



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

RENATA PIRES TRICANICO MACIEL

**EFEITOS DO EXERCÍCIO FUNCIONAL EM CIRCUITO (FEC)  
COMPARADO AO TREINAMENTO AERÓBICO SOBRE  
DESFECHOS RELACIONADOS À SARCOPENIA E  
ESTRESSE OXIDATIVO EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

RENATA PIRES TRICANICO MACIEL

**EFEITOS DO EXERCÍCIO FUNCIONAL EM CIRCUITO (FEC)  
COMPARADO AO TREINAMENTO AERÓBICO SOBRE  
DESFECHOS RELACIONADOS À SARCOPENIA E  
ESTRESSE OXIDATIVO EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vanessa Suziane Probst.

Londrina  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Maciel, Renata Pires Tricanico.

EFEITOS DO EXERCÍCIO FUNCIONAL EM CIRCUITO (FEC) COMPARADO AO TREINAMENTO AERÓBICO SOBRE DESFECHOS RELACIONADOS A SARCOPENIA E ESTRESSE OXIDATIVO EM IDOSOS SAUDÁVEIS / Renata Pires Tricanico Maciel. - Londrina, 2020.  
88 f.

Orientador: Vanessa Suziane Probst.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2020.

Inclui bibliografia.

1. Envelhecimento - Tese. 2. Sarcopenia - Tese. 3. Estresse oxidativo - Tese. 4. Exercício físico - Tese. I. Probst, Vanessa Suziane. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. III. Título.

CDU 615.8

RENATA PIRES TRICANICO MACIEL

**EFEITOS DO EXERCÍCIO FUNCIONAL EM CIRCUITO (FEC)  
COMPARADO AO TREINAMENTO AERÓBICO SOBRE DESFECHOS  
RELACIONADOS À SARCOPENIA E ESTRESSE OXIDATIVO EM  
IDOSOS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências da Reabilitação.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vanessa Suziane Probst  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Denilson de Castro Teixeira  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Josiane Lopes  
Universidade Estadual do Centro-Oeste -  
UNICENTRO

Londrina, 03 de dezembro de 2020.

**Dedico este trabalho à minha família, e em especial ao meu marido, que sempre estiveram me apoiando. Dedico também à todos os idosos que participaram desta pesquisa pelo comprometimento, pela amizade e por todo o aprendizado que me proporcionaram.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter colocado em meu caminho essa grande oportunidade de crescimento profissional e pessoal, por ter me dado força e coragem de enfrentar todas as dificuldades encontradas nessa jornada e por ter colocado pessoas incríveis em minha vida que também me ajudaram nesse processo.

À minha orientadora, professora Vanessa S. Probst, que, mesmo sem me conhecer previamente, depositou sua confiança em mim e me aceitou como sua orientanda. Obrigada por toda a convivência, o aprendizado e, principalmente, pela paciência e compreensão nesta etapa final do curso ao permitir e apoiar a sua conclusão a distância.

Ao professor Denilson C. Teixeira que viabilizou a realização desse estudo e me aceitou de braços abertos em seu grupo de pesquisa.

À professora Josiane Lopes, quem admiro muito como pessoa e profissional, por ter aceitado o convite para avaliar este trabalho e por toda ajuda essencial que prestou durante o período de intervenção.

À Denise e à toda equipe do laboratório que foram muito prestativos e pacientes em nos ensinar suas experiências e realizar os exames. Se tornaram companheiros de tardes e noites de análises e grandes amigos por quem tenho um carinho muito grande.

Ao meu querido amigo e companheiro de pesquisa Walter que desde o início me guiou e acompanhou cada passo meu nesse período de mestrado. Uma das pessoas mais inteligentes que já conheci, com uma bagagem de experiência imensa nas costas e que não mede esforços nenhum em compartilhar seu conhecimento com o próximo. Durante nossa convivência, me inspirou com sua dedicação e seu amor pelo trabalho que realiza. Obrigada por tudo!

Aos nossos bolsistas de iniciação científica Giovana, Jaqueline, Jordana, Lorena, Paola, Paulo e Vinícius que tiveram participação ativa em todo o processo da pesquisa e foram essenciais para que tudo saísse nos conformes. Com a convivência, trocamos experiências e conhecimentos e nos tornamos grandes amigos.

Aos integrantes do grupo de estudo da Educação Física Anderson, Bruna, Camila e Fabiana que me acolheram e se tornaram parceiros de pesquisa, me deram muito apoio e me proporcionaram uma experiência incrível.

Em especial, quero agradecer ao Anderson e a Bruna, que além do trabalho, se tornaram amigos para a vida. Vocês tornaram os meus momentos de dificuldade mais leves com muitas risadas. Com vocês aprendi muitas coisas, vivemos bons momentos e fizemos boas histórias para recordar.

A todos os idosos voluntários que participaram desse estudo, pela paciência, dedicação e todo o conhecimento que proporcionaram a mim. Vou levar comigo para sempre a amizade que construímos e o carinho que cultivei por cada um.

Ao meu amado esposo Felipe, o verdadeiro motivo de eu ter chegado até aqui. Quem sempre me impulsionou para frente, me incentivou desde o início a fazer o mestrado/residência e nunca me deixou sequer pensar que não seria capaz. Fomos nos aventurar em uma cidade onde não conhecíamos ninguém, mas nunca me senti sozinha porque você estava ali, me dando força, conselhos e sendo esse marido maravilhoso que você sempre foi. Até que o destino nos pregou uma peça e fez você voltar pra Jataí enquanto eu fiquei em Londrina para terminar o mestrado. Foram os 16 meses mais difíceis para nós, ter que despedir inúmeras vezes sabendo que nos veríamos só daqui a meses. O que me manteve firme foi o nosso amor e a vontade imensa de voltar para o nosso lar o quanto antes. Minha gratidão eterna a você meu amor, meu parceiro de vida, meu melhor amigo e agora pai do nosso tão desejado filho!

À minha mãe Marly que, sempre de prontidão, largou tudo para trás e percorreu milhares de quilômetros para me socorrer, para me ajudar, para cuidar da Belinha, entre vários outros motivos quaisquer. Obrigada por todo amor e zelo por mim. Ao meu pai Edson e aos meus irmãos Rafael e Thiago pelo apoio, que mesmo a distância foram essenciais, e pelas visitas sempre muito agradáveis e divertidas. À tia Regina e a vó Eny que sempre acreditaram em mim e fizeram de tudo para me proporcionar o melhor! Aos meus sogros Raquel e Amaro, e a minha cunhada Renata por todo o carinho e esforço que fizeram para que pudéssemos superar cada obstáculo e chegar até aqui. À minha vó Carmelita, às minhas tias Ângela, Valéria, tio Edson e os demais membros da família por acreditarem e torcerem pelo meu sucesso.

Aos meus amigos de Brasília e Jataí que não deixaram de estar presentes em nenhum momento e que também me apoiaram e me deram suporte para aguentar a distância e a saudade.

E, por fim, a todos os amigos que fiz em Londrina: Luciana e Fabiano, Maria Helena, Ana Maria e dona Benedita, Sergio e Marinez, que me deram suporte quando cheguei e se tornaram minha família de Londrina. Muito obrigada por toda forma de ajuda, pela companhia durante um café, pelas inúmeras conversas e risadas. Vocês são muito especiais.

**Epígrafe**

*“Em meu fim está meu princípio...”*

Agatha Christie

MACIEL, Renata Pires Tricanico. **Efeitos do exercício funcional em circuito (FEC) comparado ao treinamento aeróbico sobre desfechos relacionados à sarcopenia e estresse oxidativo em idosos saudáveis**. 2020. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

## RESUMO

**Introdução:** O envelhecimento leva a um declínio na capacidade regenerativa dos tecidos musculares que causa perda de massa e força muscular com risco de eventos adversos como incapacidade física e funcional. Esse processo é denominado sarcopenia e estudos relacionam-a ao estresse oxidativo. O exercício físico regular pode trazer benefícios significativos à saúde. Existem evidências cada vez mais indicativas de que o exercício físico pode prolongar anos de vida independente e ativa, reduzir a incapacidade e melhorar a qualidade de vida de pessoas idosas. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de duas intervenções (exercício funcional em circuito (FEC) e exercício aeróbico) sobre variáveis metabólicas e funcionais relacionadas à sarcopenia e estresse oxidativo em idosos saudáveis. **Métodos:** Foram incluídos neste estudo 48 idosos que não praticavam exercícios físicos há pelo menos 6 meses. Foram avaliados o desempenho físico, força muscular, composição corporal, níveis de estresse oxidativo e marcadores metabólicos. Após a avaliação inicial, foram formados dois grupos e separadamente submetidos aos programas de exercício FEC e aeróbico por 12 semanas, 3 vezes por semana, com duração de 50 minutos cada sessão. **Resultados:** Nos testes de capacidade de exercício, ambos os grupos obtiveram melhora nos testes de caminhada de 6 minutos, velocidade de marcha de 4 metros e *sit to stand* 5 repetições ( $p < 0,05$ ). O grupo FEC apresentou diferença significativa na composição corporal após o treinamento, com aumento da massa livre de gordura e uma diminuição da massa gorda, além de aumento na circunferência da panturrilha ( $p < 0,05$  para todos). Já o grupo aeróbico teve diminuição da circunferência da panturrilha ( $p < 0,05$ ). Sobre o estresse oxidativo, no grupo FEC observamos aumento nos níveis de NO, FOX, GT, GSH, TRAP, SH e CAT ( $p < 0,05$ ) e no grupo aeróbico houve diminuição de FOX e aumento de SH e CAT ( $p < 0,05$ ). Em relação às variáveis metabólicas, o grupo FEC apresentou diminuição nos níveis de glicose, colesterol e triglicerídeos, e o grupo aeróbico nos níveis de LDL e HDL ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** O método FEC apresentou mais efeitos nas medidas funcionais de sarcopenia (massa muscular e função física), capacidade antioxidante e marcadores metabólicos em população idosa saudável em comparação com o exercício aeróbico.

**Palavras-chave:** envelhecimento; sarcopenia; estresse oxidativo; exercício físico; idoso.

MACIEL, Renata Pires Tricanico. **Effects of functional exercise circuit (FEC) compared to aerobic training on outcomes related to sarcopenia and oxidative stress in healthy elderly.** 2020. 88 p. Dissertation (Master's in Rehabilitation Sciences - State University of Londrina, Londrina, 2020.

## ABSTRACT

**Introduction:** Aging leads to a decline in the regenerative capacity of muscle tissues that causes loss of muscle mass and strength with the risk of adverse events such as physical and functional disability. This process is called sarcopenia and studies have linked it to oxidative stress. Regular exercise can have significant health benefits. There is increasing evidence that physical exercise can prolong years of independent and active life, reduce disability and improve the quality of life of elderly people. **Objective:** The objective of this study was to compare the effects of two interventions (functional exercises circuit (FEC) and aerobic exercise) on metabolic and functional variables related to sarcopenia and oxidative stress in healthy elderly people. **Methods:** This study included 48 elderly people who had not practiced physical exercises for at least 6 months. Physical performance, muscle strength, body composition, levels of oxidative stress and metabolic markers were evaluated. After the initial assessment, two groups were formed and separately submitted to the FEC and aerobic exercise programs for 12 weeks, 3 times a week, lasting 50 minutes each session. **Results:** In the exercise capacity tests, both groups showed improvement in the 6-minute walk test, walking speed of 4 meters and sit to stand 5 repetitions ( $p < 0.05$  for all). The FEC group showed a significant difference in body composition, an increase in fat-free mass and a decrease in fat mass, in addition to an increase in the circumference of both calves ( $p < 0.05$ ). The aerobic group had a decrease in the circumference of the right calf ( $p < 0.05$ ). Regarding oxidative stress, in the FEC group we observed an increase in NO, FOX, GT, GSH, TRAP, SH and CAT levels ( $p < 0.05$ ) and in the aerobic group there was a decrease in FOX and an increase in SH and CAT ( $p < 0.05$ ). Regarding metabolic variables, the FEC group showed a decrease in the levels of glucose, cholesterol and triglycerides, and the aerobic group in the levels of LDL and HDL ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** The FEC method had more effects on the functional measures of sarcopenia (muscle mass and physical function), antioxidant capacity and metabolic markers in a healthy elderly population compared to aerobic exercise.

**Key words:** aging; sarcopenia; oxidative stress; physical exercise; aged.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figure 1</b> – Study flowchart.....	39
<b>Figure 2</b> – FEC' stations.....	43
<b>Figure 3</b> – Comparison of the variation of oxidative and antioxidant biomarkers levels between FEC and aerobic group after three months of training (post-pre) .....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>Table 1</b> –	Sample characteristics .....	46
<b>Table 2</b> –	Intra-group comparison of metabolic, functional, body composition and oxidative stress variables .....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4MWST	<i>4 meter walking speed test</i>
6MWT	<i>6-minute walk test</i>
ACSM	Colégio Americano de Medicina Esportiva
AE	<i>Aerobic exercise</i>
AOPP	<i>Advanced Protein Oxidation Products</i>
ATP	Trifosfato de Adenosina
BIA	Impedância Bioelétrica
BMI	<i>Body mass index</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAT	Catalase
CEFE	Centro de Educação Física e Esporte
CEPPOS	Centro de Pesquisa e Pós Graduação de Saúde
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DEXA	Absortometria de Raio-X de Dupla Energia
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
ERN	Espécies Reativas de Nitrogênio
ERO	Espécies Reativas de Oxigênio
EWGSOP	Grupo de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia em Pessoas Idosas
FEC	<i>Functional Exercise Circuit/Exercício Funcional em Circuito</i>
FFM	<i>Fat Free Mass</i>
FM	<i>Fat Mass</i>
FOX	<i>Fe<sup>+3</sup> orange xylenol</i>
GSH	<i>Glutathiona Redutase</i>
GSSG	<i>Glutathione oxidase</i>
GT	<i>Glutathione Transferase</i>
HDL	Lipoproteínas de Alta Densidade
HGS	<i>Hand Grip Strength</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDL	Lipoproteínas de Baixa Densidade
NO	<i>Nitric Oxide</i>
NOR	<i>Number of Repetitions</i>
ROS	<i>Reactive Oxygen Species</i>

SARC-F	<i>Sarcopenia Risk Screening</i>
SH	<i>Total Plasma Sulfhydryl</i>
SOD	<i>Superoxide Dismutase</i>
STS5S	<i>Sit to Stand 5 repetitions</i>
TRAP	<i>Total Plasma Antioxidant Potential</i>
UEL	Universidade Estadual de Londrina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	17
<b>3</b>	<b>HIPÓTESE</b> .....	18
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
4.1	ENVELHECIMENTO E SARCOPENIA.....	19
4.2	AVALIAÇÃO DA SARCOPENIA .....	23
4.3	ESTRESSE OXIDATIVO.....	27
4.4	EXERCÍCIO FÍSICO .....	30
<b>5</b>	<b>ARTIGO</b> .....	34
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	59
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	60
	<b>APÊNDICES</b> .....	67
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	68
	APÊNDICE B – Ficha Diagnóstica .....	70
	APÊNDICE C – Ficha de Avaliação da Composição Corporal.....	73
	APÊNDICE D – Ficha de Resultados dos Testes Funcionais.....	75
	<b>ANEXOS</b> .....	78
	ANEXO A – Normas de Submissão do <i>Geriatrics Gerontology International</i> .....	79
	ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética.....	82
	ANEXO C – Questionário SARC-F.....	86
	ANEXO D – Índice de Comorbidades de Charlson .....	87
	ANEXO E – Escala de Borg .....	88

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento envolve uma deterioração progressiva da função fisiológica que prejudica a capacidade do organismo de manter a homeostase, aumentando a suscetibilidade a doenças e morte (SCICCHITANO *et al.*, 2018). Tal processo leva a um prejuízo na capacidade regenerativa dos tecidos, que é impulsionado principalmente pelo declínio funcional do indivíduo (HWANG; BRACK, 2018).

O desgaste do músculo esquelético é caracterizado por várias alterações estruturais e funcionais associadas ao aumento das limitações físicas e ao risco de doenças (DITEFANO; GOODPASTER, 2018). A atrofia da miofibrila geralmente resulta da diminuição da síntese proteica e do aumento da degradação proteica (JIAO; DEMONTIS, 2017), que causa perda de massa e força muscular, e que, com o avanço da idade, representa enorme ameaça à perda de independência (CURTIS *et al.*, 2015; JIAO; DEMONTIS, 2017). Esse processo trata-se de uma síndrome geriátrica reconhecida mundialmente denominada sarcopenia, definida pela perda progressiva e generalizada de massa e força muscular esquelética, com risco de eventos adversos, como incapacidade física e funcional, má qualidade de vida e morte (VLIETSTRA; HENDRICKX; WATERS, 2018).

Embora vários fatores possam estar envolvidos, incluindo dieta, doenças crônicas, inatividade física e o próprio processo de envelhecimento (BRIOCHE; LEMOINE-MOREL, 2016), a fisiopatologia das alterações musculares no envelhecimento saudável ainda não é completamente compreendida (GOMES *et al.*, 2017). Uma das teorias que explica o envelhecimento é a dos radicais livres, proposta inicialmente por Harman durante a década de 1950. O acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ERO) pode ser um fator determinante para a diminuição da massa e

qualidade muscular, causando o desequilíbrio da homeostase entre agentes oxidativos e anti-oxidativos (BAUMANN *et al.*, 2016).

O exercício físico regular pode trazer benefícios significativos à saúde de pessoas de todas as idades. Existem evidências cada vez mais indicativas de que o exercício físico pode prolongar anos de vida independente e ativa, reduzir a incapacidade e melhorar a qualidade de vida de pessoas idosas (DAVALLI *et al.*, 2016). Por outro lado, sabe-se também que o exercício físico pode provocar danos ou até nenhuma alteração funcional e clínica, pois o resultado do exercício depende do tipo, frequência, duração e ajuste da carga de trabalho para cada indivíduo de acordo com seu condicionamento físico e de suas necessidades (CASSILHAS; TUFIK; DE MELLO, 2016; SOARES *et al.*, 2015).

O exercício funcional em circuito (método FEC) é uma modalidade de treinamento para idosos saudáveis ou que possuam diversas doenças crônicas, e que foi criado com o intuito de oferecer vários tipos de exercícios através de atividades que trabalhem força e potência muscular, agilidade, equilíbrio, coordenação, flexibilidade, motricidade fina e grossa, tarefas funcionais simples e de dupla tarefa, e capacidade aeróbica do idoso (LOYOLA *et al.*, 2017). No entanto, até o momento ainda não se sabe se há superioridade de uma abordagem de exercício em relação a outra no que diz respeito a desfechos funcionais relacionados à sarcopenia e estresse oxidativo em idosos.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito de duas intervenções (método FEC e exercício aeróbico em academia) sobre variáveis metabólicas, clínicas e funcionais relacionadas à sarcopenia e estresse oxidativo em idosos saudáveis.

## 2 JUSTIFICATIVA

O desafio do envelhecimento deve ser enfrentado com urgência. O país já possui uma porcentagem significativa de idosos, que aumentará nos próximos anos, demandando serviços especializados que refletirão o planejamento atual e as prioridades das políticas sociais. É essencial, portanto, que essas políticas integrem intervenções que garantam os cuidados necessários às doenças crônicas e que fortaleçam a promoção do envelhecimento saudável.

Muitos fatores têm sido relatados para intervir no processo de redução da massa muscular. O mais comum é o exercício físico, visto que é importante para a vida independente, prevenção de doenças crônicas e melhora da qualidade de vida. Porém, os idosos tendem a ser menos ativos com a idade avançada, o que pode reduzir a aptidão física e funcional.

O exercício aeróbico, apesar dos seus benefícios principalmente em relação à função cardiorrespiratória e metabólica, é uma modalidade que gera resultados limitados quando se trata de força e massa muscular, tendo em vista que a função muscular no envelhecimento sofre um declínio, que pode evoluir para sarcopenia, prejudicando também a funcionalidade do indivíduo.

Sendo assim, acreditamos ser importante ofertar uma proposta de exercício dinâmico, que trabalhe além da condição aeróbica, força, equilíbrio e coordenação e que seja capaz de prevenir e/ou reverter patologias associadas ao envelhecimento. Estudos realizados recentemente (MACIEL, et al., 2020; DA SILVA et al., 2020; LOYOLA et al., 2017) utilizaram o método FEC, uma proposta que engloba todas as modalidades citadas, muito mais acessível para o idoso, com exercícios seguros e que não envolvem alto custo. Porém, ainda não se sabe se esse

tipo de atividade (exercícios funcionais em circuito) produz efeitos positivos que sejam iguais ou superiores ao exercício aeróbico, já bem estabelecidos na população de idosos independentes.

### **3 HIPÓTESE**

Devido às alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento, com o estilo de vida que o indivíduo possui, espera-se que o método FEC apresente resultados positivos assim como o exercício aeróbico, que provoque uma melhora nos níveis metabólicos, como glicemia, triglicerídeos, colesterol, lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL). Outro resultado esperado pelos dois tipos de exercício é o aumento nas variáveis funcionais relacionadas à sarcopenia, sendo elas a força de preensão palmar, velocidade de caminhada e capacidade de exercício, tendo em vista que no FEC estão inclusos em seu circuito exercícios direcionados para esses fins e que no aeróbico já possui resultados semelhantes na literatura. Além disso, acredita-se que o método FEC promova melhora na composição corporal, mais especificamente diminuição da massa gorda e aumento da massa magra, efeito esse último que o exercício aeróbico realizado exclusivamente não promove. Por fim, espera-se que haja maior estímulo da produção de marcadores antioxidantes pelo treinamento FEC, tendo em vista que este método contém atividades de maior intensidade quando comparado à proposta de treinamento aeróbico do presente estudo.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 ENVELHECIMENTO E SARCOPIENIA

Antigamente pensava-se que o processo de envelhecimento em si era imutável e que futuros idosos morreriam nas mesmas idades que os mais velhos de seus antecessores. O que mudou, no entanto, é que as taxas de mortalidade daqueles com idade avançada - 80 anos ou mais - estão caindo mais rapidamente (KIRKWOOD, 2017). A natureza da velhice está passando por uma mudança significativa, na qual idosos estão atingindo idades mais avançadas em melhores condições e isso reflete no aumento contínuo da expectativa de vida (XIA; HAN, 2018).

A população brasileira manteve a tendência de envelhecimento dos últimos anos e superou a marca dos 30,2 milhões em 2017 (IBGE, 2018). Não só no Brasil, mas no mundo todo vem-se observando esse aumento do envelhecimento da população. Ela decorre tanto do aumento da expectativa de vida pela melhoria nas condições de saúde, quanto pela taxa de fecundidade, pois o número médio de filhos por mulher vem caindo (MIRANDA; MENDES; SILVA, 2016).

O envelhecimento é um processo altamente variável afetado por inúmeros fatores que ajudam a configurar um cenário de depleção de reservas (XIA; HAN, 2018). Em seu sentido mais amplo, o envelhecimento se refere apenas às mudanças fisiológicas que ocorrem durante a vida de um organismo (KIRKWOOD, 2005). Para diferenciar essas mudanças inofensivas daquelas que levam ao aumento do risco de doença, incapacidade ou morte, os biogerontologistas tendem a usar o termo senescência, considerado mais preciso ao descrever o envelhecimento (DOLLEMORE, 2002). A senescência é, portanto, a deterioração progressiva das

funções corporais ao longo do tempo e o envelhecimento humano normal tem sido associado a uma perda de complexidade em uma série de processos fisiológicos e estruturas anatômicas (DA COSTA *et al.*, 2016).

Uma mudança importante associada ao envelhecimento biológico é a capacidade reduzida de nossos músculos esqueléticos exercer força sobre uma articulação (TROEN, 2003). A disfunção do sistema muscular associada à idade, denominada sarcopenia, é definida como uma síndrome caracterizada por perda progressiva de massa e força muscular. Isso resulta em um risco aumentado de resultados adversos, como incapacidade física, baixa qualidade de vida e mortalidade (DELMONICO *et al.*, 2007). Portanto, o *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP2), em sua definição mais recente de 2019 (CHEN, L. K. *et al.*, 2020), usa baixa força muscular como parâmetro primário da sarcopenia. Atualmente, a força muscular é a medida mais confiável da função muscular. O diagnóstico é confirmado pela presença de diminuição de força associada com baixa massa muscular. Quando a força muscular, a massa muscular e desempenho físico estão diminuídos, a sarcopenia é considerada grave (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019).

Múltiplos fatores de risco e mecanismos contribuem para o desenvolvimento da sarcopenia. Comportamentos relacionados ao estilo de vida, como inatividade física, tabagismo e dieta pobre são fatores de risco importantes (MARZETTI *et al.*, 2017). Dentre os mecanismos fisiológicos, incluem alterações da proteína muscular, remodelação do tecido muscular, perda de neurônios alfa-motores, recrutamento e apoptose de células musculares (MORLEY, 2015). A suscetibilidade genética também desempenha um papel importante e explica as diferenças individuais e em grupo nas taxas de sarcopenia (EVERSON *et al.*, 2012). As influências desses fatores nos componentes da sarcopenia não são bem

compreendidas. Cada fator na etiologia e patogênese da sarcopenia contribui de forma diferente (LEGRAND *et al.*, 2013).

O tecido muscular esquelético é formado por tipos diferentes de fibras, levando em consideração a sua velocidade de contração e sua resistência à fadiga. São elas as fibras de contração lenta (tipo I) inervadas por pequenos neurônios motores alfa, as fibras glicolítico-oxidativas de contração rápida (tipo IIa) e as glicolíticas de contração rápida (tipo IIb), inervadas por grandes neurônios motores. As fibras do tipo IIa contraem duas vezes mais rápido do que as do tipo I. As fibras glicolítico-oxidativas utilizam uma combinação do metabolismo oxidativo e glicolítico para a produção de trifosfato de adenosina (ATP). Essas são mais resistentes à fadiga do que as fibras somente glicolíticas e apresentam grande quantidade de mioglobina, assim como as fibras de contração lenta (EVERSON *et al.*, 2012).

O músculo esquelético é afetado por alterações progressivas e danosas associadas à desorganização estrutural e funcional das fibras musculares durante o envelhecimento. Essas mudanças ocorrem de forma desigual entre os diferentes tipos de fibra que compõem o tecido muscular. As fibras do tipo I são mais resistentes à atrofia, enquanto que as fibras do tipo II declinam mais rapidamente com o avanço da idade (EVERSON *et al.*, 2012). Tal processo ocorre, entre outras causas, devido ao desequilíbrio entre a síntese e a degradação protéica, em que a taxa de degradação é maior em relação à síntese, ocorrendo ativação de proteases e, conseqüentemente, potencialização da proteólise. Com o envelhecimento, o processo de regeneração muscular se torna mais difícil, na medida em que a produção de células estaminais endógenas fica ineficaz, ocorrendo substituição muscular funcional por tecido adiposo e fibroso (DISTEFANO; GOODPASTER, 2018).

A contribuição neurológica para a sarcopenia ocorre por meio da

perda de axônios do neurônio motor alfa. A diminuição da velocidade da condução eletrofisiológica do nervo, relacionada ao abandono das fibras maiores, reduz o comprimento internodal e ocorre a desmielinização segmentar (NASCIMENTO *et al.*, 2019; WOO, 2017). O processo progressivo de desnervação e reinervação observado durante o envelhecimento e resultando no agrupamento de fibras é o mecanismo envolvido durante o desenvolvimento da sarcopenia (VALENZUELA *et al.*, 2019). Acredita-se que a falta de exercício seja o principal fator de risco para um declínio gradual no número de fibras musculares, que começa por volta dos 50 anos de idade e é mais acentuado em indivíduos com estilo de vida sedentário, em comparação com indivíduos fisicamente ativos (DHILLON; HASNI, 2017).

O sedentarismo pode ter como consequência a obesidade, que está ligada à inflamação e pode ter um papel importante no processo que evolui para a sarcopenia (YANG *et al.*, 2015). Ser tanto obeso quanto sarcopênico é uma condição denominada obesidade sarcopênica. Tem sido relatado que a obesidade sarcopênica prediz o início da incapacidade mais do que a sarcopenia ou a obesidade sozinhas (BATSIS *et al.*, 2016). Foi hipotetizado que a obesidade sarcopênica está associada ao aumento da infiltração gordurosa no músculo, mas faltam dados confirmatórios. A infiltração gordurosa no músculo esquelético está associada à redução da força e afeta a função muscular (DUTRA *et al.*, 2017). A contratilidade, o recrutamento de unidades motoras ou o metabolismo muscular estão diminuídos na presença de infiltração gordurosa, e o excesso de ácidos graxos nas fibras musculares interfere na sinalização celular normal (HEITMANN *et al.*, 2000).

No tratamento da sarcopenia, pode-se dizer que melhorar a força ou a potência muscular é mais relevante clinicamente para desfechos de incapacidade ou imobilidade do que o aumento da massa muscular em si; no entanto, o aumento

da massa muscular é mais importante quando se quer melhorar depósitos de proteínas ou termogênese (VLIETSTRA; HENDRICKX; WATERS, 2018).

#### 4.2 AVALIAÇÃO DA SARCOPIENIA

Uma grande variedade de testes e ferramentas existem para realizar o diagnóstico da sarcopenia, tanto na prática clínica quanto na pesquisa. A seleção das ferramentas pode depender da incapacidade e mobilidade do paciente, do acesso a recursos técnicos no ambiente que o indivíduo será avaliado, ou o objetivo do teste, como, por exemplo, o monitoramento da progressão da condição ou da reabilitação e recuperação desse idoso. A seguir serão fornecidas descrições gerais dos testes e ferramentas validados e utilizados nesta pesquisa.

##### MASSA MUSCULAR

A composição corporal pode ser avaliada através da impedância bioelétrica (BIA) (KYLE *et al.*, 2001), um método que estima o volume de gordura e massa livre de gordura com base na relação entre o volume de um condutor e sua resistência elétrica. O equipamento BIA é acessível, amplamente disponível e portátil, especialmente de frequência única (BEAUDART *et al.*, 2016). Por conta da acessibilidade, portabilidade e baixo custo, escolhemos usar este equipamento, apesar da absorptometria de raio-X de dupla energia (DEXA) ser considerado padrão ouro para esta medida (SMITH-RYAN *et al.*, 2017).

De acordo com a definição operacional do Grupo de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia em Pessoas Idosas (EWGSOP), o diagnóstico de

sarcopenia requer a presença de baixa massa muscular (estimada pela razão da massa magra apendicular sobre a altura ao quadrado,  $\leq 8,0 \text{ kg} / \text{a}^2$  para homens e  $\leq 6,0 \text{ kg} / \text{a}^2$  para mulheres) (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010).

Outra possibilidade bem simples de avaliar a massa muscular é através da circunferência da panturrilha. Esse método é de baixo custo e permite estimar a prevalência de sarcopenia, prever incapacidade, mortalidade e necessidade de cuidados ao idoso. Para essa avaliação, necessita apenas de uma fita métrica inelástica e a medida é realizada na máxima circunferência no plano perpendicular à linha longitudinal da panturrilha. Os pontos de corte considerados como baixa massa muscular foram abaixo de 31 centímetros para mulheres e 33 centímetros para homens (PAGOTTO *et al.*, 2018).

#### FORÇA MUSCULAR

Medir a força de preensão é simples e barato. A baixa força de preensão é um poderoso preditor de maus resultados para o paciente, como internações mais longas, aumento das limitações funcionais, má qualidade de vida e morte (LENARDT *et al.*, 2016). A medição precisa da força de preensão requer o uso de um dinamômetro portátil calibrado sob condições de teste bem definidas com dados interpretativos de populações de referência apropriadas (BOHANNON *et al.*, 2006a). A força de preensão correlaciona-se moderadamente com a força em outros músculos do corpo, portanto, serve como substituto confiável para medidas mais complicadas de força de braços e pernas (DIAS *et al.*, 2011). Devido à sua facilidade de uso, a força de preensão é recomendada para uso rotineiro na prática hospitalar, em ambientes clínicos especializados e na área de saúde comunitária. O dinamômetro

Saehan (dinamômetro hidráulico SH 5001; Saehan Medical, NY, USA) é validado e amplamente utilizado para medir a força de preensão, embora o uso de outras marcas esteja sendo explorado (BOHANNON *et al.*, 2006b).

O teste *sit to stand* de 5 repetições é um teste funcional que também pode ser usado para avaliar a força dos músculos dos membros inferiores (MEHMET; YANG; ROBINSON, 2019). O teste *sit to stand* de 5 repetições mede a quantidade de tempo necessária para um paciente levantar cinco vezes de uma posição sentada sem usar os braços. É um teste simples, rápido e fácil de aplicar, já que não exige grande espaço e nem equipamentos complexos. Como o teste *sit to stand* exige força e resistência, é uma medida de força qualificada e conveniente (BOHANNON, 2006).

#### CAPACIDADE DE EXERCÍCIO

O desempenho físico foi definido como uma função de corpo inteiro medida objetivamente, relacionada à locomoção. Este é um conceito multidimensional que não envolve apenas músculos, mas também a função nervosa central e periférica, incluindo o equilíbrio (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019). O padrão ouro para medida da capacidade de exercício é o teste cardiopulmonar de esforço ou espirometria. Apesar de ser a melhor abordagem, apresenta desvantagens que dificultam seu uso em larga escala, como alto custo do equipamento, necessidade de mão de obra especializada, bem como espaço adequado para a realização do teste. Porém, o desempenho físico pode ser medido de várias outras maneiras: pela velocidade da marcha de 4 metros, pela bateria curta de desempenho físico, que inclui o teste de caminhada de 6 minutos, pelo teste *Timed-Up and Go*, entre outros (GÓMEZ *et al.*, 2013). Nem sempre é possível usar determinadas medidas de desempenho físico, como quando o

desempenho do teste de um paciente é prejudicado por demência, distúrbio da marcha ou distúrbio do equilíbrio.

A velocidade da marcha é considerada um teste rápido, seguro e altamente confiável para sarcopenia, e é amplamente utilizado na prática clínica. Demonstrou-se que a velocidade da marcha prediz resultados adversos relacionados à sarcopenia - incapacidade, comprometimento cognitivo, necessidade de institucionalização, quedas e mortalidade (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019). O teste de velocidade da marcha comumente usado é chamado de teste de velocidade normal de caminhada de 4 metros, que, com auxílio de um cronômetro ou um dispositivo eletrônico, mede-se o tempo da marcha percorrida pelo avaliado em um corredor demarcado com 4 metros de distância (GURALNIK *et al.*, 1994). O EWGSOP2 recomenda uma velocidade de corte  $\leq 0,8$  m/s como um indicador de sarcopenia grave (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019).

O teste da caminhada de 6 minutos (TC6min) é um teste de campo validado, simples, seguro, de baixo custo e amplamente utilizado em todo o mundo (KERVIO; CARRE; VILLE, 2003). Ele avalia a função, mas também possui um componente importante relacionado à tolerância e resistência ao exercício, uma consideração ao decidir se será responsivo a uma intervenção. Cruz-Jentoft *et al.* (2019) propõe o teste de caminhada de 6 minutos como uma opção de avaliação da capacidade de exercício para o diagnóstico da sarcopenia. Existem diferentes fórmulas para a predição da distância da caminhada no teste, que variam de acordo com a população estudada. Para a população brasileira, Britto *et al.* desenvolveram valores de predição para o TC6min (BRITTO *et al.*, 2013), que foi utilizado neste estudo.

### 4.3 ESTRESSE OXIDATIVO

A teoria dos radicais livres no envelhecimento tem sido uma das bases para a escolha de estratégias anti-envelhecimento, embora essa teoria tenha sido criticada por não estar definitivamente comprovada. De fato, entre as várias suposições que tentam explicar o processo de envelhecimento, a que trata das espécies reativas de oxigênio (ERO) tem recebido crescente reconhecimento nas últimas décadas (BOUZID *et al.*, 2015).

Apoiado pela teoria dos radicais livres do envelhecimento, é amplamente aceito que a produção de ERO pelas mitocôndrias se acumula ao longo da vida útil, levando a um estado de estresse oxidativo crônico na velhice (ALIKHANI; SHEIKHOLESLAMI-VATANI, 2019). Como os mecanismos de defesa antioxidante e a capacidade de reparo do DNA parecem estar comprometidos em idosos, o dano ao DNA tem sido proposto como uma consequência do envelhecimento (DAVALLI *et al.*, 2016).

O principal mecanismo de geração de radicais livres ocorre nas mitocôndrias, e é favorecido pelos íons ferro e cobre. Em condições fisiológicas, os organismos aeróbicos metabolizam 85% a 90% do oxigênio (O<sub>2</sub>) consumido na mitocôndria, por meio da cadeia transportadora de elétrons. Os restantes 10% a 15% são utilizados por diversas enzimas e por reações químicas de oxidação direta (BRIOCHE; LEMOINE-MOREL, 2016).

Na mitocôndria, o O<sub>2</sub> sofre redução tetravalente, com aceitação de quatro elétrons, resultando na formação de água. No entanto, cerca de 2% a 5% do oxigênio metabolizado nas mitocôndrias são desviados para outra via metabólica, e reduzidos de forma univalente, dando origem aos radicais livres (BARBOSA *et al.*,

2010).

Radical livre refere-se a moléculas que contêm número ímpar de elétrons em sua última camada eletrônica, o que as tornam altamente reativas (FERREIRA; MATSUBARA, 1997) e capazes de transformar outras moléculas com as quais se encontram, como proteínas, carboidratos, lípidos e o ácido desoxirribonucleico (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2005). Esses radicais podem ser produzidos nas células, perdendo ou aceitando um único elétron, portanto, comportando-se como oxidantes ou redutores. Os termos espécies reativas de oxigênio (ERO) e espécies reativas de nitrogênio (ERN) referem-se a derivados de radicais e não-radicais reativos de oxigênio e nitrogênio, respectivamente (LIGUORI *et al.*, 2018).

Em meio da redução univalente do  $O_2$ , são gerados os radicais superóxido ( $O_2^{\cdot}$ ), hidroxila ( $OH^{\cdot}$ ) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Esse processo se dá mediante reações específicas, catalisadas por enzimas e com a participação dos íons ferro e cobre (THIRUPATHI; PINHO; CHANG, 2020). O  $H_2O_2$ , apesar de não ser um radical livre por não ter um elétron desemparelhado na sua última camada eletrônica, é uma espécie com alto potencial reativo. O íon  $OH^{\cdot}$  tem um forte potencial oxidante, pois pode alterar qualquer estrutura celular que se encontre próxima e é comumente formado por reações envolvendo  $H_2O_2$  e  $O_2$ . E o  $O_2^{\cdot}$  é a molécula mãe de todas as ERO, formada pela redução de um elétron do oxigênio molecular. Quando comparada com outras espécies radicais, é a menos reativa (POWERS *et al.*, 2020). Participa das reações de geração de  $OH^{\cdot}$ , e pode ainda, por meio da reação com o radical livre óxido nítrico ( $NO^{\cdot}$ ), gerar a espécie reativa de nitrogênio, peroxinitrito ( $ONOO$ ), também potencialmente reativa (BARBOSA *et al.*, 2010).

O organismo possui vários sistemas de defesas antioxidantes

projetados para proteger contra a ação de ERO e ERN. Os antioxidantes podem ser classificados em antioxidantes primários, secundários e terciários. Os primeiros são antioxidantes enzimáticos, que impedem a formação de novos radicais livres, convertendo os radicais livres existentes em moléculas menos prejudiciais ou impedindo sua formação através de outras moléculas. Entre eles estão superóxido dismutase (SOD), glutathione redutase (GSH), e catalase (CAT). Os segundos são antioxidantes não enzimáticos, que atuam quando há superprodução de radicais livres e quando os sistemas enzimáticos são sobrecarregados, impedindo reações em cadeia, onde se destaca a glutathione. Finalmente, os antioxidantes terciários são sistemas que reparam biomoléculas danificadas pelos radicais livres. Eles incluem sistemas proteolíticos intracelulares que agem para degradar proteínas oxidativamente danificadas, impedindo sua acumulação, sendo elas enzimas de reparo de DNA, enzimas de reparo de proteínas e enzimas de reparo de lipídios (BRIOCHE; LEMOINE-MOREL, 2016).

O estresse oxidativo é caracterizado por níveis aumentados de ERO e/ou ERN. Pode ser causado por diminuição da capacidade antioxidante devido a baixas concentrações de antioxidantes e atividade enzimática antioxidante prejudicada e/ou pelo aumento da produção de ERO (GOMES *et al.*, 2017). Na inativação de um agente oxidante ocorre produção de glutathione oxidada (GSSG) e depleção de GSH. Em situações em que o sistema de óxido-redução está íntegro, haverá recuperação da GSH. Entretanto, sob condições de excesso de agentes oxidantes e/ou deficiência do sistema protetor, haverá desequilíbrio entre o consumo de GSH e a produção de GSSG, o que caracteriza o estresse oxidativo. Assim, a magnitude do estresse oxidativo pode ser monitorada pela razão GSSG/GSH. O excesso de GSSG resulta em ambiente mais oxidante, que favorece a formação de

pontes dissulfeto (-SS-) nas proteínas portadoras de grupamento tiol (-SH). As pontes dissulfeto oxidam estas proteínas, com prejuízo de suas funções. Esta oxidação é reversível às custas da ação de compostos antioxidantes, como a GSH (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

No entanto, o papel desse processo relacionado com desempenho e massa muscular permanece desconhecido. Alguns estudos corroboraram as evidências de que um desequilíbrio entre produção de ERO e defesa antioxidante está associado a alterações típicas do envelhecimento. A deficiência dos genes antioxidantes pode estar associada a aceleração da atrofia muscular associada à idade e degeneração da junção neuromuscular (BAUMANN *et al.*, 2016; SCICCHITANO *et al.*, 2018).

Além disso, a modulação regular induzida pelo treinamento da produção de ERO pode criar adaptações na expressão do gene de enzima antioxidante nos músculos esqueléticos. Em outras palavras, o treinamento físico melhora a resistência ao estresse oxidativo causado pelo fortalecimento do sistema anti-oxidante do corpo (ALIKHANI; SHEIKHOLESLAMI-VATANI, 2019).

#### 4.4 EXERCÍCIO FÍSICO

A falta de exercício físico diminui a resistência cardio-respiratória, a flexibilidade, mobilidade e funcionalidade (MOLLINEDO CARDALDA; LÓPEZ; CANCELA CARRAL, 2019). Também é uma importante contribuinte para a perda de massa e força muscular em qualquer idade (ROSS *et al.*, 2019). Há indícios de que a diminuição da força muscular ocorre antes de uma diminuição na massa muscular. Baixos níveis de atividade física também resultam nesse processo que, por sua vez,

resultam em sedentarismo, que gera cada vez mais perda de massa e força muscular, atuando como um ciclo em espiral (SELLAMI *et al.*, 2019).

Assim, o exercício físico é protetor para a sarcopenia, mas alguns estudos sugerem que a quantidade de proteção depende do tipo de exercício envolvido (CHEN, H. T. *et al.*, 2017; MOLLINEDO CARDALDA; LÓPEZ; CANCELA CARRAL, 2019; MOORE *et al.*, 2020; ROSS *et al.*, 2019; THIRUPATHI; PINHO; CHANG, 2020). As adaptações fisiológicas ao exercício aeróbico e resistido são distintas: o exercício aeróbico melhora as adaptações cardiovasculares que aumentam o pico de consumo de oxigênio sem alterar significativamente a força, enquanto o exercício resistido melhora as adaptações neuromusculares que aumentam a força sem alterar significativamente o consumo máximo de oxigênio (VILLAREAL *et al.*, 2017).

Embora o exercício aeróbico prolongado seja eficaz para melhorar a aptidão cardiorrespiratória e melhorar ligeiramente a aptidão muscular, estimulando a síntese proteica, a ativação das células satélites e o aumento da área das fibras musculares, não estimula efetivamente as atividades musculares e não provoca hipertrofia muscular como os exercícios resistidos (CHEN, H. T. *et al.*, 2017). Um possível aspecto importante dos exercícios aeróbicos é que eles reduzem a gordura corporal, incluindo a gordura intramuscular, o que é importante para melhorar o papel funcional do músculo (BRUSEGHINI *et al.*, 2015).

Alguns estudos indicam que o treinamento de resistência aumenta a síntese de proteínas musculares miofibrilares, massa muscular e força, mesmo em idosos frágeis. Os ganhos de força resultam de uma combinação de maior massa muscular e adaptação neuronal (DISTEFANO; GOODPASTER, 2018).

A atividade física cotidiana não é suficiente para prevenir o declínio

da massa muscular. É necessário realizar exercícios físicos programados que envolvam atividades aeróbicas e de resistência, que melhoram o equilíbrio, a fadiga, a liberação da dor e os fatores de risco cardiovascular (KINGSTON *et al.*, 2018). Promover um estilo de vida ativo pode prevenir a sarcopenia, e o exercício resistido é a melhor abordagem para prevenção e tratamento da sarcopenia (L. SHENG, M. CHRISTOPHER, 2016).

No tratamento da sarcopenia, pode-se dizer que melhorar a força ou a potência muscular é mais relevante clinicamente para os desfechos de incapacidade ou imobilidade do que o aumento da massa muscular em si. No entanto, o aumento da massa muscular é mais importante para outros desfechos, como depósitos de proteínas ou termogênese (CARTEE *et al.*, 2016). A noção de que a força muscular e a massa muscular são afetadas diferencialmente por várias modalidades de tratamento é apoiada por achados clínicos e experimentais (KEMMLER *et al.*, 2018; MALTAIS *et al.*, 2016; RICARDO *et al.*, 2016; ROLLAND *et al.*, 2008; VLIETSTRA; HENDRICKX; WATERS, 2018).

Além disso, o Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) recomenda programas multicomponentes, incluindo exercícios de resistência, aeróbicos, coordenação motora e equilíbrio, como as melhores intervenções para melhorar a funcionalidade em idosos frágeis (NASCIMENTO *et al.*, 2019)

Neste estudo, trazemos a proposta do método FEC, desenvolvido e empregado pela primeira vez no Chile (LOYOLA *et al.*, 2017). É baseado em um conjunto de exercícios funcionais dispostos em um circuito e divididos em estações, contendo diversas atividades que tem como objetivo trabalhar força e potência muscular, agilidade, equilíbrio, coordenação, flexibilidade, motricidade fina e grossa, tarefas funcionais simples e de dupla tarefa, e capacidade aeróbica. Essa modalidade

é voltada exclusivamente para idosos com ou sem doenças crônicas, pois são exercícios de fácil compreensão, simples de serem executados e podem ser realizados em qualquer espaço, pois não necessitam de aparelhos

## 5 ARTIGO

### **EFFECTS OF FUNCTIONAL EXERCISE CIRCUIT (FEC) COMPARED TO AEROBIC EXERCISE ON VARIABLES RELATED TO SARCOPENIA AND OXIDATIVE STRESS IN HEALTHY ELDERLY**

(Formatado segundo as normas de submissão do periódico Geriatrics Gerontology International)

Renata Pires Tricanico Maciel<sup>1</sup>, [renataptrica@hotmail.com](mailto:renataptrica@hotmail.com);

Walter Aquiles Sepúlveda Loyola<sup>1</sup>, [walterkine2014@gmail.com](mailto:walterkine2014@gmail.com);

Denilson de Castro Teixeira<sup>2</sup>, [denict@uel.br](mailto:denict@uel.br);

Vanessa Suziane Probst<sup>1</sup>, [vanessaprobst@gmail.com](mailto:vanessaprobst@gmail.com).

<sup>1</sup> Program of Masters and Doctoral degree in Rehabilitation Sciences, State University of Londrina (UEL), Av. Robert Koch, 60 - Operária, Londrina, PR, Brazil. Zip Code 86038-350

<sup>2</sup> Program of Masters and Doctoral degree in Program in Physical Education, State University of Londrina (UEL), Rodovia Celso Garcia Cid - Pr 445 Km 380 - Campus Universitário, Londrina, PR, Brazil. Zip Code 86057-970.

Author contributions:

Ms. Renata Pires Tricanico Maciel: literature search, data collection, study design, data analysis, manuscript preparation, review of manuscript.

Ms. Walter Aquiles Sepúlveda Loyola: data collection, study design, data analysis, review of manuscript.

Dr. Denilson de Castro Teixeira: study design, data analysis, review of manuscript.

Dr. Vanessa Suziane Probst: study design, data analysis, manuscript preparation, review of manuscript.

All authors have no conflict of interest to disclose.

Corresponding author:

Vanessa Suziane Probst

Phone number: +05543991613022

## Abstract

**Introduction:** Functional exercise circuit (FEC) is a new exercise method based on functional tasks which has reported benefits on functional variables in older people. Aerobic exercise (AE) is commonly prescribed in older people reporting important health benefits. There is not evidence about the effects of FEC on sarcopenia, metabolic and oxidative stress blood biomarkers compared to AE. **Objective:** The objective of this study was to compare the effect of two interventions (FEC method and AE) on clinical measurements of sarcopenia, metabolic and oxidative stress blood biomarkers. **Methods:** 48 elderly people who had not practiced physical exercises for at least 3 months were included in this study. Physical performance, muscle strength, body composition, levels of oxidative stress and metabolic markers were evaluated. After the initial assessment, individuals were allocated into one of these two groups FEC and aerobic exercise programs for 12 weeks, 3 times a week, 50 minutes each session. **Results:** The FEC group showed a significant difference in body composition, an increase in fat-free mass and a decrease in fat mass, in addition to an increase in the circumference of both calves. The aerobic group had a decrease in the calf circumference ( $p < 0.05$ ). In the exercise capacity tests, both groups showed improvement in the 6-minute walk tests, walking speed of 4 meters and sit to stand 5 repetitions ( $p < 0.05$ ). Regarding oxidative stress, in the FEC group we observed an increase in NO, FOX, GT, GSH, TRAP, SH and CAT levels ( $p < 0.05$ ) and in the aerobic group there was a decrease in FOX and an increase in SH and CAT ( $p < 0.05$ ). FEC group showed a decrease in the levels of glucose, cholesterol and triglycerides, and the aerobic group in the levels of LDL and HDL ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** The FEC method had more effects on the functional measures of sarcopenia (muscle mass and physical function), antioxidant capacity and metabolic markers in a healthy elderly population compared to AE.

**Key words:** Aging; Sarcopenia; Oxidative stress; Physical exercise; Aged.

## Introduction

Aging involves a progressive deterioration of physiological function that impairs the body's ability to maintain homeostasis, increasing susceptibility to disease and death (1). Such a process leads to a decline in the regenerative capacity of tissues, which is mainly driven by the individual's functional decline (2).

Skeletal muscle deterioration is characterized by several structural and functional changes associated with increased physical limitations and the risk of diseases (3). Myofiber atrophy usually results from decreased protein synthesis and increased protein breakdown (4), which causes loss of muscle mass and strength, and which, with advancing age, poses a huge threat to loss of independence (4,5). This process is a geriatric syndrome recognized worldwide called sarcopenia, defined by the progressive and generalized loss of skeletal muscle mass and strength, with risk of adverse events, such as physical and functional disability, poor quality of life and death (6).

Although several factors may be involved, including diet, chronic diseases, physical inactivity and the aging process itself (6), the pathophysiology of muscle changes in healthy aging is not yet fully understood (7). One of the theories that explains aging is the free radicals, initially proposed by Harman during the 1950s. The accumulation of reactive oxygen species (ROS) can be a determining factor for the decrease in muscle mass and quality, causing the imbalance of homeostasis between oxidative and anti-oxidative agents (8).

Regular physical exercise produces significant health benefits to people of all ages. There is increasing evidence that physical exercise can prolong years of independent and active life, reduce disability and improve the quality of life of

elderly people (9). On the other hand, it is also known that physical exercise can cause damage or even no functional and clinical positive changes, as the result of the exercise depends on the type, frequency, duration and adjustment of the workload for each individual according to their physical conditioning and their needs (10).

Aerobic exercise is currently prescribed in elderly population and it has proven to be beneficial in the elderly population (11). However, this modality of exercise may not be easily available and attractive to all elderly population (12). Therefore, it is extremely important to make available opportunities that involve a dynamic exercise proposal, including activities of daily living, which might be easily reachable and increase adherence.

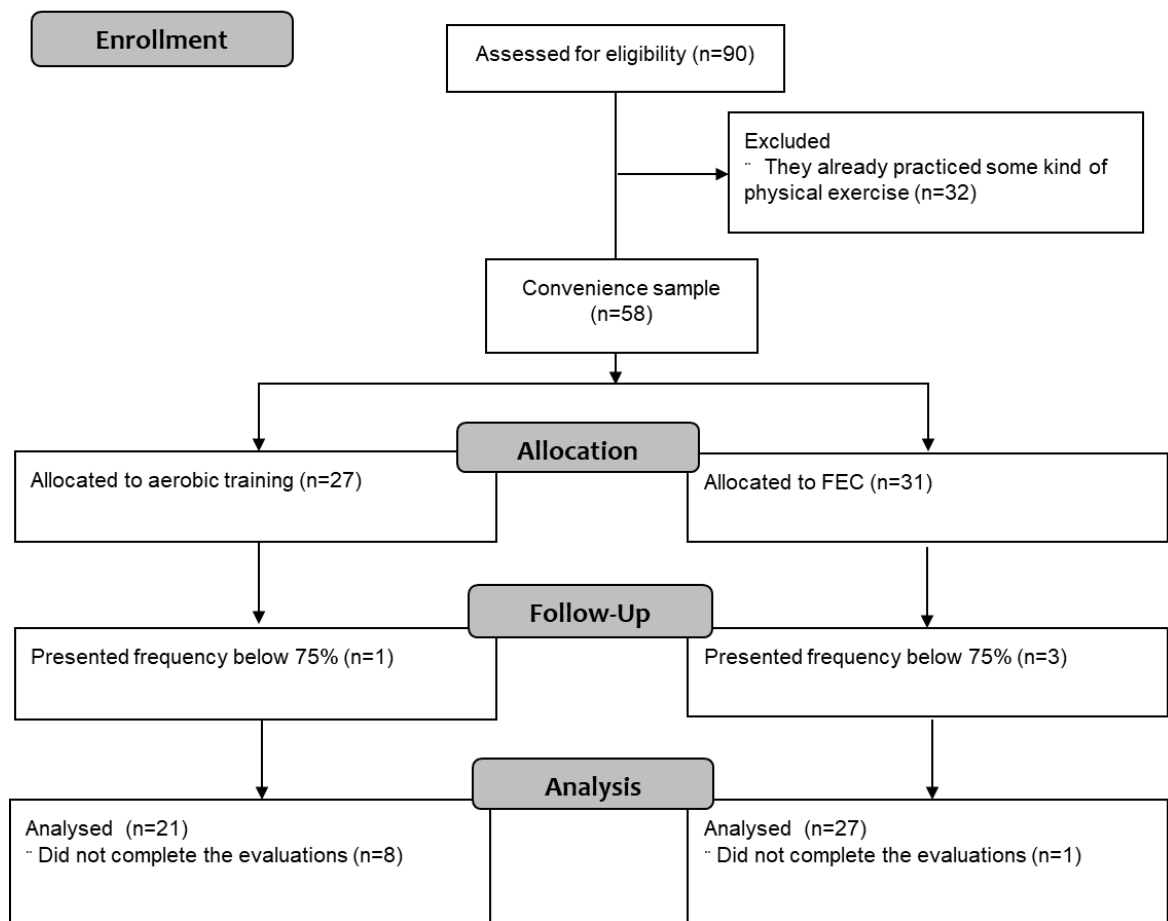
The functional exercise circuit (FEC method) is a training modality for healthy elderly people or those with several chronic diseases, and it was created with the aim of offering various types of exercises through activities which involve muscle strength and power, agility, balance, coordination, flexibility, fine and gross motor skills, simple and dual functional tasks, and aerobic capacity of the elderly (13). However, its effects in comparison to other exercises modalities have not been investigated yet.

Therefore, the aim of this study was to compare the effects of two interventions (FEC method and aerobic exercise) on clinical measurements of sarcopenia oxidative stress and metabolic blood biomarkers in healthy elderly subjects.

## **Methods**

In a longitudinal clinical study, 48 healthy older adults were included in a convenience sample showed in figure 1. The sample was matched for gender, age, body mass index (BMI), Sarc-F (Sarcopenia Risk Screening) questionnaire and

Charlson index. Data collection was performed at the Center for Research and Graduation in Health (CEPPOS) and at the Center for Physical Education and Sports (CEFE) of the State University of Londrina (UEL). Individuals were recruited via publicity on city media, social networks and brochures. Inclusion criteria were individuals aged 60 years older or who had not practiced physical activity in the previous three months. Exclusion criteria were elderly who could not perform the evaluation tests and exercises and/or had a number of absences above 25% during the training period of the study. The study was approved by the Ethics Committee from the University and all participants provided written informed consent to take part in the study.

**Figure 1 – Study flowchart.**

## Procedures

The elderly who met the inclusion criteria were submitted to evaluation assessments of physical performance, muscle strength, body composition, oxidative stress levels and metabolic markers. After the initial evaluation, subjects were allocated into one of these groups according to their preferences and proximity to the program location. FEC and AE were developed in two different locations. FEC method was developed in a community center and AE in a gymnasium. Upon completion of the training regimen, all assessment tests were repeated.

For clinical evaluation of sarcopenia, tests of muscle strength, physical

performance and muscle mass were used as described below.

### *Muscle strength*

Muscle strength was assessed by the handgrip strength test, which measures the maximum isometric strength of the hand and forearm muscles. Force was measured by the right hand using a portable dynamometer (hydraulic dynamometer SH 5001; Saehan Medical, NY, USA). The test was performed in a sitting position, with the arm parallel to the trunk, the elbow flexed at 90 degrees and the forearm and hand in the neutral position. The test was repeated three times and the highest value was considered for analysis (14).

To assess lower limb quadriceps strength and functionality, the 5-repetition sit to stand test was used. It was performed using a chair with 43 cm height and, with a chronometer, the time was counted while the individual raised five times from the sitting position without using the arms (15).

### *Physical performance*

Physical performance was assessed by the 4-meter walking speed test. Subjects were instructed to walk at their usual pace and walk down a 4-meter-long flat corridor. Two tests were performed with a minimum interval of 20 seconds. The best performing test was selected for the analysis (16).

The 6-minute walk test (6MWT) was performed to measure exercise capacity. Subjects were instructed to walk as far as possible within 6 minutes in a 30-meter-long flat corridor. Two tests were performed at least 30 minutes apart. The best

performing test was selected for analysis (17).

### *Body composition*

Body composition was assessed by bioelectrical impedance (Biodynamics, USA). The bioimpedance lean body mass values were obtained directly from the device (according to age and gender) (18).

Muscle mass was also evaluated through the circumference of the calf. For this assessment, we used an inelastic measuring tape and the measurement was performed at the maximum circumference in the plane perpendicular to the longitudinal line of the calf (19).

### *Biochemical Markers*

A qualified professional collected 10 ml of blood from each individual. The elderly needed to fast for 10 hours to perform the exam. This blood sample was used to determine metabolic and oxidative stress markers.

To determine the metabolic markers glucose, cholesterol, low density lipoprotein (LDL), high density lipoprotein (HDL) and triglycerides were analyzed.

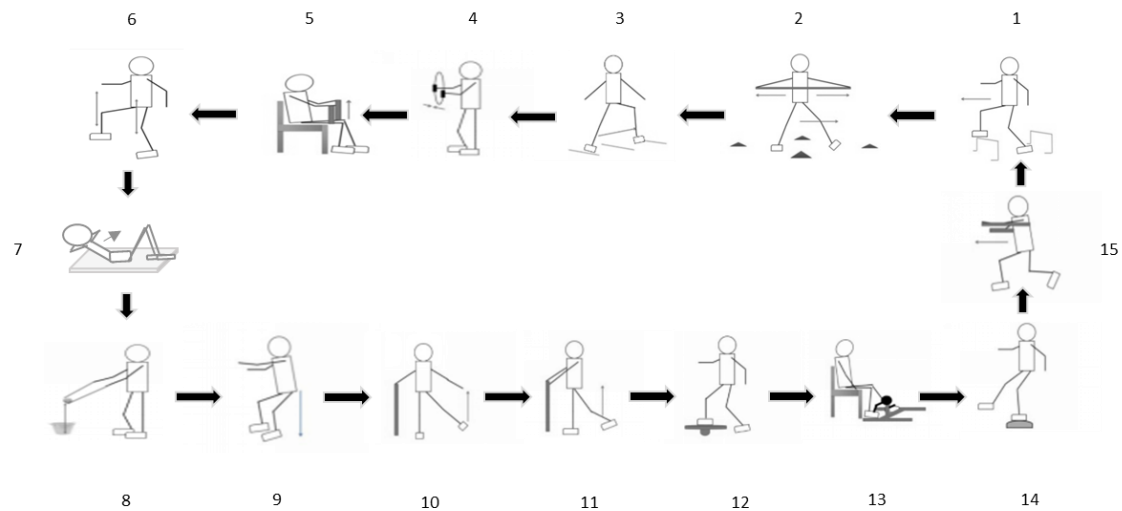
For the oxidative stress analyzes, the following markers were assessed: Total Plasma Antioxidant Potential (TRAP), Total Plasma Sulfhydryl (SH), Superoxide Dismutase (SOD), Catalase (CAT), Glutathione Transferase (GT), Reduced Glutathione (GSH), Glutathione Oxidase (GSSG), Nitric Oxide (NO), Advanced Protein Oxidation Products (AOPP) and Fe<sup>+3</sup> orange xylenol (FOX) (18–22).

## **Interventions**

### *Functional Exercises Circuit (FEC)*

The Functional Exercise Circuit (FEC) method consists of a battery of exercises of various modalities, being aerobic, resistance, balance and coordination, applied as functional tasks and divided into 15 stations, as shown in a figure 2. The exercise protocol has been published and successfully used with the elderly population elsewhere (13).

**Figure 2 – FEC' stations.**



- 1 (Agility, Coordination, and Aerobic Capacity) - Obstacle crossing.
- 2 (Coordination) - Lead the foot towards the cones and abduction and adduction of arms.
- 3 (Coordination) - Obstacle side walking.
- 4 (Strength) - Upper limb adduction movement with arch.
- 5 (Strength) - Elbow flexion
- 6 (Aerobic Capacity) - Stationary walk.
- 7 (Strength) - Trunk flexion.
- 8 (Coordination and Precision) - Put a ball in the bucket.
- 9 (Strength) - Squatt.
- 10 (Strength) - Hip abduction.
- 11 (Strength) - Hip extension.
- 12 (Balance) - Maintain balance with one foot in front and one in back.
- 13 (Aerobic Capacity) - Portable exercise bike.
- 14 (Balance) - Maintain unipodal balance in the bubble.
- 15 (Strength and Coordination) - Hip and knee flexion and upper limb extension.

The activities were carried out in 2 training groups, each with 15 participants, distributed in the circuit. One minute was counted at each station for participants to move on to the next exercise. The session ended when all participants completed 2 complete laps in the circuit.

For exercise prescription, each participant was evaluated for 1 minute at each station, where they were asked to perform the maximum number of repetitions (NOR) or to reach the maximum level of difficulty according to the characteristics of each task. The requirement percentage for each task was calculated according to the initial assessment. The sequence was: 1st week 50% of NOR, 3rd week 60% of NOR, 5th week 70% of NOR, 7th week 90% of NOR, 9th week 110% of NOR and 11th week

150% of NOR. Stations of balance, aerobic capacity, coordination and accuracy were not evaluated with repetitions, but by level of difficulty. The progression of these tasks was accomplished by reducing stability and increasing speed except the bicycle. The exercise sessions were supervised by the same professionals. This exercise training regimen has been successfully used with the elderly population elsewhere (13,23,24).

Each session started with a 10-minute warm-up, alternating between running, walking, stretching and recreation, followed by the standardized functional exercise circuit. The sessions lasted 40 to 50 minutes on non-consecutive days three times a week for 12 weeks (36 sessions).

### *Aerobic training*

The aerobic exercise program was carried out in a gym with electric treadmills (EMBREEX 566 BX 3.0/ 566 BX 1.8/ 566 BXI). The elderly were divided into two groups for better monitoring. The configuration of the treadmills was without inclination and with speed selected by the elderly. The elderly had the autonomy to change or not the speed during the entire training period, with no defined protocol for increasing this intensity. The first 10 minutes were performed by stretching the trunk, upper and lower limbs. Then, they were placed on the mats and told to walk as fast as possible, and that, according to the Borg scale, remained between 4 and 6. For those who needed help, qualified professionals selected the speed according to the will of the elderly. They walked for 30 consecutive minutes and were monitored every 10 minutes by an oximeter. The walking speed and the subjective perception of effort,

using the borg scale, were recorded after the first 10 minutes and at the end of the training session. Finally, the same stretches and relaxation exercises were performed for 10 minutes, totaling 50 minutes of each training session, 3 times a week, for 12 weeks.

### *Statistical analysis*

The analyzes were performed using the following statistical software: SPSS version 22.0 (IBM, Armonk, NY, USA) and GraphPad Prism 8.4 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). The normality of the variables was verified by the Shapiro-Wilk test and described as mean and standard deviation or median and interquartile range. Intra group comparisons (pre and post) were performed using the paired Student's t-test or Wilcoxon test according to the data distribution. The inter group comparisons were assessed using the unpaired Student's t test or the Mann-Whitney test also according to the data distribution. Categorical data were compared using the  $\chi^2$  test.  $P \leq 0.05$  was defined as statistically significant.

## **Results**

After initial screening 59 elderly were included. Out of these subjects, 48 completed the exercise programs (FEC: 27; AE: 21). Figure 1 shows the study flowchart. Table 1 and Table 2 describes the baseline characteristics of the studied sample. Overall, they sample had relatively high body mass index (BMI). According to

the Sarc-F questionnaire, none of the elderly had sarcopenia. They also had high blood glucose, but no dyslipidemia was observed. Regarding the average muscle strength, it was within normal range, as well as the exercise capacity. regarding the variables mentioned above, there was no difference between the groups.

The elderly from the FEC group had higher levels of oxidants (NO and FOX) in the body than the elderly from the aerobic group. And some antioxidant agents (GT, GSH, GSSG and CAT) were also higher in the FEC group than in the aerobic group, except for SH, which was higher in the aerobic group. Most of the markers showed a significant difference between groups, except for AOPP, TRAP and SOD.

**Table 1** – Baseline characteristics of the studied sample.

<b>Variables</b>	<b>FEC group (n=27)</b>	<b>Aerobic group (n=21)</b>	<b>P</b>
Female, n (%)	21 (78%)	17 (81%)	0,602
Age (years)	69 ± 1	70 ± 1	0.6368
Height (m)	1.554 ± 0.015	1.545 ± 0.011	0.6563
Weight (kg)	70.16 ± 2.75	67.90 ± 2.24	0.5418
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28.88 ± 0.88	28.49 ± 0.98	0.7634
Charlson's comorbidity index (points)	0 [0-1]	0 [0-1]	0.1672
Sarc-F questionnaire (points)	1 [0-1]	1 [0-1,5]	0.9556

Data presented as mean ± standard deviation or median [interquartile range];

Table 2 shows the comparisons before and after each exercise intervention of metabolic, body composition, functional capacity and oxidative stress variables and the comparison inter group. Regarding metabolic risk factors, it was observed that subjects who followed the FEC program presented a decrease in blood glucose, total cholesterol and triglycerides. Regarding LDL and HDL, no difference was observed. In the aerobic group there was a decrease in total cholesterol and LDL, in addition to an increase in HDL. Blood glucose and triglycerides showed no differences.

Regarding body composition, there was a significant improvement in the FEC group both of FFM in percentage and in FM in kilograms and percentage, in addition to an increase in calf circumference. The FFM measured in kilograms did not give significant difference. The aerobic group showed no difference in body composition. It also showed a significant decrease in calf circumference.

In relation to functional capacity, the muscle strength showed no significant difference either in the FEC group and neither in the aerobic group. Related to exercise performance, all showed improvement, both in the FEC group and in the aerobic group.

About oxidative stress, in the FEC group the results showed that the levels of oxidizing markers NO and FOX increased, together with the levels of antioxidant markers GT, GSH, TRAP, SH and CAT. There was no significant difference in the other variables. In the aerobic group, the oxidizing agent FOX decreased and the levels of antioxidant agents SH and CAT increased. In the others, there were no significant changes.

**Table 2** – Comparison of metabolic, functional, body composition and oxidative stress variables between subjects from the FEC and aerobic group.

Variables	FEC group			Aerobic group		
	Pre	Post	<i>P</i>	Pre	Post	<i>P</i>
Body Composition						
FFM (kg)	41.07±6.94	41.66±7.33	0.2733	40.41±4.27	40.06±3.71	0.3842
FFM (%)	59.21±6.36	60.64±6.77	0.0488*	60.24±7.08	60.18±6.01	0.9329
FM (kg)	29.10±9.41	27.85±9.57	0.0174*	27.20±8.44	29.18±11.55	0.3852
FM (%)	40.79±6.36	39.36±6.77	0.0488*	39.35±7.16	42.54±14.47	0.3533
Calf circ. right (cm)	35.5 [34.0-36.5]	36.5 [35.0-39.0] <sup>‡</sup>	0.0044*	36.45±2.59	34.93±3.07 <sup>‡</sup>	0.0107*
Functional capacity						
Muscle strength						
HGS right (kg)	28 [24-36]	30 [24-35]	0.6798	28±6	28±6	0.8715
STS5R (s)	11.82 [9.98-13.70]	9.80 [8.29-10.76]	0.0008*	13.14±2.90	10.32±2.75	0.0001*

Exercise performance						
4MWST (s)	3.71±0.56	3.45±0.52	0.0252*	4.11±0.98	3.55±0.54	0.0198*
6MWT (m)	474±77	536±65	0.0032*	468±77	511±66	0.0057*
6MWT predict (%)	109.5±18.25	123.9±14.99	0.0027*	111.9±17.79	122.7±17.56	0.0544
Oxidative stress variables						
Oxidative markers						
NO (pmol/mg)	4.93 [3.78-6.87] <sup>†</sup>	9.01 [6.93-12.22]	< 0.0001*	7.66 [6.77-13.01] <sup>†</sup>	8.80 [7.29-10.36]	0.8986
AOPP (uM/l)	97.56 [63.90-125.3]	104.5 [85.1-126.2]	0.3865	89.46±22.59	94.53±30.35	0.4773
FOX (mg/dL)	0.48±0.23 <sup>†</sup>	1.04±0.20 <sup>‡</sup>	< 0.0001*	0.98±0.30 <sup>†</sup>	0.71±0.16 <sup>‡</sup>	0.0021*
Antioxidant markers						
GT (U/mgHb)	6.20 [5.89-6.77] <sup>†</sup>	7.22 [6.51-7.52]	< 0.0001*	7.10±1.07 <sup>†</sup>	7.19±0.93	0.7794
GSH (mM)	4.98±0.39 <sup>†</sup>	5.96±0.55	< 0.0001*	5.44±0.66 <sup>†</sup>	5.71±0.94	0.3124
GSSG (mM)	0.58 [0.52-0.70] <sup>†</sup>	0.54 [0.32-0.78]	0.1551	0.73 [0.59-1.05] <sup>†</sup>	0.64 [0.54-0.91]	0.3554
TRAP (uM trolox)	856.6±181.9	949.0±168.2	0.0021*	933.4±145.3	971.7±156.2	0.3504
SH (mM/mg)	230.1±37.9 <sup>†</sup>	307.7±74.6 <sup>‡</sup>	< 0.0001*	195.5 [181.9-221.2] <sup>†</sup>	235.4 [200.9-278.6] <sup>‡</sup>	0.0095*
CAT (U/mgHb)	63.11±23.40 <sup>†</sup>	72.89±16.75 <sup>‡</sup>	0.0338*	81.73±20.30 <sup>†</sup>	107.10±18.73 <sup>‡</sup>	0.0001*
SOD (U/mgHb)	66.87±14.16	74.05±18.04	0.1291	62.64±10.50	83.21±59.83	0.1592
Metabolic variables						
Blood glucose (mg/dl)	104 [98-124]	96 [87-113]	0.0006*	106 [92-120]	98 [93-120]	0.6167
Total cholesterol (mg/dl)	201±46	184±41	0.0016*	209 [174-235]	182 [168-203]	0.0154*
LDL (mg/dl)	111.6 [76.2-146.4]	103.0 [70.0-138.4]	0.0528	141.0 [105.2-154.2]	112.2 [90.1-122.9]	0.0019*
HDL (mg/dl)	49 [40-56]	50 [40-58]	0.7659	46.0 [38.0-58.5]	48 [45-55]	0.0319*
Triglycerides (mg/dl)	128 [102-192]	113 [85-163]	0.0063*	133±46	122±54	0.2960

Data presented as mean ± standard deviation or median [interquartile range]; LDL: low density lipoproteins; HDL: high density lipoproteins; 4MWST: 4 meter walking speed test; 6MWT: 6-minute walk test; STS5S: sit to stand 5 repetitions; HGS: handgrip strength; FFM: fat free mass, FM: fat mass; NO: nitric oxide; AOPP: advanced oxidation protein products; FOX: Fe + 3 orange xylenol; GT: glutathione transferase; GSH: reduced glutathione; GSSG: glutathione oxidase; TRAP: total plasma antioxidant potential; SH: sulfhydryl grouping; CAT: catalase; SOD: superoxide dismutase.

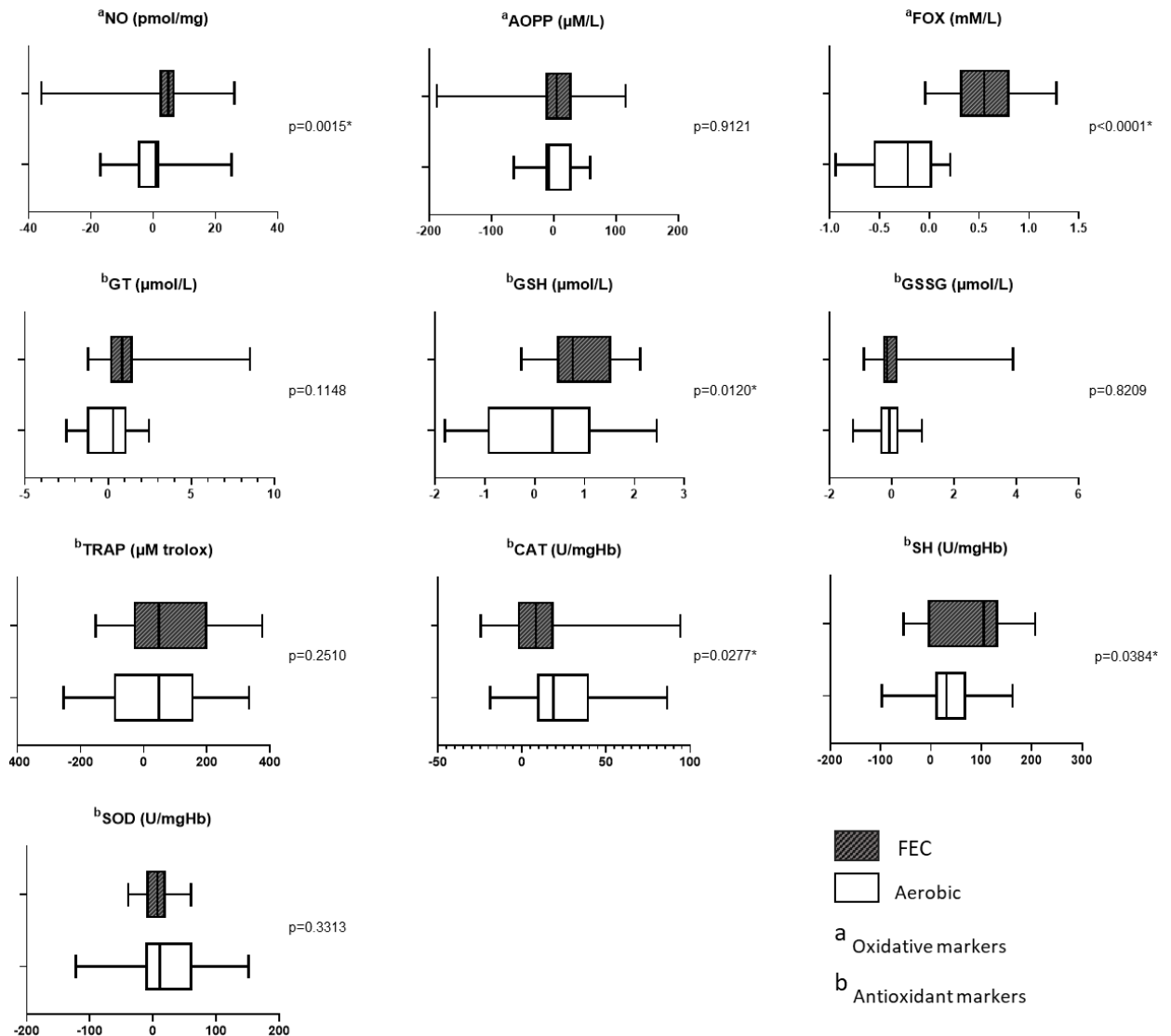
<sup>†</sup> Baseline characteristics of the studie sample that  $P$  value  $\leq 0.05$

<sup>‡</sup> The change of the post results inter-group that  $P$  value  $\leq 0.05$ .

\*  $P \leq 0.05$

However, when comparing the differences found before and after the interventions of the oxidative stress markers, as we can see in figure 3, we observed that the subjects of the FEC training showed a significant pre and post-intervention difference between the oxidizing markers NO and FOX, because while the values increased in the FEC group, in the aerobic group they decreased. The levels of the antioxidant markers GSH and SH showed a greater increase in the FEC group. Only the antioxidant marker CAT showed greater difference in the group that performed aerobic training. The other variables showed no significant difference.

**Figure 3** – Comparison of the variation of oxidative and antioxidant biomarkers levels between FEC and Aerobic group after three months of training (post-pre).



## Discussion

In the present study, it was observed that the FEC modality generated an improvement in all clinical measurements of sarcopenia, antioxidant capacity and metabolic variables. Regarding sarcopenia measurements FEC method improved most of the functional variables and showed an increase in muscle mass and decreasing in fat mass, which was observed in the AE. Furthermore, FEC promoted

an increase in antioxidant markers compared to aerobic exercise.

Sarcopenia can also be accompanied by a progressive increase in intramuscular adipose mass and body fat, which increases the mortality rate in the elderly, as it may increase the risk of metabolic diseases (25). It was observed that the majority of the elderly had a high glycemic level, but did not have dyslipidemia. Changes related to age, such as lack of physical exercise, changes in diet and undesirable changes in body composition, can affect these variables (26,27). This study showed that these factors can be controlled with the practice of the FEC method, as well as aerobic training, reducing the risk of multiple cardiovascular diseases.

The elderly who participated in this study did not show signs of sarcopenia through the Sarc-F questionnaire and functional tests, despite having overweight and a lower lean mass index, suggesting that these individuals already presented loss of muscle mass. The FEC proved to be efficient in all studie outcomes related to sarcopenia, suggesting that this modality is a good option for the prevention and treatment of sarcopenia, since aerobic training is a limited exercise because it does not promote an increase in muscle mass.

Ross (28) demonstrated that older people, including those who are fragile, benefit from resistance training, which can prevent age-related muscle wasting and strength. In this study, the FEC group showed a significant increase in the percentage of fat free mass and a decrease in fat mass. Although FEC was not a specific resistance activity and lasted only 12 weeks, it was sufficient to offer positive changes in body composition in the elderly. In addition, the FEC group increased calf measurements, which can be used as a diagnostic tool when there are no other methods for measuring muscle mass (29). In the aerobic group, this measurement decreased, suggesting that there was a predicted loss of muscle mass, as studies

show that aerobic activity does not increase muscle mass (30–32).

Several studies in aging human populations report reductions in plasma oxidative stress markers with resistance training or regular aerobic exercise, and even an improvement in antioxidant capacity (33). Results show that aerobic exercise decreased the production of the oxidizing agent FOX, which is a mediator of muscle loss and is reduced by aerobic training (8). However, the group that performed aerobic exercise showed a decrease in muscle mass, a fact that allows us to infer that the oxidative agent is only collaborative and not total determinant in the muscle loss process. And probably need to add resistance exercises to the training program to aggregate the oxidative agent's response and get better results. We also observed that this exercise modality increased the anti-oxidizing agents SH, considered to be the largest and most frequent antioxidants in plasma (34), and CAT, the largest primary antioxidant defense component of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (35)

Although several studies confirm the benefits of regular exercise, it has also been shown that, above a certain intensity and duration, acute exercise can induce an increase in the production of reactive oxygen species (10). In the case of the FEC group, we observed that two of the three oxidizing agents (NO and FOX) increased their levels, assuming that FEC, as a more intense exercise, caused this change. Excessive production of ROS can be harmful to cells, contributing to early cell death however the increasing of some biomarkers such as NO has a positive effect for cardiovascular health (36). NO has been association with angiogenesis, restoring blood flow to limb tissues improving cardiopulmonar capacity wich can be related to the increasing in 6MWT observed only in the FEC group. Adequate production can induce the body's adaptive response, which plays a crucial role in regulating protein functions and protecting against cell apoptosis due to various stress-induced conditions (37).

The increasing of lipid hydroperoxides in blood must be explained because FEC induced a lipid oxidation due the reduction in fat mass after training. It is noted that in the FEC group there was an increase in muscle mass and a decrease in fat mass, which suggests that this increase in oxidative agents, in this case, was beneficial, considering that this exercise modality stimulated the production of more antioxidants in compared to aerobic exercise. Other studies say that increasing the production of reactive oxygen species from exercise is an essential message to stimulate the production of antioxidant agents (38,39).

A potential limitation of the present study was that its study design was not a randomized clinical trial, which may have influenced the results. The choice of the sample for convenience was for greater adherence of the elderly to the research, considering that the interventions were carried out close to their homes. Another possible limitation was that the intensity progression was not standardized in aerobic training, since the motivation of the study was to provide an exercise program according to the perception of the elderly.

This study demonstrated that the FEC method, in addition to improving the functional variables, a result already expected and proven in previous studies, was able to generate positive biochemical changes, particularly in oxidative stress markers. Such an effect of physical exercises on these markers is still a controversial topic in the literature, since the cause and effect relationships are not very well understood. Thus, the present study, which is the result of a broader research project developed by researchers from different professional fields in the same university in the South of Brazil, offers new evidence that reinforces the hypothesis that physical exercises for the elderly population they are able to contribute to the delay of the natural and adverse effects of aging. This reinforces the need to implement public policies that offer basic

multidisciplinary care and are accessible to this population. Another relevant aspect that needs to be investigated in new trials is the social reintegration of the elderly, observed casually by the researchers throughout the study. It is assumed that the FEC method and the other types of exercises performed collectively for this audience present greater engagement of the elderly participants, and therefore better physical results, as the meetings also serve as an opportune moment for socialization.

In conclusion, this study showed that although AE presented benefits in some functional and clinical variables FEC presented more effects in functional measurements of sarcopenia (muscle mass and physical function) antioxidant capacity and metabolic biomarkers in healthy elderly population. Regardless FEC method aims to improve the functionality using functional task, this method has impact in different clinical and biological variables. This is a new finding for the literature that indicates that functional exercise can also serve to treat geriatric syndromes, improve aerobic capacity, decrease oxidative stress markers, increase antioxidant capacity and improve metabolic parameters.

### **Acknowledgements**

This study was financed in part by the Programa de Apoio à Extensão Universitária do Ministério da Educação (PROEXT) and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES). RPTM and WASL received scholarships from CAPES, Brazil. VSP is supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brazil.

**Disclosure statement**

The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Scicchitano BM, Pelosi L, Sica G, Musarò A. The physiopathologic role of oxidative stress in skeletal muscle. *Mechanisms of Ageing and Development* 2018; 170: 37-44.
2. Hwang AB, Brack AS. Muscle Stem Cells and Aging. In: Current Topics in Developmental Biology *Academic Press Inc* 2018; 126: 299-322.
3. Distefano G, Goodpaster BH. Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *Cold Spring Harb Perspect Med* 2018; 8(3): 1-15.
4. Jiao J, Demontis F. Skeletal muscle autophagy and its role in sarcopenia and organismal aging. *Current Opinion in Pharmacology* 2017; 34: 1-6.
5. Curtis E, Litwic A, Cooper C, Dennison E. Determinants of Muscle and Bone Aging. *Journal of Cellular Physiology* 2015; 230(11): 2618-2625.
6. Vlietstra L, Hendrickx W, Waters DL. Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Australasian Journal on Ageing* 2018; 37(3): 169-183.
7. Gomes MJ, Felipe Martinez P, Pagan LU, Damatto RL, Diacardia M, Cezar M, et al. Skeletal muscle aging: influence of oxidative stress and physical exercise. *Oncotarget* 2017; 8(12): 20428-20440.
8. Baumann CW, Kwak D, Liu HM, Thompson L V. Age-induced oxidative stress: how does it influence skeletal muscle quantity and quality? *J Appl Physiol* 2016; 121: 1047-1052.
9. Cassilhas RC, Tufik S, De Mello MT. Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory. *Cellular and Molecular Life Sciences* 2016; 73(5): 975-983.
10. Soares JP, Silva AM, Oliveira MM, Peixoto F, Gaivão I, Mota MP. Effects of combined physical exercise training on DNA damage and repair capacity: role of oxidative stress changes. *Age* 2015; 37(3): 61.
11. Bruseghini P, Calabria E, Tam E, Milanese C, Oliboni E, Pezzato A, et al. Effects of eight weeks of aerobic interval training and of isoinertial resistance training on risk factors of cardiometabolic diseases and exercise capacity in healthy elderly subjects. *Oncotarget* 2015; 6(19): 16998-17015.
12. Valenzuela PL, Castillo-García A, Morales JS, Izquierdo M, Serra-Rexach JA, Santos-Lozano A, et al. Physical exercise in the oldest old. *Compr Physiol* 2019; 9(4): 1281-1304.
13. Loyola WS, Camillo CA, Torres CV, Probst VS. Effects of an exercise model based on functional circuits in an older population with different levels of social participation. *Geriatr Gerontol Int* 2017; 1-8.
14. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing* 2011; 40(4): 423-429.
15. Bohannon RW, Peolsson A, Massy-Westrop N, Desrosiers J, Bear-Lehman. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Physiotherapy* 2006; 103: 215-222.
16. Gómez JF, Curcio CL, Alvarado B, Zunzunegui MV, Guralnik J. Validity and reliability of the Short Physical Performance Battery (SPPB): a pilot study on mobility in the Colombian Andes.

- Colomb medica* 2013; 44(3): 165-171.
17. Britto RR, Probst VS, Dornelas De Andrade AF, Samora GAR, Hernandez NA, Marinho PEM, et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Brazilian J Phys Ther* 2013; 17(6): 556-563.
  18. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition* 2001; 17(3): 248-253.
  19. Pagotto VI, Ferreira dos Santos KI, Gomes Malaquias SI, Márcia Bachion MI, Aparecida Silveira E. Circunferência da panturrilha: validação clínica para avaliação de massa muscular em idosos. *Rev Bras Enferm* 2018; 71(2): 343-350.
  20. Marklund S, Marklund G. Involvement of the Superoxide Anion Radical in the Autoxidation of Pyrogallol and a Convenient Assay for Superoxide Dismutase. *Eur J Biochem* 1974; 47(3): 469-474.
  21. Witko-Sarsat V, Friedlander M, Capeillère-Blandin C, Nguyen-Khoa T, Nguyen AT, Zingraff J, et al. Advanced oxidation protein products as a novel marker of oxidative stress in uremia. *Kidney Int* 1996; 49(5): 1304-1313.
  22. Alves CQ, David JM, David JP, Bahia M V., Aguiar RM. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. *Quim Nova* 2010; 33(10): 2202-2210.
  23. Maciel RPT, Sepúlveda-Loyola W, Moreto V, Cobbo P, Gomes BP, Honorato A da S, et al. Functional exercise circuit reduce the metabolic risk factor in older people in three months of training. *Brazilian J Dev* 2020; 6(5): 29923-29932.
  24. da Silva EM, Sepúlveda-Loyola W, Martins da Silva J, Castilho dos Santos G, Pereira C. Comparison between simple and dual tasks, cognitive capacity, and postural balance in older people who participated in 3 types of exercise. *Fisioterapia* 2020; 42(1): 33-38.
  25. Du Y, Oh C, No J. Associations between Sarcopenia and Metabolic Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Obes Metab Syndr* 2018; 27(3):175-85.
  26. Coon PJ, Rogus EM, Drinkwater D, Muller DC, Goldberg AP, Hopkins University J. Role of Body Fat Distribution in the Decline in Insulin Sensitivity and Glucose Tolerance with Age. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 1992; 75(4): 1125-1132.
  27. Shimokata H, Muller DC, Fleg JL, Sorkin J, Ziemba AW, Andres R. Age as independent determinant of glucose tolerance. *Diabetes* 1991; 40(1): 44-51.
  28. Ross M, Lithgow H, Hayes L, Florida-James G. Potential cellular and biochemical mechanisms of exercise and physical activity on the ageing process. *Subcellular Biochemistry* 2019; 91: 311-338.
  29. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing* 2019; 48: 16-31.
  30. Chen HT, Chung YC, Chen YJ, Ho SY, Wu HJ. Effects of Different Types of Exercise on Body Composition, Muscle Strength, and IGF-1 in the Elderly with Sarcopenic Obesity. *J Am Geriatr Soc* 2017; 65(4): 827-832.
  31. Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N Engl J Med* 2017; 376(20): 1943-1955.
  32. Naseeb MA, Volpe SL. Protein and exercise in the prevention of sarcopenia and aging.

- Nutrition Research* 2017; 40: 1-20.
33. Franzke B, Schober-Halper B, Hofmann M, Oesen S, Tosevska A, Henriksen T, et al. Age and the effect of exercise, nutrition and cognitive training on oxidative stress: The Vienna Active Aging Study (VAAS), a randomized controlled trial. *Free Radic Biol Med* 2018; 121: 69-77.
  34. Pérez YG, Pérez LCG, Netto RCM, Lima DSN, Lima ES. Malondialdeído e grupo sulfidril como biomarcadores do estresse oxidativo em pacientes com lúpus eritematoso sistêmico. *Rev Bras Reumatol* 2012; 52(4): 656-660.
  35. Júnior DR, Souza RB, Santos SA, Andrade DR. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. *J Bras Pneumol* 2005; 31(1): 60-68.
  36. Cholan PM, Cartland SP, Kavurma MM. NADPH oxidases, angiogenesis, and peripheral artery disease. *Antioxidants* 2017; 6(3): 56.
  37. Thirupathi A, Pinho RA, Chang YZ. Physical exercise: An inducer of positive oxidative stress in skeletal muscle aging. *Life Sciences* 2020; 252: 117630.
  38. Bouzid MA, Filaire E, McCall A, Fabre C. Radical Oxygen Species, Exercise and Aging: An Update. *Sports Medicine* 2015; 45: 1245-1261.
  39. Cornelissen G, Otsuka K. Chronobiology of Aging: A Mini-Review. *Gerontology* 2017; 63: 118-128.

## CONCLUSÃO

Em conclusão, este estudo mostrou que embora o EA tenha apresentado benefícios em algumas variáveis funcionais e clínicas, o FEC apresentou mais efeitos nas medidas funcionais da sarcopenia (massa muscular e função física), capacidade antioxidante e biomadores metabólicos em população idosa saudável. Apesar de o método FEC ter como objetivo melhorar a funcionalidade por meio de tarefa funcional, este método tem impacto em diferentes variáveis clínicas e biológicas. Este é um novo achado na literatura que indica que o exercício funcional também pode servir para tratar síndromes geriátricas, melhorar a capacidade aeróbia, diminuir os marcadores de estresse oxidativo, aumentar a capacidade antioxidante e melhorar os parâmetros metabólicos.

## REFERÊNCIAS

- AEBI, H. Catalase in Vitro. *Methods in Enzymology*, [S. l.], v. 105, p. 121-126, 1984.
- ALIKHANI, S.; SHEIKHOLESAMI-VATANI, D. Oxidative stress and anti-oxidant responses to regular resistance training in young and older adult women. *Geriatrics and Gerontology International*, [S. l.], v. 19, n. 5, p. 419-422, 2019.
- ALVES, C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. *Química Nova*, [S. l.], v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.
- ANDRADE JÚNIOR, D. R. DE et al. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 60-68, 2005.
- BARBOSA, K. B. F. et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Revista de Nutrição*, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.
- BATSIS, J. A. et al. Sarcopenia, sarcopenic obesity and inflammation: Results from the 1999–2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Clinical Nutrition*, [S. l.], v. 35, n. 6, p. 1472-1483, 2016.
- BAUMANN, C. W. et al. HIGHLIGHTED TOPIC Aging and Exercise Age-induced oxidative stress: how does it influence skeletal muscle quantity and quality? *J Appl Physiol*, [S. l.], v. 121, p. 1047-1052, 2016.
- BEAUDART, C. et al. Sarcopenia in daily practice: assessment and management. *BMC Geriatrics*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 1-10, 2016.
- BOHANNON, R. W. et al. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy*, [S. l.], v. 92, n. 1, p. 11-15, 2006.
- BOHANNON, R. W. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders'. *O Perceptual and Motor Skills*, [S. l.], v. 103, p. 215-222, 2006.
- BOUZID, M. A. et al. *Radical Oxygen Species, Exercise and Aging: An Update*. Sports Medicine. [S.l.], v. 45, n. 6, p.1245-1261, 2015.
- BRIOCHE, T.; LEMOINE-MOREL, S. Oxidative Stress, Sarcopenia, Antioxidant Strategies and Exercise: Molecular Aspects. *Current Pharmaceutical Design*, [S. l.], v. 22, n. 18, p. 2664-2678, 2016.
- BRITTO, R. R. et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, [S. l.], v. 17, n. 6, p. 556-563, 2013.
- BRUSEGHINI, P. et al. Effects of eight weeks of aerobic interval training and of isoinertial resistance training on risk factors of cardiometabolic diseases and exercise capacity in healthy elderly subjects. *Oncotarget*, [S. l.], v. 6, n. 19, p. 16998-17015, 2015.

CARTEE, G. D. et al. *Exercise Promotes Healthy Aging of Skeletal Muscle. Cell Metabolism.* [S.I.], v. 23, n. 6, p. 1034-1047, 2016.

CASSILHAS, R. C.; TUFIK, S.; DE MELLO, M. T. *Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory: Cellular and Molecular Life Sciences.* [S.I.], v. 73, n. 5, p. 975-983, 2016.

CHEN, H. T. et al. Effects of Different Types of Exercise on Body Composition, Muscle Strength, and IGF-1 in the Elderly with Sarcopenic Obesity. *Journal of the American Geriatrics Society*, [S. I.], v. 65, n. 4, p. 827-832, 2017.

CHEN, L. K. et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, v. 21, n. 3, p. 300- 307.e2, 2020.

CORNELISSEN, G.; OTSUKA, K. *Chronobiology of Aging: A Mini-Review.* *Gerontology*, [S.I.], v. 63, n. 2, p. 118-128, 2017.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, [S. I.], v. 39, n. 4, p. 412-423, 2010.

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

CURTIS, E. et al. Determinants of Muscle and Bone Aging. *Journal of Cellular Physiology.* [S.I.], v. 230, n. 11, p. 2618-2625, 2015.

DA COSTA, J. P. et al. A synopsis on aging: Theories, mechanisms and future prospects. *Ageing Research Reviews.* [S.I.], v. 29, p. 90-112, 2016.

DA SILVA, E. M. et al. Comparison between simple and dual tasks, cognitive capacity, and postural balance in older people who participated in 3 types of exercise. *Fisioterapia*, [S. I.], v. 42, n. 1, p. 33-38, 2020.

DAVALLI, P. et al. ROS, *Cell Senescence, and Novel Molecular Mechanisms in Aging and Age-Related Diseases: Oxidative Medicine and Cellular Longevity.* [S.I.], v.2016, p. 1-18, 2016.

DELMONICO, M. J. et al. Alternative Definitions of Sarcopenia, Lower Extremity Performance, and Functional Impairment with Aging in Older Men and Women. *Journal of the American Geriatrics Society*, [S. I.], v. 55, n. 5, p. 769-774, 2007.

DHILLON, R. J. S.; HASNI, S. Pathogenesis and Management of Sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine.* [S.I.], v. 33, n. 1, p. 17-26, 2017.

DIAS, J. A. et al. Força de preensão palmar: métodos de avaliação e fatores que influenciam a medida. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, [S. I.], v. 12, n. 3, 2011.

DISTEFANO, G.; GOODPASTER, B. H. Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, [S. I.], v. 8, n. 3, 2018.

DUTRA, M. T. et al. Relationship between sarcopenic obesity-related phenotypes and inflammatory markers in postmenopausal women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, [S. I.], v. 37, n. 2, p. 205-210, 2017.

EVERSON, L. et al. Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica Aging, oxidative stress and sarcopenia: a systemic approach. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.* Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 365-380, 2012.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos e mecanismo de lesão. *Rev Ass Med Brasil.* Botuactú, v. 43, n. 1, p. 61-69, 1997.

FRANZKE, B. et al. Age and the effect of exercise, nutrition and cognitive training on oxidative stress: The Vienna Active Aging Study (VAAS), a randomized controlled trial. *Free Radical Biology and Medicine*, [S. I.], v. 121, p. 69-77, 1 jun. 2018.

GOMES, M. J. et al. Skeletal muscle aging: influence of oxidative stress and physical exercise. *Oncotarget.* Goiânia: v. 71, n. 2, p. 343-350, 2017.

GÓMEZ, J. F. et al. Validity and reliability of the Short Physical Performance Battery (SPPB): a pilot study on mobility in the Colombian Andes. *Colombia medica*, [S. I.], v. 44, n. 3, p. 165-171, 2013.

GURALNIK, J. M. et al. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, [S.I.], v. 49, n. 2, p. M85-94, 1994.

HEITMANN, B. L. et al. Mortality associated with body fat, fat-free mass and body mass index among 60-year-old Swedish men: a 22-year follow-up. The study of men born in 1913. *International Journal of Obesity*, [S. I.], v. 24, n. 1, p. 33-37, 2000.

HWANG, A. B.; BRACK, A. S. Muscle Stem Cells and Aging. *Current Topics in Developmental Biology*, [S.I.], v. 126. p. 299-322, 2018.

JIAO, J.; DEMONTIS, F. Skeletal muscle autophagy and its role in sarcopenia and organismal aging. *Current Opinion in Pharmacology*. [S.I.], v. 34, p. 1- 6, 2017

KEMMLER, W. et al. Effect of whole-body electromyostimulation and / or protein supplementation on obesity and cardiometabolic risk in older men with sarcopenic obesity: The randomized controlled FranSO trial. *BMC Geriatrics*, [S. I.], v. 18, n. 1, 2018.

KERVIO, G.; CARRE, F.; VILLE, N. S. Reliability and Intensity of the Six-Minute Walk Test in Healthy Elderly Subjects. *Med. Sci.*, [S. I.], 35, n. 1, p. 169-174, 2003.

KINGSTON, A. et al. Projections of multi-morbidity in the older population in England to 2035: Estimates from the Population Ageing and Care Simulation (PACSim) model. *Age and Ageing*, [S. I.], v. 47, n. 3, p. 374-380, 2018.

KIRKWOOD, T. B. L. Understanding the odd science of aging. *Cell*, [S. I.], v. 120, n. 4, p. 437-447, 2005.

\_\_\_\_\_. Why and how are we living longer? *Experimental Physiology*, [S. I.], v. 102, n. 9, p. 1067-1074, 2017.

KYLE, U. G. et al. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition*, [S. I.], v. 17, n. 3, p. 248-253, 2001.

L. SHENG, M. CHRISTOPHER, A. M. Resistance Exercise to Prevent and Manage Sarcopenia and Dynapenia. *Physiology & Behavior*, [S. I.], v. 176, n. 1, p. 100-106, 2016.

LEGRAND, D. et al. The relationship between grip strength and muscle mass (MM), inflammatory biomarkers and physical performance in community-dwelling very old persons. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, [S. I.], v. 57, n. 3, p. 345-351, 2013.

LENARDT, M. H. et al. Força de preensão manual e atividade física em idosos fragilizados. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, [S. I.], v. 50, n. 1, p. 86-92, 2016.

LIGUORI, I. et al. Oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical Interventions in Aging*, [S.I.], v.13, p. 757-772, 2018.

LOYOLA, W. S. et al. Effects of an exercise model based on functional circuits in an older population with different levels of social participation. *Geriatrics & Gerontology International*, [S. I.], p. 1-8, 2017.

MACIEL, R. P. T. et al. Functional exercise circuit reduce the metabolic risk factor in older people in three months of training. *Brazilian Journal of Development*, [S. I.], v. 6, n. 5, p. 29923-29932, 2020.

MALTAIS, M. L. et al. Effect of resistance training and various sources of protein supplementation on body fat mass and metabolic profile in sarcopenic overweight older adult men: A pilot study. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, [S. I.], v. 26, n. 1, p. 71-77, 2016.

MANUNEEDEHI CHOLAN, Pradeep; CARTLAND, Siân P.; KAVURMA, Mary M. NADPH oxidases, angiogenesis, and peripheral artery disease. *Antioxidants*, v. 6, n. 3, p. 56, 2017.

MARKLUND, S.; MARKLUND, G. Involvement of the Superoxide Anion Radical in the Autoxidation of Pyrogallol and a Convenient Assay for Superoxide Dismutase. *European Journal of Biochemistry*, [S. I.], v. 47, n. 3, p. 469-474, 1974.

MARZETTI, E. et al. Sarcopenia: an overview. *Aging Clinical and Experimental Research*, [S. I.], v. 29, n. 1, p. 11-17, 2017.

MEHMET, H.; YANG, A. W. H.; ROBINSON, S. R. What is the optimal chair stand test protocol for older adults? A systematic review. *Disability and Rehabilitation*, [S.I.], [s. n], p. 1-8, 2019.

MIRANDA, G. M. D.; MENDES, A. da C. G.; SILVA, A. L. A. da. Population aging in Brazil: current and future social challenges and consequences. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, [S. I.], v. 19, n. 3, p. 507-519, 2016.

MOLLINEDO CARDALDA, I.; LÓPEZ, A.; CANCELA CARRAL, J. M. The effects of different types of physical exercise on physical and cognitive function in frail institutionalized older adults with mild to moderate cognitive impairment. A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, [S. l.], v. 83, p. 223-230, 2019.

MOORE, S. A. et al. Exercise as a treatment for sarcopenia: an umbrella review of systematic review evidence. *Physiotherapy*. United Kingdom, v. 107, p. 189-201, 2020.

MORLEY, J. E. Frailty and Sarcopenia: The New Geriatric Giants. *Revista de investigacion clinica; organo del Hospital de Enfermedades de la Nutricion*, [S. l.], v. 68, n. 2, p. 59-67, 2015.

NASCIMENTO, C. M. et al. Sarcopenia, frailty and their prevention by exercise. *Free Radical Biology and Medicine*. [S.l.], v. 132, p. 42-49, 2019.

NASEEB, M. A.; VOLPE, S. L. Protein and exercise in the prevention of sarcopenia and aging. *Nutrition Research*. [S.l.], v. 40, p. 1-20, 2017.

NAVARRO-GONZÁLVEZ, J. A.; GARCÍA-BENAYAS, C.; ARENAS, J. Semiautomated measurement of nitrate in biological fluids. *Clinical Chemistry*, [S. l.], v. 44, n. 3, p. 679-681, 1998.

NUNES, P. R. P. et al. Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. *Age*, [S. l.], v. 38, n. 40, p. 1-13, 2016.

PAGOTTO, V. I. et al. Circunferência da panturrilha: validação clínica para avaliação de massa muscular em idosos. *Rev Bras Enferm*, [S. l.], v. 71, n. 2, p. 343-50, 2018.

PÉREZ, Y. G. et al. Malondialdeído e grupo sulfidril como biomarcadores do estresse oxidativo em pacientes com lúpus eritematoso sistêmico. *Rev Bras Reumatol*. [S.l.], v. 52, n. 4, 2012.

POWERS, S. K. et al. Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? *Journal of Sport and Health Science*. [S.l.], v. 9, n. 5, 2020.

RICHTER, R. J.; JARVIK, G. P.; FURLONG, C. E. Determination of paraoxonase 1 status without the use of toxic organophosphate substrates. *Circulation. Cardiovascular genetics*, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 147-152, 2008.

ROBERTS, H. C. et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age and ageing*, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 423-429, 2011.

ROLLAND, Y. et al. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging*, [S. l.], v. 12, n. 7, p. 433-450, 2008.

ROSS, M. et al. Potential cellular and biochemical mechanisms of exercise and physical activity on the ageing process. In: HARRIS J., KOROLCHUK V. (eds.) *Subcellular Biochemistry. Biochemistry and Cell Biology of Ageing: Part II Clinical Science*. v. 91. Springer: Singapore, 2019. p. 311-338, Chapter 12.

SCICCHITANO, B. M. et al. The physiopathologic role of oxidative stress in skeletal muscle. *Mechanisms of Ageing and Development*. [S.I.], v. 170, p. 37-44, 2018.

SELLAMI, M. et al. The effect of exercise on glucoregulatory hormones: A countermeasure to human aging: Insights from a comprehensive review of the literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. [S.I.], v. 16, n. 10, 2019.

SMITH-RYAN, A. E. et al. Validity and reliability of a 4-compartment body composition model using dual energy x-ray absorptiometry-derived body volume. *Clinical Nutrition*, [S. I.], v. 36, n. 3, p. 825-830, 2017.

SOARES, J. P. et al. Effects of combined physical exercise training on DNA damage and repair capacity: role of oxidative stress changes. *Age*, [S. I.], v. 37, n. 3, 2015.

THIRUPATHI, A.; PINHO, R. A.; CHANG, Y. Z. Physical exercise: An inducer of positive oxidative stress in skeletal muscle aging. *Life Sciences*. [S.I.], v. 252, 2020.

TROEN, B. R. The biology of aging. *The Mount Sinai journal of medicine*, New York, v. 70, n. 1, p. 3-22, 2003.

VALENZUELA, P. L. et al. Physical exercise in the oldest old. *Comprehensive Physiology*, [S. I.], v. 9, n. 4, p. 1281-1304, 2019.

VILLAREAL, D. T. et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *New England Journal of Medicine*, [S. I.], v. 376, n. 20, p. 1943-1955, 2017.

VLIETSTRA, L.; HENDRICKX, W.; WATERS, D. L. Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Australasian Journal on Ageing*. [S.I.], v. 37, n. 3, p. 169-183, 2018.

WESTCOTT, W. et al. Prescribing physical activity: applying the ACSM protocols for exercise. *Physician & Sportsmedicine*, [S. I.], v. 37, n. 2, p. 51-58, 2009.

WITKO-SARSAT, V. et al. Advanced oxidation protein products as a novel marker of oxidative stress in uremia. *Kidney International*, v. 49, n. 5, p. 1304-1313, 1996.

WOO, J. Sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*. [S.I.], v. 33, n. 3, p. 305-314, 2017.

XIA, X.; HAN, J. D. J. Systems biology in aging research. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. [S.I.], v. 1086, p. 1-15, 2018.

YANG, C. W. et al. Association of sarcopenic obesity with higher serum high-sensitivity c-reactive protein levels in Chinese older males: A community-based study

(Taichung Community Health Study-Elderly, TCHS-E). *PLoS ONE*, [S. l.], v. 10, n. 7, p. 1-13, 2015.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

#### **EFEITOS DE DIFERENTES TIPOS DE PROGRAMAS DE EXERCÍCIO FÍSICO EM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS, FUNCIONAIS, COGNITIVAS E EMOCIONAIS DE INDIVÍDUOS IDOSOS**

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa **EFEITOS DE DIFERENTES TIPOS DE PROGRAMAS DE EXERCÍCIO FÍSICO EM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS, FUNCIONAIS, COGNITIVAS E EMOCIONAIS DE INDIVÍDUOS IDOSOS**, a ser realizada no Centro de Especialização em Pesquisa e Pós-Graduação em Saúde (CEPPOS), Centro de Educação Física e Esporte e Ciências da Saúde. Londrina-PR. O objetivo da pesquisa é avaliar os efeitos de diferentes tipos de intervenções de atividade física em variáveis hemodinâmicas cerebrais, cognitivas, comportamentais, bioquímicas, composição corporal e de aptidão física e funcional de indivíduos idosos fisicamente independentes. Sua participação é muito importante e ela se dará da seguinte forma: todos os participantes serão submetidos à avaliação da funcionalidade, força, equilíbrio, atividade física, fragilidade e sarcopenia, coleta do sangue e questionários sobre a qualidade de vida, participação social, ansiedade, depressão e alimentação.

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo o (a) senhor (a): recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Como benefícios advindos deste estudo, serão feitas avaliações física, funcional e exames de sangue onde serão investigadas e monitoradas sua condição de saúde e por meio dos programas de exercício físico e comportamental promover melhorias em relação a sua aptidão física e funcional, recebendo seus resultados individuais ao término de cada fase da intervenção, além de propiciar conhecimento científico para área. Além disso, caso qualquer alteração de saúde seja identificada, os participantes serão encaminhados pelos profissionais para o pronto atendimento do Hospital Universitário para o acompanhamento. Quanto aos riscos, nenhum dos procedimentos apresenta risco direto para a integridade física ou moral dos participantes.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar  
(pesquisador \_\_\_\_\_ responsável:

Denilson de Castro Teixeira; endereço: Rodovia Celso Garcia Cid - Pr 445 Km 380 - Campus  
Universitário, Londrina - PR, 86057-970 - Laboratório de Pesquisa em Biodinâmica do  
Movimento – Centro de Educação Física e Esportes - CEFE; telefone: (43)3371-4238 ; e-mail:  
denict@uel.br, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da  
Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no  
Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas  
devidamente preenchida, assinada e entregue ao (à) senhor(a).

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

**Denilson de Castro Teixeira**

**Pesquisador Responsável**

RG: 4.203.273-5

\_\_\_\_\_, tendo sido devidamente  
esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar  
**voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B

### FICHA DIAGNÓSTICA

#### 1. Dados de Identificação:

Nome completo:.....

Sexo: (1) Feminino (2) Masculino

Cor: ( 1 )branca ( 2 )negra ( 3)parda ( 4)amarela ( 5 )indígena

Data de nascimento:..... Idade:.....anos

Onde o sr(a) nasceu. Cidade: .....Estado:..... País:.....

Endereço:.....

Telefones:.....

Em caso de emergência ligar para quem?

Nome e parentesco:.....Telefone:.....

Programa (1) Funcional (2) Pilates (3) Vamos (4)Dança (5) bicicleta (Grupo Controle)

**Pressão Arterial: a)Diastólica .....**

**b) Sistólica.....**

#### 2. Características sócio-demográficas

**a) Quanto tempo o sr(a) vive em Londrina?.....**

**b) Qual é o máximo de anos que o sr(a) estudou? .....**

#### **c) Escolaridade:**

(1) Analfabeto/sem escolaridade

(2) Fundamental incompleto/1 a 7 anos

(3) Fundamental completo/ 8 anos

(4) Médio incompleto/9 a 10 anos

(5) Médio completo/ 11 anos

(6) Ensino superior completo

(7) Pós-graduação completa (especialização, mestrado e doutorado)

#### **3. Qual é a sua religião?**

(1) Católico (2) Evangélico (3) Espírita (4) Sem religião (5) Ateu (6) Outro:.....

#### **4. Qual o seu estado civil?**

(1)Solteiro (2)Casado/juntado (3)Separado/divorciado (4)Viúvo (5)Outros

**5. O sr(a) tem filhos? (0) Sim (1) Não Quantos? .....**

**6. Quantas pessoas incluindo o sr(a) moram na sua casa? .....**

#### **7. Com quem o sr(a) mora?**

(1) Sozinho (2) Cônjuge ( 3) Filhos (4) Netos (5) Outro(s). Qual(s)?.....

**8. Qual profissão o Sr(a) teve na maior parte da vida?.....**

**9. Nos últimos 12 meses qual foi a sua ocupação? .....**

**10. Atualmente o sr(a) é:**

- (1) Aposentado (a)
- (2) Pensionista
- (3) Aposentado (a) e Pensionista
- (4) Aposentado (a) ativo
- (5) Pensionista ativo
- (6) Aposentado(a)/Pensionista ativo
- (7) Remunerado ativo
- (8) Não remunerado ativo
- (9) Outro. Especifique.

**11. O Sr(a) tem dinheiro suficiente para satisfazer suas necessidades?**

- (1) nada (2) muito pouco (3) médio (4) muito (5) completamente

**12. Saúde**

**a) Quão satisfeito o(a) Sr(a) está com a sua saúde?**

- (1) Muito insatisfeito (2) Insatisfeito (3) Nem satisfeito nem insatisfeito (4) Satisfeito (5) Muito satisfeito

**b) O(a) Sr(a) diria que sua saúde é**

- (1) Muito boa (2) Boa (3) Regular (4) Ruim (5) Muito ruim

**13. O sr(a) tem alguma doença**

- (1) sim (2) não

Em caso afirmativo: marque com um X as doenças e anote o tempo de diagnóstico em anos.

<b>Doenças</b>	<b>Tempo (anos)</b>	<b>Doenças</b>	<b>Tempo (anos)</b>
(1) Doença cardíaca		(13) Alzheimer	
(2) Hipertensão (pressão alta)		(14) Depressão	
(3) Sequela Acidente Vascular (derrame)		(15) Dislipidemia (triglicerídios, colesterol alto, HDL, LDL)	
(4) Artrose		(16) Diabetes	
(5) Artrite Reumatóide		(17) Doenças dos olhos	
(6) Dores Lombares		(18) Dificuldades Auditivas	
(7) Osteoporose		(19) Incontinência Urinária	
(8) Osteopenia		(20) Neoplasias(tumores)	
(9) Asma		(21) Fibromialgia	

(10) Bronquite Crônica		(22) Gastrite	
(11) Enfisema		(23)	
( 12 ) Prisão de ventre		Outros:.....	

\* tempo diagnóstico da doença

**14. Para o sr(a), seu estado de saúde atual dificulta a prática de atividade física/exercício físico?**

(0) Sim (1) Não

Caso Afirmativo: De que modo dificulta?

- (1) Cansaço
- (2) Falta de ar
- (3) Tontura
- (4) Dor. Onde?.....
- (5) Outro. Qual (s)?.....

**15. O sr(a) toma medicamentos (0) Sim (1) Não Quantos? .....**

Qual  
(is)?.....  
.....  
.....  
.....

**16.O sr(a) fuma? (0) Sim (1) Não - Há quanto tempo? ..... anos.**

- a) Você já fumou? (0 ) Sim (1) Não - Por quanto tempo? ..... anos
- b) Há quanto tempo parou de fumar? ..... anos.

**17. O sr(a) teve alguma queda (tombo) no último ano?**

(0) Sim(1) Não. Quantas?..... Onde (local)?.....

Conseqüências da queda (tombo)?.....

## APÊNDICE C

## Composição Corporal

### 1º Avaliação (Final)

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_  
 Horário: \_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_

Perda de peso involuntária nos últimos 6 meses: ( ) SIM ( ) NÃO

Peso perdido (kg): \_\_\_\_\_ Peso atual (kg): \_\_\_\_\_ Percentual perdido (%): \_\_\_\_\_

Uso de medicação diurética? ( ) SIM ( ) NÃO

Nome da medicação: \_\_\_\_\_ Dose: \_\_\_\_\_ Horário da medicação: \_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_

Avaliação do edema (gradação 0 ou +)	Direito	Esquerdo
Dígito-pressão (tíbia anterior)		
Dígito-pressão (tornozelo)		
Dígito-pressão (punho)		
Dígito-pressão (cotovelo)		

#### Circunferências (cm)

	Direito	Esquerdo
Circunferência pescoço		
Circunferência bíceps		
Circunferência antebraço		
Cintura (ponto de referência entre última costela e crista ilíaca)		
Quadril (trocâter maior)		
Circunferência quadríceps		
Relação C/Q		

#### Bioimpedância

			Atual	Alvo
Altura (cm)				
Peso (Kg)		% de gordura		
Total de água corpo (l)		Peso total (kg)		
% peso do corpo (água)		Peso da gord (kg)		

% massa magra (água)		<b>Peso MM (kg)</b>		
Biorresistência (ohms)		<b>Peso a perder (kg)</b>		
Reatância (ohms)		<b>Tx metab (cal/dia)</b>		

**Avaliador:** \_\_\_\_\_

**Obs:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE D

### FICHA DE RESULTADOS DOS TESTES FUNCIONAIS

DATA DA AVALIAÇÃO: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_ N. REGISTRO: \_\_\_\_\_

#### SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)

#### TESTE DE EQUILÍBRIO

##### A. POSIÇÃO EM PÉ COM OS PÉS JUNTOS

Manteve por 10 segundos	( ) 1 ponto
Não manteve por 10 segundos	( ) 0 ponto
Não tentou	( ) 0 ponto

Se pontuar 0, encerre os testes de equilíbrio e marque o motivo no campo abaixo.  
Tempo de execução quando for menor que 10 segundos \_\_\_\_\_

##### B. POSIÇÃO EM PÉ COM UM PÉ LIGEIRAMENTE À FRENTE

Manteve por 10 segundos	( ) 1 ponto
Não manteve por 10 segundos	( ) 0 ponto
Não tentou	( ) 0 ponto

Se pontuar 0, encerre os testes de equilíbrio e marque o motivo no campo abaixo.  
Tempo de execução quando for menor que 10 segundos \_\_\_\_\_

##### C. POSIÇÃO EM PÉ COM UM PÉ À FRENTE

Manteve por 10 segundos	( ) 2 ponto2
Não manteve por 3 a 9,99 segundos	( ) 1 ponto
Manteve por menos de 3 segundos	( ) 0 ponto
Não tentou	( ) 0 ponto

Se pontuar 0, encerre os testes de equilíbrio e marque o motivo no campo abaixo.  
Tempo de execução quando for menor que 10 segundos \_\_\_\_\_

PONTUAÇÃO TOTAL DOS TESTES DE EQUILÍBRIO	
--	--

#### QUADRO 1

Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tentou mas não conseguiu.</li> <li>2) Não conseguiu manter-se na posição sem ajuda.</li> <li>3) Não tentou e o avaliador <sup>ouve</sup> sentiu-se inseguro.</li> <li>4) Não tentou e o paciente sentiu-se inseguro.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>5) O paciente não conseguiu entender as instruções.</li> <li>6) Outros (especifique).</li> <li>7) O paciente recusou participação.</li> </ol> |
|---|--|

#### VELOCIDADE DE MARCHA DE 4 METROS

##### TENTATIVA 1

Tempo em segundos: \_\_\_\_\_  
Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:

- 1) Tentou mas não conseguiu.
- 2) Não consegue caminhar sem ajuda de outra pessoa.
- 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro.
- 4) Não tentou, o paciente julgou inseguro.
- 5) Outros: \_\_\_\_\_
- 6) O paciente recusou participação.

Utilizou apoio?  nenhum ( ) bengala ( ) outros

##### TENTATIVA 2

Tempo em segundos: \_\_\_\_\_  
Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:

- 1) Tentou mas não conseguiu.
- 2) Não consegue caminhar sem ajuda de outra pessoa.
- 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro.
- 4) Não tentou, o paciente julgou inseguro.
- 5) Outros: \_\_\_\_\_
- 6) O paciente recusou participação.

Utilizou apoio?  nenhum ( ) bengala ( ) outros

Se o paciente não conseguiu realizar o teste pontue 0 e prossiga para o teste da cadeira. ( ) 0 ponto	Se o paciente não conseguiu realizar o teste pontue 0 e prossiga para o teste da cadeira. ( ) 0 ponto
<b>PONTUAÇÃO</b>	
Tempo mais rápido entre as duas caminhadas: _____ Utilize para pontuar. Se só uma caminhada foi realizada marque esse tempo: _____.	
Se o paciente não conseguiu caminhar : ( ) 0 ponto. Se o tempo for maior do que 8,7 segundos ( ) 1 ponto. Se o tempo for de 6,21 a 8,7 segundos ( ) 2 pontos. Se o tempo for de 4,82 a 6,20 segundos ( ) 3 pontos. Se o tempo menor do que 4,82 segundos ( ) 4 pontos.	

**LEVANTAR-SE DA CADEIRA 5 VEZES**

PRÉ-TESTE	TESTE
Levantou-se sem ajuda em com segurança? ( ) sim ( ) não	Levantou-se as 5x com segurança? ( ) sim ( ) não
O paciente levantou-se sem usar os braços ( ) vá para o teste de levantar-se da cadeira 5 x.	Levantou-se as 5 x com êxito: Tempo de execução em segundos: _____
O paciente utilizou os braços para levantar-se ( ) encerre o teste e pontue 0.	Se o paciente não realizou o teste ou falhou marque o motivo:
Teste não completado ou não realizado ( ) encerre o teste e pontue 0.	1) Tentou mas não conseguiu. 2) Não consegue levantar-se sem ajuda. 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro. 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro. 5) O paciente entendeu as instruções. 6) Outros _____ 7) O paciente recusou participação.
Se o paciente não realizou o teste ou falhou marque o motivo:  1) Tentou mas não conseguiu. 2) Não consegue levantar-se sem ajuda. 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro. 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro. 5) O paciente entendeu as instruções. 6) Outros _____ 7) O paciente recusou participação.	
<b>PONTUAÇÃO</b>	
O paciente não conseguiu realizar o teste ou realizou em mais de 60 segundos ( ) 0 ponto. Se o tempo do teste foi 16,7 segundos ou mais ( ) 1 ponto. Se o tempo for de 13,7 a 16,69 segundos ( ) 2 pontos. Se o tempo for de 11,20 a 13,69 segundos ( ) 3 pontos. Se o tempo for de 11,19 segundos ou menos ( ) 4 pontos.	

**PONTUAÇÃO COMPLETA DO TESTE**

- 1- Equilíbrio \_\_\_\_\_  
2- Velocidade da marcha: \_\_\_\_\_  
3- Levantar-se da cadeira: \_\_\_\_\_

**PONTUAÇÃO TOTAL:** \_\_\_\_\_

## AGILIDADE E EQUILÍBRIO DINÂMICO

FAMILIARIZAÇÃO	TENTATIVA 1 <sup>①</sup>	TENTATIVA 2 <sup>②</sup>	MELHOR RESULTADO
X			

## PREENSÃO PALMAR Mão dominante ( ) direita ( ) esquerda

## Lado direito

TENTATIVA 1	TENTATIVA 2	TENTATIVA 3	MELHOR RESULTADO

## Lado esquerdo

TENTATIVA 1	TENTATIVA 2	TENTATIVA 3	MELHOR RESULTADO

## TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS – 1º TESTE

PRESSÃO ARTERIAL ANTES DO TESTE: \_\_\_\_\_

ESCALA DE BORG ANTES DO TESTE: \_\_\_\_\_

ESCALA DE BORG DEPOIS DO TESTE: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE VOLTAS							
(1) 60m	(2) 120m	(3) 180m	(4) 240m	(5) 300m	(6) 360m	(7) 420m	(8) 480m
(9) 540m	(10) 600m	(11) 660m	(12) 720m	(13) 780m	(14) 840m	(15) 920m	(16) 980m

## TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS – 2º TESTE

PRESSÃO ARTERIAL ANTES DO TESTE: \_\_\_\_\_

ESCALA DE BORG ANTES DO TESTE: \_\_\_\_\_

ESCALA DE BORG DEPOIS DO TESTE: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE VOLTAS							
(1) 60m	(2) 120m	(3) 180m	(4) 240m	(5) 300m	(6) 360m	(7) 420m	(8) 480m
(9) 540m	(10) 600m	(11) 660m	(12) 720m	(13) 780m	(14) 840m	(15) 920m	(16) 980m

Metros percorridos na última volta: \_\_\_\_\_ Metragem total: \_\_\_\_\_

## Frases de Incentivo:

- 1' Continue caminhando rápido!      2' Está indo muito bem, continue caminhando rápido!  
 3' Já foi metade do teste, continue caminhando!      4' Faltam 2 minutos, mantenha o ritmo!  
 5' Falta 1 minuto, continue caminhando rápido!

**ANEXOS**

## ANEXO A

### STYLE OF THE MANUSCRIPT

Manuscripts should follow the style of the Vancouver agreement detailed in the International Committee of Medical Journal Editors' revised 'Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publication', as presented at <http://www.ICMJE.org/>.

#### Spelling:

The Journal uses US spelling and authors should therefore follow the latest edition of the Merriam–Webster's Collegiate Dictionary.

#### Units:

All measurements must be given in SI or SI-derived units. Please go to the Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) website at <http://www.bipm.fr> for more information about SI units.

#### Abbreviations:

Abbreviations should be used sparingly – only where they ease the reader's task by reducing repetition of long, technical terms. Initially use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation only.

#### Trade names:

Drugs should be referred to by their generic names, rather than brand names.

### MANUSCRIPT CATEGORIES

#### (1) Original Article

**Word limit:** 3,000 words including abstract but excluding references, tables and figures

**References:** Up to 30

**Abstract:** 250 words, structured

**Figures/tables:** Up to 5 in total

**Description:** Full length reports of current research in either basic or clinical science

#### (2) Review Article [BY INVITATION OR AFTER PROPOSAL OUTLINE]

**Word limit:** 5,000 words including abstract but excluding references, tables and figures

**References:** No limit (Prefer appx. 100)

**Abstract:** 250 words, unstructured

**Figures/tables:** No limit

**Description:** Reviews are comprehensive analyses of specific topics. They are submitted upon invitation by the Editor. Proposals for reviews may be submitted; however, in this case authors should only send an outline of the proposed paper for initial consideration. Both solicited and unsolicited review articles will undergo peer review prior to acceptance.

#### (3) Letter to the Editor

**Word limit:** 750 words

**Abstract:** No abstract

**References:** Up to 10

**Figures/tables:** Up to 1 (Multi panel figures allowed)

GGI publish letters to the Editor that fall under the following categories:

- Case Report
- Research Studies
- Comments

#### Case Report

Case reports and preliminary research findings may also be appropriate for this section.

New observations of diseases, clinical findings or novel/unique treatment outcomes relevant to practitioners in the field.

#### Research Studies

Letters in the Research Studies category may discuss matters of general interest to physicians involved in the care of older patients, interesting clinical or research findings, or provide a brief commentary on any aspect of human aging.

#### Comments

A Comments letter is an objective, constructive, and educational critique of a previously published article in GGI; these should be submitted within 3 months after publication of the original paper. The editorial office may forward letters critiquing a paper published in GGI to the authors of the paper, who will be given 1 month to reply to the critique. The letter and the reply will usually be published in tandem. Generally, we do not publish letters critiquing papers published in other journals.

#### (4) Editorial

**Word limit:** 750 - 1,500 words

**Abstract:** No abstract

**References:** Up to 5

**Figures/tables:** No Limit

**Description:** Only invite of Editor

**(5) Methodological Report****Word limit:** 3,000 words**Abstract:** 250 words, structured**References:** Up to 30**Figures/tables:** Up to 3 in total**Description:** Full length reports of current research in either basic or clinical Science**PARTS OF THE MANUSCRIPT**

Manuscripts should be presented in the following order: (i) title page, (ii) abstract and key words, (iii) text, (iv) acknowledgments, (v) disclosure statement, (vi) references, (vii) figure legends, (viii) tables (each table complete with title and footnotes), (ix) figures. Footnotes to the text are not allowed and any such material should be incorporated into the text as parenthetical matter.

**Title page**

The title page should contain:

(i) the title of the paper, (ii) the full names of the authors, (iii) the addresses of the institutions at which the work was carried out together with, (iv) the full postal and email address, plus facsimile and telephone numbers, of the author to whom correspondence about the manuscript should be sent.

In keeping with the latest guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors, each author's contribution to the paper is to be quantified.

The present address of any author, if different from that where the work was carried out, should be supplied in a footnote.

The title should be short, informative and contain the major key words. Do not use abbreviations in the title. A short running title (less than 40 characters) should also be provided.

**Abstract and key words**

Articles must have a structured abstract that states in 250 words or fewer the purpose, basic procedures, main findings and principal conclusions of the study. Divide the abstract with the headings: Aim, Methods, Results, Conclusions. The abstract should not contain abbreviations or references.

Five key words, for the purposes of indexing, should be supplied below the abstract, in alphabetical order, and should be taken from those recommended by the US National Library of Medicine's Medical Subject Headings (MeSH) browser list at <http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>.

**Text**

The text should be organized into an introductory section, conveying the background and purpose of the report, and then into sections titled Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, Disclosure statement, References.

**Acknowledgments**

The source of financial grants and other funding must be acknowledged, including a frank declaration of the authors' industrial links and affiliations. The contribution of colleagues or institutions should also be acknowledged. Thanks to anonymous reviewers are not appropriate.

**Disclosure statement**

Authors should declare any financial support or relationship that may pose conflicts of interest as a Disclosure statement between the Acknowledgments and References sections of their manuscript. The absence of any interest to disclose must also be stated as "The authors declare no conflict of interest."

**References**

To cite this journal please use *Geriatr Gerontol Int*.

The Vancouver system of referencing should be used (examples are given below).

In the text, references should be cited using superscript Arabic numerals in the order in which they appear. If cited in tables or figure legends, number according to the first identification of the table or figure in the text.

In the reference list, the references should be numbered and listed in order of appearance in the text. Cite the names of all authors when there are six or less; when seven or more list the first three followed by *et al*. Names of journals should be abbreviated in the style used in *Index Medicus*. Reference to unpublished data and personal communications should appear in the text only.

References should be listed in the following form:

**Journal article**

Yamaya M, Yanai M, Ohru T, Arai H, Sasaki H. Interventions to prevent pneumonia among older adults. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 85–90.

**Journal articles published ahead of issue (print or online)**

Yamauchi J, Nakayama S, Ishii N. Effects of bodyweight-based exercise training on muscle functions of leg multi-joint movement in elderly individuals. *Geriatr Gerontol Int* 2009. doi: 10.1111/j.14470594.2009.00530.x

**Book**

Ringsven MK, Bond D. *Gerontology and Leadership Skills for Nurses*, 2nd edn. Albany, NY: Delmar Publishers, 1996.

**Chapter in a Book**

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. In: Laragh JH, Brenner BM, eds. *Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis, and Management*, 2nd edn. New York: Raven Press, 1995; 465–478.

**Journal article on the Internet**

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs* [serial on the Internet]. 2002 Jun [Cited 12 Aug 2004]; 102(6): [about 3 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>.

*Monograph on the Internet*

Foley KM, Gelband H, editors. Improving palliative care for cancer [monograph on the Internet]. Washington: National Academy Press; 2001 [Cited 9 Jul 2004]. Available from: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>.

**Appendices**

These should be placed at the end of the paper, numbered in Roman numerals and referred to in the text. If written by a person other than the author of the main text, the writer's name should be included below the title.

**Tables**

Tables should be self-contained and complement, but not duplicate, information contained in the text. Number tables consecutively in the text in Arabic numerals. Table should be double spaced and vertical lines should not be used to separate columns. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses; all abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and \*, \*\*, \*\*\* should be reserved for *P*-values. The table and its legend/footnotes should be understandable without reference to the text.

**ScholarOne Manuscripts Figures**

All illustrations (line drawings and photographs) are classified as figures. Figures should be cited in consecutive order in the text. Figures should be sized to fit within the column (87 mm) or the full text width (175 mm).

Magnifications should be indicated using a scale bar on the illustration.

Line figures should be sharp, black and white graphs or diagrams, drawn professionally or with a computer graphics package. Lettering must be included and should be sized to be no larger than the journal text.

**Figure legends**

Type figure legends on a separate page. Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement.

## ANEXO B



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DE DIFERENTES TIPOS DE PROGRAMAS DE EXERCÍCIO FÍSICO EM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS, FUNCIONAIS, COGNITIVAS E EMOCIONAIS DE INDIVÍDUOS IDOSOS

**Pesquisador:** DENILSON DE CASTRO TEIXEIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 92480418.8.0000.5231

**Instituição Proponente:** Universidade Estadual de Londrina - UEL

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA EDUCACAO

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.788.802

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um ensaio clínico não randomizado, no qual serão incluídos 150 idosos, em uma amostra de conveniência, que cumpriram os critérios de inclusão do estudo. As avaliações serão realizadas nas dependências da Universidade Estadual de Londrina, no Centro de Educação Física e Esporte e no Centro de Ciências da Saúde. Os idosos serão recrutados por meio de uma divulgação do projeto, em meios de comunicação da cidade, redes sociais, panfletos e "bola de neve" entre familiares de funcionários e alunos da UEL. O treinamento será dividido em cinco modalidades diferentes, que serão disponibilizados em diferentes pontos da cidade para ajudar na aderência da participação dos idosos. Para participar do estudo os idosos voluntários terão que assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, serão examinados e, posteriormente, submetidos a testes de medição de níveis de estresse oxidativo, inflamação, polimorfismo genético, testes de desempenho físico, nível de atividade física, questionários de funcionalidade, sarcopenia, fragilidade, risco de quedas, qualidade de vida, afetividade, hábitos alimentares, participação social e auto eficácia, testes de equilíbrio, de circulação cerebral e tarefas cognitivas e índice de comorbidades. Será oferecido quatro modalidades de treinamento físico (30 indivíduos por grupo), com duração de aproximadamente 45-60 minutos por 3 vezes por semana durante 12 semanas, e uma modalidade de educação em saúde com duração de aproximadamente

**Endereço:** LABESC - Sala 14  
**Bairro:** Campus Universitário  
**UF:** PR **Município:** LONDRINA **CEP:** 86.057-970  
**Telefone:** (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 2.788.802

90 minutos uma vez por semana durante 12 semanas (30 indivíduos).

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:** Avaliar os efeitos de diferentes tipos de intervenções de atividade física em variáveis hemodinâmicas cerebrais, cognitivas, comportamentais, bioquímicas, composição corporal e de aptidão física e funcional de indivíduos idosos fisicamente independentes.

**Objetivo Secundário:**

- Avaliar variáveis, comportamentais, hemodinâmicas do córtex pré-frontal, cognitivas, marcadores de inflamação e estresse oxidativo, densidade mineral óssea, massa muscular, equilíbrio postural, força muscular e desempenho funcional antes e após 12 semanas de cinco intervenções de atividade física de indivíduos idosos fisicamente independentes.
- Comparar os efeitos das diferentes intervenções de exercício físico (dança, pilates, exercícios funcionais e condicionamento aeróbio), durante 12 semanas (3x/semana) e de um programa de educação e saúde (VAMOS- Vida Ativa Melhorando a Saúde), durante 12 semanas (1x/semana) nas variáveis do estudo.
- Verificar a associação entre as variáveis do estudo, antes e após as 12 semanas das intervenções.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo o pesquisador, os procedimentos os quais os participantes serão submetidos não apresentam riscos direto à sua integridade física, mental ou moral e todas as avaliações serão realizadas por pessoas altamente treinadas. Caso haja alguma alteração de saúde ou efeito indesejado, como desconforto físico, tontura, lesões, durante a participação, os participantes serão encaminhados pela equipe dessa pesquisa para o pronto atendimento do Hospital Universitário de Londrina para acompanhamento.

**Benefícios:** Como benefícios advindos desta pesquisa, os participantes terão a oportunidade de participar gratuitamente de um programa de exercícios físicos durante 12 semanas e ter a sua condição de saúde avaliada por meio das avaliações que serão realizadas durante o estudo e ainda, contribuir para a evolução dos conhecimentos dessa área.

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 88.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 2.788.802

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante para área específica, segundo o pesquisador, espera-se com esse trabalho conhecer os efeitos de diversos tipos de intervenções sobre variáveis que têm grande impacto na vida da população idosa, como as variáveis de hemodinâmica cerebral, cognitivas, comportamentais, bioquímicas, variáveis de composição corporal e variáveis de aptidão física e funcional.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

- Folha de Rosto está devidamente assinada.
- Cronograma está adequado.
- Orçamento apresentado e o Financiamento será por meio do Edital PROEXT-MEC (convênio 007-2015).
- TCLE foi corrigido e está na forma de convite, seguindo as orientações da Resolução 466/2012.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As pendências foram atendidas e esclarecidas. Recomenda-se aprovação.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1159510.pdf	23/07/2018 00:15:52		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CEPE_reformulado.docx	23/07/2018 00:15:14	DENILSON DE CASTRO TEIXEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_REFORMULADO.docx	23/07/2018 00:14:42	DENILSON DE CASTRO TEIXEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	22/06/2018 19:26:26	DENILSON DE CASTRO TEIXEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CEPE.docx	22/06/2018 19:25:50	DENILSON DE CASTRO TEIXEIRA	Aceito

Endereço: LABESC - Sala 14  
 Bairro: Campus Universitário CEP: 86.057-970  
 UF: PR Município: LONDRINA  
 Telefone: (43)3371-5455 E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 2.788.802

Folha de Rosto	FOLHAdeROSTO.pdf	22/06/2018 19:25:01	DENILSON DE CASTRO TEIXEIRA	Aceito
Outros	CONVENIO_PROEXT.pdf	21/06/2018 12:04:08	DENILSON DE CASTRO TEIXEIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 27 de Julho de 2018

Assinado por:

**Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli**  
(Coordenador)

Endereço: LABESC - Sala 14  
 Bairro: Campus Universitário  
 UF: PR Município: LONDRINA  
 Telefone: (43)3371-5455  
 CEP: 86.057-970  
 E-mail: cep268@uel.br

## ANEXO C

## SARCOPENIA (SARC-F/BR)

Componente	Pergunta	Pontuação	Resposta
F 56. Força	Quanta dificuldade tem para levantar ou carregar 4,5kg (ou um saco de arroz de 5 kg)?	Nenhuma = 0 Alguma = 1 Muita ou não consegue = 2 99. NR	
F 57. Auxílio para caminhar	Quanta dificuldade tem para andar por um quarto?	Nenhuma = 0 Alguma = 1 Muita, usa equipamento ou não consegue = 2 99. NR	
F 58. Consegue andar uma quadra? 0. Sim 2. Não 99. NR	-----	-----	
F 59. Levantar de uma cadeira	Quanta dificuldade tem para levantar de uma cadeira ou cama?	Nenhuma = 0 Alguma = 1 Muita ou não consegue = 2 99. NR	
F 60. Subir escadas	Quanta dificuldade tem para subir 10 degraus de escada?	Nenhuma = 0 Alguma = 1 Muita ou não consegue = 2 99. NR	
F 61. Quantas vezes caiu no último ano?		nenhuma = 0 1 a 3 vezes = 1 4 ou + vezes = 2 NR = 99	
F 62. TOTAL: _____ (pontuam para sarcopenia os idosos com $\geq 4$ pontos).			

**ANEXO D****ÍNDICE DE COMORBIDADE DE CHARLSON**

- 1) Infarto do miocárdio ( )
- 2) Insuficiência cardíaca congestiva ( )
- 3) Doença vascular periférica ( )
- 4) Doença cerebrovascular ( )
- 5) Demência ( )
- 6) Doença pulmonar crônica ( )
- 7) Doença do tecido conjuntivo ( )
- 8) Doença ulcerosa ( )
- 9) Acidente vascular encefálico ou ataque isquêmico transitório ( )
- 10) Diabetes ( )
- 11) Hemiplegia ( )
- 12) Doença renal moderada ou grave ( )
- 13) Diabetes com dano de órgão alvo ( )
- 14) Qualquer tumor ( )
- 15) Leucemia ( )
- 16) Linfoma ( )
- 17) Doença hepática moderada ou severa ( )
- 18) Tumor sólido metastático ( )
- 19) AIDS ( )

Condições de 1 a 10 = peso 1

Condições de 11 a 16 = peso 2

Condições de 17 = peso 3

Condições de 18 e 19 = peso 6

Resultado:

**ANEXO E****ESCALA DE BORG**

0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouca intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima