
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE INTER
UNIDADES
(ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE)**

**ALTERAÇÕES NO ÂNGULO DE FASE E VETORES DE IMPEDÂNCIA
BIOELÉTRICA EM ADULTOS ENVOLVIDOS EM PROGRAMA DE TREINAMENTO
RESISTIDO**

LUCAS ANTONIO COLOGNESI

**Presidente Prudente
Outubro - 2020**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE INTER
UNIDADES
(ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE)**

**ALTERAÇÕES NO ÂNGULO DE FASE E VETORES DE IMPEDÂNCIA
BIOELÉTRICA EM ADULTOS ENVOLVIDOS EM PROGRAMA DE TREINAMENTO
RESISTIDO**

LUCAS ANTONIO COLOGNESI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade Inter Unidades, Campus de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

Orientador: Professor Dr. Luís Alberto Gobbo

Presidente Prudente

Outubro – 2020

C718a	Colognesi, Lucas Antonio Alterações no ângulo de fase e vetores de impedância bioelétrica em adultos envolvidos em programa de treinamento resistido / Lucas Antonio Colognesi. -- , 2020 109 f. : il., tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, Orientador: Luís Alberto Gobbo 1. Educação Física. 2. Musculação. 3. Impedância (Elétrica). I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Alterações no ângulo de fase e vetores de impedância bioelétrica específica em jovens adultos envolvidos em um programa de treinamento resistido

AUTOR: LUCAS ANTÔNIO COLOGNESI

ORIENTADOR: LUIS ALBERTO GOBBO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, área: Atividade Física, Saúde e Educação pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUIS ALBERTO GOBBO (Participação Virtual)
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. LEANDRO SANTOS (Participação Virtual)
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Dr. DIEGO GIULIANO DESTRO CHRISTÓFARO (Participação Virtual)
Educação Física / FCT/UNESP - Presidente Prudente

Presidente Prudente, 30 de outubro de 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Professor Luís Alberto Gobbo por quem tenho muito apreço e consideração, por ter me proporcionado esta oportunidade e por todo incentivo, paciência, atenção, tempo e ensinamentos dedicados à minha pessoa e a este trabalho. Obrigado por depositar sua confiança em mim.

A minha família, em especial a minha mãe Nair, minha irmã Nara e minha sobrinha Luiza, por acreditarem em mim, mesmo quando eu não o fiz, além de todo apoio provido em momentos de dificuldade, me auxiliando em minhas decisões.

Aos membros da banca examinadora, professores Diego Giulliano Destro Christofaro e Leandro Santos, por se disporem a participação do exame e por toda atenção oferecida para a realização de correções e sugestões a este trabalho. Assim como aos professores Edilson Serpeloni Cyrino, Francesco Campa, Ítalo Ribeiro Lemes, João Pedro Nunes e Vinicius Flávio Milanez, pela colaboração na produção dos estudos aqui presentes.

Aos meus colegas de programa e do laboratório LABSIM pelas risadas, bons momentos e colaboração na superação de adversidades.

Aos voluntários participantes desta pesquisa, cujo qual seria impossível a realização da mesma sem a presença e disponibilidade destes.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão deste trabalho.

EPÍGRAFE

*“É preciso saber perder-se quando
queremos aprender algo das coisas que
nós próprios não somos.”*

(Friedrich Nietzsche)

RESUMO

A impedância bioelétrica (BIA) é um método duplamente indireto de avaliação da composição corporal (CC), cada vez mais utilizado devido ao seu elevado custo-benefício. A BIA permite mensurar a água corporal total (ACT), água intra e extracelular (AIC, AEC), massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG) por meio da mensuração dos biomarcadores de resistência (R) e reatância (Xc), os quais possibilitam o cálculo do ângulo de fase (AnF), um importante marcador de integridade celular. Tais marcadores são diretamente impactados pela idade, sexo, estatura e CC do indivíduo. A análise vetorial da BIA (BIVA) torna possível uma melhor classificação da CC dos indivíduos e, um método mais recente, conhecido como BIVA específica (BIVA.sp), se mostra superior neste quesito. A prática do treinamento resistido (TR), além de induzir alterações de força muscular (FM), também é conhecida por ser uma forte provedora de modificações na CC, induzindo assim, possível impacto nos biomarcadores. Com isso, dois artigos científicos foram produzidos visando elucidar esses efeitos. O **primeiro artigo** se tratou de uma revisão sistemática com metanálise com o objetivo de determinar os efeitos do TR nos parâmetros de BIA em idosos. Com o estudo registrado no PROSPERO e realizado seguindo as recomendações do PRISMA e adotando a estratégia PICOS, foram selecionados através dos principais meios de busca literária, ensaios clínicos randomizados que aplicaram algum protocolo de TR sistematizado no público idoso, e que reportaram alterações nos marcadores de BIA em comparação com um grupo controle inativo. Medição de qualidade metodológica e de evidência, bem como avaliação e extração de dados foram efetuadas independentemente pelos autores por meio da utilização da escala PEDro e sistema GRADE. Metanálise utilizando-se de um modelo de efeito-fixo foi realizada, calculando a diferença média (MD) agrupada e o intervalo de confiança (CI) entre o grupo TR e o grupo controle para cada uma das variáveis. Seis estudos, contendo totalmente 288 indivíduos adentraram a metanálise. Alterações de AnF entre aqueles que praticaram TR foram estatisticamente significantes (MD = 0.39; CI 95%: 0.27, 0.52; $P < 0.00001$). Mudanças de Xc também foram significantes (MD = 3.53; CI 95%: 1.68, 5.39; $P < 0.0002$). Variações de R significantes também ocorreram (MD = -25.48; CI 95%: -40.81, -10.14; $P < 0.001$). A heterogeneidade foi classificada como baixa para todas as variáveis. Não foram encontrados sinais de viés de publicação e a qualidade metodológica geral foi classificada como de moderada a alta. Assim,

conclui-se que o TR se mostra eficaz em elevar os valores de X_c e diminuir R, onde a combinação destes resulta em aumento no AnF de idosas. Já o **segundo artigo** foi um estudo original e teve como objetivo analisar e comparar o efeito de um programa de TR de 12 semanas sobre os parâmetros de FM e os vetores da BIVA.sp em mulheres jovens adultas e idosas. Para isso, 9 mulheres jovens adultas e 10 idosas foram submetidas a um programa de TR com 12 semanas de duração, onde foram avaliadas, em momentos pré e pós intervenção, por meio de BIA e dinamometria eletrônica, buscando coletar os valores de R, X_c e AnF, e de FM isométrica de preensão manual (FPM), extensão de tronco (FTR), membros superiores (FMS) e inferiores (FMI), e força total (FT). Medidas antropométricas foram também coletadas para cálculo de BIVA.sp, assim como valores de peso corporal, estatura e índice de massa corporal. Elipses de confiança foram produzidas para comparação entre grupos e momentos. Possíveis correlações entre as variáveis de BIA e FM foram também analisadas. Em comparação as idosas, as mulheres jovens, em momento inicial, apresentaram maiores valores de X_c (59,78 contra 43,70, em ohms) e AnF (5,33 contra 4,07, em graus), também de FMI (30,74 contra 22,19, em kg.f). Após o período de TR, as jovens apresentaram redução em R ($\Delta\%$ -10,70 $\pm$ 5,74) e aumento de FMI ($\Delta\%$ 26,39 $\pm$ 31,53) e FT ($\Delta\%$ 21,76 $\pm$ 27,91). As idosas também tiveram redução em R ($\Delta\%$ -9,92 $\pm$ 2,87), porém observou-se diminuição em FPM ($\Delta\%$ -16,59 $\pm$ 10,27) e FMS ($\Delta\%$ -10,8 $\pm$ 10,16). Na comparação entre os grupos, ao longo das semanas de TR, diferenças estatisticamente significantes foram percebidas para variáveis de FM (exceto FTR) e FT. Através da BIVA.sp, por meio de elipses de confiança, verificou-se que as mulheres jovens expuseram, inicialmente, valores clinicamente superiores AnF e $X_{c.sp}$, ainda que não estatisticamente significantes. Nas comparações entre momentos, e nas correlações entre as variáveis de BIA e FM não foram encontradas diferenças significantes. Conclui-se assim que o TR em pessoas jovens e idosas promoveu redução nos valores de R. Estas reduções aumentaram os valores de AnF, ainda que de modo apenas clinicamente relevante.

Palavras-chave: Composição Corporal, Análise de Vetores de Impedância Bioelétrica, Bioimpedância Específica, Treinamento com Pesos, Força Muscular.

ABSTRACT

Bioelectrical impedance (BIA) is a doubly indirect method of assessing body composition (BC), which is increasingly used due to its high cost benefit. The BIA allows the measurement of total body water (TBW), intra and extracellular water (ECW, ICW), fat mass (FM) and fat free mass (FFM) by measuring the biomarkers of resistance (R) and reactance (Xc), which make it possible to calculate the phase angle (PA), an important marker of cell integrity. Such markers are directly impacted by the individual's age, sex, height and BC. The BIA vector analysis (BIVA) makes possible a better classification of BC of individuals and, a more recent method, known as specific BIVA (BIVA.sp), is superior in this regard. The practice of resistance training (RT), in addition to inducing changes in muscle strength (MS), is also known to be a strong provider of changes in BC, inducing so, a possible impact on biomarkers. Therefore, two scientific articles were produced aiming to elucidate these effects. The **first study** was a systematic review with meta-analysis in order to determine the effects of RT on BIA parameters in the elderly. With the study registered in PROSPERO and carried out following the recommendations of PRISMA and adopting the PICOS strategy, were selected by the principal means of literary search, randomized clinical trials that applied some RT protocol systematized in the elderly population, and who reported changes in the BIA markers compared to a control group inactive. Measurement of methodological quality and evidence, as well as evaluation and data extraction were carried out independently by the authors using the PEDro scale and the GRADE system. A meta-analysis using a fixed-effect model was performed, calculating the grouped mean difference (MD) and confidence interval (CI) between the RT group and control group for each of the variables. Six studies, with a total of 288 individuals, entered the meta-analysis. PA changes among those who practiced RT were statistically significant (MD = 0.39; CI 95%: 0.27, 0.52; $P < 0.00001$). Changes in Xc were also statistically significant (MD = 3.53; CI 95%: 1.68, 5.39; $P < 0.0002$). Statistically significant R variations also occurred (MD = -25.48; CI 95%: -40.81, -10.14; $P < 0.001$). Heterogeneity was classified as low for all variables. No signs of publication bias were found and the general methodological quality was classified as moderate to high. Thus, it's concluded that RT is effective in increasing the values of Xc and decreasing R, where the combination of these results in an increase in the AnF of elderly women. The **second study** was an original study and aimed to analyze

and compare the effect of a 12-week RT program on the MS parameters and the BIVA.sp vectors in young adult and elderly women. For this, 9 young adult women and 10 elderly women were submitted to a 12-week RT program, where they were evaluated, in pre and post intervention, using BIA and electronic dynamometry, seeking to collect the values of R, Xc and PA, and isometric MS of handgrip (HGS), trunk extension (TRS), upper limbs (ULS) and lower limbs (LLS), and total strength (TS). Anthropometric measurements were also collected to calculate BIVA.sp, as well as body weight, height and body mass index values. Confidence ellipses were produced for comparison between groups and moments. Possible correlations between BIA and MS variables were also analyzed. In comparison to elderly women, young women, at an initial moment, presented higher values of Xc (59.78 against 43.70, in ohms) and PA (5.33 against 4.07, in degrees), also of LLS (30.74 against 22.19, in kg.f). After the RT period, young women showed a reduction in R ($\Delta\%$ -10.70 $\pm$ 5.74) and an increase in LLS ($\Delta\%$ 26.39 $\pm$ 31.53) and TR ($\Delta\%$ 21.76 $\pm$ 27.91). The elderly women also had a reduction in R ($\Delta\%$ -9.92 $\pm$ 2.87), but a decrease was observed in HGS ($\Delta\%$ -16.59 $\pm$ 10.27) and ULS ($\Delta\%$ -10.8 $\pm$ 10.16). In the comparison between the groups, over the weeks of RT, statistically significant differences were noticed for variables of MS (except TRS) and TS. Through BIVA.sp, with the use of confidence ellipses, it was found that young women initially exhibited clinically higher values of PA and Xc.sp, although not statistically significant. In the comparisons between moments, and in the correlations between the variables of BIA and FM, no significant differences were found. In conclusion, RT in young and elderly promoted reduction in R values. These reductions increased the ANF values, although only in a clinically relevant way.

Key-words: Body Composition, Bioelectrical Impedance Vector Analysis, Specific Bioimpedance, Weight Training, Muscle Strength.

LISTA DE FIGURAS

Dissertação

Figura 1 – Representação gráfica do Ângulo de Fase.....	18
Figura 2 – Exemplificação do aumento do valor do comprimento do vetor e porcentagem de MG correspondendo a AnF similares.....	21
Figura 3 – Análise vetorial de impedância bioelétrica e gráfico RXc.....	22
Figura 4 – Exemplo da elipse de tolerância do método de BIVA clássica.....	23
Figura 5 – Exemplo de elipses de confiança do método de BIVA clássica.....	24
Figura 6 – Elipse de tolerância do método de BIVA específica.....	25

Artigo 1

Figura 1 – Fluxograma dos estudos incluídos.....	48
Figura 2 – Metanálise e <i>Forest Plot</i> da variável de Ângulo de Fase.....	49
Figura 3 – Metanálise e <i>Forest Plot</i> da variável de Reatância.....	49
Figura 4 – Metanálise e <i>Forest Plot</i> da variável de Resistência.....	50

Artigo 2

Figura 1 – Elipses de confiança (95%) das mulheres jovens e idosas no momento inicial do programa de treinamento.....	77
Figura 2 – Elipses de confiança (95%) das mulheres jovens nos momentos iniciais e finais do programa de treinamento.....	78
Figura 3 – Elipses de confiança (95%) das mulheres idosas nos momentos iniciais e finais do programa de treinamento.....	79

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Artigo 1

Tabela 1 – Características gerais dos estudos selecionados para a metanálise..... **55**

Tabela 2 – Alterações nos valores dos marcadores de BIA dos estudos selecionados para a metanálise..... **56**

Artigo 2

Tabela 1 – Características descritivas da amostra de mulheres jovens e mulheres idosas, no momento inicial do estudo..... **75**

Tabela 2 – Variações percentuais dos valores analisados entre os momentos pré e pós-treino para as mulheres treinadas..... **76**

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A	Área
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
ACT	Água Corporal Total
AEC	Água Extracelular
AIC	Água Intracelular
AnF	Ângulo de Fase
BIA	Impedância Bioelétrica/Bioimpedância
BIVA	Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica
BIVA.sp	Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica Específica
CC	Composição Corporal
CI	Intervalo de Confiança/ <i>Confidence Interval</i>
cm	Centímetro
DEXA	Densitometria/Absortometria Radiológica de Dupla Energia
DP	Desvio Padrão
e.g.	Por Exemplo/ <i>Exempli Gratia</i>
EM	Espessura Muscular
ESPEN	Sociedade Europeia de Nutrição Clínica e Metabolismo
FM	Força Muscular
FMax	Força Máxima
FMI	Força de Membros Inferiores
FMS	Força de Membros Superiores
FPM	Força de Preensão Manual
FTR	Força de Tronco
GRADE	<i>Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation</i>
H	Estatura
IMC	Índice de Massa Corporal
Kg	Quilograma
kg.f	Quilograma-força
kg.m ²	Quilogramas por metro quadrado
kHz	Quilohertz
L	Comprimento

m	Metro
MD	Diferença Média/ <i>Mean Difference</i>
MG	Massa Gorda
MLG	Massa Livre de Gordura
MM	Massa Muscular
MUST	Ferramenta de Mensuração Universal de Desnutrição
n	Tamanho Amostral
Ohm	Unidade de Medida de Resistência Elétrica
P	Peso
PEDro	<i>Physiotherapy Evidence Database</i>
PICOS	<i>Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study Design</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PROSPERO	<i>International Prospective Register of Systematic Reviews</i>
R	Resistência
R/H	Relação entre Reatância e Comprimento Corporal
R.sp	Resistência Específica/Resistividade
RM	Repetição Máxima
RSMA	Revisão Sistemática com Metanálise
RXc	Gráfico Geométrico Formado por Resistencia e Reatância
TR	Treinamento Resistido
TRX	Treinamento Resistido Em Suspensão
Xc	Reatância
Xc/H	Relação entre Reatância e Comprimento Corporal
Xc.sp	Reatância Específica/Reatividade
Z	Impedância
π	Pi
Ω	Ohm
Ω .cm	Multiplicação entre Ohm e Centímetros
Ω /m	Relação entre Ohm e Metro

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Impedância Bioelétrica (BIA)	17
1.1.1 Ângulo de Fase.....	18
1.2 Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica (BIVA)	21
1.2.1 BIVA Específica (BIVA.sp).....	25
1.3 Treinamento Resistido	29
1.3.1 Treinamento Resistido e Biomarcadores.....	32
1.4 Objetivos.....	34
2 ARTIGOS CIENTÍFICOS	36
2.1 Artigo 1 (Revisão Sistemática).....	37
2.2 Artigo 2 (Artigo Original)	64
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXOS	101
Anexo 1 – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética Local.	103
Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.	107

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação adota o modelo alternativo, sendo composta de uma introdução expandida, contendo revisão de literatura e objetivos, e de resultados expostos em formato de dois artigos científicos, originados de pesquisas realizadas no Laboratório de Avaliação do Sistema Musculoesquelético (LABSIM) do Departamento de Educação Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Campus de Presidente Prudente.

- COLOGNESI, L. A. et al. Efeitos do Treinamento Resistido nos Parâmetros de Bioimpedância de Idosos Saudáveis: Uma Revisão Sistemática com Metanálise. Submetido à apreciação, visando publicação na revista Clinical Nutrition.

Página 36

- COLOGNESI, L. A. et al. Efeito do Treinamento Resistido Sobre Análise de Vetores de Impedância Bioelétrica em Mulheres Destreinadas. Aguardando submissão.

Página 64

1 INTRODUÇÃO

1.1 Impedância Bioelétrica (BIA)

Diferentes métodos de avaliação da composição corporal (CC) têm sido utilizados para analisar as mudanças ocorridas nos tecidos corporais em função da prática de exercícios físicos. Dentre estes, a análise de impedância bioelétrica, também conhecida como bioimpedância (BIA), tem ganhado notoriedade. A BIA é um método duplamente indireto de avaliação da CC, considerado prático e de bom custo-benefício, devido a sua validade, aplicabilidade, custo relativamente baixo, segurança, precisão, portabilidade e rapidez, além de ser um método pouco invasivo (MOON, 2013).

Em 1940, a BIA foi primeiramente correlacionada com o componente hídrico corporal (SCHOELLER, 1996). Porém, a sua validação para avaliação da CC, de fato, aconteceu quase meio século após, mediante a associação dos resultados adquiridos pela BIA, com o método de diluição de óxido de deutério, procedimento esse já padronizado (KUSHNER e SCHOELLER, 1986).

O princípio biofísico da BIA baseia-se na ideia de que os tecidos corporais dispõem de diferentes composições hídricas, apresentando, portanto, distintas oposições e propriedades de condutividade da corrente elétrica dissipada através destes tecidos, dado que apenas a água é capaz de conduzir eletricidade pelo corpo. Essa oposição é caracterizada como Impedância (Z), sendo formada por dois vetores: Resistência (R) e Reatância (X_c) (KYLE et al., 2004a). Enquanto R indica a dificuldade da passagem da corrente através do corpo, estando relacionada à água tecidual, X_c indica a retenção da eletricidade, ou capacitância, na membrana celular, devido ao efeito isolante que a mesma exerce, sendo esta então, condensadora de energia (SÁNCHEZ-IGLESIAS, FERNÁNDEZ-LUCAS e TERUEL, 2012).

O tecido magro é um grande condutor de eletricidade, devido a sua larga quantidade apresentada de água e eletrólitos, mais especificamente íons de potássio e sódio, apresentando assim, menor resistência ao fluxo da corrente elétrica. Enquanto isso, o tecido gordo, juntamente com pele e ossos, é composto por um meio pouco condutor, ou isolante, devido à baixa presença de água, tendo, portanto, maior nível de resistência a passagem da corrente (EICKEMBERG et al., 2011).

Por tais princípios biofísicos, a BIA vem sendo amplamente utilizada para a estimativa da CC e estado nutricional em diversas populações (BARBOSA-SILVA et

al., 2005; KYLE et al., 2004b, LEE e GALLAGHER, 2009), principalmente no que tange a avaliação da massa magra e gorda, água corporal total e suas frações intra e extracelular, assim como a integridade celular.

A BIA, tradicionalmente, analisa as diferentes propriedades elétricas dos tecidos por meio de uma corrente de baixa frequência (50khz) emitida através do corpo mediante quatro eletrodos posicionados sobre mão e punho, pé e tornozelo, respectivamente. Então, a partir dos dados obtidos, são executados cálculos fundamentados em equações preditivas validadas na literatura, muitas vezes ajustadas com base na estatura, idade, sexo, peso corporal, etnia e níveis de atividade física do avaliado, com o intuito de mensurar os distintos componentes corporais: massa livre de gordura (MLG), massa gorda (MG), massa muscular (MM) e água corporal total (ACT) (DE LIMA, RECH e PETROSKI, 2008; SEGAL et al., 1985; SUN et al., 2003).

Embora a BIA apresente diversas vantagens já supracitadas, as equações realizadas a partir dela sofrem variações entre aparelhos e amostras, apresentando validade apenas para a população específica de origem, limitando assim o seu uso em outras situações clínicas. Ademais, a BIA tende a superestimar a MLG, principalmente em indivíduos obesos (CHUMLEA e GUO, 1994).

Com isso, torna-se necessário a utilização de uma forma ampliada dos parâmetros da BIA (R e Xc) ou de ângulo de fase, para análise mais direta dos aspectos morfológicos em determinado grupo de indivíduos (RODRIGUES et al., 2001; JAMBASSI et al., 2010).

1.1.1 Ângulo de Fase

A partir da avaliação da BIA, também pode-se obter o valor do ângulo de fase (AnF), este se tratando do parâmetro de impedância melhor estabelecido clinicamente (NORMAN et al., 2012), baseado na relação entre as medidas dos vetores de Xc e R. Para o cálculo do AnF se utiliza a equação abaixo (BAUMGARTNER, CHUMLEA e ROCHE, 1988):

$$\text{Ângulo de Fase (AnF, em graus)} = (\text{arco tangente } Xc/R) \times (180/\pi)$$

Onde $\pi = 3,1415926$.

Chega-se assim a um gráfico geométrico (Figura 1), gerando o AnF, que pode variar entre 0 e 90 graus, onde um indivíduo saudável normalmente se encontra entre 4 e 10 graus (SILVA, 2007; BARBOSA-SILVA et al., 2005), e cujo valores superiores a 9,5 graus são observados com maior frequência apenas em atletas (TORRES et al., 2008). Os valores médios de AnF na vida adulta são de 7,3 graus para os homens e 6,4 graus para as mulheres (MATTIELLO et al., 2019).

O AnF representa o deslocamento angular, também chamado de diferença de fase, entre as formas de ondas sinusoidais de tensão e corrente, retratando assim, o tempo de atraso destas variáveis na interface dos tecidos e membranas celulares (DI VINCENZO, MARRA e SCALFI, 2019). Assim sendo, quaisquer alterações no meio intracelular ou danos na membrana celular podem impactar diretamente os valores de AnF (BARBOSA-SILVA et al., 2003).

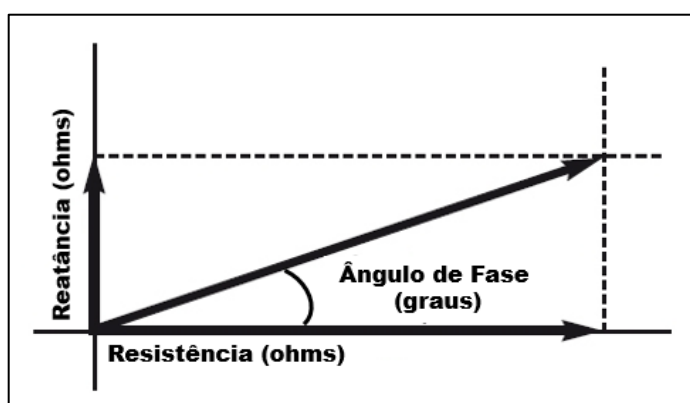


Figura 1 - Representação gráfica do Ângulo de Fase. Adaptado de COLE, 1940.

Um dos primeiros casos de uso clínico do AnF ocorreu em 1988, quando Baumgartner, Chumlea e Roche, analisaram a correlação entre esse marcador e o percentual de MG mensurados por densitometria em 53 homens e 69 mulheres, com idades entre 9 e 62 anos, em diferentes regiões corporais. O AnF das distintas secções corpóreas se mostrou negativamente correlacionado ao percentual de MG em ambos os sexos, e positivamente associado com a MLG em homens. O AnF do tronco se relacionou significativamente com o percentual de MG após ajustes por idade, dobras cutâneas e índice de massa corporal também em ambos os sexos.

Variações no AnF retratam as mudanças ocorridas na condução da eletricidade pelo corpo, demonstrando as alterações da integridade da membrana celular, também associando-se a celularidade, bem como a distribuição de água no espaço intercelular,

sendo cada vez mais utilizado para a avaliação nutricional no meio clínico (SCHEUNEMANN, WAZLAWK e TRINDADE, 2008). Valores menores do AnF via de regra indicam baixo valor de Xc e alto valor de R, podendo sinalizar alterações na permeabilidade da membrana celular, algo que pode ser associado ao surgimento ou piora de uma condição clínica, ou até mesmo morte celular. Já valores elevados de AnF demonstram, geralmente, alto valor de Xc e baixo valor de R, apontando um número superior de membranas celulares íntegras, sugerindo um melhor estado de saúde e celularidade (SILVA, CARUSO e MARTINI, 2007; AZEVEDO et al., 2007). Ou seja, o AnF está positivamente correlacionado a Xc e negativamente associado a R. Percebe-se então que valores superiores de AnF por sua vez denotam melhores níveis clínicos.

Diversos estudos validam o AnF como um indicativo para prognóstico clínico em pacientes em condições delicadas e como medidor de gravidade de patologias e funcionalidade da membrana celular, uma vez que menores valores de AnF estão correlacionados com piores quadros de saúde em geral. Tais estudos têm associado o AnF com diferentes tipos de câncer, insuficiência renal crônica, doença pulmonar obstrutiva crônica, cirrose hepática, síndrome de imunodeficiência adquirida e até mesmo tempo de sobrevivência de pacientes (GUPTA et al., 2008a, 2008b e 2009; SELBERG e SELBERG, 2002; KNAP et al., 2016; BEBERASHVILI, et al., 2014; NORMAN et al., 2015; BARBOSA et al., 2008). Múltiplos autores sugerem que o AnF pode ser utilizado como uma ótima ferramenta para examinar e monitorar quadros e sinais clínicos (EICKEMBERG et al., 2011).

Portanto, percebe-se que o AnF é interpretado como um marcador sensível à massa celular corpórea, refletindo o estado nutricional do avaliado, devido ao fato de que as propriedades membranáceas são diretamente impactadas pelas alterações ocorridas na massa celular (NAGANO, SUITA e YAMANOUCHI, 2000).

Um dos benefícios da utilização do AnF na avaliação clínica se deve ao fato de que ele é independente de equações preditivas, podendo ser utilizado mesmo nas situações onde não é possível obter peso e estatura dos pacientes (BARBOSA-SILVA et al., 2005).

Em adultos saudáveis, variáveis como idade e sexo impactam diretamente o AnF, como foi observado por Barbosa-Silva et al. (2005), que mostraram que o AnF de homens com idades entre 18 e 20 anos é menor em comparação àqueles entre 20 e 39 anos, com redução dos valores após esse período. Já em relação ao sexo

feminino, é observada a diminuição do AnF em decorrência do envelhecimento, independentemente da idade. Gonzales et al. (2016) mostra que a idade de ambos os sexos é o principal fator impactante no AnF, seguido de MLG e estatura. Isso ocorre em consequência da redução na X_c , por razão da perda de MM decorrente da idade, e ao aumento na R , em virtude ao declínio na água corporal devido ao aumento na MG em idades avançadas (NORMAN et al., 2012). O AnF também está fortemente correlacionado com os valores de índice de massa corporal (IMC), aumentando com o acréscimo de células de gordura e MM (KUMAR et al., 2012; BARBOSA-SILVA et al., 2005; MUSHNICK et al., 2003). Homens apresentam AnF superior às mulheres, independentemente da idade, tendo em vista a diferença na MM corporal (BOSY-WESTPHAL et al., 2006).

Além da associação com o estado nutricional, o AnF também é relacionado à força muscular e MM (NORMAN et al., 2015; BEBERASHVILI et al., 2014; SELBERG e SELBERG, 2002), fragilidade, risco de mortalidade, qualidade de vida e função celular (ZHANG et al., 2014; GENTON et al., 2018; NORMAN et al., 2012; DE LORENZO et al., 1997).

Adicionalmente, estudos recentes mostram que o AnF é impactado positivamente pelo treinamento resistido (DOS SANTOS et al., 2016; RIBEIRO et al., 2017b; CUNHA et al., 2018; DE SOUZA et al., 2016; TOMELERI et al., 2018; CAMPA, SILVA e TOSELLI, 2018; WILMS et al., 2012; NUNES et al., 2019). Todavia, as alterações no AnF ocasionadas pelo treinamento resistido ainda não foram amplamente estudadas em populações de menor idade, e o entendimento sobre sua correlação com outras variáveis alteráveis pelo treinamento resistido ainda é vago.

1.2 Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica (BIVA)

Ainda que o uso do AnF venha sido crescentemente sugerido na literatura para diferentes finalidades, Mereu et al. (2016) ressalva a utilização desta variável de forma isolada para fins de análise, já que diferentes posicionamentos dos vetores no gráfico RX_c podem, teoricamente, produzir ângulos semelhantes, sem que necessariamente os sujeitos apresentem valores de R e X_c iguais (Figura 2).

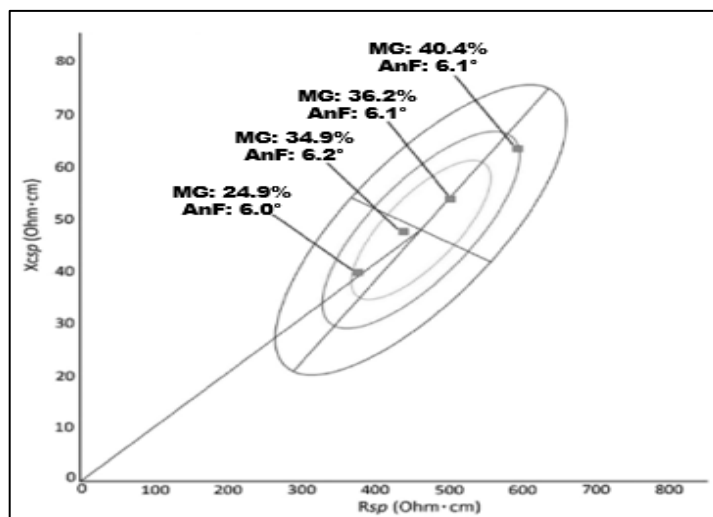


Figura 2 - Exemplificação do aumento do valor do comprimento do vetor e porcentagem de MG correspondendo a AnF similares. Adaptado de MEREU et al., 2016.

Por conseguinte, a fim de aprimorar as técnicas de avaliação corporal, a Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica (BIVA) é proposta como uma nova forma de analisar os valores bioelétricos de R e Xc (PICCOLI et al., 1994). A BIVA propõe a avaliação do estado nutricional e hidratação corporal com base na padronização dos vetores de BIA pela estatura do corpo, assim eliminando o efeito do comprimento do condutor.

Ou seja, a BIVA não é dependente de equações ou modelos preditivos e é afetada apenas por erros de medida e variações biológicas individuais. Com isso, se torna possível a avaliação por meio de medidas de impedância vetorial diretas (KYLE et al., 2004a).

Nesse método, os valores de R e Xc são divididos pela estatura (H) e plotados graficamente, em formato elíptico, em um plano cartesiano formado pelos eixos y (Xc/H) e x (R/H), em ohms/metro (Ω/m). O posicionamento gráfico dos vetores indica as alterações na CC. Alterações no posicionamento vetorial paralelas ao maior eixo da elipse (sentido sudoeste-nordeste) demonstram alterações no estado de hidratação, e mudanças no posicionamento vetorial paralelas ao menor eixo da elipse (sentido noroeste-sudeste) indicam alterações relacionadas a massa celular corporal (PICCOLI et al., 1994; BUFFA et al., 2013).

É possível, dessa forma, diferenciar indivíduos obesos (com alto ângulo de fase e vetor curto) e indivíduos atléticos (com alto ângulo de fase, porém vetor longo), bem como, diferenciar caquéticos (baixo ângulo de fase e vetor curto) de sujeitos magros

(baixo ângulo de fase, porém vetor longo) (NORMAN et al., 2012). Portanto, alterações no longo prazo na hidratação e massa celular (Figura 3) podem melhor observadas pelo método de BIVA do que pelo AnF, tornando-a uma boa ferramenta de avaliação e monitoramento (PICCOLI et al., 1998).

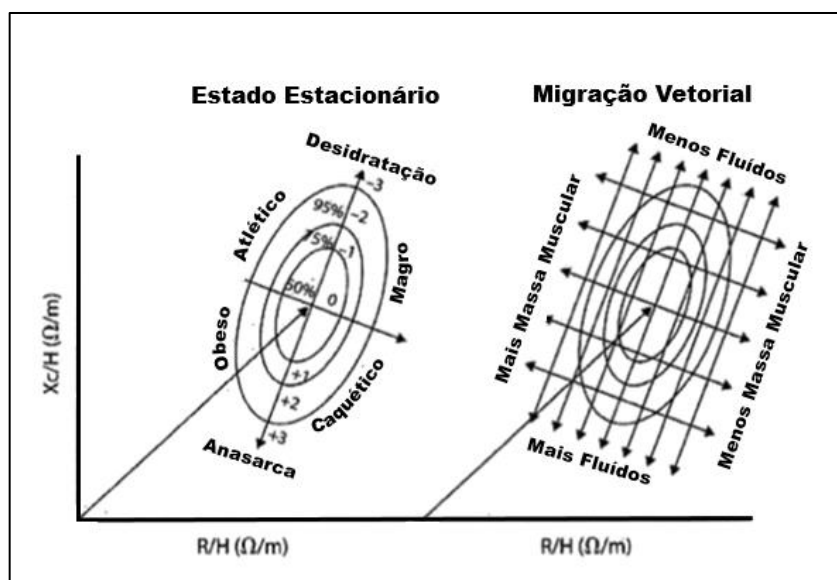


Figura 3 - Análise vetorial de impedância bioelétrica e gráfico RXc. Adaptado de PICCOLI et al., 1994.

Ambos os vetores de impedância são considerados variáveis correlacionadas que formam regiões de probabilidade num formato elíptico no gráfico formado por RXc, onde os vetores individuais formam as chamadas elipses de tolerância e a média dos vetores formam as chamadas elipses de confiança (PICCOLI, PILLON e DUMLER 2002).

A elipse de tolerância (Figura 4) apresenta os intervalos da população saudável, sendo formada por três intra elipses regionais que incluem, respectivamente, 50%, 75% e 95% dos pontos individuais no gráfico RXc. Com isso, a elipse de tolerância proporciona uma classificação com maior precisão do posicionamento vetorial graficamente, comparando a distância deste com o vetor médio referencial (PICCOLI e PASTORI, 2002).

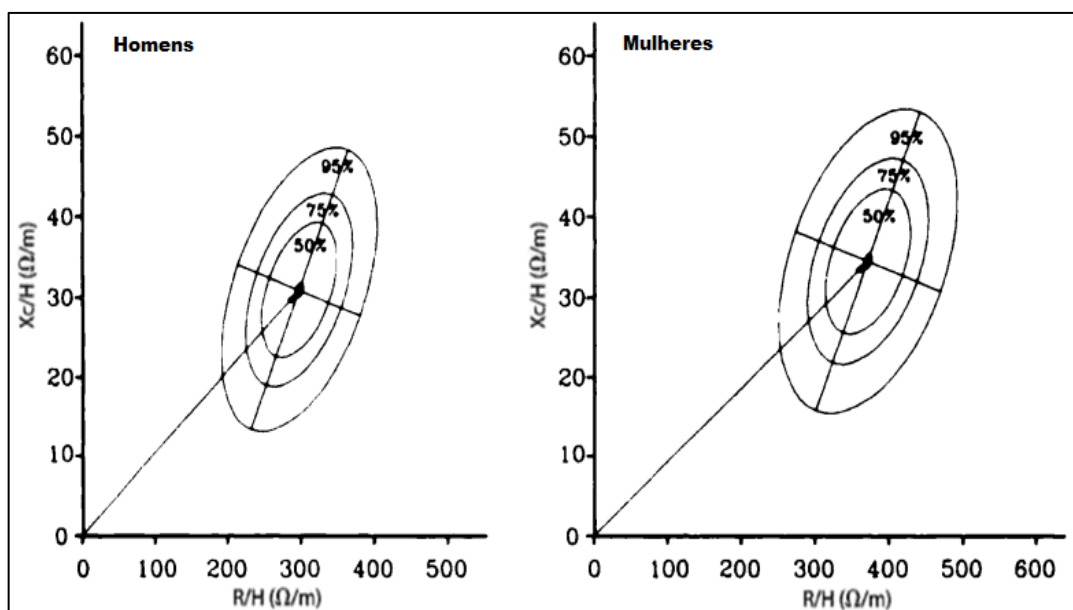


Figura 4 - Exemplo da elipse de tolerância do método de BIVA clássica. Adaptado de PICCOLI et al., 1995.

Já a elipse de confiança (Figura 5) é resultante da média da relação de R e X_c divididos pela estatura em metros (R/H ; X_c/H), em um determinado grupo. Essa média representa um possível resultado estimado adquirido ao se estudar dada população como um todo. Este intervalo de confiança é utilizado na verificação da significância da diferença dessa média para com uma população, permitindo assim uma comparação intergrupos. Piccoli e Pastori (2002) utilizam-se dos testes T^2 de Hotelling's para analisar mudanças ocorridas em determinado período. Geralmente, grupos representados pela elipse que não se tocam ou se sobreponham são significativamente diferentes, resultados estes corroborados pelos testes T^2 de Hotelling's.

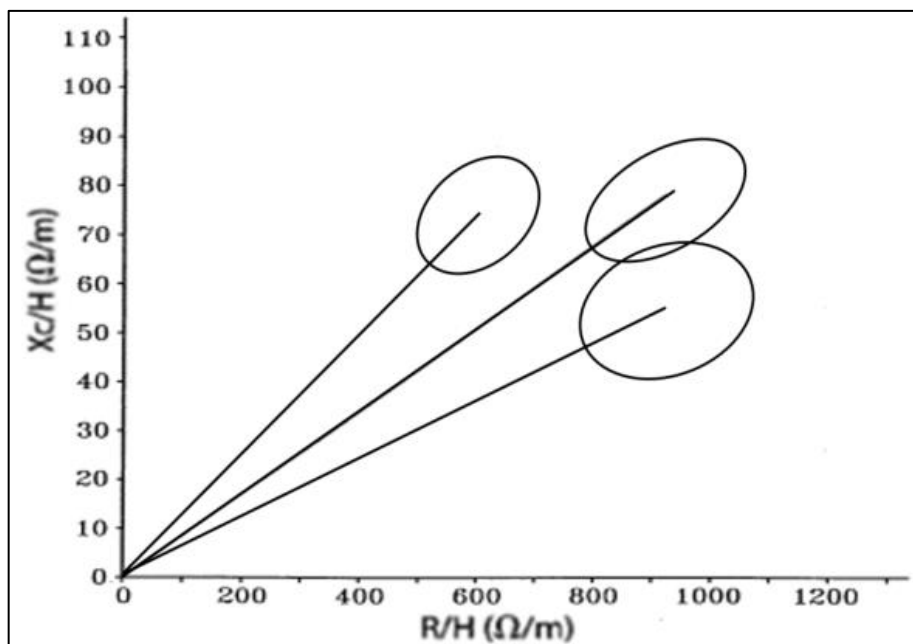


Figura 5 - Exemplo de elipses de confiança do método de BIVA clássica. Adaptado de PICCOLI et al., 2002a.

A técnica de avaliação por BIVA é largamente utilizada no meio clínico, já aplicada em casos de sarcopenia; obesidade; câncer; Alzheimer; insuficiência cardíaca e renal; anorexia, dentre outros (MARINI et al., 2012; TOSO et al., 2003; BUFFA et al., 2010; GASTELURRUTIA et al., 2011; CASTILLO-MARTINEZ et al., 2012; PICCOLI et al., 2014; HAAS et al., 2012). O uso da BIVA também tem se tornado gradualmente comum em estudos nas áreas de esporte e exercício (CASTIZO-OLIER et al., 2018), o que demonstra um grande potencial para observação de modificações decorrentes destas práticas.

Contudo, a BIVA exibe certa limitação na medida em que conceitua o corpo humano como um cilindro perfeito, desconsiderando o fato de o mesmo apresentar imprecisões nesse aspecto. Tais imprecisões impactam diretamente na condutividade elétrica, refletindo na exatidão dos resultados, tal qual cita Buffa et al. (2013).

1.2.1 BIVA Específica (BIVA.sp)

Com o intuito de aperfeiçoar a técnica de BIVA, Marini et al. (2012) desenvolveram a análise vetorial de impedância bioelétrica específica (BIVA.sp), a propondo como um novo e superior método de avaliação da CC, sendo uma técnica variante da BIVA clássica, introduzida por Piccoli et al. (1994).

Enquanto a BIVA clássica compara os valores de R e Xc normalizados pela estatura, com os valores de referência padrão (elipses de tolerância), a BIVA.sp apresenta como diferencial a normalização desses vetores por áreas de secções transversais do corpo (braço, panturrilha e cintura). Ou seja, a nova proposta considera o corpo humano como um condutor formado por cinco cilindros, em vez de apenas um, como retratado pelo método tradicional. O embasamento teórico para isso vem da Lei de Ohm, onde R é diretamente proporcional ao comprimento (L) do condutor, e inversamente proporcional à sua secção transversal (A), sendo expresso pela seguinte equação: $R = \rho \cdot L/A$; e $\rho = R \cdot A/L$.

No método da BIVA.sp, os valores dos vetores de R e Xc são multiplicados por um fator de correlação (A/L), com o intuito de obter os valores estimados de resistência específica (R.sp) e reatância específica (Xc.sp), também chamados de resistividade e reatividade, respectivamente. Essa correção tem o intuito de diminuir o impacto do tamanho e formato corporal, e de elevar a sensibilidade dos valores bioelétricos específicos às propriedades teciduais. O AnF não é alterado por essa correção. Valores bioelétricos específicos são analisados da mesma maneira que no modo clássico, por meio das elipses de tolerância e confiança plotadas no plano cartesiano de RXc específico (Figura 6), agora formado pelos eixo y (Xc.sp) e eixo x (R.sp), em ohms por centímetro ($\Omega \cdot \text{cm}$). (BUFFA et al., 2013; MARINI et al., 2012).

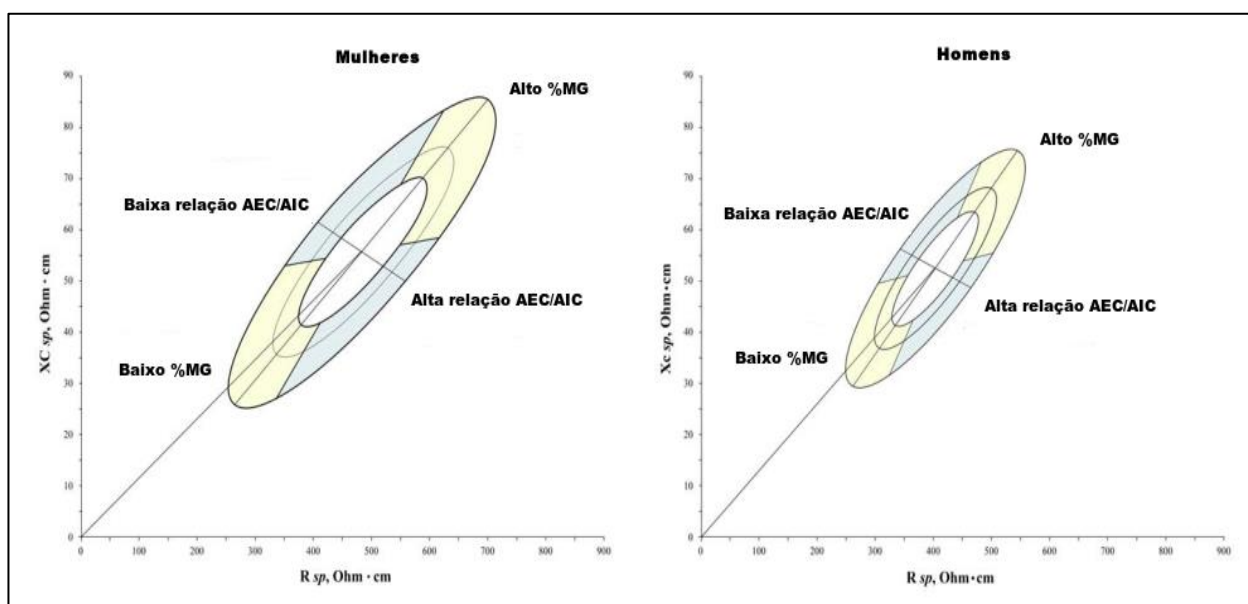


Figura 6 - Elipse de tolerância do método de BIVA específica. Adaptado de BUFFA et al., 2013.

Assim como no método clássico, as elipses de tolerância são regiões gráficas probabilísticas que mostram os percentis de 50%, 75% e 95% dos valores bioelétricos da população de referência, onde o maior eixo da elipse refere-se às variações na quantidade de MG, cujos maiores valores se encontram em direção ao polo superior direito. O menor eixo está associado as mudanças no AnF, relação de água intracelular/extracelular (AIC/AEC), massa celular do corpo e MM, da qual menores valores são localizados em direção ao polo inferior direito do eixo. Já as elipses de confiança, representam uma área ao redor da média da amostra, com 95% de probabilidade de se encontrar a média verdadeira em seu interior.

Ao correlacionar a porcentagem de MG mensurada via densitometria (DEXA) com os valores bioelétricos de Xc e R, em sujeitos americanos adultos com diferentes quantidades de MG e MLG, Buffa et al. (2013) encontraram que esta relação foi negativa no caso das variáveis bioelétricas clássicas e positiva para com as específicas, onde, apesar da significância nos valores de correlação, se mostrou uma associação muito superior as variáveis do método de BIVA.sp. A variável melhor equiparada com a porcentagem de MG foi a R.sp. A conexão entre AEC/AIC e Xc foi negativamente acentuada com a técnica específica, além de que a distribuição desses vetores no gráfico RXc tem maior concentração com o uso desta metodologia. Além disso, com a forma específica de avaliação, a separação entre as elipses dos grupos, aferida pela Distância de Mahalanobis, também se mostrou distintamente melhor classificada.

Bonaccorsi et al. (2016), ao comparar quais dos dois métodos de análise de vetores se sairia melhor na avaliação do estado nutricional em idosos longevos, encontraram maior efetividade pelo método da BIVA.sp em correlacionar-se com os parâmetros antropométricos e de desnutrição (IMC, circunferência de braços e panturrilhas, ferramenta de mensuração universal de desnutrição - MUST) desses indivíduos.

A BIVA.sp também foi capaz de distinguir entre idosos com sarcopenia (posicionados na área inferior direita do gráfico RXc) daqueles com obesidade-sarcopênica, que apresentam maiores valores de R.sp (posicionados na área superior direita do gráfico RXc), algo até então não possível com o uso apenas do método tradicional (MARINI et al., 2012).

Saragat et al. (2014) mostram que a criação de elipses de tolerância específicas para determinada população e faixa etária é necessária, visto a diferença apresentada

na distribuição dos valores bioelétricos entre cidadãos americanos adultos e italianos idosos de ambos os sexos, devido principalmente aos menores valores de $Xc.sp$ e estreitamento do AnF destes últimos, algo que ocorre em parte por função da variabilidade bioelétrica relacionada a idade das populações, e em parte por diferenças instrumentais na realização de BIA. Um baixo valor de MLG foi caracterizado por valores baixos de $Xc.sp$ e AnF, estando possivelmente relacionado à perda gradual de MM em consequência do avançar da idade. Recentemente, Ibáñez et al. (2015) também comprovaram a necessidade da criação de novas elipses de tolerância específicas, avaliando jovens adultos italianos e espanhóis e comparando-os com os valores de referência de americanos adultos (BUFFA et al., 2013) e italianos idosos (MARINI et al., 2012), encontrando uma diferença significativa entre populações e faixas etárias.

Como revelado por Buffa et al. (2017), a BIVA.sp foi capaz de detectar diferentes quantidades de MG em sujeitos com IMC similares, implicando que esta pode ser utilizada no meio clínico para distinguir entre obesidade e obesidade de peso normal, sendo capaz de monitorar a competência de intervenções nutricionais e farmacológicas.

Em relação aos impactos provocados pela prática de exercícios físicos, foi examinado por Fukuda et al. (2016) os efeitos de seis meses de treinamento resistido nos marcadores bioelétricos de 20 mulheres idosas mediante o uso de BIVA clássica e BIVA.sp, sendo encontradas mudanças significantes para o AnF em ambos os métodos, embora a BIVA.sp tenha se saído pouco melhor em correlacionar essas variações.

Tais fatores comprovam a superioridade da BIVA.sp como indicador de CC e estado nutricional em comparação a BIVA clássica. Desta forma, a BIVA.sp pode ser considerada como uma forma precisa e válida para mensuração das propriedades elétricas dos tecidos corporais, mostrando que a adequação dos vetores pelas áreas de secções transversais, além da estatura, é comprovadamente pertinente.

Apesar disso, percebe-se que a literatura sobre o tópico ainda é rasa, principalmente no que se refere a aplicação da avaliação de BIVA.sp para monitoramento das mudanças ocasionadas no balanço hídrico celular em jovens e adultos, de diferentes nacionalidades e estados de saúde, sobretudo quando submetidos a um programa de treinamento resistido.

1.3 Treinamento Resistido

Diversas modalidades de exercícios físicos, buscando promover alterações na CC e nas capacidades físicas, têm se popularizado nos últimos anos, dentre estas encontram-se os programas de treinamento resistido (TR), também denominados de treinamento com pesos; treinamento com carga; treinamento de força; treinamento contra resistência ou musculação.

O TR pode ser definido como um programa de condicionamento físico regular que envolve uma ampla gama de exercícios, que incluem pesos livres, barras, máquinas, fitas elásticas, peso corporal, acessórios e equipamentos que exercitam um ou mais grupamento muscular ou um único músculo contra uma força externa opostora exercida pelo indivíduo (FLECK e KRAEMER, 2017).

A prática de TR traz muitos benefícios aos seus praticantes, e pode ser considerada como a forma de exercício que melhor promove o desenvolvimento de aptidões físicas referentes a saúde e ao desempenho atlético, proporcionando melhoras na CC (perda de MG e ganho de MM), força e resistência muscular, potência, agilidade, flexibilidade, equilíbrio, coordenação motora e tempo de reação (FRAGALA, et al., 2019) estando também relacionado ao aumento do bem-estar, autoestima e qualidade de vida (SANTOS, 2008; CÂMARA et al., 2007).

Devido a sua eficácia na modelagem corporal e ao fato de ser um método muito adaptável ao nível do praticante, o TR é recomendado para todos aqueles que buscam pelos mais diversos objetivos, independentemente dos níveis de aptidão física (WILLARDSON, 2006).

O ganho de MM, ou hipertrofia, é definido como o aumento volumétrico da área de secção transversa das fibras musculares (PETERSON, SEN e GORDON, 2011), e está sujeito a variações dependentes das características de cada indivíduo, como estrutura física, CC e potencial genético para o desenvolvimento, segundo o princípio de individualidade biológica (CARMELLI e REED, 2000), tendo fatores como idade e sexo também impactantes (BAMMAN et al., 2003).

O papel do TR na hipertrofia muscular é bem conhecido (STARON et al., 1994; MCCALL et al., 1996), apresentando resultados positivos mesmo após poucas semanas, como observado por Phillips (2000).

Ao prescrever um programa de TR existem diversas variáveis a serem levadas em consideração, cuja manipulação destas configuram o protocolo, tais como: a

intensidade (prescrita por porcentagem de uma repetição máxima [RM] ou zonas de RM), o volume (descrito pelo número de series, repetições, número de exercícios, carga total levantada, frequência semanal), a pausa (tempo de descanso entre series, exercícios e sessões), a velocidade de execução, ações musculares (concêntricas, excêntricas ou isométricas), amplitude de movimento, ordem dos exercícios, grupo muscular ativo, equipamentos, técnicas, além do nível de condicionamento do praticante (DE AZEVEDO et al., 2007), de modo que a manipulação dessas variáveis impactam diretamente nos resultados obtidos.

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) recomenda a realização de um protocolo progressivo de TR com o intuito de otimizar os ganhos de MM em iniciantes, com a proposição da utilização de ações musculares concêntricas, excêntricas e isométricas em exercícios uni e multiarticulares, de forma bilateral e unilateral, priorizando a preservação da intensidade na realização dos exercícios, com grupamentos musculares maiores exercitados antes dos menores e exercícios multiarticulares realizados antes dos uniarticulares, quando o foco do treino são grupos multiarticulares (ACSM, 2009).

Também é proposto para iniciantes o uso de uma carga que permita a realização de uma faixa de repetições entre 8 e 12 RM, e quando for possível a execução de uma ou duas repetições acima desta faixa, sugere-se o acréscimo de 2% a 10% na carga utilizada (FEIGENBAUM e POLLOCK, 1999). Recomenda-se a progressão para uma faixa de 1-12 RM de forma periodizada com ênfase na faixa de 6-12RM, com uma velocidade de execução moderada e com um intervalo entre series e exercícios de 1 a 2 minutos. A recomendação para a frequência de treino em iniciantes é de duas a três vezes por semana (ANDERSON e KEARNEY, 1982; CAMPOS et al., 2002; PETERSON, RHEA e ALVAR, 2004; RHEA et al., 2003), sendo o intervalo entre uma sessão de treinamento e outra fundamental para reposição dos estoques de glicogênio muscular (JENTJENS e JEUKENDRUP, 2003) e para a reparação do dano tecidual, ocorrido nas fibras musculares em função do esforço realizado (CHARGE e RUDNICKI, 2004).

Os benefícios do TR vão além do desenvolvimento muscular. O TR também provoca reduções consideráveis do percentual de MG, que ocorrem de forma semelhante entre homens e mulheres (SHAW, 2010). Um estudo realizado por Broeder et al. (1992) observou redução significativa no percentual de MG, em 47 indivíduos jovens adultos submetidos a um programa de TR de 12 semanas, bem

como o aumento da MLG. Bryner et al. (1999) também constataram essa redução de MG em dois grupos de treinamento, tendo um realizado TR e o outro exercícios aeróbicos, ambos em uma condição de déficit calórico. Porém, apenas o grupo praticante de TR manteve a MM, enquanto aqueles que praticaram exercícios aeróbicos perderam quatro quilos de músculo, além da gordura.

Em jovens obesos, um grupo submetido a TR apresentou, após 12 semanas, perda de percentual de MG semelhante a outro grupo submetido a treinamento funcional (MAGNANI et al., 2018). Em um outro estudo, Drenowatz et al. (2015) analisaram por 12 meses indivíduos sobrepesados, obesos e com peso normal, aqueles que reportaram realizar exercícios resistidos tiveram redução significativa na porcentagem de MG e acréscimo da MM, enquanto os que fizeram exercícios aeróbicos apenas obtiveram menores valores percentuais de MG, sendo que nos obesos e sobrepesados a quantidade de MG diminuiu conforme o aumento do volume de TR.

Sendo assim, o TR se mostra um recurso não farmacológico recomendado para a redução da gordura corporal (DONNELLY et al., 2009), porém, a prática do TR traz consigo diversos outros pontos positivos.

O TR também promove o aumento da força muscular (FM), que é caracterizada pelo esforço que o sistema neuromuscular pode gerar contra uma resistência por meio de uma contração voluntária para determinado movimento (PETERSON et al., 2010). A execução do TR tem se mostrado como o método mais eficaz para o aumento da FM em qualquer faixa etária (ACSM, 2009), sendo efetivo em ambos os sexos (IVEY, 2000), como mostra o estudo de Dias et al. (2005), que avaliou o impacto do TR sobre a força de 23 homens e 15 mulheres por 8 semanas. Em um estudo de menor duração, De Azevedo et al. (2007), constataram aumento significativo na produção de FM mesmo após apenas 4 semanas de TR de alta intensidade e baixo volume.

A FM se mostra sensível a primeira semana de treinamento (COBURN et al., 2006), e alterações ao longo prazo são observadas com o aumento da área de secção transversal do músculo (ALWAY et al., 1989; STARON et al., 1994), ângulo de penação (KAWAKAMI, ABE e FUKUNAGA, 1993) e melhor recrutamento de unidades motoras (SAKAMOTO e SINCLAIR, 2006), dentre outras variáveis. Segundo Häkkinen et al. (1998), a variação do aumento na FM é diretamente dependente do protocolo de treinamento utilizado e da manipulação das variáveis de intensidade, volume, ação

muscular, ordem e seleção de exercícios, período de descanso entre series e frequência semanal.

Alguns resultados encontrados na revisão sistemática realizada por Schoenfeld et al. (2017), indicam que, em ambos os sexos, em diferentes idades e níveis de treinamento (treinados e não treinados), ganhos superiores de FM são observados com maior frequência quando o protocolo de TR analisado utiliza-se de maiores níveis de intensidade, ou seja, cargas elevadas, supostamente devido a necessidade de maior recrutamento de unidades motoras responsáveis por induzir as adaptações musculares. A hipertrofia muscular pode ser igualmente obtida através tanto do uso de cargas altas, quanto do uso de cargas menores (BAECHLE e EARLE, 2008). Comumente, utiliza-se do teste de uma repetição máxima e da dinamometria eletrônica para a avaliação da FM (MITCHELL et al., 2012; VAN ROIE et al., 2013; SCHOENFELD et al., 2015).

A fim de aprimorar os resultados, a periodização do treinamento é recomendada, podendo ser definida como um planejamento na variação das variáveis de um programa de treinamento (KRAEMER e FRAGALA, 2006). A periodização busca o aumento do desempenho em dado período, utilizando de modificações sistemáticas e progressivas para a quebra de estagnação do desenvolvimento (HARTMANN et al., 2015). Schoenfeld et al. (2014) afirmam a necessidade da periodização em um programa de TR quando busca-se maximizar os ganhos de FM e MM. Essa periodização pode ser realizada através de modificações de volume e intensidade de treinamento durante o programa (FIGUEIREDO, DE SALLES e TRAJANO, 2018).

Percebe-se, então, que o TR é uma forma segura, barata e eficaz para a modelagem corporal e desenvolvimento de diferentes capacidades físicas. Sendo responsável por induzir hipertrofia e aumento de espessura muscular, promover perda de MG, e gerar ganhos de FM máxima e voluntária isométrica, sendo também muito significativo para a elevação do bem-estar, autoestima e saúde em geral em seus praticantes (WESTCOTT, 2012).

1.3.1 Treinamento Resistido e Parâmetros de BIA

Os biomarcadores AnF, Xc e R são diretamente afetados pela prática de TR, tendo essa correlação entre ambos já sido analisada em diversos estudos (CAMPA, SILVA e TOSELLI, 2018; CUNHA et al., 2018; DOS SANTOS et al., 2016; FUKUDA

et al., 2016; NUNES et al., 2019; RIBEIRO et al., 2018, 2017a, 2017b, 2016; SOUZA et al., 2016; TOMELERI et al., 2018).

Diferentes trabalhos, ao avaliar o impacto que o TR gera no AnF, provam que o mesmo desencadeia alterações positivas neste indicador celular, ocasionadas principalmente pelas reduções nos valores de R e consequente aumento na AIC, visto que o TR mostra-se capaz de promover o aumento na hidratação intracelular de homens e mulheres (RIBEIRO et al., 2014).

No estudo realizado por Ribeiro et al. (2016), investigou-se os efeitos de 16 semanas de TR nos marcadores de hidratação e integridade celular de 59 indivíduos jovens adultos, a ACT e AIC aumentaram significativamente, assim como o AnF, sem diferenças consideráveis entre os sexos. Também foi encontrado uma redução nos níveis de R em ambos os sexos, indicando que, independentemente do sexo, o TR induz o aumento na hidratação celular e, consequentemente, no AnF. Essas modificações também foram observadas posteriormente em outros estudos, como Ribeiro et al. (2018) em mulheres obesas e idosas, e por Souza et al. (2016) em idosas de peso normal.

Em idosas, deve-se buscar manter a execução do TR pelo maior tempo prolongado concebível, e sempre que possível não interrompê-lo, pois, caso contrário, a interrupção desta atividade por longos períodos pode resultar em perdas que superarão os benefícios adquiridos pelo programa de treinamento, uma vez que o destreinamento induz uma redução nos valores de AnF, ACT, AIC, AEC e FM, juntamente com o incremento nos níveis de R, podendo ser necessário mais tempo de retreinamento para neutralizar os efeitos negativos provocados pela abstenção de estímulos exercitativos (DOS SANTOS et al., 2016).

A prática de TR duas ou três vezes por semana se mostram semelhantes no que diz respeito a elevação dos valores de AnF, Xc e AIC, assim como a diminuição de R, embora perceba-se uma tendência em obter-se melhores resultados quando a frequência semanal é maior (RIBEIRO et al., 2017a). A utilização de métodos piramidais de controle de intensidade parece não apresentar diferenças significativas no aumento do AnF (RIBEIRO et al., 2017b). Já o volume de treinamento não aparenta influenciar no desfecho dessas variáveis, o que sugere que o TR pode aprimorar os componentes de água corporal e AnF independentemente do volume utilizado no protocolo (CUNHA et al., 2018). Conjuntamente, uma correlação entre as variações

de AnF e qualidade muscular estimuladas pelo TR também foram detectadas (NUNES et al., 2019).

Nota-se então, a sensibilidade do AnF para com as alterações desencadeadas na CC em virtude da prática sistematizada de TR, entretanto, mudanças significantes nos valores de X_c após determinado período de TR, mensuradas por BIA, não são comumente encontradas, tendo sido melhor observadas por meio da utilização da BIVA.sp (FUKUDA et al., 2016; CAMPA, SILVA e TOSELLI, 2018), o que demonstra uma capacidade não tão eficiente deste marcador em classificar os valores bioelétricos. Assim, o uso exclusivo do AnF como indicador de alterações de celularidade se mostra um tanto quanto limitado, dado que AnF iguais podem representar diferentes situações clínicas (MEREU et al., 2016).

Portanto, percebe-se a necessidade da aplicação de uma abordagem metodológica mais aprofundada, como a BIVA.sp, a fim de analisar os efeitos do TR nos marcadores bioelétricos, sobretudo em indivíduos jovens adultos e de ambos os sexos, dado que a grande maioria dos estudos na área parece frisar suas pesquisas em idosos do sexo feminino, além de que, pouquíssimos estudos utilizaram-se desta nova ferramenta, tendo sido empregados, em maioridade, os métodos de BIVA clássica e avaliação por via de AnF, que se mostram menos capazes para avaliação das alterações da CC e integridade celular quando comparados a BIVA.sp. Dessa maneira, a presente dissertação propõe-se a averiguar os impactos do TR nos parâmetros de BIA de indivíduos jovens adultos e idosos, para tal, utilizando-se também da técnica da BIVA.sp como procedimento superior na caracterização dos biomarcadores.

1.4 Objetivos

O objetivo deste trabalho é analisar as alterações do ângulo de fase e dos vetores específicos da impedância bioelétrica em adultos submetidos a diferentes programas de TR. Para isso, busca-se atender a dois objetivos específicos:

- Analisar evidências e conduzir uma revisão sistemática com metanálise de ensaios clínicos randomizados que abordam os efeitos do treinamento resistido nos parâmetros de bioimpedância de idosos (Artigo 1);

- Averiguar o comportamento celular, por meio da análise vetorial de impedância bioelétrica específica, e parâmetros de força muscular de mulheres jovens adultas, em comparação a mulheres idosas, ambas submetidas a um programa de treinamento resistido de doze semanas (Artigo 2).

2 ARTIGOS CIENTÍFICOS

Os resultados do estudo foram divididos e estão aqui expostos em formato de dois artigos científicos:

Artigo 1) Revisão Sistemática com Metanálise;

Artigo 2) Artigo Original.

2.1 Artigo 1 (Revisão Sistemática)

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO NOS PARÂMETROS DE BIOIMPEDÂNCIA DE IDOSOS SAUDÁVEIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE.

COLOGNESI, L. A et al. Efeitos do Treinamento Resistido nos Parâmetros de Bioimpedância de Idosos Saudáveis: Uma Revisão Sistemática com Metanálise.

Artigo científico de revisão sistemática com metanálise.

O artigo foi formatado de acordo com as normas da revista em que se pretende publica-lo (Revista CLINICAL NUTRITION - EDINBURGH; 2020 [Fator de Impacto: 6.40; Área: Educação Física – QUALIS CAPES: A2]).

RESUMO

Contexto & Objetivo: O treinamento resistido (TR) é capaz de promover alterações na composição corporal de idosos, tais alterações podem impactar diretamente os parâmetros de impedância bioelétrica (BIA), sendo estes o ângulo de fase (AnF), reatância (Xc) e resistência (R). O objetivo deste estudo foi analisar evidências e conduzir uma revisão sistemática com metanálise buscando determinar os efeitos do TR nos parâmetros de BIA em idosos.

Métodos: Metanálise comparando intervenções de TR com grupos de controle inativos foi conduzida. A qualidade metodológica e dados dos estudos foram avaliados e selecionados por dois revisores independentes, utilizando a escala PEDro e o sistema GRADE. Um modelo de efeito-fixo foi usado para calcular a diferença média agrupada entre o grupo TR e grupo controle. As bases de dados MEDLINE (via PubMed), EMBASE, sciELO, Scopus, SPORTDiscus, foram utilizadas para busca. Os critérios de elegibilidade para seleção dos estudos foram definidos pela estratégia PICOS, em que "P" correspondeu a participantes idosos (+60 anos), de todos os gêneros e etnias, "I" foi designado como TR, "C" foi definido como a não execução de exercícios físicos, "O" foram as mudanças nos parâmetros de BIA e "S" foram relacionados apenas ensaios clínicos randomizados.

Resultados: Um total de 6 estudos, incluindo 288 indivíduos, foram selecionados para esta metanálise. Alterações de AnF entre os indivíduos treinados foram significantes (MD = 0.39; CI 95%: 0.27, 0.52; $P < 0.00001$), apresentando baixa heterogeneidade ($I^2 = 11\%$, $P = 0.35$). Mudanças de Xc também foram significantes (MD = 3.53; CI 95%: 1.68, 5.39; $P < 0.0002$), também com baixa heterogeneidade ($I^2 = 0\%$, $P = 0.67$). Variações negativas de R também foram mais observadas entre os indivíduos treinados (MD = -25.48; CI 95%: -40.81, -10.14; $P < 0.001$), e a heterogeneidade

também foi classificada como baixa ($I^2 = 0\%$, $P = 0.58$). A qualidade metodológica geral foi classificada como de moderada à alta.

Conclusão: O TR mostrou ser eficaz em gerar acréscimos em X_c , e reduzir a R , e a combinação dessas alterações resultou em aumento do AnF em idosas.

Número de registro do estudo: CRD42020168057.

Palavras-chave: Impedância Bioelétrica, Treinamento de Força, Resistência Elétrica, Reatância Elétrica, Biomarcadores, Ângulo de Fase.

ABSTRACT

Background & Aim: Resistance training (RT) is able to promote improvements in changes in the body composition of the elderly population, such changes can directly impact the bioelectrical impedance (BIA) parameters, such as phase angle (PA), reactance (Xc) and resistance (R). The aim of this study was to analyze evidences and conduct a systematic review with meta-analysis seeking to determine the effects of RT on BIA parameters in the elderly.

Methods: A metanalysis comparing RT interventions with inactive control groups was conducted. The quality and data of the studies was assessed and selected by two independent reviewers using the PEDro scale and GRADE system. A fixed-effect model was used to calculate the pooled mean difference between TR group and control group. The MEDLINE (PubMed), EMBASE, sciELO, Scopus, SPORTDiscus databases were searched. Eligibility criteria for selecting studies was defined by the PICOS strategy, in which “P” corresponded to elderly (60+ years) and participants of all genders and ethnicities, “I” was designated as TR, “C” was defined as the execution of no physical exercise, “O” were the changes in BIA parameters, and “S” were related only to randomized clinical trials.

Results: A total of 6 studies, including 288 individuals, were selected for this meta-analysis. Changes in PA among trained individuals was significant (MD = 0.39; 95% CI: 0.27, 0.52; $P < 0.00001$), with low heterogeneity ($I^2 = 11\%$, $P = 0.35$). Changes in Xc was also significant (MD = 3.53; 95% CI: 1.68, 5.39; $P < 0.0002$), with also low heterogeneity ($I^2 = 0\%$, $P = 0.67$). Negative R variations were also more observed among trained individuals (MD = -25.48; 95% CI: -40.81, -10.14; $P < 0.001$), and heterogeneity was also classified as low ($I^2 = 0\%$, $P = 0.58$). The overall methodological quality was classified as moderate to high.

Conclusion: RT showed to be effective in generating increases in X_c , and reducing R , and the combination of these changes resulted in increases in PA on elderly women.

Trial registration number: CRD42020168057.

Keywords: Bioelectrical Impedance, Strength Training, Electrical Resistance, Electrical Reactance, Biomarkers, Phase Angle.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o treinamento resistido (TR) tem se destacado como um dos principais modelos de intervenção quando o objetivo é o aumento, ou a manutenção dos níveis de massa muscular esquelética, força e funcionalidade em idosos (CIOLAC; RODRIGUES-DA-SILVA, 2016; FRAGALA et al., 2019; HUNTER; MCCARTHY; BAMMAN, 2004). A efetividade dos programas de TR depende da adequada manipulação das variáveis e a progressão das cargas de treinamento, bem como, do conhecimento sobre a composição corporal (CC) do praticante, antes, durante e após a intervenção (ACSM, 2009; FRAGALA et al., 2019).

A análise de impedância bioelétrica (BIA), ou simplesmente bioimpedância, é um método portátil, não-invasivo, de baixo custo e alta reprodutibilidade, usado para analisar a CC e o estado nutricional de diferentes populações (LUKASKI, 2013). Os equipamentos de BIA podem emitir corrente elétrica alternada de baixa voltagem em uma única frequência (50 kHz), ou um espectro de frequências, que vão desde 5 até 1000 kHz (bioimpedância espectroscópica - BIS) (LUKASKI et al., 2019). A corrente elétrica percorre o corpo e é captada por eletrodos afixados nas extremidades (mãos e pés), (KYLE et al., 2004). O método baseia-se na análise da diferença nos valores de resistência oferecidos a passagem da corrente elétrica pelos diferentes tecidos biológicos (WARD, 2019).

Estímulos elétricos com frequências mais baixas (e.g. 5 kHz), percorrem apenas a água extracelular (AEC), por outro lado, a corrente elétrica em frequências mais altas (e.g. 100 kHz) percorre a água intracelular (AIC) e é retida devido a capacidade da membrana celular em retê-la brevemente, atrasando o fluxo (KYLE et al., 2004). A oposição a corrente é denominada resistência (R), enquanto o atraso na corrente, devido ao conceito de capacitância da membrana celular, é denominado

reatância (X_c) (ARMSTRONG et al., 1997; MATTHIE, 2008). A relação entre R e X_c , resulta em um vetor que é denominado impedância (Z) e o atraso da corrente, devido a capacitância, resulta na mudança no ângulo e recebe o nome de ângulo de fase (AnF) (MATTHIE, 2008). Nos tecidos musculares, a maior reatância é obtida a 50 kHz e em frequências superiores a capacidade mecânica da membrana celular de armazenar parte do estímulo e atrasar o fluxo é inibida (WARD, 2019).

Devido a portabilidade, a praticidade e a simplicidade de utilização, a BIA é uma das principais alternativas para mensurar a água corporal, a massa magra e a massa gorda no ambiente laboratorial e na clínica em praticantes de diferentes modalidades esportivas (MOON, 2013). Para tanto, os dados bioelétricos são convertidos nos componentes da CC por meio de modelos matemáticos de regressão e equações preditivas, os quais baseiam-se nos valores de R e X_c , juntamente com dados como a massa corporal total, estatura, idade e o sexo (KYLE et al., 2004; LUKASKI et al., 2019; MOON, 2013). Em comum, grande parte das equações assume como constantes os valores de massa isenta de gordura, obtidos pelo resultado dos estudos de dissecação de cadáveres e a geometria cilíndrica do corpo humano (KYLE et al., 2004).

Por outro lado, a acurácia das equações derivadas da BIA, em prever os componentes da CC e as adaptações associadas ao exercício físico, passou a ser questionada com o advento de novas tecnologias de diagnóstico por imagem, como a tomografia computadorizada, ultrassonografia e a absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) (KYLE et al., 2004). No entanto, a utilização de métodos mais sofisticados de imagem ainda é pouco acessível para a realidade prática da maioria dos profissionais que lidam com exercício físico e necessitam acompanhar as adaptações associadas ao treinamento.

Para contornar essa limitação, mais recentemente, os dados brutos da BIA, especialmente o AnF, foram sugeridos como biomarcadores de qualidade, força e funcionalidade muscular (TOMELERI et al., 2017; YAMADA et al., 2019). Além disso, estudos recentes indicam que o AnF pode ser influenciado pelo nível de atividade física (MUNDSTOCK et al., 2019) e é maior em atletas, comparados a não-atletas (DI VINCENZO; MARRA, 2019). Adicionalmente, o AnF aumenta progressivamente com a idade, chegando a valores máximos entre os 16 a 38 anos (AnF = 7.3, em graus, 95% intervalo de confiança [CI]: 7.0, 7.5) e decaindo com o envelhecimento, com estimativa de valores próximos a 5.4° (95% CI: 5.3, 5.6) para idosos acima dos 80 anos e com valores médios superiores para os homens em relação as mulheres em todas as fases da vida (MATTIELLO et al., 2019).

Apesar dos avanços no número de pesquisas que indicam que os parâmetros da BIA (R, Xc e AnF) possuem relevância clínica e apresentam relação com diferentes biomarcadores fisiológicos e funcionais, ainda não há consenso quanto aos efeitos do TR sobre esses parâmetros. Nesse sentido, o propósito do presente estudo foi conduzir uma revisão sistemática com metanálise (RSMA), para determinar os efeitos do TR nos parâmetros de BIA em idosos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Registro e protocolo

O protocolo de desenvolvimento desta revisão foi previamente registrado no *International Prospective Register of Systematic Review* (PROSPERO), com o número CRD42020168057. Para a elaboração deste estudo utilizamos as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA,

Apêndice 1), que visam orientar o desenvolvimento de RSMA (MOHER et al., 2015).

Por se tratar de um estudo documental, a aprovação ética não foi requerida.

Critérios de elegibilidade

Para a determinação dos critérios de elegibilidade foi adotada a estratégia PICOS: em que “P” (pacientes/*patients*), correspondeu aos participantes de todas as idades, sexos e etnias; “I” (intervenção/*intervention*), designou-se como treinamento resistido, “C” (comparação/*comparison*), foi definido como a execução de nenhum exercício físico, “O” (desfechos/*outcomes*), foram as alterações nos parâmetros da BIA (R, Xc e AnF), e “S” (desenho do estudo/*study design*), apenas ensaios clínicos randomizados (ECRs). Não foram delimitados o período da publicação, nem o idioma das publicações.

Os estudos foram selecionados utilizando os seguintes critérios de inclusão: intervenção com algum tipo de treinamento resistido sistematizado, ECRs, estudos com idosos (≥ 60 anos de idade), de ambos os sexos, todas as etnias e estudos que reportaram valores médios de AnF, R e Xc.

Foram excluídos estudos de caso, estudos de revisão, modelos experimentais, cartas respostas e publicações duplicadas, além daqueles estudos que se utilizaram de dieta específica e/ou suplementação alimentar, bem como aqueles com indivíduos enfermos e/ou condições específicas de saúde e sem grupo controle.

Estratégia de busca

As buscas foram realizadas nos meses de maio a julho de 2020, por um único pesquisador (LS), nas bases de dados MEDLINE (via PubMed), Embase, sciELO, Scopus e SPORTDiscus. Para as buscas foram utilizadas as combinações de palavras-chave: (“Resistance Training” [MeSH terms] AND “Electric Impedance”

[MeSH terms] AND "Phase Angle"). A estratégia de busca completa pode ser acessada no Apêndice 2. Variações e sinônimos dos termos foram utilizados nas buscas nos títulos e resumos e os operadores Booleanos "AND", "OR" e "NOT" utilizados para combiná-los. A base de registro de protocolos de pesquisas *Trials* foi acessada em busca de referências adicionais, bem como, a literatura cinza, por meio de buscas no Google Acadêmico e catálogo de teses CAPES, para identificar teses, dissertações e demais trabalhos acadêmicos que pudessem ser incluídos. Além disso, foram realizadas buscas na lista de referências dos estudos selecionados e especialistas na área foram consultados em busca de indicação de estudos que pudessem ser incluídos. Em caso de ausência de dados ou a necessidade de maiores informações sobre os estudos, os autores foram contatados.

Seleção dos estudos

Títulos e resumos dos estudos encontrados nas buscas foram lidos e passaram pela triagem inicial em duplicata pelos autores (LAC e LAG), independentemente. Os textos completos foram checados pelos mesmos dois autores para considerar os critérios de elegibilidade. Um terceiro autor (LS) revisou quaisquer divergências de opinião com a intenção de tomar a decisão final.

Avaliação de risco de viés de publicação

Para a análise do risco de viés foram utilizadas duas ferramentas distintas, a escala PEDro (MAHER et al., 2003) e o *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) (GUYATT et al., 2011). A escala PEDro é uma ferramenta válida para a classificação da qualidade metodológica de ensaios clínicos, baseada, por sua vez, em uma lista de Delphi (MAHER et al., 2003). O GRADE é um sistema desenvolvido para graduar a qualidade das evidências para os resultados de

uma revisão sistemática, sendo uma abordagem que permite que sejam emitidos pareceres acerca da força da evidência dos desfechos (GUYATT et al., 2011).

Os estudos foram avaliados com a escala PEDro por dois dos revisores (LAC e LAG), de forma independente. Estudos que obtiveram uma pontuação de 7 ou mais, foram considerados de “alta qualidade”, aqueles que pontuaram 5 ou 6 como de “moderada qualidade” e os com pontuação menor do que 4, foram de “baixa qualidade”. As discordâncias no implemento da pontuação foram resolvidas por um terceiro autor (LS).

A abordagem GRADE também foi utilizada de forma independente por dois dos revisores (LAC e LAG) afim de mensurar a qualidade das evidências e a força das recomendações. As evidências de “alta qualidade” indicam que há forte confiança de que o efeito verdadeiro esteja próximo do estimado, implicando que é improvável que novas pesquisas afetarão a confiança nos resultados; “moderada qualidade” denota que há confiança mediana no efeito estimado, indicando que futuras pesquisas poderão modificar essa confiança; já “baixa qualidade” demonstra que a confiança no efeito é limitada e que futuros estudos terão alta probabilidade de influenciar na confiabilidade da evidência; e um nível de evidência “muito baixo” aponta um importante grau de incerteza nos resultados, tornando qualquer estimativa de efeito como incerta.

Extração de dados

Os dados foram extraídos de forma independente por dois autores (LAC e LAG), e em casos de discordância, dados duvidosos foram analisados (IRL). Os seguintes dados foram extraídos: primeiro autor, ano de publicação, país de origem, população do estudo (características da amostra, sexo, idade média e tamanho amostral), tipo de intervenção, duração, frequência semanal e protocolo de treinamento, presença de

grupo controle, alterações percentuais nos parâmetros de bioimpedância após intervenção, bem como os valores, pré e pós intervenção, de AnF (expresso em graus), R e Xc (expressos em ohms por metro) em média e desvio padrão.

Análise estatística

Foi utilizado o programa Review Manager, versão 5.3 (RevMan, Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2014), para o agrupamento, análise dos dados e realização da metanálise. Estudos que continham mais de um grupo de intervenção tiveram suas populações agrupadas para que se pudesse realizar a comparação com o grupo controle. Quando os ensaios foram considerados suficientemente homogêneos, apresentando um valor de I^2 inferior a 50%, foi utilizado um modelo de efeito-fixo, já quando os ensaios foram caracterizados como heterogêneos, com valor de I^2 superior a 50%, utilizou-se um modelo efeito-randomizado. A diferença média (MD) com 95% do intervalo de confiança (CI) foi calculada.

RESULTADOS

Descrição dos estudos incluídos

A estratégia de busca resultou em um total de 633 estudos. A visualização dos títulos e resumos, com base nos critérios de inclusão e exclusão, identificou 11 potenciais artigos elegíveis, dos quais, 6 foram incluídos na metanálise após a leitura dos textos completos (CAMPA; SILVA; TOSELLI, 2018; CUNHA et al., 2018; RIBEIRO; SCHOENFELD; et al., 2017a; RIBEIRO et al., 2018; SOUZA et al., 2016; TOMELERI et al., 2018). A razão para a exclusão de 5 estudos foi a falta de grupo

controle (**Figura 1**) (DOS SANTOS et al., 2016; FUKUDA et al., 2016; NUNES et al., 2019; RIBEIRO; AVELAR; et al., 2017; RIBEIRO; SCHOENFELD; et al., 2017b).

Um total de 288 indivíduos foram incluídos na metanálise, todos do sexo feminino. A maioria dos estudos foram realizados no Brasil ($n = 5$), com apenas um estudo realizado em outro país (Itália). Dois estudos possuíam mais de um grupo de intervenção (CUNHA et al., 2018; RIBEIRO; SCHOENFELD; et al., 2017a), tendo então seus dados agrupados para comparação com grupo controle. O período de treinamento variou entre 8 e 12 semanas, e todos os estudos realizaram progressão de carga ou intensidade, conforme o avanço do estudo. As demais características de cada artigo incluído na metanálise são apresentadas na **Tabela 1**. Os valores de AnF, R e Xc pré e pós intervenção, bem como seus respectivos tamanhos de efeito (ES), são descritos na **Tabela 2**.

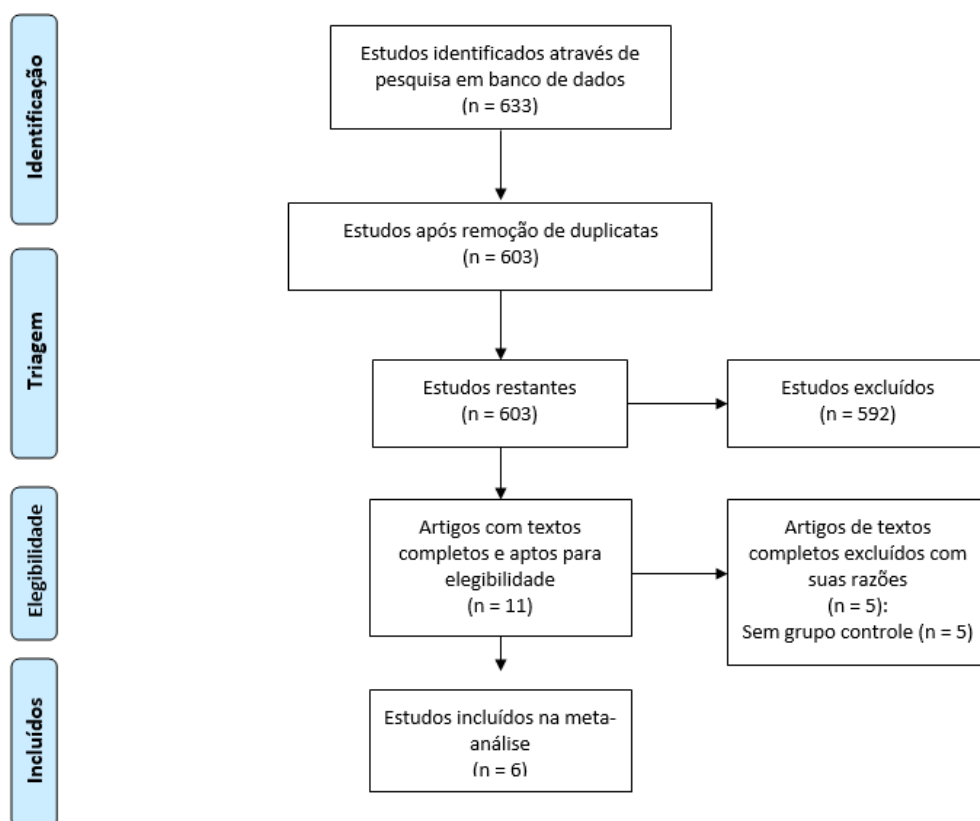


Figura 1 – Fluxograma dos estudos incluídos.

Impacto do treinamento resistido nos marcadores de bioimpedância

Um modelo de efeito-fixo foi utilizado para todas as metanálises. Os resultados da metanálise mostram incrementos significantes no AnF no grupo TR, quando comparado ao grupo controle ($I^2 = 11\%$, MD = 0.39 em graus [95% CI: 0.27, 0.52]) (**Figura 2**) e valores de Xc ($I^2 = 0\%$, MD = 3.53 ohms por metro [95% CI: 1.68, 5.39]) (**Figura 3**). Além disso, os valores de R reduziram significativamente no grupo TR em relação ao grupo controle ($I^2 = 0\%$, MD = -25.48 em ohms por metro [95% CI: -40.81, -10.14]) (**Figura 4**).

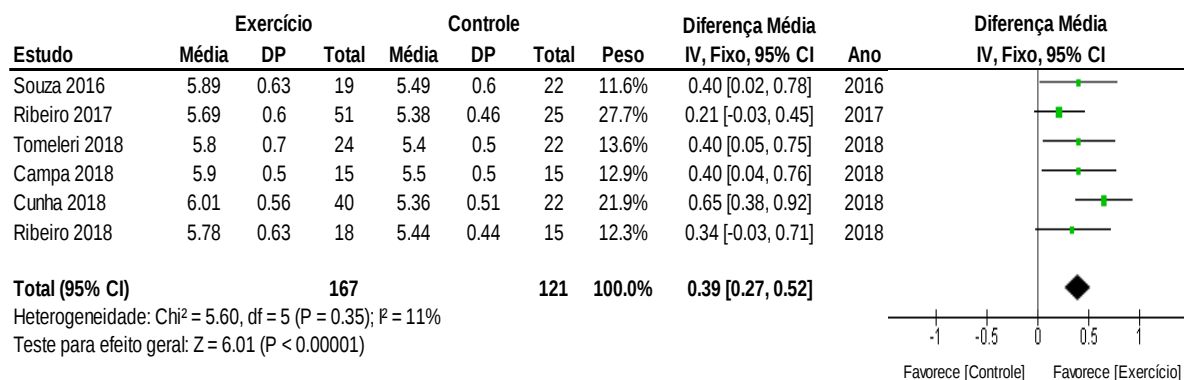


Figura 2 – Metanálise e *Forest Plot* da variável de Ângulo de Fase.

DP = Desvio padrão; CI = Intervalo de confiança.

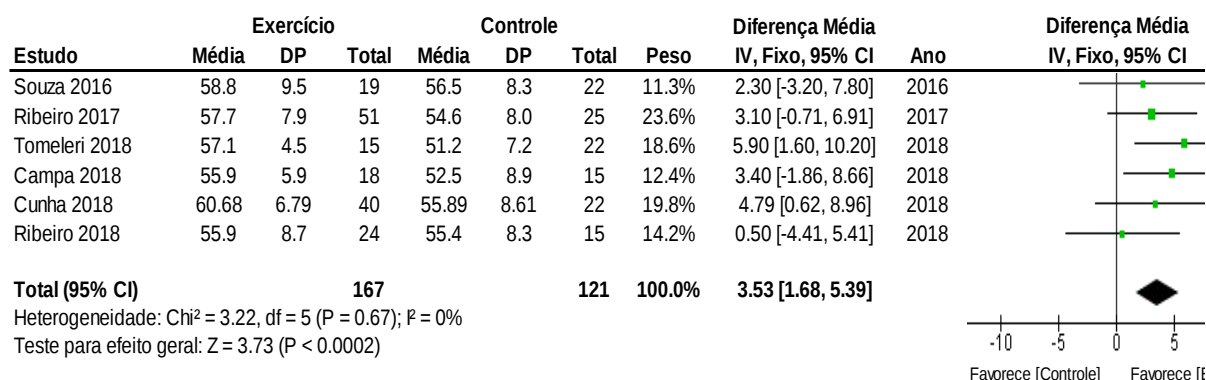


Figura 3 – Metanálise e *Forest Plot* da variável de Reatância.

DP = Desvio padrão; CI = Intervalo de confiança.

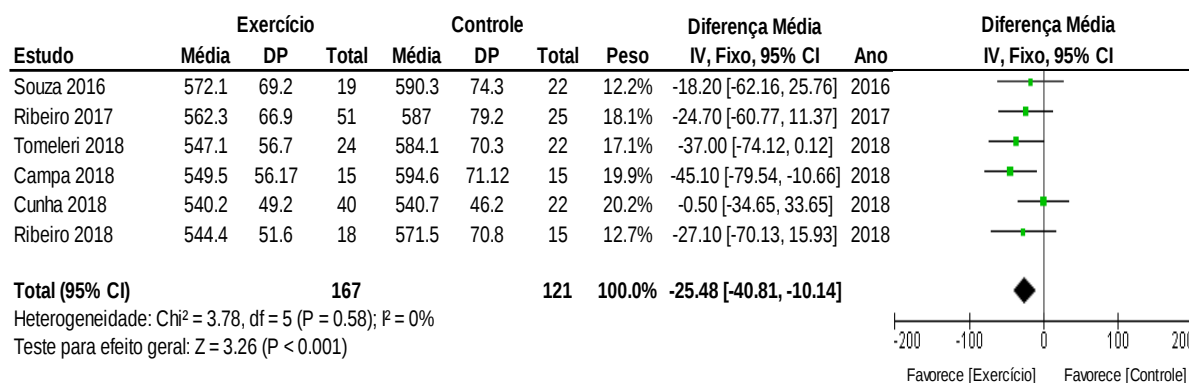


Figura 4 – Metanálise e *Forest Plot* da variável de Resistência.

DP = Desvio padrão; CI = Intervalo de confiança.

Qualidade metodológica

De acordo com os critérios da escala de PEDro, Cinco estudos foram considerados de “alta qualidade”, apenas um estudo foi tratado como sendo de “média qualidade” e nenhum estudo foi classificado como de “baixa qualidade”. O cegamento dos participantes e dos terapeutas não foi possível devido ao tipo de intervenção realizada (treinamento resistido).

Utilizando-se do sistema online GRADEpro, os dados agrupados de AnF, R e Xc foram classificados inicialmente como evidências de “alta qualidade”. Entretanto, todas as variáveis perderam pontos e foram rebaixadas um nível, devido ao risco de viés apresentado na categoria “*imprecisão*”, uma vez que menos de 400 indivíduos estão presentes em toda a metanálise. Por conseguinte, todas as evidências analisadas foram classificadas como sendo de “moderada qualidade”.

DISCUSSÃO

Os principais resultados deste estudo fornecem evidências de moderada/alta qualidade de que o TR promove incrementos nos parâmetros da BIA (elevação do AnF e Xc; redução de R) em idosas. Para o nosso conhecimento, essa foi a primeira

revisão sistemática com metanálise que investigou os efeitos do treinamento resistido, em comparação com um grupo controle inativo, nos valores de AnF, R e Xc de idosos.

Múltiplos mecanismos fisiológicos podem explicar as alterações nos parâmetros da BIA associadas ao TR. Por exemplo, a sobrecarga progressiva no TR estimula mecanicamente uma cascata de eventos em nível celular, a partir da transcrição gênica, tradução e modificação do processo pós-tradução para a integração de eventos que resultam na síntese proteica e em adaptações teciduais (KJAER, 2004). Além disso, outros dois mecanismos associados ao TR, o dano muscular e o estresse metabólico, são potencialmente responsáveis por gerar adaptações no sistema neuromuscular, resultando em rupturas localizadas nas estruturas das células musculares, alterações no ambiente hormonal e edema (SCHOENFELD, 2010). O método da BIA é baseado na teoria de que o corpo humano é um circuito formado por resistores, representados pelos fluídos corporais e seus eletrólitos, enquanto as membranas celulares e as interfaces dos tecidos atuam como capacitores (LUKASKI et al., 2019). Alterações no volume e na composição dos fluídos corporais, na quantidade de eletrólitos e/ou na estrutura celular, associadas ao TR, parecem influenciar as respostas na R, Xc e AnF.

O tecido muscular é composto basicamente por água e eletrólitos e é um bom condutor elétrico, enquanto a membrana celular, a gordura corporal e os ossos, são compostos por materiais anidros com condutibilidade reduzida (LUKASKI et al., 2019). No presente estudo, 5 dos 6 ECRs incluídos na metanálise apresentaram redução entre - 1,3% a 7% da gordura corporal total (CAMPA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2018; RIBEIRO; SCHOENFELD; et al., 2017a; SOUZA et al., 2016; TOMELERI et al., 2018), 5 dos 6 apresentaram incrementos na AIC entre +3,1% a +12,4% (CUNHA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2018; RIBEIRO; SCHOENFELD; et al., 2017a; SOUZA et

al., 2016; TOMELERI et al., 2018) e 4 dos 6 apresentaram incrementos entre 1,3% a 6,6% nas medidas referentes ao tecido muscular (RIBEIRO et al., 2018; RIBEIRO; SCHOENFELD; et al., 2017a; SOUZA et al., 2016; TOMELERI et al., 2018). Considerando que a R depende diretamente da hidratação dos tecidos e é inversamente associada ao conteúdo dos fluídos (KYLE et al., 2004), a redução em favor do grupo TR, pode ser resultado, tanto dos aumentos da hidratação intracelular e do tecido muscular, quanto da redução da gordura corporal, ou ainda, uma combinação dessas alterações.

Por outro lado, os resultados referentes a X_c , mostram incrementos significantes em favor do grupo TR (+ 3,53 Ω), que podem ser justificados pelo aumento na AIC, como mencionado anteriormente. Aumentos da AIC já foram positivamente relacionados com incrementos na X_c (LUKASKI et al., 2019; WARD, 2019). Uma possível explicação para essas adaptações está no inchaço das fibras musculares, popularmente denominado “pump”, que pode ser agudo, devido ao acúmulo de metabólitos na região exercitada, ou com duração um pouco maior, devido ao dano muscular induzido pelo exercício (SCHOENFELD, 2013; WACKERHAGE et al., 2019). O inchaço celular atua como um regulador da função celular, por meio do estímulo ao acúmulo de proteínas e reforço das estruturas, especialmente da membrana celular, tanto pela síntese proteica, quanto pela redução da degradação proteica (GRANT et al., 2000; MILLAR et al., 1997; WACKERHAGE et al., 2019).

A combinação das modificações nos parâmetros R e X_c , resultaram em aumentos no AnF de aproximadamente +0,39° em favor do grupo TR. O AnF é correlacionado inversamente com a R e positivamente com a X_c (LUKASKI et al., 2019) e apesar da prática de exercícios físicos afetar negativamente a membrana celular em um primeiro momento, uma supercompensação ocorre em seguida e o

efeito negativo agudo é contrabalanceado por uma reparação e aperfeiçoamento dessa estrutura (BOPPART; MAHMASSANI, 2019). A relação do AnF com atividade física e com a aptidão física já foi analisada anteriormente e os resultados mostraram que as pessoas fisicamente ativas e/ou atletas, apresentaram valores superiores em relação aos seus pares não-ativos e não-atletas (DI VINCENZO; MARRA, 2019; MUNDSTOCK et al., 2019).

Além das adaptações morfológicas associadas ao TR, melhoras em biomarcadores inflamatórios e de estresse oxidativo foram relatadas em um dos ECRs incluídos na presente metanálise (TOMELERI et al., 2018), bem como, incrementos na qualidade muscular (CUNHA et al., 2018). Apesar dos resultados serem promissores, um maior número de estudos é necessário para determinar a eficácia do TR para essas variáveis.

Apenas ECRs foram incluídos nessa revisão, o que possibilitou a metanálise das evidências com o mais alto grau de qualidade disponíveis na literatura. Isso foi possível devido a elaboração do protocolo de pesquisa, a partir de recomendações sólidas de condução, possibilitando a determinação de critérios de elegibilidade adequados e estratégias de busca consistentes. Também, o uso de instrumentos validados para a análise da qualidade geral das evidências, por meio de duas ferramentas distintas, tornou possível a definição de recomendações clínicas quanto a eficácia do TR em induzir adaptações nos parâmetros da BIA.

Uma limitação desse estudo foi a inviabilidade da análise do risco de viés por meio do gráfico de funil, devido a inclusão de menos de 10 estudos na metanálise. Outra limitação foi a inclusão de apenas amostras de idosos do sexo feminino, uma vez que não se encontra na literatura dados suficientes sobre idosos do sexo

masculino. Diante disso, os resultados aqui verificados não devem ser extrapolados para outras populações, como jovens, adultos e até mesmo idosos do sexo masculino.

CONCLUSÃO

A BIA é um método de medida da CC e estado nutricional amplamente utilizado em diferentes populações e situações. Os parâmetros brutos da BIA (R e X_c) e o AnF têm sido associados com uma gama de desfechos em saúde, demonstrando seu potencial clínico. Nossos resultados contribuem para a tomada de decisão quanto ao uso clínico dos parâmetros da BIA no acompanhamento das adaptações associadas ao TR. O TR mostrou ser eficaz em aumentar a X_c , reduzir a R e a combinação dessas alterações resulta em aumentos do AnF em idosas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos autores correspondentes dos estudos incluídos nessa revisão e metanálise pelo fornecimento dos dados.

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Os autores LAC, LAG e LS contribuíram para o desenho, procura, triagem e extração de dados dos estudos. LAC, LAG, FC, JPN, IRL, LS, DC, ESC e VFM contribuíram para a análise, discussão e preparação do manuscrito.

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE E FONTES DE FINANCIAMENTO

Nenhum conflito de interesse declarado. Nenhuma fonte de financiamento foi utilizada.

Tabela 1 – Características gerais dos estudos selecionados para a metanálise.

Primeiro Autor, Ano	País	Características da População	Tamanho da Amostra	Idade em anos (Media $\pm$ DP)	Tipo de Intervenção	Duração da intervenção, frequência semanal	Protocolo de TR utilizado, séries x repetições	Alterações significantes nos marcadores de BIA após intervenção
Tomeleri CM, 2018	Brasil	Mulheres Idosas	51	70.6 $\pm$ 5.1	TR	12 Semanas, 3x	8 Exercícios 3x10-15	$\uparrow$ AnF = + 7.4% $\downarrow$ R = N.I $\uparrow$ Xc = N. I
Cunha PM, 2018	Brasil	Mulheres Idosas	62	68.6 $\pm$ 5.0	TR com diferentes volumes	12 Semanas, 3x	8 Exercícios 1x10-15 3x10-15	$\uparrow$ AnF (G1S = + 4.81%; G3S = + 7.54%) $\downarrow$ R (G1S = - 4.94%; G3S = - 5.33%) $\uparrow$ Xc (G1S = + 6.09%; G3S = + 6.79%)
Campa F, 2018	Itália	Mulheres Idosas	30	66.1 $\pm$ 4.7	Treinamento em suspensão (TRX)	12 Semanas, 2x	6 Exercícios 4x12	$\uparrow$ AnF = + 7.2 % $\downarrow$ R = - 3.2 % $\uparrow$ Xc = + 7.1 %
Ribeiro AS, 2018	Brasil	Mulheres Idosas e Obesas	33	68.1 $\pm$ 5.7	TR	8 Semanas, 3x	8 Exercícios 3x10-12	$\uparrow$ AnF = + 3.4% $\downarrow$ R = - 4.6%
Ribeiro AS, 2017a	Brasil	Mulheres Idosas	76	68.5 $\pm$ 5.7	TR com diferentes cargas	12 Semanas, 3x	8 Exercícios 3x8-12 3x12-10-8	$\uparrow$ AnF (GCC = + 2.9%; GCP = + 4.1%) $\downarrow$ R (GCC = - 3.7%; GCP = - 2.6%) $\uparrow$ Xc (GCC = + 3.4%; GCP = + 7.4%)
Souza MF, 2016	Brasil	Mulheres Idosas	41	67.2 $\pm$ 4.5	TR	12 Semanas, 3x	8 Exercícios 3x10-15	$\uparrow$ AnF = + 6.5% $\downarrow$ R = - 3.2%

Notas: DP = Desvio Padrão; TR = Treinamento resistido; TRX = Treinamento em suspensão; N.I = Não informado; GCC = Grupo com carga constante; GCP = Grupo com carga piramidal; G1S = Grupo com uma série por exercício; G3S = Grupo com três series por exercício; AnF = Ângulo de Fase; Xc = Reatância; R = Resistencia; BIA = Impedância bioelétrica.

Tabela 2 – Alterações nos valores dos marcadores de BIA dos estudos selecionados para a metanálise.

Primeiro Autor, Ano	Grupo (n)	AnF – Pré (Média ± DP)	AnF – Pós	EF AnF	R – Pré (Média ± DP)	R – Pós	EF R	Xc – Pré (Média ± DP)	Xc – Pós	EF Xc
Tomeleri CM, 2018	GT (24)	5.4 ± 0.6	5.8 ± 0.7*§	+ 0.61	560.3 ± 56.1	547.1 ± 56.7*§	- 0.23	53.3 ± 7.9	55.9 ± 8.7*	- 0.18
	GC (22)	5.6 ± 0.5	5.4 ± 0.5*	- 0.40	579.8 ± 71.5	584.1 ± 70.3	+ 0.06	57.0 ± 9.8	55.4 ± 8.3	
Cunha PM, 2018	G1S (20)	5.87 ± 0.59	6.12 ± 0.49*§	+ 0.45	552.65 ± 51.77	528.10 ± 45.60*§	- 0.50	56.32 ± 5.32	59.49 ± 4.51*§	+ 0.64
	G3S (20)	5.50 ± 0.58	5.90 ± 0.61*§	+ 0.73	603.54 ± 59.89	570.93 ± 58.57*§	- 0.55	58.07 ± 7.59	61.88 ± 8.45*§	+ 0.48
	GC (22)	5.67 ± 0.60	5.36 ± 0.51*	- 0.56	589.06 ± 74.34	594.61 ± 71.12	+ 0.08	58.67 ± 10.10	55.89 ± 8.61	- 0.33
Campa F, 2018	GTS (15)	5.6 ± 0.4	5.9 ± 0.5*	+ 1.26	555.2 ± 46.9	540.2 ± 49.2*	- 0.94	53.6 ± 4.1	57.1 ± 4.5*	+ 1.41
	GC (15)	5.6 ± 0.4	5.5 ± 0.5		536.2 ± 46.7	540.7 ± 46.2		52.3 ± 7.9	51.2 ± 7.2	
Ribeiro AS, 2018	GT (18)	5.59 ± 0.51	5.78 ± 0.63*§	+ 0.55	570.5 ± 43.7	544.4 ± 51.6*§	- 0.68	54.1 ± 5.2	55.9 ± 5.9	- 0.39
	GC (15)	5.52 ± 0.47	5.44 ± 0.44		558.8 ± 69.9	571.5 ± 70.8		53.4 ± 8.7	52.5 ± 8.9	
Ribeiro AS, 2017^a	GCC (25)	5.60 ± 0.49	5.76 ± 0.59*§	+ 0.30	586.5 ± 65.2	564.9 ± 74.2*§	- 0.31	55.6 ± 6.2	57.5 ± 7.6*§	+ 0.28
	GCP (26)	5.41 ± 0.65	5.63 ± 0.61*§	+ 0.35	574.7 ± 59.5	559.8 ± 60.4*§	- 0.25	53.9 ± 7.7	57.9 ± 8.4*§	+ 0.50
	GC (26)	5.56 ± 0.50	5.48 ± 0.46	- 0.17	580.5 ± 80.9	587.0 ± 79.2	+ 0.08	55.7 ± 9.1	54.6 ± 8.0	- 0.13
Souza MF, 2016	GT (19)	5.53 ± 0.53	5.89 ± 0.63*	+ 0.91	591.2 ± 75.0	572.1 ± 69.2*	- 0.32	57.2 ± 8.2	58.8 ± 9.5	+ 0.31
	GC (22)	5.62 ± 0.55	5.49 ± 0.60		585.2 ± 74.2	590.3 ± 74.3		57.6 ± 9.5	56.5 ± 8.3	

Notas: * = $p < 0.05$ vs. pré-treinamento; § = $p < 0.05$ vs. grupo controle; n = Número amostral; GC = Grupo controle; GT = Grupo treino; GCC = Grupo com carga constante; GCP = Grupo com carga piramidal; G1S = Grupo com uma série por exercício; G3S = Grupo com três séries por exercício; GTS = Grupo treino em suspensão; G2X = Grupo com frequência semanal de dois treinos; G3X = Grupo com frequência semanal de três treinos; AnF = Ângulo de Fase, expresso em graus; Xc = Reatância, expresso em ohms por metro; R = Resistência, expresso em ohms por metro; EF = Tamanho de efeito (*Effect Size*); DP = Desvio Padrão.

REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, Mar 2009.

ARMSTRONG, L. E. et al. Bioimpedance spectroscopy technique: intra-, extracellular, and total body water. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 29, n. 12, p. 1657-63, Dec 1997.

BOPPART, M. D.; MAHMASSANI, Z. S. Integrin signaling: linking mechanical stimulation to skeletal muscle hypertrophy. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 317, n. 4, p. C629-c641, Oct 1 2019.

CAMPA, F.; SILVA, A. M.; TOSELLI, S. Changes in Phase Angle and Handgrip Strength Induced by Suspension Training in Older Women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p. 442-449, Jun 2018.

CIOLAC, E. G.; RODRIGUES-DA-SILVA, J. M. Resistance Training as a Tool for Preventing and Treating Musculoskeletal Disorders. **Sports Medicine**, Feb 25 2016.

CUNHA, P. M. et al. Improvement of cellular health indicators and muscle quality in older women with different resistance training volumes. **Journal of Sports Sciences**, p. 1-6, May 23 2018.

DI VINCENZO, Olivia; MARRA, Maurizio; SCALFI, Luca. Bioelectrical impedance phase angle in sport: A systematic review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2019.

DOS SANTOS, L. et al. Changes in phase angle and body composition induced by resistance training in older women. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, pages1408–1413, 2016.

FRAGALA, M. S. et al. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019-2052, Aug 2019.

FUKUDA, D. H. et al. Effects of resistance training on classic and specific bioelectrical impedance vector analysis in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 74, p. 9-12, Feb 2016.

GRANT, A. C. et al. Regulation of protein synthesis in lactating rat mammary tissue by cell volume. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1475, n. 1, p. 39-46, Jun 1 2000.

GUYATT, G. et al. GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 64, n. 4, p. 383-94, Apr 2011.

HUNTER, G. R.; MCCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Medicine**, v. 34, n. 5, p. 329-48, 2004.

KJAER, M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. **Physiological Reviews**, v. 84, n. 2, p. 649-98, Apr 2004.

KYLE, U. G. et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 1226-43, Oct 2004.

LUKASKI, H. C. Evolution of bioimpedance: a circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67 Suppl 1, p. S2-9, Jan 2013.

LUKASKI, H. C. et al. Classification of Hydration in Clinical Conditions: Indirect and Direct Approaches Using Bioimpedance. **Nutrients**, v. 11, n. 4, Apr 10 2019.

MAHER, C. G. et al. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. **Physical Therapy**, v. 83, n. 8, p. 713-721, 2003.

MATTHIE, J. R. Bioimpedance measurements of human body composition: critical analysis and outlook. **Expert Review of Medical Devices**, v. 5, n. 2, p. 239-61, Mar 2008.

MATTIELLO, R. et al. Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. **Clinical Nutrition**, Jul 29 2019.

MILLAR, I. D. et al. Mammary protein synthesis is acutely regulated by the cellular hydration state. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 230, n. 2, p. 351-5, Jan 13 1997.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1, Jan 1 2015.

MOON, J. R. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67 Suppl 1, p. S54-9, Jan 2013.

MUNDSTOCK, E. et al. Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition**, v. 38, n. 4, p. 1504-1510, Aug 2019.

NUNES, J. P. et al. Improvements in Phase Angle Are Related With Muscle Quality Index After Resistance Training in Older Women. **Journal of Aging and Physical Activity**, p. 1-6, Feb 26 2019.

RIBEIRO, A. S. et al. Hypertrophy-type Resistance Training Improves Phase Angle in Young Adult Men and Women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 35-40, Jan 2016.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, p. 1-9, Apr 10 2017a.

RIBEIRO, Alex S. et al. Effects of single set resistance training with different frequencies on a cellular health indicator in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 26, n. 4, p. 537-543, 2017b.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance Training Improves a Cellular Health Parameter in Obese Older Women: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Sep 28 2018.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857-72, Oct 2010.

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179-94, Mar 2013.

SOUZA, M. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 2016.

TOMELERI, C. M. et al. Phase Angle Is Moderately Associated With Muscle Quality and Functional Capacity, Independent of Age and Body Composition in Older Women. **The Journal of Geriatric Physical Therapy**, Nov 28 2017.

TOMELERI, C. M. et al. Correlations between resistance training-induced changes on phase angle and biochemical markers in older women. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Jun 1 2018.

WACKERHAGE, H. et al. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 126, n. 1, p. 30-43, Jan 1 2019.

WARD, L. C. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 2, p. 194-199, Feb 2019.

YAMADA, M. et al. Phase Angle Is a Useful indicator for Muscle Function in Older Adults. **Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 23, n. 3, p. 251-255, 2019.

Apêndice 1 – Checklist PRISMA

Seção/tópico	N.	Item do <i>checklist</i>	Relatado na página nº
TÍTULO			
Título	1	Identifique o artigo como uma revisão sistemática, metanálise ou ambos.	1
RESUMO			
Resumo estruturado	2	Apresente um resumo estruturado incluindo, se aplicável: referencial teórico; objetivos; fonte de dados; critérios de elegibilidade; participantes e intervenções; avaliação do estudo e síntese dos métodos; resultados; limitações; conclusões e implicações dos achados principais; número de registro da revisão sistemática.	2
INTRODUÇÃO			
Racional	3	Descreva a justificativa da revisão no contexto do que já é conhecido.	4-5
Objetivos	4	Apresente uma afirmação explícita sobre as questões abordadas com referência a participantes, intervenções, comparações, resultados e desenho de estudo (PICOS).	6
MÉTODOS			
Protocolo e registro	5	Indique se existe um protocolo de revisão, se e onde pode ser acessado (ex. endereço eletrônico), e, se disponível, forneça informações sobre o registro da revisão, incluindo o número de registro.	6
Crítérios de elegibilidade	6	Especifique características do estudo (ex. PICOS, extensão do seguimento) e características dos relatos (ex. anos considerados, idioma, se é publicado) usadas como critérios de elegibilidade, apresentando justificativa.	7
Fontes de informação	7	Descreva todas as fontes de informação na busca (ex. base de dados com datas de cobertura, contato com autores para identificação de estudos adicionais) e data da última busca.	7
Busca	8	Apresente a estratégia completa de busca eletrônica para pelo menos uma base de dados, incluindo os limites utilizados, de forma que possa ser repetida.	8
Seleção dos estudos	9	Apresente o processo de seleção dos estudos (isto é, busca, elegibilidade, os incluídos na revisão sistemática, e, se aplicável, os incluídos na metanálise).	8
Processo de coleta de dados	10	Descreva o método de extração de dados dos artigos (ex. formas para piloto, independente, em duplicata) e todos os processos para obtenção e confirmação de dados dos pesquisadores.	9

Seção/tópico	N.	Item do <i>checklist</i>	Relatado na página nº
Lista dos dados	11	Liste e defina todas as variáveis obtidas dos dados (ex. PICOS, fontes de financiamento) e quaisquer referências ou simplificações realizadas.	7-8
Risco de viés em cada estudo	12	Descreva os métodos usados para avaliar o risco de viés em cada estudo (incluindo a especificação se foi feito durante o estudo ou no nível de resultados), e como esta informação foi usada na análise de dados.	8
Medidas de sumarização	13	Defina as principais medidas de sumarização dos resultados (ex. risco relativo, diferença média).	9
Síntese dos resultados	14	Descreva os métodos de análise dos dados e combinação de resultados dos estudos, se realizados, incluindo medidas de consistência (por exemplo, I^2) para cada metanálise.	10-11
Risco de viés entre estudos	15	Especifique qualquer avaliação do risco de viés que possa influenciar a evidência cumulativa (ex. viés de publicação, relato seletivo nos estudos).	8
Análises adicionais	16	Descreva métodos de análise adicional (ex. análise de sensibilidade ou análise de subgrupos, metarregressão), se realizados, indicando quais foram pré-especificados.	10
RESULTADOS			
Seleção de estudos	17	Apresente números dos estudos rastreados, avaliados para elegibilidade e incluídos na revisão, razões para exclusão em cada estágio, preferencialmente por meio de gráfico de fluxo.	10
Características dos estudos	18	Para cada estudo, apresente características para extração dos dados (ex. tamanho do estudo, PICOS, período de acompanhamento) e apresente as citações.	13,18-19
Risco de viés em cada estudo	19	Apresente dados sobre o risco de viés em cada estudo e, se disponível, alguma avaliação em resultados (ver item 12).	8-10
Resultados de estudos individuais	20	Para todos os resultados considerados (benefícios ou riscos), apresente para cada estudo: (a) sumário simples de dados para cada grupo de intervenção e (b) efeitos estimados e intervalos de confiança, preferencialmente por meio de gráficos de floresta.	10-12
Síntese dos resultados	21	Apresente resultados para cada metanálise feita, incluindo intervalos de confiança e medidas de consistência.	11-12
Risco de viés entre estudos	22	Apresente resultados da avaliação de risco de viés entre os estudos (ver item 15).	8
Análises adicionais	23	Apresente resultados de análises adicionais, se realizadas (ex. análise de sensibilidade ou subgrupos, metarregressão [ver item 16]).	11-12,18-19

Seção/tópico	N.	Item do <i>checklist</i>	Relatado na página nº
DISCUSSÃO			
Sumário da evidência	24	Sumarize os resultados principais, incluindo a força de evidência para cada resultado; considere sua relevância para grupos-chave (ex. profissionais da saúde, usuários e formuladores de políticas).	13-16
Limitações	25	Discuta limitações no nível dos estudos e dos desfechos (ex. risco de viés) e no nível da revisão (ex. obtenção incompleta de pesquisas identificadas, viés de relato).	16
Conclusões	26	Apresente a interpretação geral dos resultados no contexto de outras evidências e implicações para futuras pesquisas.	16
FINANCIAMENTO			
Financiamento	27	Descreva fontes de financiamento para a revisão sistemática e outros suportes (ex.: suprimento de dados), papel dos financiadores na revisão sistemática.	17

Apêndice 2 – Estratégia de Busca Completa

MEDLINE		
ESTRATÉGIA		NUMERO DE ARTIGOS
#1	(Exercises [tiab] OR Physical Exercise [tiab] OR Exercise Program [tiab] OR Physical Exercises [tiab] OR Exercise Isometric [tiab] OR Isometric Exercises [tiab] OR Isometric Exercise [tiab] OR Warm Up Exercise [tiab] OR Aerobic Exercises [tiab] OR Aerobic Exercise [tiab] OR Exercise Aerobic [tiab] OR Exercise Therapies [tiab] OR Pilates Training [tiab] OR Strength Training [tiab] OR Strengthening Programs [tiab] OR Weight Lifting OR Weight Bearing Strengthening Program [tiab] OR Weight Bearing Exercise Program [tiab] OR Training Resistance [tiab] OR Strength Training [tiab] OR Weight Lifting [tiab] OR Strengthening Program [tiab] OR Weight Bearing [tiab] OR Physical activity[tiab] OR Sport[tiab] OR Exercise Therapy[Mesh] OR Exercise Movement Techniques[Mesh] OR Resistance Training[Mesh] OR Muscle Stretching Exercises[Mesh] OR Exercise[Mesh] OR Physical Education and Training[Mesh] OR Running[Mesh] OR walking[Mesh])	464,839
#2	(electrical impedance[MeSH Terms]) OR (Impedance[Title/Abstract]) OR (Ohmic Resistance[Title/Abstract]) OR (Ohmic Resistances[Title/Abstract]) OR (Ohmic Reactance[Title/Abstract]) OR (Ohmic Reactances[Title/Abstract]) OR (Bioelectrical Impedance[Title/Abstract]) OR (Bioelectric Impedance[Title/Abstract]) OR (Electric Resistance[Title/Abstract]) OR (Electric Reactance[Title/Abstract]) OR (Electrical Resistance[Title/Abstract]) OR (Electrical Reactance[Title/Abstract]) OR (Phase Angle[Title/Abstract]) OR (PhA[Title/Abstract])	78,519
#3	("comment"[Publication Type] OR "editorial"[Publication Type] OR "review"[Publication Type] OR systematic[sb] OR "meta-analysis"[Publication type] OR "systematic review"[tiab] OR "systematic literature review"[tiab] OR	4,032,170
	metaanalysis[tiab] OR "meta analysis"[tiab] OR metanalyses[tiab] OR "meta analyses"[tiab] OR "pooled analysis"[tiab] OR "pooled analyses"[tiab] OR "pooled data"[tiab])	
#4	#1 AND #2 NOT #3	1,905
EMBASE		
#1	'exercise':ab,ti OR 'physical exercise':ab,ti OR 'exercise program':ab,ti OR 'physical exercises':ab,ti OR 'exercise isometric':ab,ti OR 'isometric exercises':ab,ti OR 'isometric exercise':ab,ti OR 'warm up exercise':ab,ti OR 'aerobic exercises':ab,ti OR 'aerobic exercise':ab,ti OR 'exercise aerobic':ab,ti OR 'exercise therapies':ab,ti OR 'pilates training':ab,ti OR 'strengthening programs':ab,ti OR 'weight bearing strengthening program':ab,ti OR 'weight bearing exercise program':ab,ti OR 'training resistance':ab,ti OR 'strength training':ab,ti OR 'weight lifting':ab,ti OR 'strengthening program':ab,ti OR 'weight bearing':ab,ti OR 'physical activity':ab,ti OR 'sport':ab,ti OR 'exercise therapy'/exp OR 'exercise movement techniques'/exp OR 'resistance training'/exp OR 'stretching exercise'/exp OR 'stretching exercise' OR 'exercise'/exp OR exercise OR 'running'/exp OR running OR 'walking'/exp	818,279
#2		
#3	#1 AND #2	
SCOPUS (17/10/18)		
#1	(TITLE-ABS (exercis*)) OR TITLE-ABS (physical AND exercise) OR title- ABS (exercise AND program) OR TITLE-ABS (physical AND exercises) OR TITLE-ABS (exercise AND isometric) OR TITLE-ABS (isometric AND exercises) OR TITLE-ABS (isometric AND exercise) OR TITLE-ABS (warm AND up AND exercise) OR TITLE-ABS (aerobic AND exercises) OR TITLE-ABS (aerobic AND exercise) OR TITLE-ABS (exercise AND aerobic) OR TITLE-ABS (exercise AND therapies) OR TITLE-ABS (pilates AND training) OR TITLE-ABS (strength AND training) OR TITLE-ABS (strengthening AND programs) OR TITLE-ABS (weight AND lifting) OR TITLE-ABS (weight AND bearing AND strengthening AND program) OR TITLE-	98.863
	ABS (weight AND bearing AND exercise AND program) OR title- ABS (training AND resistance) OR TITLE-ABS (strength AND training) OR TITLE-ABS (weight AND lifting) OR TITLE-ABS (strengthening AND program) OR TITLE-ABS (weight AND bearing) OR TITLE-ABS (physical AND activity) OR TITLE-ABS (sport*) OR TITLE-ABS (exercise AND therapy) OR TITLE-ABS (exercise AND movement AND techniques) OR TITLE-ABS (resistance AND training) OR title- ABS (muscle AND stretching AND exercises) OR TITLE-ABS (exercise) OR TITLE-ABS (physical AND education AND training)	
#2		
#3		
SCIELO		
#1	(Exercício Físico) OR (Atividade Física) OR (Programa de Exercício) OR (Exercício de Força) OR (Treinamento com Pesos) OR (Levantamento de Pesos) OR (Exercício Isométrico) OR (Treinamento de Resistência) OR (Treinamento resistido) OR (Treinamento de Força) OR (Musculação)	6.514
#2	(Impedância bioelétrica) OR (Impedância Elétrica) OR (Bioimpedância)	475
#3	#1 AND #2	116

2.2 Artigo 2 (Artigo Original)

EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE OS VETORES DE IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA EM MULHERES DESTREINADAS

COLOGNESI, L. A et al. Efeito do Treinamento Resistido Sobre os Vetores de Impedância Bioelétrica em Mulheres Destreinadas.

Artigo científico original.

O artigo está formatado de acordo com as normas da ABNT, aguardando pela escolha da revista que se pretende submetê-lo.

RESUMO

Contexto & Objetivo: Parâmetros de impedância bioelétrica (BIA), tais como resistência (R), reatância (X_c) e ângulo de fase (AnF), bem como de força muscular (FM), podem ser diretamente impactados pela prática de treinamento resistido (TR). A análise vetorial de BIA específica (BIVA.sp) tem se mostrado superior em observar essas modificações. O objetivo do estudo foi analisar e comparar o efeito de um programa de TR de doze semanas de duração sobre os parâmetros de FM e os vetores da BIVA.sp em mulheres jovens adultas e idosas.

Métodos: Nove mulheres jovens e dez mulheres idosas, voluntárias, foram selecionadas mediante entrevista e anamnese clínica. As participantes foram submetidas a um programa de TR periodizado linearmente com 12 semanas de duração, e foram avaliadas em momento pré e pós período de TR por meio da BIA, para obtenção dos valores de R, X_c e AnF , e dinamometria eletrônica, buscando coletar os valores de FM isométrica de preensão manual (FPM), extensão de tronco (FTR), membros superiores (FMS) e inferiores (FMI), e força total (FT). Medidas antropométricas da circunferência de braço, panturrilha e cintura, foram também coletadas, para o cálculo da BIVA.sp, assim como valores de peso, estatura e índice de massa corporal. Elipses de confiança foram produzidas para comparação entre grupos e momentos. Possíveis correlações entre as variáveis de BIA e FM foram também analisadas.

Resultados: Em comparação as idosas, as mulheres jovens, em momento inicial, apresentaram maiores valores de X_c (59,78 contra 43,70, em ohms) e AnF (5,33 contra 4,07, em graus), também de FMI (30,74 contra 22,19, em kg.f). Após o período de TR, as jovens apresentaram redução em R ($\Delta\%$ -10,70 $\pm$ 5,74) e aumento de FMI ($\Delta\%$ 26,39 $\pm$ 31,53) e FT ($\Delta\%$ 21,76 $\pm$ 27,91). As idosas também tiveram redução em R ($\Delta\%$ -9,92 $\pm$ 2,87), porém observou-se diminuição em FPM ($\Delta\%$ -16,59 $\pm$ 10,27) e FMS ($\Delta\%$ -10,8 $\pm$ 10,16). Na comparação entre os grupos, ao longo das semanas de TR, diferenças estatisticamente significantes foram percebidas para variáveis de FM (exceto FTR) e FT. Através da BIVA.sp, por meio de elipses de confiança, verificou-se que as mulheres jovens expuseram, inicialmente, valores clinicamente superiores AnF e $X_c.sp$, porém não significantes. Nas comparações entre momentos e correlações entre as variáveis de BIA e FM não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes.

Conclusão: O programa de TR em pessoas jovens e idosas promoveu redução nos valores de R, indicando possível redução de MG e/ou aumento de MLG, especialmente de massa musculoesquelética. Adicionalmente, as reduções percebidas na R aumentaram os valores de AnF, embora não de modo estatisticamente significante, mas clinicamente relevante.

Palavras-chave: Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica Específica, Ângulo de Fase, Treinamento de Força, Resistência Elétrica, Reatância Elétrica, Biomarcadores.

ABSTRACT

Background & Aim: Bioelectrical impedance (BIA) parameters, such as resistance (R), reactance (Xc) and phase angle (PA), as well as muscle strength (MS), can be directly impacted by resistance training (RT). The specific bioelectrical impedance vector analysis (BIVA.sp) has been shown to be superior in measuring these changes. The aim of the study was to analyze and compare the effect of a twelve-week RT program on FM parameters and BIVA.sp vectors in young adult and elderly women.

Methods: Nine young women and ten elderly women, volunteers, were selected through interview and clinical anamnesis. The subjects were submitted to a 12-week linear periodized RT program, where they were evaluated before and after the RT period using BIA, to obtain the values of R, Xc and PA, and through electronic dynamometry, seeking to collect the values of isometric MS of handgrip (HGS), trunk extension (TRS), upper (ULS) and lower limbs (LLS), and total strength (TS). Anthropometric measurements of arm, calf and waist circumference were also collected to calculate BIVA.sp, as well as body weight, height and body mass index values. Confidence ellipses were produced for comparison between groups and moments. Possible correlations between BIA and MS variables were also assessed.

Results: In comparison to the elderly, young women, at an initial moment, had higher values of Xc (59.78 against 43.70, in ohms) and PA (5.33 against 4.07, in degrees), also of LLS (30,74 against 22.19, in kg.f). After the RT period, young women showed a reduction in R ($\Delta\%$ -10.70 ± 5.74) and an increase in LLS ($\Delta\%$ 26.39 ± 31.53) and TS ($\Delta\%$ 21.76 ± 27.91). The elderly women also had a reduction in R ($\Delta\%$ -9.92 ± 2.87), but a decrease was observed in HGS ($\Delta\%$ -16.59 ± 10.27) and ULS ($\Delta\%$ -10.8 ± 10.16). In the comparison between the groups, over the weeks of TR, statistically significant differences were noticed for variables of MS (except TRS) and TS. Through BIVA.sp, with the use of confidence ellipses, it was found that young women initially exhibited clinically higher values of PA and Xc.sp, although not significant. In the comparisons between moments and correlations between BIA and MS variables, no statistical significance was found.

Conclusion: The RT program in young and elderly people promoted a reduction in R values, indicating a possible reduction in fat mass and/or an increase in fat free mass, especially in musculoskeletal mass. Additionally, the perceived reductions in R increased the values of PA, although not statistically significant, but clinically relevant.

Keywords: Specific Bioelectrical Impedance Vector Analysis, Phase Angle, Strength Training, Electrical Resistance, Electrical Reactance, Biomarkers.

INTRODUÇÃO

Diversas técnicas de análise da composição corporal (CC) vêm sendo utilizadas com o intuito de observar as alterações nos tecidos corpóreos em função da prática de exercícios físicos, principalmente no que diz respeito aos tecidos gordos e magros. Dentre estas, a impedância bioelétrica, também conhecida como bioimpedância ou simplesmente BIA, tem se destacado, em vista de sua alta relação de custo-benefício, uma vez que a mesma apresenta alta validade, mesmo com um custo relativamente baixo em comparação a outros meios mais tecnológicos, em estimar massa livre de gordura (MLG) e massa gorda (MG) (EICKEMBERG et al., 2011).

Nesse método, uma corrente elétrica alternada de baixa frequência é dissipada através do corpo, por meio de eletrodos posicionados sobre a pele. Com isso obtém-se os dois componentes de impedância corporal: a resistência (R) e a reatância (X_c) (BARBOSA-SILVA et al., 2005). Esses dois vetores estão associados a condutividade da corrente elétrica pelo corpo, dado que R indica a dificuldade de translocação dessa corrente pelos tecidos, relacionando-se inversamente à água corporal total (ACT) e MLG, e X_c sinaliza a capacidade de retenção de eletricidade pelas membranas celulares, correlacionando-se positivamente com a massa celular (KYLE et al., 2004).

Outro marcador de saúde celular obtido através da BIA, calculado por meio da relação arco tangencial de X_c e R (BAUMGARTNER, CHUMLEA e ROCHE, 1988), é o ângulo de fase (AnF), que reflete a integridade celular e celularidade, já tendo sido utilizado como indicador de prognóstico clínico em um amplo leque de estudos (NORMAN et al., 2015). Valores elevados de AnF retratam maior integridade da membrana celular e melhor disposição de fluidos intracelulares. O AnF é, portanto, positivamente correlacionado a X_c , e inversamente correlacionado a R (MATTIELLO et al., 2019).

Todavia, a BIA em sua forma convencional utiliza-se destes biomarcadores e outras variáveis conjuntamente com modelos de regressão baseados em equações preditivas objetivando estimar MLG e ACT, algo que traz consigo erros notáveis, em virtude das variações entre aparelhos e populações. Estes erros são ainda mais predominantes em indivíduos com características demasiadamente distintas da amostra do modelo de validação, principalmente em caso de existência de grande diferença na hidratação corporal entre estes (CHUMLEA e GUO, 1994).

A fim de amenizar os erros e inconsistências apresentados pela BIA, a análise vetorial de impedância bioelétrica (BIVA) tem sido aconselhada (NORMAN et al., 2012). A BIVA compara os vetores bioelétricos, normalizados pela estatura, com valores de referência padrão, dessa forma, eliminando o efeito do comprimento do condutor. Tal ajuste permite a avaliação da massa celular e ACT sem a necessidade de cálculos preditivos (PICCOLI, 1994).

A partir dessa proposta, surge a análise vetorial de impedância bioelétrica específica (BIVA.sp), com o intuito de aperfeiçoar o método clássico (MARINI et al., 2012). Nessa, os comprimentos dos condutores são normalizados, não somente pela estatura, mas também pelas circunferências de braço, cintura e panturrilha, considerando o corpo humano como sendo composto por cinco cilindros, em contrapartida ao modelo clássico que o tratava como um único cilindro. Com isso, valores de AnF, R e Xc podem ser obtidos com maior exatidão e, consequentemente, uma análise vetorial e celular pode ser exercida (MEREU et al., 2016; BUFFA et al., 2014 e 2017).

Assim, o uso da BIVA.sp para averiguação do estado nutricional e de saúde celular de diferentes populações, com diversas condições clínicas, tem se tornado mais recorrente (BUFFA et al., 2017; MEREU et al., 2018), principalmente em estudos que investigam a CC (SARAGAT et al., 2014; IBANEZ et al., 2015; BONACCORSI et al., 2016). Diante disso, alguns poucos estudos utilizaram-se desse método na verificação das alterações nos vetores bioelétricos em decorrência da execução do treinamento resistido (TR) (FUKUDA, et al., 2016; CAMPA, SILVA e TOSELLI, 2018), em razão da alta capacidade apresentada pelo TR em induzir mudanças na CC, e também, nos níveis de força muscular de seus praticantes (FRAGALA et al., 2019).

Entretanto, dados a respeito da influência do TR nos parâmetros de BIVA, sobretudo o modelo específico, ainda são escassos, além do mais, no que diz respeito a sua aplicação em indivíduos de jovens adultos, visto que grande maioria dos estudos nesta área parecem frisar-se em populações idosas. Portanto, objetivo do presente estudo foi analisar e comparar o efeito de um programa de TR de doze semanas de duração sobre os parâmetros de FM e os vetores da BIVA.sp em mulheres jovens adultas e idosas. Baseado nas informações já mencionadas, supõe-se que o TR deva promover melhorias nos valores vetoriais mensurados por BIVA.sp.

METODOLOGIA

Este estudo tem caráter longitudinal e foi realizado com mulheres jovens adultas e idosas, em momentos pré e pós-intervenção (12 semanas de intervenção). Nas duas semanas que antecederam e sucederam o programa de TR, as participantes foram submetidas a avaliações de BIA, medidas antropométricas e dinamometria isométrica.

População do Estudo

A amostra foi composta por um total de nove mulheres jovens adultas, com idade igual ou superior a 18 anos e inferior a 40 anos. Como grupo controle, mulheres idosas com idade igual ou superior a 60 anos, foram adicionados a amostra ($n = 10$). Ambos os grupos foram compostos por voluntários cujo o recrutamento foi realizado por meio de divulgação na cidade de Presidente Prudente, São Paulo.

A seleção da amostra foi estabelecida mediante entrevista individual e anamnese clínica. Foram excluídos do estudo aqueles: a) já participantes de programa sistematizado de exercício físico; b) com participação em programa de TR periodizado nos últimos seis meses; c) que fizessem uso de suplementação para aumento de massa muscular; e d) com doenças crônicas não transmissíveis ou problemas ortopédicos que os incapacitassem de realizar o programa de treinamento, as avaliações, e/ou que pudessem interferir nas adaptações ao treinamento. Todos os protocolos foram revisados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista (Processo CAAE nº 77355517.3.0000.5402) (Anexo 1). Os voluntários, após serem informados sobre as propostas do estudo e seus procedimentos, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para a participação no estudo (Anexo 2).

Os períodos de avaliação foram: a) pré-treinamento, nas 2 semanas que antecederam o início do programa de treinamento; b) pós-treino, nas 2 semanas que sucederam o fim do programa de treinamento.

Variável Dependente

Avaliação Bioelétrica

Para a avaliação da BIA, foi utilizado um analisador de frequência 50kHz previamente calibrado (BIA Analyzer, The Nutritional Solutions Corp., Harrisville, MI, USA). Medidas de R e Xc foram obtidas, e subsequentemente, o AnF foi calculado

(arco-tangente $(R/X_c) \times 180^\circ/\pi$). Para tanto, as participantes foram posicionadas em decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, com as pernas abduzidas num ângulo de 45° . Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos foram colocados na superfície da mão direita e dois no pé direito.

A BIVA.sp foi calculada a partir do ajuste dos vetores individuais pelas circunferências de braço, cintura e panturrilha, a fim de eliminar o efeito da estatura corporal na condutividade e projetar o gráfico no plano cartesiano definido por R.sp e Xc.sp (MARINI et al., 2012). Para compensar o efeito total do volume condutor, R e Xc foram multiplicados por um fator de correção A/L, onde A = área ($A = 0,45 \times \text{circunferência de braço} + 0,10 \times \text{circunferência de cintura} + 0,45 \times \text{circunferência de panturrilha}$) e L = comprimento ($L = 1,1 \times \text{estatura}$).

As características dos participantes ou da amostra foram comparadas com a elipse de tolerância concêntrica (50%, 75% e 95% dos casos), representando a variabilidade da população de referência.

Adicionalmente, elipses de confiança foram desenvolvidas para comparar os parâmetros de impedância celular entre os diferentes grupos, estabelecidos a partir das variáveis independentes (grupos conforme composição corporal e força).

Com base nas recomendações da Sociedade Europeia de Nutrição Clínica e Metabolismo (ESPEN), buscando minimizar possíveis erros de estimativa, os participantes foram orientados a urinar cerca de 30 minutos antes da realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 horas e absterem-se do consumo de álcool e bebidas cafeinadas por no mínimo 8 horas.

Variáveis Independentes

Parâmetros Antropométricos

As medidas antropométricas incluíram: circunferência de braço, panturrilha e cintura, peso corporal (P), estatura (H), índice de massa corporal (IMC). Os valores de circunferência foram aferidos por um mesmo avaliador, em momentos pré e pós intervenção, com uma fita métrica de 1,5 metros de comprimento, seguindo as recomendações de Lohman et al. (1988). As medições de P e H foram realizadas com os avaliados em posição ortostática e utilizando-se da balança e estadiômetro da marca Balmak modelo BK-200FA classe III. A partir dos valores dessas medidas,

calculou-se o IMC, através da relação entre peso corporal e estatura ao quadrado ($IMC = P/H^2$), sendo P expresso em quilogramas e H em metros.

Força Muscular

A força isométrica dos participantes foi estimada por dinamômetro eletrônico (Power Din Standard, CEFISE, Noca Odessa, SP, Brasil) para os movimentos musculares de flexão de dedos (força de preensão manual – FPM), extensão de tronco (força de tronco – FTR), extensão de joelhos (força de membros inferiores – FMI) e flexão de cotovelos (força de membros superiores – FMS). Cada teste isométrico foi realizado duas vezes em sequência, com duração de 10 segundos, e intervalos de 45 segundos entre as tentativas, com acessórios específicos para cada segmento fornecido pelo fabricante do equipamento, ligados à célula de carga e ao computador. Foram anotados os valores de força máxima e média, em quilograma-força (kg.f), registrados no intervalo de zero a oito segundos, medido em frequência de 50 kHz (50 medidas por segundo).

Para o teste de FPM, o sujeito permaneceu sentado, com o membro dominante sobre a mesa, e ângulo de flexão de cotovelo entre 120° e 150°, segurando a haste do dinamômetro conectado à célula de carga, com a mão dominante. Para FTR, permaneceu na posição de pé, com joelhos completamente estendidos e flexão de quadril de 120°, segurando a haste em contato com a célula de carga. Para FMI, ficou sentado sobre cadeira adaptada, com a célula de carga acoplada ao fundo da cadeira e conectada por meio de fita inelástica com velcro ao tornozelo da perna dominante do sujeito. E, finalmente, para FMS, a célula de carga foi acoplada à base da cadeira, e a fita inelástica ligada a célula à mão do indivíduo, que utilizou um puxador para a realização da ação isométrica. Foi considerada para cada sujeito, e cada movimento muscular, a tentativa com maior valor de força máxima.

Programa de Treinamento Resistido

Os participantes foram submetidos, inicialmente, a sessões de familiarização aos aparelhos e aos exercícios nas duas semanas anteriores ao início do período de treinamento, e posteriormente a um protocolo de TR com base nas recomendações do ACSM (2009), com duração total de 12 semanas.

O programa foi dividido em três mesociclos com duração de quatro semanas cada, com uma frequência de três vezes por semana, em dias alternados (segundas,

quartas e sextas-feiras). Os participantes realizaram um total de oito exercícios por sessão, envolvendo diferentes grupamentos musculares, obedecendo a uma rotina alternada por segmento. Os exercícios realizados, bem como as suas respectivas ordens foram: supino reto, *leg press* 45°, puxada a frente, cadeira extensora, rosca direta, mesa flexora, tríceps no *pulley* e panturrilha em pé. Foi utilizado um protocolo de periodização linear, com o primeiro mesociclo composto por três séries com uma zona de repetição entre 12-15 RM, o segundo por três séries de 8-10 RM e o terceiro por três séries de 3-5 RM.

Análise Estatística

Teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados e teste de Levene para análise da homogeneidade das variâncias. O teste t de Student para amostras independentes foi utilizado para comparação entre os grupos no momento inicial do estudo, utilizando-se do delta percentual ($\Delta\%$) dos grupos. A magnitude das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito. Regressão linear foi realizada para analisar possíveis associações entre as alterações ao longo do programa de TR das variáveis de marcadores celulares com as mudanças das variáveis de FM.

Os vetores de impedância média dos grupos estabelecidos para as elipses de confiança (95% da elipse de confiança) foram comparados por meio do teste T^2 de Hotelling's. A distância D de Mahalanobis também foi calculada.

O nível de significância de 5% foi adotado, e as análises foram realizadas no programa estatístico IBM SPSS para Windows, versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTADOS

A amostra foi composta por 9 mulheres jovens, que completaram as 12 semanas de TR. Os resultados das mulheres jovens, especialmente os valores de BIVA.sp, foram comparados aos valores das mulheres idosas, usadas no estudo como controle.

Além da idade, as mulheres jovens apresentaram maiores valores de reatância e ângulo de fase (valores brutos de BIA), indicativo de melhor integridade celular, e maior força de extensão de joelho no teste de contração isométrica máxima (Tabela 1).

Tabela 1 – Características descritivas da amostra de mulheres jovens e mulheres idosas, no momento inicial do estudo.

Variáveis	Mulheres Jovens (n=9)	Mulheres Idosas (n=10)	p
	Média ± DP	Média ± DP	
Idade, em anos	24,26 ± 3,05	73,36 ± 9,69	<0,0001*
Estatura, em cm	160,92 ± 3,57	155,16 ± 10,76	0,1448
Peso, em kg	60,98 ± 7,26	62,92 ± 10,43	0,6476
Resistência, em ohms	648,22 ± 83,03	610,50 ± 76,71	0,3178
Reatância, em ohms	59,78 ± 7,36	43,70 ± 8,49	0,0004*
Ângulo de fase, em graus	5,33 ± 0,90	4,07 ± 0,63	0,0024*
Resistência específica, em ohms	415,28 ± 32,7	489,67 ± 98,80	0,0462
Reatância específica, em ohms	38,76 ± 6,76	35,20 ± 9,40	0,3616
Índice de massa corporal, em kg.m ²	23,62 ± 3,50	26,44 ± 5,60	0,2118
Força de preensão manual, em kg.f	22,41 ± 6,30	19,68 ± 2,64	0,2260
Força de extensão de tronco, em kg.f	65,95 ± 17,71	58,47 ± 9,48	0,2600
Força de extensão de joelho, em kg.f	30,74 ± 6,65	22,19 ± 4,18	0,0034*
Força de flexão de cotovelo, em kg.f	11,75 ± 2,26	9,48 ± 2,57	0,0578
Força total, em kg.f	130,85 ± 29,04	109,82 ± 13,28	0,0542

Notas: p = nível de significância para teste t de Student para amostras independentes, * = diferença estatisticamente significante, com p <0,05.

As jovens apresentaram redução dos valores de resistência ($p < 0,001$) e aumento de força isométrica para a posição de extensão de joelho e força total ($p < 0,05$). As idosas também apresentaram redução dos valores de resistência, entretanto os valores de força de preensão manual e de flexão de cotovelo reduziram ao longo do programa de TR (Tabela 2).

Na comparação entre os grupos, ao longo das semanas de treinamento, diferenças estatisticamente significantes foram percebidas para variáveis de força (exceto força de extensão de tronco) e força total (Tabela 2).

Tabela 2 – Variações percentuais dos valores analisados entre os momentos pré e pós-treino para as mulheres treinadas.

Variáveis	Mulheres Jovens	Mulheres Idosas	p
	$\Delta\%$ Média $\pm$ DP	$\Delta\%$ Média $\pm$ DP	
Peso, em kg	0,14 $\pm$ 8,26	-0,36 $\pm$ 4,96	0,871
Resistência, em ohms	-10,70 $\pm$ 5,74**	-9,92 $\pm$ 2,87**	0,709
Reatância, em ohms	-5,07 $\pm$ 10,93	-5,97 $\pm$ 9,76	0,851
Ângulo de fase, em graus	6,36 $\pm$ 8,3	4,81 $\pm$ 9,48	0,710
Resistência específica, em ohms	-4,80 $\pm$ 13,55	-1,52 $\pm$ 7,55	0,518
Reatância específica, em ohms	1,46 $\pm$ 17,84	3,17 $\pm$ 15,34	0,825
Força de preensão manual, em kg.f	18,77 $\pm$ 26,00	-16,59 $\pm$ 10,27**	<0,001
Força de extensão de tronco, em kg.f	25,28 $\pm$ 37,89	0,50 $\pm$ 10,16	0,062
Força de extensão de joelho, em kg.f	26,39 $\pm$ 31,53*	-2,85 $\pm$ 8,08	0,011
Força de flexão de cotovelo, em kg.f	8,99 $\pm$ 20,01	-10,8 $\pm$ 10,16**	0,013
Força total, em kg.f	21,76 $\pm$ 27,91*	-4,24 $\pm$ 5,36*	0,010

Notas: p = nível de significância para teste t de Student para amostras independentes; * = diferença estatisticamente significativa entre momentos, com p <0,05; ** = diferença estatisticamente significativa entre momentos, com p <0,001.

Quando avaliações de BIVA.sp foram realizadas, por meio de elipses de confiança (Figuras 1, 2 e 3), foi verificado que, inicialmente, as mulheres jovens apresentaram valores superiores de AnF, em relação às idosas, entretanto, ainda que pouca, com sobreposição das elipses, indicando igualmente sobreposição dos respectivos intervalos de confiança para 95%. Clinicamente, porém, os valores superiores das mulheres jovens indicam, na figura, maiores valores de Xc.sp concomitante aos menores valores de R.sp (Figura 1).

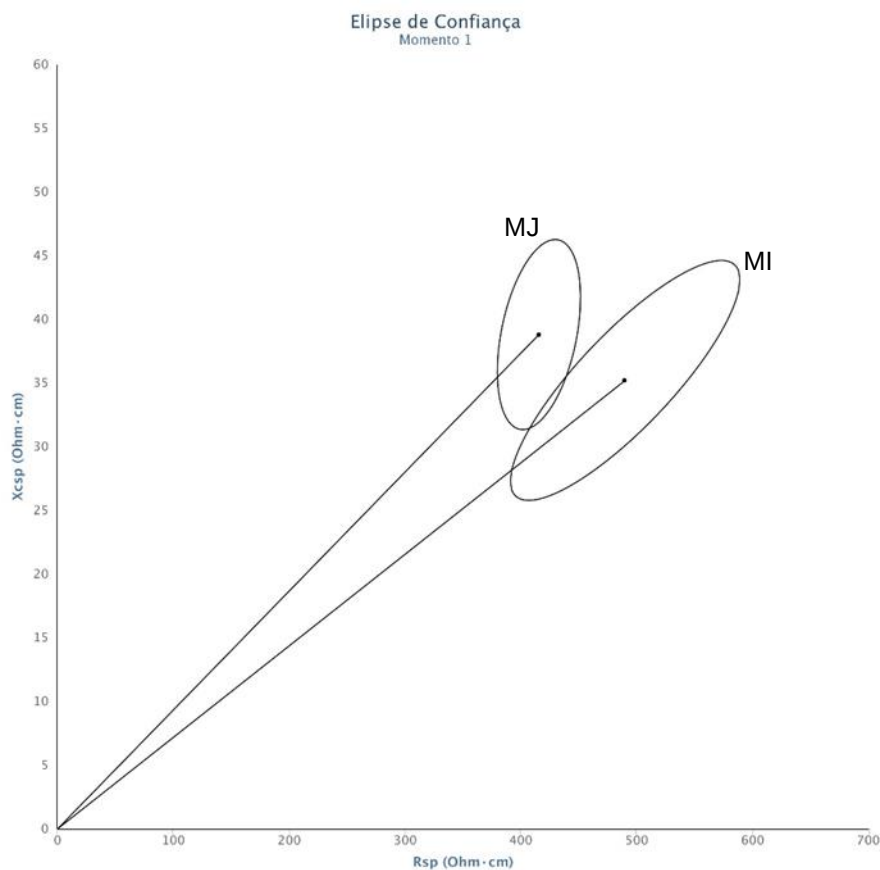


Figura 1 — Elipses de confiança (95%) das mulheres jovens (MJ) e idosas (MI) no momento inicial do programa de treinamento.

Na sequência, a análise dos vetores, para as elipses de confiança, foi realizada, para a comparação entre os momentos, segundo os grupos analisados (Figura 2 e 3).

Para as mulheres jovens, apesar de não ter sido verificada significância estatística entre os momentos, foi possível perceber um aumento do AnF, sobretudo pela redução da R.sp (Figura 2).

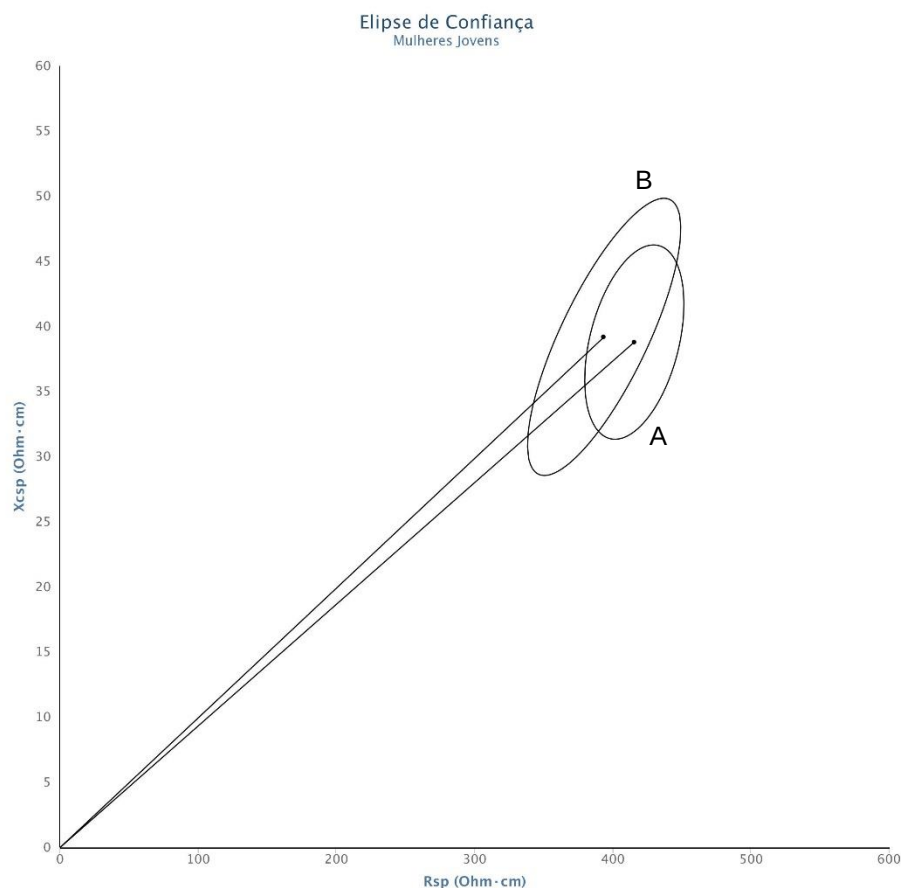


Figura 2 — Elipses de confiança (95%) das mulheres jovens nos momentos iniciais (A) e finais (B) do programa de treinamento.

Para as mulheres idosas, a variação do AnF foi menor, em relação às mulheres jovens, e a pouca variação se deu tanto pelo aumento da $Xc.sp$, quanto pela redução da $R.sp$ (Figura 3).

Adicionalmente, a análise de correlação bivariada foi realizada entre as variáveis de BIA e força. A única variável que apresentou nível de significância próximo a 0,05 (ainda que não significativo) foi a força de preensão manual. Neste caso, com as mulheres jovens, a significância estatística marginal de 0,088 ($r = 0,599$) se deu com a variável resistência. Para as mulheres idosas e para a amostra toda, a significância marginal (idosas, $p = 0,068$, $r = 0,597$; amostra total, $p = 0,088$, $r = 0,402$) se deu com a variável reatância.

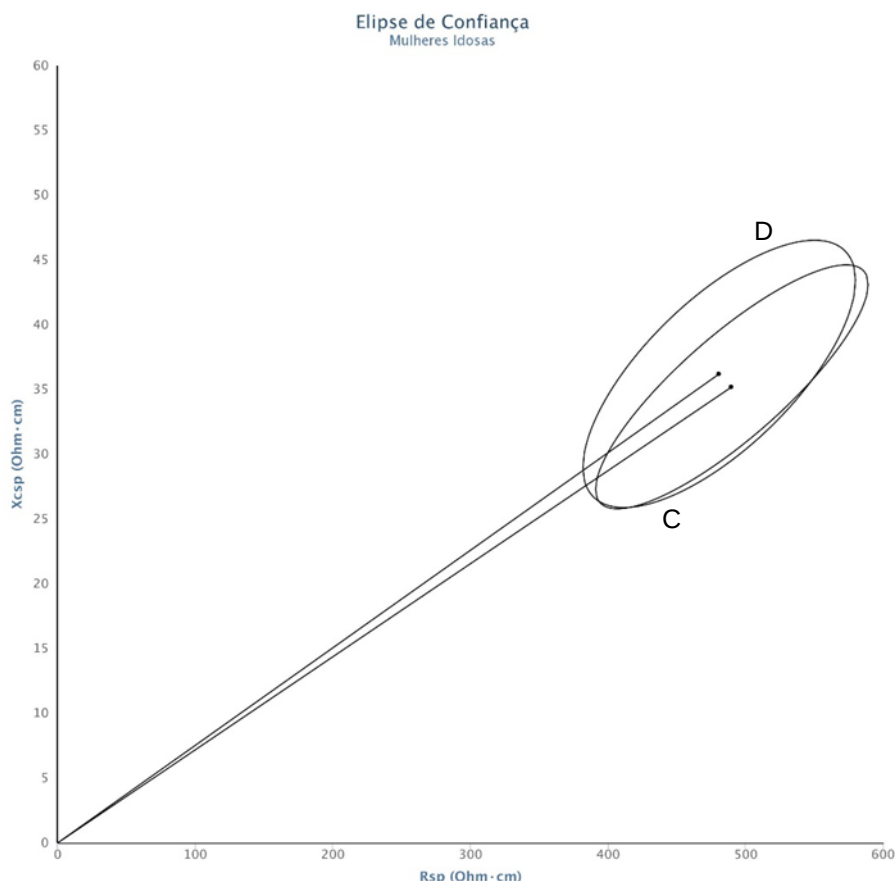


Figura 3 – Elipses de confiança (95%) das mulheres idosas nos momentos iniciais (C) e finais (D) do programa de treinamento.

DISCUSSÃO

O programa de TR em mulheres adultas jovens e idosas durante 12 semanas provocou reduções estatisticamente significantes em R das mulheres em geral, em aproximadamente 10%, embora tal resposta dera-se apenas para a proposta de BIVA clássica (na BIVA.sp, as reduções foram inferiores a 5%). Apesar das reduções significativas na variável R, indicando um bom comportamento da hidratação e composição corporal ao longo do período de intervenção, as reduções em Xc, em torno de ~5%, proporcionaram um aumento do AnF não superior a 6,5% (maior para as jovens, menor para as idosas). Tal situação foi provavelmente responsável pela não observação de deslocamentos significantes dos vetores de confiança, para tanto à esquerda do plano cartesiano quanto para a parte superior, indicando os efeitos positivos do TR sobre CC e a integridade celular, com subsequente aumento da massa celular (e em sua maior parte, a massa celular musculoesquelética).

Desde a proposta inicial de Piccoli et al. (1994) para a utilização dos parâmetros de BIA (R, Xc e AnF) para fins clínicos, grande parte dos estudos vem sendo aplicados sobre condições crônicas degenerativas, para analisar possíveis padrões das doenças com as posições dos pacientes nas elipses de tolerância ou dos grupos nas elipses de confiança. Pouco se tem produzido, entretanto, na área do TR, especialmente com sujeitos jovens, homens ou mulheres.

Ribeiro et al. (2016) analisaram os efeitos de um programa de TR em mulheres (n = 31) e homens (n = 28) adultos, com idade média ($23,2 \pm 4,1$ anos) similar à idade das mulheres jovens do presente estudo, durante 16 semanas. Foi verificado ao final do estudo um aumento no AnF em 5,83%, 0,52% inferior a este estudo, embora o aumento do estudo realizado em 16 semanas fora estatisticamente significativo. Dois fatores são importantes na análise das comparações entre os estudos. Primeiro, o poder amostral do estudo de Ribeiro et al. (2016) foi superior ao presente estudo, especialmente pelo tamanho da amostra, com 21 mulheres a mais. Tal situação possibilita, mesmo com menores valores encontrados no aumento do AnF, encontrar diferenças estatisticamente significantes entre os dois momentos. O segundo fator é que o estudo em comparação dispôs de um período de intervenção superior, com 4 semanas a mais de treino. Ademais, tal estudo analisou os sujeitos em um momento intermediário, com 8 semanas. Nesse sentido, foi verificado aumento gradativo de 3,15% e 2,60%, respectivamente, entre a avaliação intermediária e o momento inicial do estudo, e entre a avaliação final e o momento intermediário do estudo. Nesta condição, independentemente do fato do presente estudo não ter apresentado significâncias estatísticas para o AnF, clinicamente o valor aumentado pode ser analisado como uma condição interessante para a melhora dos aspectos morfofisiológicos relacionados à variável em questão.

Adicionalmente, no estudo supracitado, é possível verificar que as alterações ocorridas com a variável AnF se deram sobretudo pela redução da variável R (também alterada de forma significativa, com $p < 0,05$) em 3,82% (reduções do presente estudo para a mesma variável em 10,7% e 4,8% para as análises clássicas e específicas, respectivamente). Vale destacar que o estudo de Ribeiro et al. (2016) não analisou as variáveis segundo a proposta específica, com os ajustes de R e Xc pelas áreas dos seguimentos corporais braço, cintura e perna. Uma razão para que o AnF deste estudo apresentasse alterações positivas, mesmo com uma redução menor de R, se deu pelo fato de que a Xc variou positivamente, ainda que pouco e sem alterações

estatisticamente significantes (+1,59%, contra -5,07% e +1,46% do presente estudo, para as análises clássicas e específicas, respectivamente). Apesar dos valores daquele estudo ser próximo aos valores desse estudo, na análise específica, tal comparação não pode ser realizada, pela diferença de pressupostos envolvidos.

No presente estudo, utilizamos como amostra de referência uma população de mulheres idosas. Nossa ideia seria verificar os efeitos do TR em populações em ciclos da vida com características bastante diferentes, com jovens apresentando aspectos mais anabólicos de treino, enquanto as idosas, em uma situação normal, apresentando redução dos componentes magros e má distribuição hídrica no corpo, além de muitas apresentarem processos crônicos degenerativos, especialmente no sistema musculoesquelético, como a osteoporose e a sarcopenia.

Para o AnF, na comparação das faixas etárias, é verificado ao longo do envelhecimento, sobretudo em pessoas com idades longevas e em situações de incapacidade funcional, fragilidade e sarcopenia, valores consideravelmente reduzidos (BOSY-WESTPHAL et al., 2006; SARAGAT et al., 2014). Mesmo em comparação entre sujeitos da mesma faixa etária, idosos, por exemplo, o AnF de indivíduos sarcopênicos é, em média, 1,2° menor comparados a indivíduos sem sarcopenia (5,6° contra 6,8°) (SANTANA et al., 2018). O valor de AnF, inclusive, vem sendo proposto como critério por alguns pesquisadores para o diagnóstico de sarcopenia, com valores estabelecidos em 4,55° para classificar pessoas sarcopênicas (abaixo) e não-sarcopênicas (acima) (KILIC et al., 2017). As mulheres idosas, no presente estudo, apresentaram valores de AnF levemente superior ao critério apontado. Baixos valores sugerem uma consequência de morte celular ou redução de massa celular, especialmente de células musculoesqueléticas, e aumentam o risco para fragilidade (SANTANA et al., 2018), osteoporose (TANAKA et al., 2018), estresse oxidativo (TOMELERI et al., 2018), risco cardiovascular geral (SAAD et al., 2018), risco de mortalidade (NORMAN et al., 2014; GENTON et al., 2018), doenças musculoesqueléticas e respiratórias (GRAF et al., 2018).

Diferentemente da população jovem, onde foi verificada escassez de evidências científicas para variáveis de BIA analisadas de forma bruta ao longo de programas de TR, para pessoas idosas, mais estudos analisaram tais associações (RIBEIRO et al., 2017; RIBEIRO et al., 2018; SOUZA et al., 2017). Em um estudo com duração igual ao presente estudo, de Ribeiro et al. (2018), foi apresentado um aumento de ~3 a 4% no AnF em mulheres idosas. Outro estudo (RIBEIRO et al., 2017) com mulheres com

características similares apresentou aumentos de ~5 a 10% no AnF. Em ambos os estudos, os valores iniciais das idosas partiram de, em média, 5,5°, valores, portanto, próximo aos analisados até o momento.

As alterações no AnF decorrentes do TR, são em grande parte explicadas por alterações teciduais (hipertrofia muscular), hidratação celular, permeabilidade da membrana celular e tamanho e massa das células (NORMAN et al., 2012), além do estresse metabólico que altera a integridade da membrana celular (KYLE et al., 2004; SCHOENFELD, 2013).

A análise de vetores, mediante o uso de elipses de confiança, não demonstrou alterações significantes para o AnF, apesar dos padrões apresentados para maiores valores pós treino. Entretanto, é digno de nota que para as análises de vetores, foi utilizado programa com variáveis para a análise específica, que considera medidas de segmentos corporais, e neste estudo, ficou evidenciado que o TR respondeu positivamente apenas para os parâmetros de BIA nas análises clássicas, com medidas de corpo inteiro (ajustado apenas por H). Nossa hipótese era que, com os ajustes pelas medidas de circunferências de braço, cintura e perna medial, valores específicos de R e Xc, com maior proximidade às alterações fisiológicas e morfológicas, seriam encontrados, o que não aconteceu. Aparentemente, os valores brutos, apresentados pelo próprio equipamento analisador de bioimpedância, são suficientes para as análises em pessoas jovens e idosas submetidas a um programa de TR.

O pequeno número de pessoas (jovens e idosas), conforme já citado anteriormente, é a maior limitação do presente estudo, entretanto, os resultados (clínicos) apresentados propõe que o TR afeta positivamente o AnF, especialmente pela redução da variável R. Não foi controlada atividade física habitual e a ingestão alimentar fora do estudo, e o efeito agudo do treinamento em dias posteriores pode ter prejudicado a coleta de BIA, principalmente sobre a variável Xc, reduzindo seus valores, levando em consideração possíveis danos musculares (células musculoesqueléticas) decorrentes do treino com altas cargas (fase final do programa de treinamento) até a data da análise.

Por outro lado, estudos com população jovens, bem como com população idosa, e em parte sarcopênica, com os baixos valores apresentados de AnF, e com a BIVA, após programa de TR é inédito na literatura, e pode trazer algumas novas hipóteses

para estudos futuros, mesmo em não se tratando de um ensaio clínico randomizado, com grupo controle.

CONCLUSÃO

Programa de TR em pessoas jovens e idosas promoveu redução nos valores de R apenas para as análises clássicas, indicando possível redução de MG e/ou aumento de MLG, especialmente de massa musculoesquelética. Adicionalmente, as reduções percebidas em R aumentaram os valores de AnF, embora não de modo estatisticamente significativo, mas clinicamente relevante.

REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, Mar 2009.

BARBOSA-SILVA, Maria Cristina G. et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex-. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, n. 1, p. 49-52, 2005.

BAUMGARTNER, Richard N.; CHUMLEA, W. Cameron; ROCHE, Alex F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, n. 1, p. 16-23, 1988.

BONACCORSI, Guglielmo et al. Risk of malnutrition in a sample of nonagenarians: Specific versus classic bioelectrical impedance vector analysis. **Nutrition**, v. 32, n. 3, p. 368-374, 2016.

BOSY-WESTPHAL, Anja et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 30, n. 4, p. 309-316, 2006.

BUFFA, Roberto et al. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) for the assessment of two-compartment body composition. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. 11, p. 1234-1240, 2014.

BUFFA, Roberto et al. Specific BIVA recognizes variation of body mass and body composition: Two related but different facets of nutritional status. **Nutrition**, v. 35, p. 1-5, 2017.

CAMPA, Francesco; SILVA, Analiza Mónica; TOSELLI, Stefania. Changes in phase angle and handgrip strength induced by suspension training in older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 06, p. 442-449, 2018.

CHILIBECK, Philip D. et al. Effect of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males and females. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1781-1788, 2004.

CHUMLEA, Wm Cameron; GUO, Shumei S. Bioelectrical impedance and body composition: present status and future directions. **Nutrition Reviews**, v. 52, n. 4, p. 123-131, 1994.

EICKEMBERG, Michaela et al. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 6, p. 873-882, 2011.

FRAGALA, Maren S. et al. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 8, 2019.

FUKUDA, David H. et al. Effects of resistance training on classic and specific bioelectrical impedance vector analysis in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 74, p. 9-12, 2016.

GENTON, Laurence et al. Association of mortality and phase angle measured by different bioelectrical impedance analysis (BIA) devices. **Clinical Nutrition**, v. 37, n. 3, p. 1066-1069, 2018.

GRAF, C. E.; HERRMANN, F. R.; GENTON, Laurence. Relation of Disease with Standardized Phase Angle among Older Patients. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 22, n. 5, p. 601-607, 2018.

IBÁÑEZ, Maria E. et al. New specific bioelectrical impedance vector reference values for assessing body composition in the Italian-Spanish young adult population. **American Journal of Human Biology**, v. 27, n. 6, p. 871-876, 2015.

KILIC, Mustafa Kemal et al. Association of bioelectrical impedance analysis—derived phase angle and sarcopenia in older adults. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 32, n. 1, p. 103-109, 2017.

KYLE, Ursula G. et al. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 1226-1243, 2004.

LOHMAN, Timothy G. et al. Anthropometric standardization reference manual. **Champaign: Human Kinetics Books**, 1988.

MARINI, Elisabetta et al. The potential of classic and specific bioelectrical impedance vector analysis for the assessment of sarcopenia and sarcopenic obesity. **Clinical Interventions in Aging**, v. 7, p. 585, 2012.

MATTIELLO, Rita et al. Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. **Clinical Nutrition**, 2019.

MEREU, Elena et al. Total body and arm bioimpedance in patients with Alzheimer's disease. **Experimental Gerontology**, v. 102, p. 145-148, 2018.

MEREU, Elena et al. Phase angle, vector length, and body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 104, n. 3, p. 845-847, 2016.

NORMAN, Kristina et al. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters. **Clinical Nutrition**, v. 31, n. 6, p. 854-861, 2012.

NORMAN, Kristina et al. The bioimpedance phase angle predicts low muscle strength, impaired quality of life, and increased mortality in old patients with cancer. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 2, p. 173. e17-173. e22, 2015.

PICCOLI, Antonio et al. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. **Kidney International**, v. 46, n. 2, p. 534-539, 1994.

RIBEIRO, A. S. et al. Hypertrophy-type Resistance Training Improves Phase Angle in Young Adult Men and Women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 35-40, Jan 2016.

RIBEIRO, Alex S. et al. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 913-921, 2017.

RIBEIRO, Alex S. et al. Effects of single set resistance training with different frequencies on a cellular health indicator in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 26, n. 4, p. 537-543, 2018.

SAAD, Maria AN et al. Phase angle measured by electrical bioimpedance and global cardiovascular risk in older adults. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 18, n. 5, p. 732-737, 2018.

SANTANA, Natalia de Moraes et al. Phase Angle as a sarcopenia marker in hospitalized elderly patients. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 33, n. 2, p. 232-237, 2018.

SARAGAT, Bruno et al. Specific bioelectrical impedance vector reference values for assessing body composition in the Italian elderly. **Experimental Gerontology**, v. 50, p. 52-56, 2014.

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179-94, Mar 2013.

SOUZA, M. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 2017.

TANAKA, Satoshi et al. A low phase angle measured with bioelectrical impedance analysis is associated with osteoporosis and is a risk factor for osteoporosis in community-dwelling people: the Yakumo study. **Archives of Osteoporosis**, v. 13, n. 1, p. 39, 2018.

TOMELERI, C. M. et al. Correlations between resistance training-induced changes on phase angle and biochemical markers in older women. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 10, p. 2173-2182, 2018.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração os resultados apresentados pelos estudos aqui presentes, sugere-se a execução de programas sistematizados de treinamento resistido por ambas populações jovens e idosas, tendo em vista a capacidade do mesmo em induzir alterações positivas, não apenas nos marcadores de integridade celular, mas também na força muscular de seus praticantes, uma vez que tais aspectos sofrem negativamente com o envelhecimento.

Aconselha-se aos profissionais da saúde, principalmente Profissionais de Educação Física, envolvidos com estas populações, a utilização do equipamento de bioimpedância para análise de celularidade e acompanhamento das modificações na composição corporal de seu público, desfrutando-se do fato desta ferramenta apresentar tão elevado custo-benefício.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALWAY, S. E. et al. Contrasts in muscle and myofibers of elite male and female bodybuilders. **Journal of Applied Physiology**, v. 67, n. 1, p. 24-31, 1989.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM) et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687, 2009.
- ANDERSON, Tim; KEARNEY, Jay T. Effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative endurance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 53, n. 1, p. 1-7, 1982.
- ARMSTRONG, Lawrence E. et al. Bioimpedance spectroscopy technique: intra-, extracellular, and total body water. **Medicine and Science in Sports And Exercise**, v. 29, n. 12, p. 1657-1663, 1997.
- AZEVEDO, Zina Maria Almeida de et al. Associação entre ângulo de fase, PRISM I e gravidade da sepse. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 3, p. 297-303, 2007.
- BAECHLE, Thomas R.; EARLE, Roger W. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. Human kinetics, 2008.
- BAMMAN, Marcos M. et al. Gender differences in resistance-training-induced myofiber hypertrophy among older adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 58, n. 2, p. B108-B116, 2003.
- BARBOSA, D. M. O. et al. Aplicação clínica do ângulo de fase em oncologia. **Revista Brasileira Nutrição Clínica**, v. 23, n. 3, p. 209-42, 2008.
- BARBOSA-SILVA, Maria Cristina G. et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex-. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, n. 1, p. 49-52, 2005.
- BAUMGARTNER, Richard N.; CHUMLEA, W. Cameron; ROCHE, Alex F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, n. 1, p. 16-23, 1988.
- BEBERASHVILI, I. et al. Bioimpedance phase angle predicts muscle function, quality of life and clinical outcome in maintenance hemodialysis patients. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. 6, p. 683, 2014.
- BONACCORSI, Guglielmo et al. Risk of malnutrition in a sample of nonagenarians: Specific versus classic bioelectrical impedance vector analysis. **Nutrition**, v. 32, n. 3, p. 368-374, 2016.
- BOPPART, Marni D.; MAHMASSANI, Ziad S. Integrin signaling: linking mechanical stimulation to skeletal muscle hypertrophy. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 317, n. 4, p. C629-C641, 2019..

BOSY-WESTPHAL, Anja et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 30, n. 4, p. 309-316, 2006.

BROEDER, CRAIG E. et al. Assessing body composition before and after resistance or endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, n. 5, p. 705-712, 1997.

BRYNER, Randy W. et al. Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800-calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 18, n. 2, p. 115-121, 1999.

BUFFA, Roberto et al. Accuracy of specific BIVA for the assessment of body composition in the United States population. **PloS one**, v. 8, n. 3, p. e58533, 2013.

BUFFA, Roberto et al. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) for the assessment of two-compartment body composition. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. 11, p. 1234-1240, 2014.

BUFFA, Roberto et al. Bioelectrical impedance vector analysis detects low body cell mass and dehydration in patients with Alzheimer's disease. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 14, n. 10, p. 823-827, 2010.

BUFFA, Roberto et al. Specific BIVA recognizes variation of body mass and body composition: Two related but different facets of nutritional status. **Nutrition**, v. 35, p. 1-5, 2017.

CÂMARA, Lucas Caseri et al. Exercícios resistidos terapêuticos para indivíduos com doença arterial obstrutiva periférica: evidências para a prescrição. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 6, n. 3, p. 246-56, 2007.

CAMPA, Francesco; SILVA, Analiza Mónica; TOSELLI, Stefania. Changes in phase angle and handgrip strength induced by suspension training in older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 06, p. 442-449, 2018.

CAMPOS, Gerson E. et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1-2, p. 50-60, 2002.

CARMELLI, Dorit; REED, Terry. Stability and change in genetic and environmental influences on hand-grip strength in older male twins. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 5, p. 1879-1883, 2000.

CASTILLO-MARTÍNEZ, Lilia et al. Cachexia assessed by bioimpedance vector analysis as a prognostic indicator in chronic stable heart failure patients. **Nutrition**, v. 28, n. 9, p. 886-891, 2012.

CASTIZO-OLIER, Jorge et al. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) in sport and exercise: Systematic review and future perspectives. **PloS one**, v. 13, n. 6, p. e0197957, 2018.

CHARGE, Sophie BP; RUDNICKI, Michael A. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. **Physiological Reviews**, v. 84, n. 1, p. 209-238, 2004.

CHILIBECK, Philip D. et al. Effect of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males and females. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1781-1788, 2004.

CHUMLEA, Wm Cameron; GUO, Shumei S. Bioelectrical impedance and body composition: present status and future directions. **Nutrition Reviews**, v. 52, n. 4, p. 123-131, 1994.

CIOLAC, Emmanuel Gomes; RODRIGUES-DA-SILVA, Jose Messias. Resistance training as a tool for preventing and treating musculoskeletal disorders. **Sports Medicine**, v. 46, n. 9, p. 1239-1248, 2016.

COBURN, Jared W. et al. Neuromuscular responses to three days of velocity-specific isokinetic training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 892, 2006.

COLE, Kenneth S. Permeability and impermeability of cell membranes for ions. In: **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**. Cold Spring Harbor Laboratory Press, p. 110-122. 1940.

CUNANAN, Aaron J. et al. The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 787-797, 2018.

CUNHA, Paolo M. et al. Improvement of cellular health indicators and muscle quality in older women with different resistance training volumes. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 24, p. 2843-2848, 2018.

DE AZEVEDO, Paulo Henrique Silva Marques et al. Efeito de 4 semanas de treinamento resistido de alta intensidade e baixo volume na força máxima, endurance muscular e composição corporal de mulheres moderadamente treinadas. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 1, n. 3, p. 76-85, 2007.

DE LIMA, Luiz Rodrigo Augustemak; RECH, Cassiano Ricardo; PETROSKI, Edio Luiz. Utilização da impedância bioelétrica para estimativa da massa muscular esquelética em homens idosos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 58, n. 4, p. 386-391, 2008.

DE LORENZO, Andreoli et al. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review. **Journal of Applied Physiology**, v. 82, n. 5, p. 1542-1558, 1997.

DI VINCENZO, Olivia; MARRA, Maurizio; SCALFI, Luca. Bioelectrical impedance phase angle in sport: A systematic review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2019.

DIAS, Raphael Mendes Ritti et al. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 4, p. 224-8, 2005.

DONNELLY, Joseph E. et al. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 2, p. 459-471, 2009.

DOS SANTOS, L. et al. Changes in phase angle and body composition induced by resistance training in older women. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, n. 12, p. 1408, 2016.

DRENOWATZ, Clemens et al. The prospective association between different types of exercise and body composition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 12, p. 2535, 2015.

EICKEMBERG, Michaela et al. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 6, p. 873-882, 2011.

FEIGENBAUM, Matthew S.; POLLOCK, Michael L. Prescription of resistance training for health and disease. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, n. 1, p. 38-45, 1999.

FIGUEIREDO, Vandr  Casagrande; DE SALLES, Belmiro Freitas; TRAJANO, Gabriel S. Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 499-505, 2018.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Artmed Editora, 2017.

FRAGALA, Maren S. et al. Resistance Training for Older Adults: Position Statement from the National Strength and Conditioning Association. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 8, 2019.

FUKUDA, David H. et al. Effects of resistance training on classic and specific bioelectrical impedance vector analysis in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 74, p. 9-12, 2016.

GASTELURRUTIA, Paloma et al. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) in stable and non-stable heart failure patients: a pilot study. **International Journal of Cardiology**, v. 146, n. 2, p. 262-264, 2011.

GENTON, Laurence et al. Association of mortality and phase angle measured by different bioelectrical impedance analysis (BIA) devices. **Clinical Nutrition**, v. 37, n. 3, p. 1066-1069, 2018.

GONZALEZ, Maria Cristina et al. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 103, n. 3, p. 712-716, 2016.

GRAF, C. E.; HERRMANN, F. R.; GENTON, Laurence. Relation of Disease with Standardized Phase Angle among Older Patients. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 22, n. 5, p. 601-607, 2018.

GRANT, A. C. G. et al. Regulation of protein synthesis in lactating rat mammary tissue by cell volume. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects**, v. 1475, n. 1, p. 39-46, 2000.

GUPTA, Digant et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. **BMC cancer**, v. 8, n. 1, p. 249, 2008a.

GUPTA, Digant et al. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. **BMC cancer**, v. 9, n. 1, p. 37, 2009.

GUPTA, Digant et al. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. **Nutrition Journal**, v. 7, n. 1, p. 19, 2008b.

GUYATT, Gordon et al. GRADE guidelines: 1. Introduction—GRADE evidence profiles and summary of findings tables. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 64, n. 4, p. 383-394, 2011.

HAAS, Verena et al. Bioimpedance and bioimpedance vector analysis in patients with anorexia nervosa. **European Eating Disorders Review**, v. 20, n. 5, p. 400-405, 2012.

HÄKKINEN, Keijo et al. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 53, n. 6, p. B415-B423, 1998.

HARTMANN, Hagen et al. Short-term periodization models: effects on strength and speed-strength performance. **Sports Medicine**, v. 45, n. 10, p. 1373-1386, 2015.

HOFFER, Earl C.; MEADOR, Clifton K.; SIMPSON, David C. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. **Journal of Applied Physiology**, v. 27, n. 4, p. 531-534, 1969.

HUNTER, Gary R.; MCCARTHY, John P.; BAMMAN, Marcos M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Medicine**, v. 34, n. 5, p. 329-348, 2004.

IBÁÑEZ, Maria E. et al. New specific bioelectrical impedance vector reference values for assessing body composition in the Italian-Spanish young adult population. **American Journal of Human Biology**, v. 27, n. 6, p. 871-876, 2015.

IBÁÑEZ, Maria E. et al. New specific bioelectrical impedance vector reference values for assessing body composition in the Italian-Spanish young adult population. **American Journal of Human Biology**, v. 27, n. 6, p. 871-876, 2015.

IVEY, F. M. et al. Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 3, p. B152-B157, 2000.

JAMBASSI FILHO, José Claudio et al. Estimativa da composição corporal e análise de concordância entre analisadores de impedância bioelétrica bipolar e tetrapolar. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, p. 13-17, 2010.

JENTJENS, Roy; JEUKENDRUP, Asker E. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. **Sports Medicine**, v. 33, n. 2, p. 117-144, 2003.

KAWAKAMI, Yasuo; ABE, Takashi; FUKUNAGA, Tetsuo. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. **Journal of Applied Physiology**, v. 74, n. 6, p. 2740-2744, 1993.

KILIC, Mustafa Kemal et al. Association of bioelectrical impedance analysis–derived phase angle and sarcopenia in older adults. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 32, n. 1, p. 103-109, 2017.

KJÆR, Michael. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. **Physiological Reviews**, v. 84, n. 2, p. 649-698, 2004.

KNAP, Bojan et al. Malnutrition in renal failure: pleiotropic diagnostic approaches, inefficient therapy and bad prognosis. **Therapeutic Apheresis and Dialysis**, v. 20, n. 3, p. 272-276, 2016.

KRAEMER, WILLIAM J. et al. Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 697-708, 2004.

KRAEMER, William J.; FRAGALA, Maren S. Personalize it: program design in resistance training. **ACSM's Health & Fitness Journal**, v. 10, n. 4, p. 7-17, 2006.

KUMAR, Satish et al. Phase angle measurement in healthy human subjects through bio-impedance analysis. **Iranian Journal of Basic Medical Sciences**, v. 15, n. 6, p. 1180, 2012.

KUSHNER, Robert F. et al. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 11, n. 2, p. 199-209, 1992.

KUSHNER, Robert F.; SCHOELLER, Dale A. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 44, n. 3, p. 417-424, 1986.

KYLE, Ursula G. et al. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 1226-1243, 2004a.

KYLE, Ursula G. et al. Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 6, p. 1430-1453, 2004b.

LEE, Seon Yeong; GALLAGHER, Dymrna. Assessment methods in human body composition. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 11, n. 5, p. 566, 2008.

LOHMAN, Timothy G. et al. Anthropometric standardization reference manual. **Champaign: Human kinetics books**, 1988.

LUKASKI, Henry C. et al. Classification of hydration in clinical conditions: indirect and direct approaches using bioimpedance. **Nutrients**, v. 11, n. 4, p. 809, 2019.

LUKASKI, Henry C. Evolution of bioimpedance: a circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. 1, p. S2-S9, 2013.

MAGNANI, BH Branco et al. Effects of 2 Types of Resistance Training Models on Obese Adolescents' Body Composition, Cardiometabolic Risk, and Physical Fitness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2018.

MAHER, Christopher G. et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. **Physical Therapy**, v. 83, n. 8, p. 713-721, 2003.

MARINI, Elisabetta et al. The potential of classic and specific bioelectrical impedance vector analysis for the assessment of sarcopenia and sarcopenic obesity. **Clinical Interventions in Aging**, v. 7, p. 585, 2012.

MATTHIE, James R. Bioimpedance measurements of human body composition: critical analysis and outlook. **Expert Review of Medical Devices**, v. 5, n. 2, p. 239-261, 2008.

MATTIELLO, Rita et al. Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. **Clinical Nutrition**, 2019.

MCCALL, G. E. et al. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 5, p. 2004-2012, 1996.

MEREU, Elena et al. Phase angle, vector length, and body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 104, n. 3, p. 845-847, 2016.

MEREU, Elena et al. Total body and arm bioimpedance in patients with Alzheimer's disease. **Experimental Gerontology**, v. 102, p. 145-148, 2018.

MILLAR, I. D. et al. Mammary protein synthesis is acutely regulated by the cellular hydration state. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 230, n. 2, p. 351-355, 1997.

MITCHELL, Cameron J. et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 1, p. 71-77, 2012.

MOHER, David et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1, 2015.

MOON, J. R. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. S1, p. S54, 2013.

MUNDSTOCK, Eduardo et al. Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition**, v. 38, n. 4, p. 1504-1510, 2019.

MUSHNICK, Robert et al. Relationship of bioelectrical impedance parameters to nutrition and survival in peritoneal dialysis patients: Management of comorbidities in kidney disease in the 21st century: Anemia and bone disease. **Kidney International**, v. 64, p. S53-S56, 2003.

NAGANO, Miki; SUITA, Sachiyo; YAMANOUCHI, Takeshi. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutritional assessment in children. **Journal of Pediatric Surgery**, v. 35, n. 7, p. 1035-1039, 2000.

NATALINO, Rennan Teixeira et al. Comparação entre percentuais de gordura corporal estimados por bioimpedância bipolar e tetrapolar. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 21, n. 3, p. 88-95, 2013.

NORMAN, Kristina et al. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters. **Clinical Nutrition**, v. 31, n. 6, p. 854-861, 2012.

NORMAN, Kristina et al. The bioimpedance phase angle predicts low muscle strength, impaired quality of life, and increased mortality in old patients with cancer. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 2, p. 173. e17-173. e22, 2015.

NUNES, João Pedro et al. Improvements in phase angle are related with muscle quality index after resistance training in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 27, n. 4, p. 515-520, 2019.

PETERSON, Mark D. et al. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. **Ageing Research Reviews**, v. 9, n. 3, p. 226-237, 2010.

PETERSON, Mark D.; RHEA, Matthew R.; ALVAR, Brent A. Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 377-382, 2004.

PETERSON, Mark D.; SEN, Ananda; GORDON, Paul M. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 2, p. 249, 2011.

PHILLIPS, Stuart M. Short-term training: when do repeated bouts of resistance exercise become training? **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 25, n. 3, p. 185-193, 2000.

PICCOLI, Antonio et al. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. **Kidney International**, v. 46, n. 2, p. 534-539, 1994.

PICCOLI, Antonio et al. Bivariate normal values of the bioelectrical impedance vector in adult and elderly populations. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 61, n. 2, p. 269-270, 1995.

PICCOLI, Antonio et al. Combined evaluation of nutrition and hydration in dialysis patients with bioelectrical impedance vector analysis (BIVA). **Clinical Nutrition**, v. 33, n. 4, p. 673-677, 2014.

PICCOLI, Antonio et al. Discriminating between body fat and fluid changes in the obese adult using bioimpedance vector analysis. **International Journal of Obesity**, v. 22, n. 2, p. 97, 1998.

PICCOLI, Antonio et al. Reference values of the bioelectrical impedance vector in neonates in the first week after birth. **Nutrition**, v. 18, n. 5, p. 383-387, 2002a.

PICCOLI, Antonio. Patterns of bioelectrical impedance vector analysis: learning from electrocardiography and forgetting electric circuit models. **Nutrition**, v. 18, n. 6, p. 520, 2002b.

PICCOLI, Antonio; PASTORI, Giordano. BIVA software 2002. **Department of Medical and Surgical Sciences**, 2002.

PICCOLI, Antonio; PILLON, Luana; DUMLER, Francis. Impedance vector distribution by sex, race, body mass index, and age in the United States: standard reference intervals as bivariate Z scores. **Nutrition**, v. 18, n. 2, p. 153-167, 2002.

RHEA, Matthew R. et al. A meta-analysis to determine the dose response for strength development, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 3, p. 456-464, 2003.

RIBEIRO, A. S. et al. Hypertrophy-type Resistance Training Improves Phase Angle in Young Adult Men and Women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 35-40, Jan 2016.

RIBEIRO, Alex S. et al. Effects of single set resistance training with different frequencies on a cellular health indicator in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 26, n. 4, p. 537-543, 2017b/2018.

RIBEIRO, Alex S. et al. Resistance Training Improves a Cellular Health Parameter in Obese Older Women: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2018.

RIBEIRO, Alex S. et al. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 913-921, 2017a.

RIBEIRO, Alex S. et al. Resistance training promotes increase in intracellular hydration in men and women. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 6, p. 578-585, 2014.

RIBEIRO, Alex Silva et al. Hypertrophy-type resistance training improves phase angle in young adult men and women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 01, p. 35-40, 2016.

RODRIGUES, Maurício Nunes et al. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, n. 4, p. 125-31, 2001.

SAAD, Maria AN et al. Phase angle measured by electrical bioimpedance and global cardiovascular risk in older adults. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 18, n. 5, p. 732-737, 2018.

SAKAMOTO, Akihiro; SINCLAIR, Peter J. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 523, 2006.

SÁNCHEZ-IGLESIAS, Andrés; FERNÁNDEZ-LUCAS, Milagros; TERUEL, José L. Fundamentos eléctricos de la bioimpedancia. **Nefrología**, v. 32, n. 2, p. 133-135, 2012.

SANTANA, Natalia de Moraes et al. Phase Angle as a sarcopenia marker in hospitalized elderly patients. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 33, n. 2, p. 232-237, 2018.

SANTOS, EF dos. Corpo: o retrato da cultura: A preocupação com a estética na sociedade contemporânea. **Anais do 8º Seminário Internacional Fazendo Gênero-Corpo, Violência e Poder**, p. 1-5, 2008.

SARAGAT, Bruno et al. Specific bioelectrical impedance vector reference values for assessing body composition in the Italian elderly. **Experimental Gerontology**, v. 50, p. 52-56, 2014.

SCHEUNEMANN, Lisiane; WAZLAWK, Elisabeth; TRINDADE, Erasmo Benício Santos de Moraes. Aplicação do ângulo de fase na prática clínica nutricional. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 23, n. 4, p. 292-297, 2008.

SCHOELLER, Dale A. Update: NIH consensus conference. Bioelectrical impedance analysis for the measurement of human body composition: where do we stand and what is the next step? **Nutrition**, v. 12, n. 11-12, p. 760, 1996.

SCHOENFELD, Brad J. et al. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2909-2918, 2014.

SCHOENFELD, Brad J. et al. Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2954-2963, 2015.

SCHOENFELD, Brad J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low-vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508-3523, 2017.

SCHOENFELD, Brad J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179-194, 2013.

SCHOENFELD, Brad J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, 2010.

SEGAL, Karen R. et al. Estimation of human body composition by electrical impedance methods: a comparative study. **Journal of Applied Physiology**, v. 58, n. 5, p. 1565-1571, 1985.

SELBERG, Oliver; SELBERG, Daniela. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 6, p. 509-516, 2002.

SHAW, Christopher S.; CLARK, Juliette; WAGENMAKERS, Anton JM. The effect of exercise and nutrition on intramuscular fat metabolism and insulin sensitivity. **Annual Review of Nutrition**, v. 30, p. 13-34, 2010.

SILVA, L. M. D. L.; CARUSO, L.; MARTINI, L. A. Aplicação do ângulo de fase em situações clínicas. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 22, n. 4, p. 317-21, 2007.

SOUZA, M. F. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 27, n. 11, p. 1308-1316, 2017.

STARON, R. S. et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. **Journal of Applied Physiology**, v. 76, n. 3, p. 1247-1255, 1994.

SUN, Shumei S. et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 2, p. 331-340, 2003.

TANAKA, Satoshi et al. A low phase angle measured with bioelectrical impedance analysis is associated with osteoporosis and is a risk factor for osteoporosis in community-dwelling people: the Yakumo study. **Archives of Osteoporosis**, v. 13, n. 1, p. 39, 2018.

THOMASSET, M. A. Bioelectric properties of tissue. Impedance measurement in clinical medicine. Significance of curves obtained. **Lyon Medical**, v. 94, p. 107, 1962.

TOMELERI, C. M. et al. Correlations between resistance training-induced changes on phase angle and biochemical markers in older women. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 10, p. 2173-2182, 2018.

TORRES, Alexandre G. et al. Biological determinants of phase angle among Brazilian elite athletes. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 67, n. OCE8, 2008.

TOSO, Silvia et al. Bioimpedance vector pattern in cancer patients without disease versus locally advanced or disseminated disease. **Nutrition**, v. 19, n. 6, p. 510-514, 2003.

VAN ROIE, Evelien et al. Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force–velocity characteristics. **Experimental Gerontology**, v. 48, n. 11, p. 1351-1361, 2013.

WACKERHAGE, Henning et al. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 126, n. 1, p. 30-43, 2019.

WARD, Leigh C. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 2, p. 194-199, 2019.

WESTCOTT, Wayne L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209-216, 2012.

WILLARDSON, Jeffrey M. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 978-984, 2006.

WILMS, Britta et al. Whole-body vibration added to endurance training in obese women—a pilot study. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 09, p. 740-743, 2012.

YAMADA, Minoru et al. Phase angle is a useful indicator for muscle function in older adults. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 23, n. 3, p. 251-255, 2019.

ZHANG, Guanghao et al. A bioelectrical impedance phase angle measuring system for assessment of nutritional status. **Bio-medical Materials and Engineering**, v. 24, n. 6, p. 3657-3664, 2014.

ANEXOS

Anexo 1 – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética Local.

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
CAMPUS DE PRESIDENTE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Saúde Celular de pessoas adultas e idosas envolvidas em programas de treinamento resistido

Pesquisador: Luis Alberto Gobbo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 77355517.3.0000.5402

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.321.522

Apresentação do Projeto:

O projeto foi redigido de forma clara, permitindo a adequada compreensão do estudo, seus objetivos e material e métodos utilizados para atendê-los. Para tanto, 46 idosos de ambos os sexos e 23 jovens adultos residentes na cidade de Presidente Prudente, SP, serão convidados a participar de um programa de treinamento resistido durante 12 semanas, divididos em dois grupos randomizados (para os idosos) e um grupo de referência (para os jovens adultos): grupo de treinamento dos grupos musculares de tronco e membros superiores para membros inferiores (GTSI); grupo de treinamento dos grupos musculares de membros inferiores para tronco e membros superiores (GTIS); grupo de referência. A ordem de execução do GTSI será: voador, remada sentada, rosca e tríceps (tronco e membros superiores); leg press, cadeira extensora, flexores e panturrilha (membros inferiores). A ordem de execução do GTIS invertida: leg press, cadeira extensora, flexores e panturrilha (membros inferiores); voador, remada sentada, rosca e tríceps (tronco e membros superiores). Antes do início do treinamento (baseline), todos serão submetidos às avaliações de equilíbrio (plataforma de força), quedas e medo de cair (questionários), composição corporal (absorciometria radiológica de dupla energia, impedância bioelétrica, ultrassonografia), funcionalidade (força dinâmica e isométrica, equilíbrio estático e dinâmico, velocidade de caminhada e qualidade muscular) e análise bioquímica. Na sequência, os

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
CAMPUS DE PRESIDENTE**



Continuação do Parecer: 2.321.522

grupos de treinamentos (GTIS; GTSI e referência) serão submetidos ao programa de treinamento resistido, durante 12 semanas, com frequência de três sessões semanais, com reavaliação na oitava semana para as variáveis de quedas e medo de cair, impedância bioelétrica e funcionalidade. Ao término do treinamento, todos os participantes serão reavaliados para as mesmas variáveis do baseline.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente projeto será analisar a correlação das alterações do ângulo de fase, na resistência e na reatância com as alterações das variáveis morfológicas, fisiológicas e funcionais em idosos sarcopênicos participantes em programas de treinamento resistido.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são mínimos e relativos a "desconfortos poderão ser percebidos ao longo do estudo, sobretudo, dores musculares temporárias, principalmente na fase inicial do programa de treinamento e nas avaliações pré e pós treinamento, em decorrência da adaptação ao treinamento e da sobrecarga de avaliação (aumento dos pesos ao longo das semanas de treinamento)". Os benefícios segundo os pesquisadores "benefício direto - caso seja designada a grupos de treinamento - aumento da força e massa muscular, funcionalidade e mobilidade" além de "Participação no projeto de pesquisa com oferecimento de avaliações funcionais, de composição corporal e perfil lipídico e inflamatório".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O tema é relevante e importante. O pesquisador responsável tem adequado conhecimento na área. Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão do estudo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Folha de rosto: presente e correta.
2. TCLE: presente e adequado.
3. Termo de assentimento: não se aplica.
4. Autorização do responsável pelo local a ser desenvolvida a pesquisa: presente e correta.
5. Autorização de contato com os participantes da pesquisa: presente e correta.
6. Autorização para utilização de prontuários e documentos: não se aplica.
7. Termo de compromisso: presente e correto.
8. Termo de responsabilidade e compromisso: não se aplica.

Recomendações:

Não há.

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
CAMPUS DE PRESIDENTE**



Continuação do Parecer: 2.321.522

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O presente estudo não apresenta pendências ou adequações a serem realizadas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Em reunião realizada no dia 06.10.2017, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Unesp - Presidente Prudente, em concordância com o parecerista, considerou o projeto APROVADO.

Obs: Lembramos que ao finalizar a pesquisa, o (a) pesquisador (a) deverá apresentar o relatório final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1000594.pdf	22/09/2017 15:04:07		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_Compromisso.pdf	22/09/2017 15:03:14	Luis Alberto Gobbo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO.pdf	21/09/2017 16:37:40	Luis Alberto Gobbo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Saude_Celular_para_COEP.pdf	20/09/2017 13:33:32	Luis Alberto Gobbo	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	20/09/2017 10:19:29	Luis Alberto Gobbo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	LaFICE.pdf	20/09/2017 01:05:06	Luis Alberto Gobbo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ASA.pdf	20/09/2017 01:01:25	Luis Alberto Gobbo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CELAPAM.pdf	20/09/2017 01:01:15	Luis Alberto Gobbo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
CAMPUS DE PRESIDENTE



Continuação do Parecer: 2.321.522

PRESIDENTE PRUDENTE, 09 de Outubro de 2017

Assinado por:
Edna Maria do Carmo
(Coordenador)

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Título da Pesquisa: “Saúde Celular de pessoas adultas e idosas envolvidas em programas de treinamento resistido e correlação com as alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais”.

Nome do Pesquisador: Luís Alberto Gobbo

1. **Natureza da pesquisa:** o Sra. (Sr.) está sendo convidada (o) a participar desta pesquisa que tem como finalidade comparar os efeitos do treinamento resistido (musculação) sobre a força, massa muscular, caminhada, equilíbrio, capacidade funcional e parâmetros bioquímicos em pessoas adultas e idosas.
2. **Participantes da pesquisa:** 60 pessoas (20 adultos e 40 idosos).
3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo a Sra. (Sr.) permitirá que o pesquisador e sua equipe realize avaliações da composição corporal (mensuração da gordura corporal, massa muscular), do equilíbrio estático, da força muscular, de mobilidade (caminhada, equilíbrio), capacidade funcional (questionário sobre as atividades da vida diária), além de permitir que seja retirada amostra de sangue para análise bioquímica. Também, ao participar deste estudo, a Sra. (Sr.) permitirá ao pesquisador e sua equipe poder encaminhá-la (lo) a um determinado grupo de treinamento resistido (musculação) treino a partir de membros superiores ou membros inferiores. A Sra. (sr.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a Sra. (Sr.). Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.
4. **Sobre as entrevistas:** as entrevistas serão realizadas no momento inicial, pré-treinamento, onde será preenchido questionário sobre dados pessoais, hábitos de vida, atividades da vida diária, condições de saúde e doença; neste momento, também serão avaliadas força e massa muscular, para encaminhamento da (o) Sra. (Sr.) a grupo de pessoas idosas sarcopênicas ou não sarcopênicas.
5. **Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. Entretanto, alguns riscos e desconfortos poderão ser percebidos ao longo do estudo, sobretudo, dores musculares temporárias, principalmente na fase inicial do programa de treinamento e nas avaliações pré e pós-treinamento,

em decorrência da adaptação ao treinamento e da sobrecarga de avaliação (aumento dos pesos ao longo das semanas de treinamento). Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

6. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador (e equipe de pesquisa) terá conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados dessa pesquisa.
7. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa a Sra. (Sr.) poderá ter, como benefício direto - caso seja designada (o) a grupos de treinamento - aumento da força e massa muscular, funcionalidade e mobilidade. Adicionalmente, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre os diferentes tipos de treinamento resistido e suas respostas sobre a força, a massa muscular, a mobilidade, o equilíbrio, a funcionalidade e parâmetros bioquímicos, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possibilite a profissionais da área da saúde a melhor escolher e otimizar programas de treinamento resistido para pessoas idosas, com ou sem fragilidade. O pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos, respeitando-se o sigilo das informações coletadas, conforme previsto no item anterior.
8. **Pagamento:** a Sra. (Sr.) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Pesquisador: Professor Assistente Doutor Luís Alberto Gobbo – 18-3229-5729/99823-2952

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa: Profa. Dra. Edna Maria do Carmo

Vice Coordenadora: Profa. Dra. Andréia Cristiane Silva Wiezzel

Telefone do Comitê: 3229-5315 ou 3229-5526 - E-mail cep@fct.unesp.br