e 69 anos (66,8%), de cor branca (66%), casada (61%), possuía segundo grau completo (38,5%) e ensino superior completo (34,8%) sendo em sua maioria aposentados ou pensionistas (77,3%).

Atendendo aos critérios de inclusão, todos eram idosos e fisicamente ativos, pois participavam regularmente nas atividades desenvolvidas pelo projeto de extensão da EEFERP- USP. Fazem parte de uma parcela estrita da população, uma vez que dados nacionais sobre a prática de atividade ou esporte mostram que, entre indivíduos com idade superior a 60 anos, apenas 27,6% praticam alguma atividade em um período de um ano (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015).

Em relação ao número de aposentados, é conhecido que aposentadorias e pensões constituem a principal fonte de rendimentos para idosos brasileiros, de forma que 82,1% estão protegidos pela Previdência. O Brasil tem hoje 18,5 milhões de aposentados (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016).

Acreditamos que o ambiente de interação social e lazer, propiciado pela possibilidade de inserção em um projeto social, a região/cidade de procedência dos participantes e a ausência de doenças incapacitantes entre os idosos contribuíram para as características do perfil sociodemográfico de nossa amostra. Para Rocha et al. (2013), a escassez de espaços e atividades de lazer disponibilizada no âmbito público, atrelada à institucionalização e às perdas funcionais decorrentes do processo do envelhecimento são alguns aspectos que podem influenciar na diminuição da prática de atividade física com o passar do tempo.

Além dessas variáveis, observamos que, seguindo a tendência populacional, o IMC dos participantes classificou o grupo na categoria pré-obeso ou com sobrepeso. Dados da Pesquisa Nacional de Saúde (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015) mostram que a prevalência do excesso de peso aumenta com a idade, atingindo 63,6% e 62,3% de mulheres e homens, respectivamente, a partir da faixa etária de 35 a 44 anos, chegando a mais de 70,0% na faixa de 55 a 64 anos.

7.2 Intensidade de Limiar Anaeróbio (ILAN)

Ao testar a reprodutibilidade da ILAN em dois momentos distintos com o mesmo avaliador, observamos que a média dos escores obtidos no teste e reteste foi semelhante ($>,05$) indicando boa correlação entre os pares analisados ($r = ,77$ a $,91$).

Nossos resultados também mostraram excelente confiabilidade em todos os critérios adotados para determinação do LAN (CCI = $,86$ a $,95$), além de boa concordância das medidas teste e reteste para o LAN 2 do 1° e 3° critério por meio do método de análise Bland-Altman. No primeiro critério, confirmando a nossa hipótese, tanto o LAN 1 quanto LAN 2 apresentaram valores com alta confiabilidade (CCI = $,86$ e $,90$) e boa correlação ($r = ,77$ e $,83$) respectivamente. No entanto, é importante destacar o papel de cada limiar sobre a intensidade do exercício e a validade dos resultados frente a prática clínica.

Apesar do LAN1 do 1° critério ter apresentado medidas com boa correlação e confiabilidade nos momentos teste e reteste, as intensidades do LAN1 ($67,9 \pm 10,3$ e $68,0 \pm 11,2$) determinadas pela concentração fixa de 1mM acima da linha de base (COYLE et al., 1983; HAGBERG; COYLE, 1983), ficaram muito próximas das intensidades do LAN2 ($67,9 \pm 10,6$ e $65,8 \pm 12,7$). Desta forma, seguimos a orientação da literatura (SKINNER; MCLELLAN, 1980; BINDER et al., 2008; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009) e não prosseguimos com a análise estatística do LAN 1 por ser irrelevante clinicamente, uma vez que existe clara distinção entre a intensidade relativa ao esforço físico e sua consequente interpretação para a adequada prescrição e avaliação prognóstica na abordagem prática.

Esse valor superestimado para o LAN 1 provavelmente foi causado por uma variação muita alta no lactato de repouso entre os indivíduos (média = $1,70$ a $1,99$ mM), em contraposição aos dados de literatura. Segundo Binder et al., (2008), valores de lactato próximos de 2mM constam normalmente entre a transição da primeira para segunda fase de testes incrementais, ou seja, quando o lactato já aumentou em torno de 1mM em relação a linha de base (repouso).

Como já explanado, a detecção do LAN individual normalmente é inferida por valores previamente fixados ou através de modelos matemáticos. Particularmente, este último método permite a análise do comportamento da curva lactato-intensidade

e pode ser mais adequado por limitar, em parte, a subjetividade de avaliação pelo pesquisador.

Sendo assim, o cálculo da intensidade do LAN 2 através do método Bi-segmentado permitiu uma adequada avaliação sobre a transição de intensidade do exercício (moderada para a forte) em 80% da amostra ($n=16$). Essa perda na amostra se deu pelo fato de quatro indivíduos terem apresentado valores inconsistentes de LS dificultando a intersecção das retas, além da perda de pontos devido à oscilação das taxas do LS, em alguns casos. Isso pode estar relacionado com altas concentrações de LSR apresentadas. Como os primeiros estágios do teste eram realizados em intensidade muito baixa, dentro de algumas análises foi constatada a remoção do lactato nos primeiros estágios do circuito, seguido de uma retomada tardia na elevação do mesmo.

Para a determinação do LAN 1 na concentração fixa de 2mmol/L (KINDERMAN; SIMON; KEUL, 1979; SKINNER; MCLELLAN, 1980), a intensidade de limiar ficou menos superestimada do que o apresentado no primeiro critério ($61,3 \pm 8,2$ e $59,8 \pm 13,1$). No entanto, pelo motivo mencionado anteriormente, o LSR de 50% dos indivíduos estava com valores acima de 2mM, inviabilizando a análise dos resultados.

Na concentração de 4mmol/L, o número de participantes também foi pequeno ($n=13$). Além disso, assim como aconteceu com o LAN 1 nos dois primeiros critérios, a intensidade do LAN 2 foi superestimada, principalmente por ter alcançado valores de pico em alguns dos participantes.

Diferentemente do nosso achado, a literatura mostra que após a identificação do LAN 2, o organismo ainda possui reserva adicional normalmente suprida pela maior participação do metabolismo anaeróbio, o qual permite uma sobrevida no exercício de aproximadamente 20% (SKINNER; MCLELLAN, 1980; HECK et al., 1985).

Ao contrário do primeiro, o segundo limiar pode apresentar uma relação próxima sobre a MFEL, ou seja, o maior ponto onde a concentração de lactato consegue ser equilibrada com a remoção do mesmo (aumento de até 1mM após 20 minutos de exercício contínuo) (BENEKE, 1995). A vantagem dos diversos protocolos para determinação da LANI (concentração fixa e modelos matemáticos) sobre a MFEL, considerada padrão ouro, é a compreensão das intensidades de treino em um único teste, enquanto a MFEL demanda de três a quatro dias.

Outro modelo para determinar o LAN 2 bastante utilizado pela comunidade científica é o protocolo D-máx proposto por Cheng et. al. (1992). Em nosso estudo, este método foi superior ao Bi-segmentado, pelos resultados de alta confiabilidade (CCI = ,95) e forte correlação ($r = ,91$) entre as medidas. Apesar de haver uma lacuna sobre a aplicação deste critério em idosos, estudos têm validado o modelo por correlacioná-lo fortemente a MFEL ($r = 0,97$) (CZUBA et al., 2009), ou por previsões de desempenhos em provas de corrida ($r = 0,94$) (NICHOLSON; SLEIVERT, 2011; MACHADO et al., 2011).

Assim como no modelo bi-segmentado, a determinação do LAN 2 através do método D-máx foi possível para 80% de nossa população, oferecendo um bom diagnóstico sobre a capacidade aeróbia, ainda que também tenha apresentado problemas referentes à perda amostral (20%).

De modo semelhante ao método Bi-segmentado, o D-máx se vale da representação de pontos no gráfico e a análise matemática é realizada pelos ajustes linear e polinomial. À medida que há perda dos pontos, o padrão de concentração do LS e da curva fica prejudicado e não permite a resolução da equação.

Contudo, na determinação do LAN2, os dois métodos foram fortemente representativos não somente do ponto de vista estatístico, mas principalmente na perspectiva clínica. Assim, a análise de Bland-Altman (Figuras 10 e 11) foi importante para complementar o nível de confiabilidade através da concordância intraobservador, indicando boa estabilidade teste-reteste. No aspecto prático, a confiança das medidas pode gerar um bom diagnóstico sobre a aptidão aeróbia do indivíduo e auxiliar na prescrição de um programa de exercícios.

7.3 Teste de Exercício Incremental

Nosso estudo teve a proposta pioneira de investigar as variáveis de um TEI realizado em circuito com exercícios multimodais. Similarmente, alguns trabalhos têm verificado respostas fisiológicas individuais utilizando outros exercícios e testes incrementais graduais (ALLERTON; EARNEST; JOHANNSEN, 2018; ZAGATTO et al., 2016; NAKAMURA et al., 2015; SOUZA, 2013; AYABE et al., 2006).

Diferentes pesquisadores também avaliaram intensidades de limiares (1 e 2) e identificaram reprodutibilidade e confiabilidade utilizando tipos diferentes de ergômetros ou testaram a validade de exercícios por meio da análise de correlação

com protocolos padrão (cicloergômetro, esteira) (ALLERTON; EARNEST; JOHANNSEN, 2018; NAKAMURA et al., 2015; AYABE et al., 2006; MAGASSO, 2010; HOFF et. al., 2002).

Allerton, Earnest e Johannsen (2018) compararam os resultados de um teste incremental realizado em escada mecânica com os achados de um teste em esteira. Usando sinais sonoros (metrônomo) para marcar o ritmo, ao final de cada estágio de três minutos de exercício a velocidade era aumentada até o pico do esforço. Foram observadas diferenças significantes entre os testes nos valores de VO_{2pico} , mas não houve diferença entre os mesmos quando comparados os valores de $VO_{2máx}$ ($61,5 \pm 17,4\%$ x $68 \pm 14,0\%$) na intensidade de 4Mm.

Em outro estudo, Zagatto et al. (2016) investigaram se a velocidade em um circuito de exercícios para jogadores de futebol (teste Hoff) correspondente a valores de LAN fixos e método D-máx, se correlacionava com as velocidades de um teste realizado na esteira. Apenas na velocidade de 3,5mM foi encontrada correlação ($r = 0,79$). Contudo, o autor mencionou que o teste Hoff tem se mostrado um bom preditor de desempenho no esporte por sua especificidade em simular movimentos reais de jogo (CASTAGNA et al., 2010).

Esses tipos de testes, que primam pela eficiência e praticidade, mostram-se relevantes clinicamente não somente para aplicação na área esportiva, mas para utilização na população em geral. Essa relevância foi bem evidenciada por Nakamura et al. (2015), que investigaram as variáveis fisiológicas do exercício sentar e levantar da cadeira. O exercício foi testado de forma incremental, realizado com e sem apoio de braço, quanto sua validade (comparando-o com cicloergômetro), e reprodutibilidade (determinação do LAN). De ambas as maneiras, o exercício mostrou boa correlação ($r = 0,70$ sem apoio; $r = 0,77$ com apoio) quando pareado com valores do LAN do cicloergômetro. Sua reprodutibilidade foi mensurada pela confiabilidade teste-reteste (com e sem apoio) pelos valores de LAN e FC. Esses resultados estão de acordo com nossos achados por indicar a validade, reprodutibilidade e segurança do teste estudado.

7.4 Frequência Cardíaca de Pico e Lactato de Pico

Em relação à FC de pico, um dos critérios utilizados em testes ergométricos para garantir o esforço máximo dos voluntários são as equações de predição. Normalmente são adotados valores superiores a 95% da máxima prevista (EDVARSEN; HEM; ANDERSEN, 2014).

Ao comparar os valores de FC de pico obtidos em nossa amostra com equações comumente utilizadas para prever a FC máxima e indicadas para uso na população idosa, observamos que os resultados são diferentes. No momento teste, nosso achado para FC de pico foi de $149 \pm 21,6$ bpm; ao utilizar a equação “ $220 - \text{idade}$ ”, autoria desconhecida; explicação no artigo de Robergers e landwehr (2002), o produto é igual a 153 bpm, e na aplicação da equação “ $208 - (0,7 \times \text{idade})$ ”, proposta por Tanaka et al. (2001), o valor é igual a 161 bpm. O mesmo foi observado no momento reteste, sendo os nossos resultados para a FC de pico inferiores aos obtidos pelas duas equações citadas ($146 \pm 16,6$ bpm *versus* 153 bpm e 161 bpm, respectivamente). Esses dados podem sugerir que alguns participantes de nosso estudo não atingiram a FC de pico, trabalhando no esforço submáximo. No entanto, não existe consenso na literatura em relação aos valores para esta variável na população idosa, devido à grande variabilidade de métodos de pesquisa e critérios de predição adotados (EDVARSEN; HEM; ANDERSEN, 2014).

Silva et al. (2007) realizaram um estudo com o objetivo de comparar os valores de FC_{máx} medidos durante um teste de esforço progressivo, com os obtidos através das mesmas equações anteriormente citadas, e concluíram que ambas as equações de predição da FC_{máx} superestimam significativamente os valores obtidos durante o teste em idosas.

Outro ponto que poderia explicar interferências em nossos achados é a não exclusão de participantes quanto ao uso de medicamentos que poderiam alterar a FC, como beta-bloqueadores, por exemplo.

De modo geral, espera-se que em testes incrementais máximos a FC aumente linearmente para suprir o consumo de oxigênio exigido pelos músculos e pelo miocárdio, contribuindo para um adequado débito cardíaco (SILVA et al., 2007), uma vez que o comportamento da FC pode variar com o tipo de exercício e grupo muscular envolvido.

Pesquisadores que compararam os dados de um teste incremental realizado em escada mecânica com os resultados de um teste em esteira (ALLERTON; EARNEST; JOHANNSEN, 2018), concluíram que no teste da escada mecânica, a FC foi significativamente superior à obtida no teste em esteira, na intensidade de 60 passos por minuto (metrônomo). Por outro lado, Zagatto et al. (2016) verificaram que os valores de FC obtidos entre jogadores de futebol submetidos a um circuito de exercícios eram superiores aos atingidos na tradicional esteira, nas intensidades de LAN e no pico do exercício.

Outro fator importante a ser considerado para avaliação da magnitude do esforço físico é o valor de LS ao final do teste. Quando comparado a indivíduos jovens, os idosos tendem a apresentar valores de lactato mais baixos (5mM e 8,9mM, respectivamente) (PRIoux et al., 2000). Com maior contribuição do sistema anaeróbio para o fornecimento de energia para a célula muscular, a produção de ATP fica mais rápida devido à contração muscular mais intensa. Com isso, o recrutamento de fibras rápidas (glicolíticas) tende a aumentar, fazendo com que o lactato se eleve exponencialmente diante do contínuo aumento do esforço (SPIRDUSO, 2004).

No idoso, devido à perda de fibras musculares de grandes grupos, principalmente as do tipo II (glicolíticas), e ao menor fluxo intramuscular, a produção e a remoção de lactato estão reduzidas (SPIRDUSO, 2004). Esta foi uma das hipóteses discutidas por Edvardsen; Hem e Anderssen (2014), no estudo que teve o objetivo de padronizar critérios para a melhor execução de testes incrementais válidos para toda a população. De maneira semelhante aos nossos resultados, na faixa de idade acima de 65 anos os pesquisadores reportaram valores de LS de pico iguais a $6,1 \pm 2,5$ mM para mulheres e $6,8 \pm 2,6$ mM para homens e propuseram um novo valor de corte para idosos (≥ 4 mM) como critério de avaliação do esforço durante testes incrementais, o que corrobora os valores por nós apresentados.

7.5 Intensidade de Pico

Os critérios para uma boa avaliação da aptidão aeróbia, seja por meio de testes máximos ou submáximos, não são somente influenciados pela FC e pelo lactato de pico como discutido até aqui. O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$) e a razão das trocas respiratórias são normalmente os primeiros critérios utilizados em testes ergométricos ou incrementais. Essa prática não invasiva fornece o diagnóstico

sobre a saúde cardiorrespiratória e tem sido bastante utilizada em programas de reabilitação cardíaca.

De qualquer forma, como já discutido anteriormente, o tipo de exercício parece influenciar o consumo de oxigênio durante o esforço (ALLERTON et al., 2018; MAGOSSO, 2010; NAKAMURA et al., 2015).

Em nosso estudo, a Intensidade de Pico (IP) foi igual a $83,5 \pm 11,3$ no teste e $82,5 \pm 11,6$ no reteste, sem diferença significativa entre os valores. A unidade de medida para obtenção dessa variável foi bipes/min, utilizando o metrônomo para marcar a intensidade, a exemplo de outras investigações (ALLERTON; EARNEST; JOHANNSEN, 2018; NAKAMURA et al., 2015). É importante salientar que as intensidades correspondentes aos limiares 1 e 2, assim como a IP ao final do teste, não podem ser comparadas com performances em outros ergômetros, já que analisamos somente a confiança interna dos dados.

Diferentes exercícios ou ergômetros não convencionais usados na mensuração da aptidão aeróbia oferecem excelentes contribuições práticas, no sentido de ampliar os conceitos sobre avaliação e prescrição do treinamento utilizando variáveis fisiológicas, como o LS, VO₂ e FC.

7.6 Pressão Arterial e Duplo Produto

Os benefícios do TM no incremento da aptidão física e funcional do idoso evidenciam a importância de sua aplicação clínica. No entanto, os efeitos hemodinâmicos deste tipo de treinamento ainda precisam ser explorados.

Apesar da possibilidade de sobreposição de capacidades físicas observada no TM, o comportamento das variáveis hemodinâmicas (FC, DP, PAS e PAD) detectado em nossos achados teve características similares às obtidas frente a exercícios dinâmicos aeróbios. Observamos que, ao final do exercício, os valores do DP de pico nos momentos teste e reteste ($25,1 \pm 6,1$ e $23,6 \pm 4,7$, respectivamente) foram semelhantes aos de outros estudos que utilizaram ergômetros como a bicicleta e esteira (NAKAMURA et al., 2015; CARVALHO et al., 2015).

Exercícios que estimulam grandes grupos musculares de maneira cíclica tendem a resultar em comportamento da PA, e consequentemente DP, semelhante ao observado no exercício aeróbio tradicional, com elevação da PAS, estabilização

ou pequeno aumento da PAD e aumento da FC próximo aos valores máximos estimados (CUNHA et al., 2017; NAKAMURA et al., 2015).

Mas as respostas hemodinâmicas ao treinamento resistido são diferentes quando comparadas às obtidas pelo exercício aeróbio. Em teste incremental conduzido por Magosso (2010), os valores de FC foram menores em relação aos alcançados em exercício aeróbio. Em relação ao comportamento da PA, frente a intensidades mais altas de exercício, constata-se aumento da PAS e da PAD (UMPIERRE; STEIN, 2007).

Em nosso estudo analisamos também as respostas de PAS e PAD nos primeiros 60 minutos após o fim da intervenção, nos momentos teste e reteste.

Está bem descrito na literatura que uma única sessão de exercício aeróbio é capaz de reduzir a PA para níveis inferiores aos valores encontrados na medida de repouso. Este fenômeno recebeu o nome de Hipotensão Pós-exercício (HPE), e pode ser verificado no indivíduo normotenso e hipertenso (CARDOSO et al., 2010)

Apesar da suposta superioridade do treinamento aeróbio frente ao resistido, ainda existe uma grande lacuna na literatura em relação à definição sobre a melhor forma de treinamento, ocasionada pela diversidade de variáveis estudadas e fatores de confusão, como população avaliada, uso de medicação, intensidade e volume do treino, prática de atividade física, idade, sexo e dos participantes, entre outros (CARPIO-RIVERA et al., 2016; MALACHIAS et al., 2016).

No momento teste, obtivemos redução estatisticamente significativa das concentrações médias de PAS (primeira até a quarta medidas) quando comparadas aos valores pré-intervenção. A diferença variou de 5 mmHg (60 minutos) a 8 mmHg (quinze minutos). Não houve diferença entre as médias de PAS quando confrontados os valores obtidos na primeira e na quarta medidas (quinze e sessenta minutos). Resultados semelhantes foram encontrados também no reteste. A PAS permaneceu significativamente inferior ao valor controle (pré-intervenção) entre os 15 e os 60 minutos de recuperação, com redução de 7 mmHg (15 minutos) a 13 mmHg (30 minutos). Não foram constatadas diferenças entre os valores das medidas pós intervenção.

Em relação à PAD, observamos diferença na comparação das medidas subsequentes ao TM com as medidas pré-intervenção a partir dos 45 minutos, com redução de 2 mmHg (45 e 60 minutos), no teste e reteste.

De maneira semelhante, Cunha et al. (2017), também observaram reduções significativas na PA até 30 minutos após a realização de exercícios aeróbios na água em (-7,5 mmHg para PAS e -3,5 mmHg PAD), tanto em normotensos quanto em hipertensos.

Também Bocalini et al. (2017) compararam sessões de treinamento com o mesmo ergômetro (bicicleta), em terra e na água, com participantes hipertensos e normotensos. Os autores reportaram maior redução da PAM no exercício realizado na água, em até 90 minutos após o término da sessão. A maior diferença foi no grupo de hipertensos não tratados (28%), seguido de hipertensos (10%) e normotensos (10%).

Por sua vez, Silva et al. (2017) avaliaram a magnitude da HPE entre participantes que caminhavam em intensidades habituais (leves) e prescritas (moderadas) e obtiveram HPE de $-3,7 \pm 11,6$ mmHg e $-4,72 \pm 12,8$ mmHg, respectivamente, sem aumento da magnitude.

Os mecanismos fisiológicos que explicam a diminuição da PA após o exercício aeróbio não estão totalmente elucidados.

Em um estudo de revisão, Brito et al. (2014) descreveram um conjunto de fatores relacionados à HPE, como a diminuição da atividade simpática e do volume sistólico, a sensibilidade barorreflexa e os agentes vasodilatores, a exemplo do óxido nítrico. Os pesquisadores ressaltaram a influência de dois componentes fisiológicos na HPE: a diminuição do débito cardíaco e a resistência vascular periférica. Entre a população hipertensa, idosa e com sobrepeso, a maior redução da PA está relacionada à diminuição do débito cardíaco; entre normotensos, é a menor resistência periférica após as sessões de exercício que promove a hipotensão.

Recentemente, Coelho-Junior et al. (2017) compararam os efeitos agudos do treinamento de potência e do treinamento de força nos parâmetros hemodinâmicos e na biodisponibilidade do óxido nítrico de mulheres idosas. Os resultados indicaram HPE ($-6,9 \pm 2,6$ mmHg) durante 35 minutos no treinamento de força quando comparados ao período de repouso ($p=0,001$). Por sua vez, o treinamento de resistência indicou diminuição da FC e DP ($p < 0,001$) durante todo o período de avaliação após a conclusão do exercício em comparação com o período de repouso. Os níveis de óxido nítrico aumentaram nos dois tipos de exercício durante todo o período de avaliação em relação ao período de repouso. Aqui, a magnitude da HPE no treinamento de força foi semelhante à verificada em nosso estudo.

Carpio-Rivera et al. (2016) examinaram as evidências acerca do efeito agudo do exercício sobre a PA utilizando medidas metanalíticas e encontraram que, independentemente das características dos participantes e do exercício, há redução na PA poucas horas após uma sessão de exercícios. Citaram que uma diminuição de 5 mmHg na PA pode reduzir o risco de mortalidade por acidente vascular encefálico em 14% e de doença coronariana em 9%.

O TM, portanto, pode auxiliar no tratamento não farmacológico da HAS, visto que contempla tanto a realização de exercícios aeróbios quanto resistidos; quando prescrito principalmente para a população idosa, pode prevenir ou tratar doenças cardíacas e metabólicas, diminuir o risco de quedas, melhorar a qualidade de vida e a auto-estima e atenuar os índices de mortalidade (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

7.7 Treinamento Multimodal

O exercício multimodal vem ganhando popularidade no meio científico principalmente nos últimos dez anos, e importantes organizações estão discutindo e reformulando as melhores práticas para sua implementação junto à população idosa (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

É importante destacarmos que existem diferentes tipos de capacidades motoras e diversos instrumentos para desenvolvê-las. Em nosso estudo, trabalhamos capacidades condicionantes, como resistência aeróbia e resistência de força e capacidades coordenativas, sendo as principais a coordenação motora e o ritmo, além do equilíbrio, que consideramos como intermediária. A distinção entre as capacidades trabalhadas é primordial para a compreensão do papel do TM na população.

A literatura já dispõe de evidências sobre os benefícios da TM sobre a aptidão funcional, física e cognitiva (BOAZIZ et al., 2016). Porém, não existem elementos suficientes para definir a supremacia da multimodalidade sobre a unimodalidade.

Por exemplo, quando investigados os benefícios do treino resistido, encontramos descrição de aumento da massa muscular, melhora do equilíbrio, diminuição do risco de quedas e redução da mortalidade (BENICHOU; LORD, 2016; DANKEL; LOENNEKE; LOPRINZI, 2016). Com o TM também se verificam resultados semelhantes em termos de força muscular, equilíbrio, melhora funcional e

benefícios sobre doenças crônicas (CADORE et al., 2014, ANDRADE et al., 2013; BOAZIZ et al., 2016).

O confronto entre as duas modalidades, portanto, não parece ser quanto ao tipo de exercício, mas relacionado à forma de execução. Utilizando a definição do ACSM (2009) para o exercício resistido, a aplicação da força contra uma resistência ou carga pode sugerir que essa resistência pode ser aplicada em um aparelho de musculação ou simplesmente utilizando o próprio peso do corpo. Neste caso, temos o tipo (resistência de força), e a forma (aparelho ou peso corporal). O conceito também pode ser aplicado em outras capacidades. O exercício aeróbio (tipo), por exemplo, pode ser desenvolvido na esteira, bicicleta e remo (forma), ou fazendo polichinelos, subindo e descendo escadas e se deslocando frente a obstáculos.

O recente estudo de revisão que demonstrou os benefícios do TM no desempenho físico, funcional, cognitivo e qualidade de vida de idosos não discutiu a forma de desenvolvimento dos protocolos ou programas de exercício, mas identificou que os únicos trabalhos que reportaram aumento significativo do VO₂máx utilizaram ergômetros tradicionais, como a esteira e o cicloergômetro (BOUAZIZ et al., 2016).

Se não há confirmação de superioridade quanto a uma ou outra forma de exercício, questiona-se se o TM deve ser constituído de exercícios convencionais, realizados em ergômetros tradicionais, como esteira e aparelhos de musculação separados entre si em uma mesma sessão, ou multimodalidades que se integram e convergem em diversos estímulos motores.

Neste momento, julgamos necessário retomar alguns conceitos para continuar a discussão.

Cardozo, Prioli e Barela (2006) mencionam inúmeras debilidades físicas, funcionais e cognitivas no processo de envelhecimento. Além da perda de massa muscular, força e VO₂máx, que correspondem a valências fisiológicas, do ponto de vista funcional existem evidências de alterações sensoriais, como diminuição da ação dos proprioceptores em perceber e corrigir o movimento, alterações no sistema vestibular por diminuição no número de células ciliadas, perda da acuidade visual com dificuldades na visão periférica e modificação na velocidade do processamento de estímulo visual. Os autores concluem que essas mudanças são decisivas para o controle postural e, portanto, as informações sensoriais e motoras deveriam ser

melhor analisadas a fim de minimizar os efeitos do envelhecimento e melhorar a qualidade de vida desta população.

Sob este prisma, parece fazer sentido que algumas atividades motoras, principalmente as capacidades coordenativas, poderiam ser incluídas nos diversos programas tradicionais de exercícios, melhorando a interação sensório motora. Assim, ambientes laboratoriais e utilização de aparelhos de musculação ou ergômetros como a esteira, podem dar espaço a ambientes que propiciem maiores desafios posturais e proprioceptivos, com exercícios que utilizem o próprio peso corporal, pesos livres e acessórios como *steps*, cadeira, escadas, camas elásticas, elásticos, cones, dentre outros.

Na mesma perspectiva, investigadores desenvolveram um programa de exercício com o objetivo de incorporar elementos de aprendizagem de habilidades motoras utilizados em reabilitação neurológica e verificaram melhora na velocidade da marcha e na mobilidade, não detectadas mediante treinamento padrão resistido ou aeróbio. Os pesquisadores argumentaram que os treinamentos convencionais privilegiam o sistema fisiológico e pouco contemplam o sistema neural; por tais razões, recomendaram a implantação dos exercícios propostos em diversos setores da comunidade (BRACH et al., 2016; BRACH et al., 2017).

Investigadores verificaram os efeitos de um programa de exercício multimodal sistematizado sobre a função cognitiva frontal, o controle postural e componentes da capacidade funcional em indivíduos com doença de Alzheimer. Os participantes realizaram exercícios aeróbios, de fortalecimento muscular, de flexibilidade e de equilíbrio, somados a atividades que estimularam a função executiva, a atenção e a linguagem. Os resultados mostraram melhora na capacidade cognitiva e funcional, aumentando o equilíbrio e o controle postural e diminuindo o risco de quedas (DE ANDRADE et al., 2013).

De maneira semelhante, mas utilizando exercício aeróbio (unimodal), Cordova et al. (2009) relataram melhoras nos testes cognitivos relacionados a estado de alerta e funções executivas em mulheres idosas submetidas a uma sessão de exercício próximo a 90% do LAN.

Outro estudo que avaliou o processo mental medido pelo tempo de reação, analisando a integração sensório motora, comparou três grupos: idosas praticantes de musculação, idosas sedentárias e jovens sedentárias. Os resultados mostraram que as idosas ativas tiveram melhor tempo de reação quando comparado ao

apresentado por idosas sedentárias, porém inferior quando comparado ao tempo de reação das jovens sedentárias (CÔRTEZ; GAMA e DIAS, 2007).

Observamos que não há consenso sobre o modo como as interferências de uma capacidade sobre a outra (condicionantes e coordenativas) modulam as respostas funcionais e cognitivas e melhoram a integração sensório motora dos idosos. Mas está claro que, independentemente do tipo e forma de planejamento dos programas de exercícios (multimodal ou unimodal), a maior lacuna dos estudos sobre a temática recai sobre as variáveis que compreendem a carga geral do treinamento. Este foi o foco de nosso estudo.

Como já mencionado, estudos de revisão sobre o TM (BOAZIZ et al., 2016; BAKER, 2007) discutem as diversas metodologias referentes à avaliação da intensidade e volume do treinamento. Mas os autores pontuaram que em muitos artigos as intensidades não foram descritas (BAKER; ATLANTIS; SINGH, 2007) ou foram utilizadas medidas subjetivas ou indiretas (VAUGHAN et al., 2014; TARAZONA-SANTABALBINA et al., 2016).

Na sua grande maioria, os exercícios são realizados de forma cíclica, sejam eles aeróbios, de força, de equilíbrio, de agilidade ou de coordenação. Assim, o nosso circuito se utilizou do ritmo (metrônomo) como parâmetro de intensidade. Desta forma, independentemente de qual capacidade estava sendo realizada, a velocidade (bipes/min) era sempre progressiva até a interrupção do teste.

Um estudo interessante comparou resultados de exercícios realizados por idosos, utilizando cargas externas (aparelhos de musculação) ou sem cargas externas (peso do corpo), tendo a velocidade do movimento como variável de intensidade. Na análise da potência e das capacidades funcionais, os melhores resultados foram obtidos nos exercícios sem cargas (GLENN; GRAY e BINNS, 2015). A relação entre intensidade e velocidade do movimento mostrada neste trabalho também foi verificada em nosso estudo, onde apuramos que quanto mais rápido o movimento, maior a elevação do LS, FC, PSE e PA.

7.8 Limitações do Estudo

Nosso estudo explorou capacidades motoras condicionantes e coordenativas, e presumimos que as coordenativas estiveram mais suscetíveis a interferências no desempenho do teste. Mesmo com o processo de aprendizagem para eliminar possíveis interferências, pudemos observar diferenças nos níveis de coordenação

entre os idosos. Como a coordenação motora, associada ao ritmo, apresenta uma peculiar relação com o controle corporal, a fadiga e os mecanismos proprioceptivos podem ter influenciado os resultados.

A acidose metabólica causada em intensidades acima do LAN também pode afetar ações motoras e cognitivas (CORDOVA et al., 2009). Em nosso estudo, a capacidade de controle motor, reação motora, coordenação motora e capacidade de ritmo estavam todas sendo exigidas e, portanto, com a integração sensória motora prejudicada ao final do teste possivelmente alguns participantes não atingiram o pico de lactato.

Além disso, quando o participante não conseguia manter o ritmo ou a coordenação do movimento o teste era interrompido, acarretando interrupções já na primeira volta e fazendo com que o acúmulo e a estabilização do lactato no sangue não ocorressem.

Outro achado foi a discrepância de valores do LAN1 no 1º e 2º critério, que acreditamos ter sido causada pelos valores elevados no lactato de repouso. Este efeito provavelmente se deu pelo modo de deslocamento dos participantes de nosso estudo até o local da coleta. Muitos relataram utilizar o transporte público e ter de caminhar durante alguns minutos para chegar ao ginásio. Apesar de ficarem em repouso por 10 minutos antes do início do teste, os resultados apontaram ser este um tempo insuficiente para o organismo remover o metabólito para valores basais, o que pode ter constituído um viés de nosso trabalho.

Quanto ao material utilizado, não encontramos na literatura nenhuma medida de referência para a altura da cadeira no exercício sentar e levantar, mas este é um detalhe que pode gerar discussão. Em nosso estudo, a cadeira utilizada tinha 47cm de altura. Talvez fosse oportuna a utilização de medidas personalizadas, pois a angulação da articulação pode produzir menor ou maior força devido a relação da altura do assento e o tamanho dos membros inferiores. Em outras palavras, indivíduos mais altos tendem a produzir uma maior flexão do joelho do que indivíduos mais baixos, aumentando assim a amplitude do movimento gerando maior força do quadríceps. Nos estudos de Nakamura, Ohira e Yokokawa (2014) e Nakamura et al., (2015), a altura da cadeira foi ajustada individualmente de acordo com o ponto superior da fíbula e a média da altura da cadeira ficou em $43,5 \pm 1,8$ cm. Mas salientamos que este trabalho foi realizado com indivíduos jovens, sendo necessária adequação para a população idosa.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatamos a confiabilidade teste-reteste na determinação da intensidade do LAN2, FCILAN, IP e lactato pico, realizado em circuito multimodal de forma incremental em idosos ativos.

Diante da importância do TM, valorizada na última década, avaliar a capacidade aeróbia em um circuito multimodal que estimule as diversas capacidades motoras (condicionantes e coordenativas), com baixo custo operacional, é de grande relevância clínica.

O teste por nós estudado é uma ferramenta importante na prescrição e elaboração de um programa de treinamento para o idoso e abre novos horizontes para futuras investigações. Muitas lacunas ainda existem no campo da avaliação física e funcional, e outros trabalhos deveriam investigar as respostas fisiológicas de indivíduos idosos a fim de compreender melhor as variáveis de treinamento a ser utilizadas.

REFERÊNCIAS¹

¹ De acordo com a ABNT NBR 6023 2002

ALMEIDA, A.V. et al. A Feminização da Velhice: em foco as características socioeconômicas, pessoais e familiares das idosas e o risco social. **Texto & Contexto**, Porto Alegre, v.14, n.1, p. 115-131, 2015.

ALLERTON, T.D.; EARNEST, C.P.; JOHANNSEN, N.M. Metabolic and mechanical effects of laddermill graded exercise testing. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.32, n.1, p.195-200, 2018.

ALTMAN, D.G.; BLAND, J.M. Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. **The Statistician**, v.32, p. 307-317, 1983.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.41, n.7, p.1510-1530, 2009.

ANDRADE, L.P. et al. Benefits of Multimodal Exercise Intervention for Postural Control and Frontal Cognitive Functions in Individuals with Alzheimer's Disease: A Controlled Trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.61, n.11, p. 1919-1926, 2013.

Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica-ABESO. **Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2009/2010**. 3.ed. Itapevi, SP: AC Farmacêutica, 2009.

AYABE, M. et. al. Alterations in heart rate, blood lactate accumulation and perceived exertion at lactate threshold as a consequence of exercise training in the elderly. **International Journal of Sport and Health Science**, v.4, p. 536-543, 2006.

BAKER, M.K.; ATLANTIS, E.; SINGH, M.A.F. Multi-modal exercise programs for older adults. **Age Ageing**, v.36, n.4, p. 375-381, 2007.

BARBANTI, VJ. **Treinamento esportivo: as capacidades motoras dos esportistas**. 1ª ed. Manole: Barueri-SP, 2010. 246 p.

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, n.6, p.863-867, 1995.

BENEKE, R. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. **European Journal of Applied Physiology**, v.88, n.4-5, p.361-369, 2003.

BENICHOU, O.; LORD, S.R. Rationale for strengthening muscle to prevent falls and fractures: A review of the evidence. **Calcified Tissue International**, v.98, n.6, p.531-545, 2016.

BERRY, S.D.; MILLER, R.R. Falls: epidemiology, pathophysiology, and relationship to fracture. **Current Osteoporosis Reports**, v.6, n.4, p.149-154, 2008.

BINDER, R.K. et al. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v.15, n.6, p.726-734, 2008.

BOCALINI, D.S. et al. Post-exercise hypotension and heart rate variability response after water- and landergometry exercise in hypertensive patients. **PlosOne**, v.12, n.6, p.1-14, 2017.

BORG, G. **Borg's Perceived Exertion and Pain Scales**. Champaign: Human Kinetics, 1998.

BOSQUET, L.; LÉGER, L.; LEGROS, P. Methods to determine aerobic endurance. **Sports Medicine**, v.32, n.11, p. 675-700, 2002.

BOUAZIZ, W. et al. Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. **International Journal of Clinical Practice**, v.70, n.7, p. 520-536, 2016.

BRACH, J.S. et. al. Translation of a motor learning walking rehabilitation program into a group-based exercise program for community-dwelling older adults. **PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation**, v.8, n.6, p. 520-528, 2016.

BRACH, J.S. et. al. Effectiveness of a timing and coordination group exercise program to improve mobility in community-dwelling older adults: a randomized clinical trial. **JAMA Internal Medicine**, v.177, n.10, p. 1437-1444, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **A vigilância, o controle e a prevenção das doenças crônicas não-transmissíveis: DCNT no contexto do Sistema Único de Saúde brasileiro**. Brasil. Ministério da Saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005. 80 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 160 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Diretrizes para o cuidado das pessoas com doenças crônicas nas redes de atenção à saúde e nas linhas de cuidado prioritárias**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 28 p.

BRITO L.C. et. al. Influence of population and exercise protocol characteristics hemodynamic determinants of post-aerobic exercise hypotension. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.47, n.8, p.626-636, 2014.

CADORE, E.L. et. al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. **Age**, v.36, n.2, p.773-785, 2014.

CARDOSO, C.G.J.R. et. al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. **Clinics**, v.65, n.3, p. 317-325, 2010.

CARDOZO, A.S.; PRIOLI, A.C.; BARELA, J.A. Atividade Física e acoplamento entre percepção e ação no controle postural de idosos. **Motricidade**, v.2, n.3, p.178-191. 2006.

CARPIO-RIVERA, E. et al. Acute effects of exercise on blood pressure: a meta-analytic investigation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.106, n.5, p.422-433, 2016.

CARVALHO, F.O. et al. Agregação de fatores de risco cardiovascular e ocorrência de hipertensão arterial em adultos sedentários. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.6, p. 419-421, 2013.

CARVALHO, R.S.T. et al. Hypotensive response magnitude and duration in hypertensives: continuous and interval exercise. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.104, n.3, p.234-241, 2015.

CASPERSEN, C.J; POWELL, K.E; CHRISTENSEN, G.M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**, v.100, n.2, p.126-131, 1985.

CASTAGNA, C. et. al. Relationship between endurance field test and match performance in young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.12, p. 3227-3233, 2010.

CHENG, B. et al. A new approach for the determination of ventilatory and lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, n.7, p. 518-522, 1992.

CLARK, B.A. Test for fitness in older adults. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v.60, n.3, p.66-71, 1989.

COELHO-JÚNIOR et al. Acute effects of power and resistance exercises on hemodynamic measurements of older women. **Clinical Interventions in Aging**, v.12, p.1103-1114, 2017.

CONSENSO NACIONAL DE ERGOMETRIA. Indicações e contra-indicações dos testes ergométricos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.65, n.2, p.191-211, 1995.

CÓRDOVA, C. et. al. Acute exercise performed close to the anaerobic threshold improves cognitive performance in elderly females. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.42, n.5, p.458-464, 2009.

CÔRTES G.; GAMA, J.; DIAS, A. Mental processing and reaction timed in active aged women practicing against-resistance training compared to aged and young sedentary women. **Vertices**, v. 9, n.1/3, p. 1-60, 2007.

COYLE, E.F. et al. Blood lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients. **Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology**, v.54, n.1, p.18-23, 1983.

CUNHA, R.M. et al. Acute blood pressure response in hypertensive elderly women immediately after water aerobics exercise: a crossover study. **Clinical and Experimental Hypertension**, v.39, n.1, p.17-22, 2017.

CZUBA, M. et al. Lactate threshold (D-Max Method) and maximal lactate steady state in cyclists. **Journal of Human Kinetics**, v.21, p.49-56, 2009.

DE ANDRADE, L.P. et. al. Benefits of multimodal exercise intervention for postural control and frontal cognitive functions in individuals with alzheimer's disease: a controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.61, n.11, p.1919-1926, 2013.

DEKERLE, J. et al. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **European Journal of Applied Physiology**, v.89, n.3-4, p.281-288, 2003.

DUNKEL, S.J.; LOENNEKE, J.P.; LOPRINZI, P.D. Dose-dependent association between muscle-strengthening activities and all-cause mortality: prospective cohort study among a national sample of adults in the USA. **Archives of Cardiovascular Diseases**, v.109, n.11, p.626-633, 2016.

EDVARDSEN, E.; HEM, E.; ANDERSSSEN, S.A. End criteria for reaching maximal oxygen uptake must be strict and adjusted to sex and age: a cross-sectional study. **PloS one**, v.9, n.1, p.e85276, 2014.

ESQUENAZI, D.; SILVA, S.R.B.; GUIMARÃES, M.A.M. Aspectos fisiopatológicos do envelhecimento humano e quedas em idosos. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 13, n.2, p.11-20, 2014.

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts: how valid are they? **Sports Medicine**, v.39, n.6, p.469-490, 2009.

FLEG, J.L. et al. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. **American Heart Association**, v.112, n.5, p.674-682, 2005.

FREIRE, R.S. Prática regular de atividade física: estudo de base populacional no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.20, n.5, p.345-349, 2014.

FUNDAÇÃO VALE. **Fisiologia do exercício**. Cadernos de referência de esporte 2. Brasília: Fundação Vale, UNESCO, 2013. 74 p.

GLENN, J.M.; GRAY, M.; BINNS, A. The Effects of loaded and unloaded high-velocity resistance training on functional fitness among community-dwelling older adults. **Age and ageing**, v.44, n.6, p. 926-931, 2015.

GOMES, R.; NASCIMENTO, E.F.; ARAÚJO, F.C. Por que os homens buscam menos os serviços de saúde do que as mulheres? As explicações de homens com baixa escolaridade e homens com ensino superior. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.23, n.3, p.565-574, 2007.

GRUNDY, S.M. et al. Cardiorrespiratory fitness and metabolic risk. **American Journal of Cardiology**, v.109, n.7, p. 988-993, 2012.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. Atividade física, aptidão física e saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, n.1. p.18-35, 1995.

HAGBERG, J.M.; COYLE, E.F. Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.15, n.4, p. 287-289, 1983.

HECK, H. et al. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, n.3, p.117-130, 1985.

HECK, H.; SCHULZ, H.; BARTMUS, U. Diagnostics of anaerobic power and capacity. **European Journal of Sport Science**, v.3, n.3, p.1-23, 2003.

HOFF, J. et. al. Soccer specific aerobic endurance training. **British Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 3, p. 218-21, 2002.

HUGHSON, R.L.; GREEN, H.J. Blood acid-base and lactate relationships studied by ramp work tests. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n.4, p.297-302, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Práticas de esportes e atividade física**. Rio de Janeiro-RJ. 2017. 81p. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100364.pdf>> Acesso em 15 de março de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. Rio de Janeiro-RJ. 2016. 146p. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98965.pdf>> Acesso em 26 de janeiro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013**. Ciclos de vida: Brasil e grandes regiões. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 92 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores sociodemográficos e de saúde no Brasil**. Rio de Janeiro-RJ. 2009. 152p. Disponível em <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv42597.pdf>> Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

JUNIOR, N.K.M. “Estado da arte” das escalas de percepção subjetiva de esforço. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v.7, n.39, p.293-308, 2013.

KAIR, D.A. et al. Exercise Intensity Thresholds: identifying the Boundaries of Sustainable Performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.47, n.9, p.1932-1940, 2015.

KANG, S. et al. Multicomponent exercise for physical fitness of community-dwelling elderly women. **Journal of Physical Therapy Science**, v.27, n.3, p.911-915, 2015.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The Significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training.

European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, v.42, n.1, p.25-34, 1979.

KOVACS, E. et al. Effects of a multimodal exercise program on balance, functional mobility and fall risk in older adults with cognitive impairment: a randomized controlled single-blind study. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, vol. 49, n.5, p. 639-648, 2013.

KUCHEMANN, B.A. Envelhecimento populacional, cuidado e cidadania: velhos dilemas e novos desafios. **Revista Sociedade e Estado**, v.27, n.1, p.165-177, 2012.

LAYNE, A.S. et al. Predictors of change in physical function in older adults in response to long-term, structured physical activity: The LIFE Study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.98, n.1, p.11-24, 2017.

MACHADO, F.A. et. al. Comparação entre os ajustes de curva exponencial e polynomial na determinação do limiar de lactato pelo método d-máx. **Revista Brasileira de Ciências e Esporte**, v.33, n.4, p. 1029-1040, 2011.

MAGOSSO, R.F. **Análise da existência de máxima fase estável de lactato nos exercícios resistidos leg press 45° e supino reto**. 2010. 98 páginas. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2010.

MALACHIAS, M.V.B. et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.107, n 3, Supl.3, 2016.

MALTA, D.C. et al. Doenças crônicas não transmissíveis e a utilização de serviços de saúde: análise da Pesquisa Nacional de Saúde no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.51, Número especial 1:4s, p.1-10, 2017.

MARQUEZI, M.L. Bases metabólicas do conceito limiar anaeróbio - conceito limiar anaeróbio. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v.5, n.2, p.53-64, 2006.

MARTINS, C.; LEITE, F. **Mudanças demográficas e saúde no Brasil – dados disponíveis em 2008**. Instituto de Estudos de Saúde Suplementar. 2008. Disponível em <<http://www.ies.org.br/html/TD0017fecundidadesaude.pdf>> Acesso em 20 de janeiro de 2018.

MARTINS, G.A. Sobre confiabilidade e validade. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v.8, n.20, p. 1-12, 2006.

MAZO, G.Z.; CARDOSO, F.L.; AGUIAR, D.L.D. Programa de hidroginástica para idosos: motivação, auto-estima e auto-imagem. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v.8, n.2, p.67-72, 2006.

MENEGHELO, R.S. et al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, vol.95, n 5 Supl. 1, p.1-26, 2010.

MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício. Nutrição, energia e desempenho humano**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MCLELLAN, T.M. The anaerobic threshold: concept and controversy. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport**, v.19, n.2, p.3-8, 1987.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. **Política Nacional do idoso**. Lei nº 8.842, janeiro de 1994. Brasília. 1ª edição. 2010.

MIRANDA, G.M.D; MENDES, A.C.G; SILVA, A.L.A. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v.19, n.3, p. 507-519, 2016.

MYERS, J.; ASHLEY, E. Dangerous curves: a perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. **Chest**, v.111, n.3, p. 787-795, 1997.

NAKAMURA, K. et al. Validity and reproducibility of a incremental sit-to-stand exercise test for evaluating anaerobic threshold in young, healthy individuals. **Journal of Sports Science & Medicine**, v.14, n.4, p. 708-715, 2015.

NAKAMURA, K.; OHIRA, M.; YOKOKAWA, Y. The effect of diferente standing up frequencies in sit-to-stand exercise on oxygen uptake. **Journal of Physical Therapy Science**, v.26, n.10, p. 1631-1633, 2014.

NAKANO, M.M. **Versão brasileira da Short Physical Performance Battery – SPPB: adaptação cultural e estudo da confiabilidade**. 2007. Dissertação (Mestrado). 89 páginas. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas-SP, 2007.

NEGRÃO, C.E.; BARRETO, A.C.P. **Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata**. 3ª ed. Barueri-SP: Manole, 2010.

NICHOLSON, R.M.; SLEIVERT, GG. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.2, p.339-342, 2001.

NÓBREGA, A.C.L. et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 5, n.6, p.207-211, 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório Mundial de Envelhecimento e Saúde**. Resumo. 2015. Disponível em <<http://www.portaldoenvelhecimento.com/publicacoes0/item/3809-relatorio-mundial-de-envelhecimento-e-saude>> Acesso em: 21 de março de 2018.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud**. 2010. 58p. Disponível em <http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/> Acesso em 24 de fevereiro de 2018.

OSNESS, W.H. et al. **Functional Fitness Assessment for adults aver 60 Years. The American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD)**. Association for Research, Administration, Professional Councils, and Societies. Council on Aging and Adult Development. 1990.

PATE, R.R. The evolving definition of physical fitness. **Quest**, Champaign. v. 40, n. 3, p. 174-179, 1988.

PATIL, R. et. al. Effects of a multimodal exercise program on physical function, falls, and injuries in older women: a 2-year community-based, randomized controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.63, n.7, p.1306-1313, 2015.

PAVASINI, R. et al. Short physical performance battery and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. **BMC Medicine**, v.14, n.1, p.1-9, 2016.

PINHEIRO, W.L. **Perfil dos idosos usuários de academias ao ar livre para a Terceira Idade da cidade de Fortaleza**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Fortaleza-CE, 2016.

POGLIAGHI, S. et al. Adaptations to endurance training in the healthy elderly: arm cranking versus leg cycling. **European Journal of Applied Physiology**, v.97, n.6, p.723-731, 2006.

PRIoux, J. et al. Effect of ageing on the ventilatory response and lactate kinetics during incremental exercise in man. **European Journal of Applied Physiology**, v.81, n.1-2, p.100-107, 2000.

RIBEIRO, J.A.B. et al. Adesão de idosos a programas de atividade física. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Florianópolis, v.34, n.4, p.969-984, 2012.

ROBERGS, R.A; LANDWEHR, R. The surprising history of the “HRmax=220-age” equation. **Journal of Exercise Physiology online**, v.5, n.2, 2002.

ROCHA, S.V. Fatores associados à atividade física insuficiente no lazer entre idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.3, p.191-195, 2013.

SCHMIDT, M.I. et al. Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil: carga e desafios atuais. In: Saúde no Brasil: a série The Lancet, 2011. Victora; Cesar Gomes et al. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2011. 195 p.

SECRETARIA NACIONAL DE PROMOÇÃO DEFESA DOS DIREITOS HUMANOS. **Dados sobre o envelhecimento no Brasil**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mdh.gov.br/assuntos/pessoa-idosa/dados-estatisticos/DadosobreoenvelhementonoBrasil.pdf>>. Acesso em 22 de janeiro de 2018.

SILVA, A.C. et al. Escalas de Borg e OMNI na prescrição de exercício em cicloergômetro. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.13, n.2, p.117-123, 2011.

SILVA, T.S. et al. Effect of the exercise of walkers performed in public squares with spontaneous or prescribed intensity on post-exercise hypotension. **Revista de Saúde Pública**, v.51, p.1-10, 2017.

SILVA, V.A.P. et. al. Frequência cardíaca máxima em idosos brasileiras: uma comparação entre valores medidos e previstos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.88, n.3, p. 314-320, 2007.

SKINNER, J.S.; McLELLAN, T.H. The transition from aerobic to anaerobic metabolismo. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.51, n.1, p.234-248, 1980.

SOUZA, N.F. et. al. Limiar de lactato em exercício resistido em idosos. **Motricidade**, v.9, n.1, p.86-93, 2013.

SPIRDUSO, W.W. **Dimensões físicas do envelhecimento**. 1º ed. Barueri-SP: Manole, p.121, 2004.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.2, n.3, p.160-165, 1981.

TANAKA, H.; MONAHAN, K.D; SEA, D.R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, v.37, n.1, p. 153-156, 2001.

TARAZONA-SANTABALBINA, F.J. et al. A Multicomponent exercise intervention that reverses frailty and improves cognition, emotion, and social networking in the community-dwelling frail elderly: a randomized clinical trial. **Journal of the American Medical Directors Association**, v.17, n.5, p.426-433, 2016.

TRAPÉ, Á.A. et al. Aptidão física e nível habitual de atividade física associados à saúde cardiovascular em adultos e idosos. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v.48, n.5, p.457-466, 2015.

UMPIERRE, D.; STEIN, R. Efeitos hemodinâmicos e vasculares do treinamento resistido: implicações na doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.89, n.4, p.256-262, 2007.

URHAUSEN, A. Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. **International Journal of Sports Medicine**, v.14, n.3, p.134-139, 1993.

URSO, R.P. et al. Determinação dos metabolismos láctico e alático da capacidade anaeróbia por meio do consumo de oxigênio. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.15, n.5, p. 616-627, 2013.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **2008 Physical Activity Guidelines for Americans. Be active, healthy and happy**. Washington, DC. 2008. 76p. Disponível em: <<https://health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf>> Acesso em 26 de março de 2016.

VAUGHAN, S. et al. The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: a randomized controlled trial. **Age and Ageing**, v.43, n.5, p.623-629, 2014.

WANDERLEY, F.A.C. et al. Aerobic versus resistance training effects on health-related quality of life, body composition, and function of older adults. **Journal of Applied Gerontology**, v.34, n.3, p.143-165, 2015.

WASSERMAN, K.; MCILROY, MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **The American Journal of Cardiology**, v.14, p.844-852, 1964.

WELTMAN, A. et al. Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200-m running performance in male runners. **International Journal of Sports Medicine**, v.8, n.6, p.401-406, 1987.

WELTMAN, J. et al. Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200-m time trial running performance in untrained females. **International Journal of Sports Medicine**, v.10, n.3, p. 207-211, 1989.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diretrizes da OMS para a tiragem de sangue: boas práticas em flebotomia**. Geneva, Switzerland, 2010. Disponível em: http://www.who.int/infection-prevention/publications/Phlebotomy-portuges_web.pdf Acesso em 15 de março de 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Envelhecimento ativo: uma política de saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005. 60p

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020**. 2013. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/94384/1/9789241506236_eng.pdf?ua=1. Acesso em: 23 de janeiro de 2018.

ZAGATTO, A.M. et al. The Hoff circuit test is more specific than an incremental treadmill test to assess endurance with the ball in youth soccer players. **Biology of Sport**, v.33, n.3, p. 263-268, 2016.

ZAGATTO, A.M. et al. Utilização da distância total percorrida no teste específico de Hoff como preditora da velocidade de limiar anaeróbio no futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.4, p.267-270, 2013.

APÊNDICES

APENDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você para participar, como voluntário, desta pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Título do Projeto: Confiabilidade do teste incremental em circuito multimodal na determinação do limiar anaeróbico individual de idosos por meio da dosagem do lactato sanguíneo.

Pesquisadores Responsáveis: Daniel Martinez Lana (aluno de Mestrado) e Prof^a Leila Maria Marchi Alves Ancheschi (Orientador)

A prática de exercício físico é muito importante para a manutenção da saúde. Fazer exercício diminui as chances de desenvolver doenças, como problemas no coração e aumento da pressão, além de ajudar a manter e recuperar os movimentos básicos para as ações do dia a dia (sentar, levantar, andar, entre outros). Mas é preciso saber qual é o tipo de atividade física mais indicada para pessoas com mais de 60 anos de idade.

O objetivo desta pesquisa é verificar se a prática de exercícios em um circuito multimodal permite identificar a capacidade de esforço físico de idosos, chamada limiar anaeróbico. O treinamento em circuito consiste na realização de diferentes exercícios, feitos em sequência. Nessa pesquisa, engloba exercícios básicos que imitam ações que a pessoa faz na sua rotina diária.

Para essa análise, precisaremos verificar qual a quantidade de lactato estará no seu sangue enquanto você pratica estes exercícios com a orientação de um profissional especializado. O lactato é uma substância produzida pelo corpo que aumenta seus níveis no sangue quando praticamos exercício, porque pode ser usado como fonte de energia (ajuda o corpo a ter força para praticar a atividade).

Antes da realização dos exercícios, precisaremos saber se você pode praticar exercícios. Por isso, você só participará da pesquisa se o médico de sua confiança lhe liberar para as atividades. Além disso, você deverá responder a perguntas sobre sua história de saúde. A entrevista será realizada de maneira reservada em uma sala no local de coleta de dados, em horários agendados de acordo com sua disponibilidade. Faremos também a medida da sua pressão e dos batimentos do seu coração antes e durante a realização dos exercícios físicos, da mesma forma que é feito durante as consultas de rotina. Nesses exames, você estará sujeito aos riscos semelhantes àqueles de um atendimento ambulatorial de rotina, mas é possível que aconteça algum incômodo relacionado aos procedimentos ou por responder aos questionários utilizados no estudo. Se os resultados do exame indicarem que sua pressão está alta ou que as batidas de seu coração estão alteradas, você será encaminhado ao serviço de saúde para avaliação. A entrevista e avaliação devem durar 30 minutos.

Depois, você será treinado em relação aos exercícios físicos que deverá praticar no circuito: sentar e levantar de uma cadeira, caminhar aproximadamente 5 metros, levantar 2 ou 3 quilos dobrando o cotovelo, subir e descer um degrau. O tempo de duração do treinamento pode variar de dois a quatro períodos de uma hora, distribuídos em uma semana de acordo com sua disponibilidade. Na semana seguinte, você fará os exercícios treinados e, a cada volta no circuito vamos colher uma gota de seu sangue a partir de uma única picada única picada no lóbulo da orelha. A coleta do sangue será feita pelo pesquisador, com material estéril que será descartado após único uso. Para diminuir a dor, utilizaremos uma agulha de tamanho apropriado e após a limpeza da pele, deixaremos o álcool secar completamente, pois a presença de álcool aumenta a sensação de dor. Ao término do procedimento, o local será pressionado levemente de forma a conter o sangramento e evitar o aparecimento de manchas roxas.

A sessão de exercício terá duração de uma hora, mas você pode desistir da participação quando se sentir cansado. Você terá sua condição de saúde avaliada pelo pesquisador durante todo o tempo de realização do exercício. Caso apresente algum sintoma associado ao esforço físico (tonturas, falta de

ar, náuseas, dor ou pressão no peito, braço, ombro ou pescoço ou qualquer tipo de dor nas articulações) você será orientado a parar a atividade e, se necessário, será encaminhado para avaliação de saúde.

Garantimos o segredo dos dados informados e a não divulgação da sua identidade. Você poderá a qualquer momento retirar seu consentimento e não mais participar da pesquisa. Espera-se que os resultados da pesquisa contribuam para definir qual o melhor exercício a ser usado para ajudar recuperação e manutenção da saúde dos idosos. Você contribuirá para os resultados, mas não será beneficiado diretamente pelo estudo. Qualquer decisão tomada por você não lhe trará nenhum prejuízo. Informamos que sua participação não envolve nenhum tipo de despesa e que você terá direito à indenização caso ocorra algum dano decorrente de sua participação. Você não receberá pagamento ou gratificação por sua participação. Os resultados deste estudo deverão ser publicados em revistas públicas.

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre o estudo, os procedimentos nele envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação.

Local e data:

Nome e Assinatura do participante:

Nome e Assinatura do pesquisador:.....

Em caso de dúvida você pode procurar o responsável por este trabalho (Educador físico Daniel Lana), nos endereços e telefones de contato.

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto – USP Avenida Bandeirantes, 3900 / Monte Alegre - Ribeirão Preto-SP Fone: (16) 3315-3474 / (16) 99992-3681. E-mail: coach.daniellana@gmail.com

Em caso de dúvidas éticas, você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CEP-EERP-USP) pelo telefone (16) 3315-9197, de segunda à sexta-feira das 8h às 17h. O CEP-EERP-USP tem como finalidade proteger eticamente o participante de projetos de pesquisas que envolvam seres humanos.

APENDICE 2**Instrumento para coleta de dados****Data coleta de dados:** ____/____/____**Data nascimento:** ____/____/____ **Sexo:** () M () F**Cor da pele:** () Branca () Não branca

Situação familiar conjugal: convive com companheiro(a) e filho(s) (...); convive com companheiro(a) com laços conjugais e sem filhos () ; convive com companheiro(a) com filhos e/ou outro(s) familiar(es), (...); convive com familiar(es) sem companheiro(a) (...); convive com outra(s) pessoa(s) sem laços consanguíneos e/ou laços conjugais () ; vive só () .

Número de anos de estudo: _____ anos**Profissão/Ocupação:** _____**Atividade física**

() não pratica () prática de 30 minutos de atividade física moderada, 5 dias por semana () prática de 20 minutos de atividade física vigorosa, 3 dias por semana, em sessões de pelo menos de 10 minutos de duração

Exame físico

Pressão arterial 1ª medida: _____ mm Hg

Pressão arterial 2ª medida: _____ mm Hg

Pressão arterial 3ª medida: _____ mm Hg

Peso (em gramas): _____ Altura (em cm): _____ IMC: _____ (Kg/m²)

Circunferência Abdominal (em cm): _____

FC: _____ bat/min

Duplo Produto: _____

Consumo Máximo de Oxigênio: _____ (ml/Kg.min)

Lactato sanguíneo

Valor 1: _____ Valor 2: _____ Valor 3: _____

ANEXOS

ANEXO 1**PARECER - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

Centro Colaborador da OPAS/OMS para o
Desenvolvimento da Pesquisa em Enfermagem

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO

Avenida Bandeirantes, 3900 - Ribeirão Preto - São Paulo - Brasil - CEP 14040-902
Fone: 55 16 3315.3382 - 55 16 3315.3381 - Fax: 55 16 3315.0518
www.eerp.usp.br - eerp@usp.br

Ofício CEP-EERP/USP nº 107/2017, de 22.05.2017

Prezada Senhora,

Comunicamos que o projeto de pesquisa abaixo especificado foi analisado e considerado **aprovado** pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CEP-EERP/USP) em sua 31ª Reunião Extraordinária, realizada em 19 de maio de 2017.

Protocolo CAAE: 66587517.6.0000.5393

Projeto: Confiabilidade do teste incremental em circuito multimodal na determinação do limiar anaeróbio individual de idosos por meio da dosagem do lactato sanguíneo

Pesquisadores: Leila Maria Marchi Alves

Em atendimento à Resolução 466/12, deverá ser encaminhado ao CEP o relatório final da pesquisa e a publicação de seus resultados, para acompanhamento, bem como comunicada qualquer intercorrência ou a sua interrupção.

Atenciosamente,

Prof.ª Dra. Angelita Maria Stabile

Coordenadora do CEP-EERP/USP

Ilma. Sra.

Prof.ª Dra. Leila Maria Marchi Alves

Departamento de Enfermagem Geral e Especializada
Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto - USP