UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ – UENP CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

GEISA FRANCO RODRIGUES



VALIDADE DAS EQUAÇÕES PARA ESTIMAR A MASSA LIVRE DE GORDURA POR MEIO DA ANÁLISE DE IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA EM PESSOAS VIVENDO COM HIV

Jacarezinho 2023

GEISA FRANCO RODRIGUES

VALIDADE DAS EQUAÇÕES PARA ESTIMAR A MASSA LIVRE DE GORDURA POR MEIO DA ANÁLISE DE IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA EM PESSOAS VIVENDO COM HIV

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Profa. Dra. Débora Alves Guariglia.

Jacarezinho 2023

GEISA FRANCO RODRIGUES

VALIDADE DAS EQUAÇÕES PARA ESTIMAR A MASSA LIVRE DE GORDURA POR MEIO DA ANÁLISE DE IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA EM PESSOAS VIVENDO COM HIV

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Débora Alves Guariglia Universidade Estadual do Norte do Paraná

Prof. Dr. Ezequiel Moreira Gonçalves Universidade Estadual do Norte do Paraná

Prof. Dr. Rafael Deminice Universidade Estadual de Londrina

Jacarezinho, 10 de Fevereiro de 2023

Gostaria de dedicar esta dissertação ao meu marido David Martins Freitas, pois foi quem me deu todo apoio necessário para que eu chegasse até aqui, em todos os meus momentos bons ou ruins sempre esteve ao meu lado, gratidão anjo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais Ângela Maria Franco Rodrigues e Marcelo Araújo Rodrigues, vocês são a razão da minha existência e constituíram a minha base para que eu pudesse ser quem sou hoje, por isso a vocês serei eternamente grata! Esses dois anos foram marcados por muitas conquistas e desafios, considero que foi também um divisor de águas na minha vida. Em um momento crítico de pandemia comecei a pensar sobre o que queria de fato e qual era a minha missão nesse mundo, acredito que agora estou no caminho. Em 2020 fiquei sabendo sobre o grupo de estudos da professora Débora Guariglia, a quem gostaria de dizer que tenho prazer em fazer parte do grupo e de agradecer por ter me ajudado a trilhar esse caminho e ter me dado todas as ferramentas necessárias para isso, e dizer que você se tornou uma pessoa referência na minha vida. Ainda durante o grupo, agradeço imensamente ao Gabriel Pito que sempre nos ajudou, tanto com o avanço do grupo com seus conhecimentos, tanto quanto me ajudou no grupo e após entrar no mestrado com dicas e parcerias, sucesso sempre! Mais adiante tive o prazer de me tornar amiga de uma das pessoas mais lindas que já conheci na vida, Mariane Lamin, você é um encontro de almas, sou muito grata pela nossa parceria, foi essencial ter você nesse processo e você sabe que te desejo todo sucesso do mundo, que Deus esteja sempre no controle e te abençoando cada vez mais. Durante o mestrado também comecei a participar do grupo do Ezequiel Gonçalves, pessoa que é a minha banca e que me ajudou a chegar até aqui, sou muito grata por você fazer parte da minha vida e por todas as orientações e dicas que foram fundamentais para mim. Além disso, não poderia deixar de agradecer ao Vitor Oliveira que se tornou meu coorientador me auxiliando no meu trabalho e ao Rafael Deminice que também é parte da minha banca, ambos me auxiliaram também com o banco de dados para que tudo isso fosse possível! Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, aos discentes, docentes, coordenador Raphael Oliveira, sua secretária Liesly Pini, e a todos os colaboradores do programa de mestrado em Ciências do Movimento Humano (CMH) e a Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) por todo acolhimento e suporte necessário para que eu pudesse chegar até aqui.

Como sou artista, não poderia deixar de agradecer sem deixar um poema pra vocês de minha autoria.

Frutos da luz

Somos frutos de raízes diferentes, aprendemos e vivemos em mundos diferentes. Mas existe algo que nos une, e não é a busca pelo conhecimento como podemos achar. O que nos une não é algo tangível, é uma força, que parece longe, mas está perto. Por vezes nos perdemos em nossos anseios e conquistas, mas ora, quem não se perde de vez em quando? Afinal somos humanos sujeitos a errar.

O que realmente importa é que nos encontramos e o que fazemos através da execução das nossas ideias, que se não as colocarmos em prática podem morrer como folhas ao vento nos nossos pensamentos.

O que nos une é o amor, sim, o amor pela nossa luta, pela nossa causa, pelo o que acreditamos e pela necessidade de fazer do mundo um lugar melhor.

Que não é fácil, mas é mais simples do que imaginamos.

Porque mudar o mundo é ajudar alguém, mudar o mundo é estar ao lado de alguém, é ser o apoio na causa de alguém, mudar o mundo é ser uma referência.

E assim vocês mudaram meu mundo.

Que sejamos luz (referência) para os que ainda não conseguem enxergar.

RESUMO

O desenvolvimento da terapia antirretroviral (TARV) fez com que a infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV) se tornasse uma condição de característica crônica. No entanto, os efeitos colaterais da TARV vêm contribuindo para o aparecimento de comorbidades e mudanças na composição corporal, tais como a perda da massa livre de gordura (MLG). Dessa forma, é importante detectar alterações na MLG que podem comprometer a funcionalidade e qualidade de vida, aumentar a suscetibilidade a sarcopenia e levar o indivíduo a um quadro de envelhecimento precoce. Dentre os instrumentos mais utilizados para a avaliação da composição corporal destacam-se a absorciometria radiológica de dupla energia (DXA), instrumento referência, e a impedância bioelétrica (BIA) que é bastante usada por ser uma alternativa mais acessível na prática clínica. No entanto, na literatura atual as equações utilizadas em pessoas vivendo com HIV (PVHIV) apresentam divergências em seu processo de validação, além de não terem realizado comparação entre diferentes instrumentos de BIA. Sendo assim, o principal objetivo do presente estudo foi verificar a validade das equações para estimativa da MLG derivadas da BIA a partir da DXA em PVHIV brasileiras a partir dos 40 anos. Esse estudo se caracteriza como transversal e foi composto por 68 PVHIV, as quais foram avaliadas por meio da DXA (Lunar Prodigy Advance, GE Healthcare, Chicago, IL, USA) e por dois dispositivos de BIA (BIA Analyzer, Rushford NanoElectroChemistry Company, Rushford, MN, USA e Biodynamics Model 310, Biodynamics Corporation, Seattle, WA, EUA). Após a análise da distribuição dos dados avaliada pelo teste Shapiro Wilk, comparações foram feitas por meio do teste t para amostras pareadas ou Wilcoxon nas medidas intra e inter equipamentos de BIA dos valores brutos de resistência (R), reatância (Xc), impedância (Z), das medidas da MLG derivadas das equações e das medidas de MLG derivadas das equações das BIAs versus DXA. A reprodutibilidade dos diferentes equipamentos de BIA e em relação a DXA foi testada pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI). Para verificar a validade das equações foi realizada uma regressão linear, da qual utilizou-se o coeficiente de explicação ajustado (R²) e o erro padrão de estimativa (EPE), e para analisar a concordância entre as equações (BIA) e o instrumento referência (DXA) foi utilizada a análise de concordância proposta por Bland e Altman. Além disso, para todas as variáveis de comparação foi calculado o Δ %, a fim de verificar a magnitude das diferenças. Após a realização das análises foram estabelecidos critérios para validade nos testes realizados relacionado as equações. Como resultados foram observadas diferenças inter equipamentos de BIA nas variáveis de R e Xc. Com relação as estimativas de MLG derivadas das equações da BIA, foram encontradas diferenças intra equipamento em duas das equações pela BIA Biodynamics. Na análise inter equipamentos das equações derivadas de BIA, houve diferença em apenas uma equação com um Δ % de quase 2%, mas novamente o CCI foi alto (0,99). Através da análise de concordância foi possível observar uma grande variação de estimativas entre os métodos (BIA e DXA), com média de -4,2 a 7,9 kg e intervalo de confiança (95%) de -11,3 a 15,2. Diferenças significativas foram observadas em todas as equações de estimativa de MLG das BIAs e a DXA, os CCIs variaram entre 0,88 a 0,98, a análise de regressão mostrou um poder de explicação variando de 65% a 92% e os EPEs variaram entre 2,3 a 5,0 kg. Conclui-se que as equações de Kotler et al., (1996) e Beraldo et al., (2015) são válidas para estimativa da MLG para PVHIV em ambas as BIAs (Analyzer e Biodynamics), e a equação de Lukaski e Bolonchuk (1987) foi válida, no entanto, apresentou diferenças inter equipamentos de BIA, sugerindo que o uso de instrumento diferente pode alterar sua estimativa.

Palavras-chave: Composição corporal; Estudo de validação; Vírus da Imunodeficiência Humana.

ABSTRACT

The development of antiretroviral therapy (ART) has made human immunodeficiency virus (HIV) infection a characteristic chronic condition. However, the side effects of ART have contributed to the appearance of comorbidities and changes in body composition, such as loss of free fat mass (FFM). Thus, it is important to detect changes in FFM that can compromise functionality and quality of life, increase susceptibility to sarcopenia and lead the individual to premature aging. Among the most used instruments for the assessment of body composition, stand out, dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), a reference instrument, and bioelectrical impedance analysis (BIA), which is widely used because it is a more accessible alternative in clinical practice. However, in the current literature, the equations used in people living with HIV (PLHIV) show divergences in their validation process, in addition to not having performed a comparison between different BIA instruments. Therefore, the main objective of the present study was to verify the validity of equations for estimating FFM derived from BIA from DXA in Brazilian PLHIV aged 40 years and older. This study is characterized as cross-sectional and consisted of 68 PLHIV, which were evaluated using DXA (Lunar Prodigy Advance, GE Healthcare, Chicago, IL, USA) and two BIA devices (BIA Analyzer, Rushford NanoElectroChemistry Company, Rushford, MN, USA and Biodynamics Model 310, Biodynamics Corporation, Seattle, WA, USA). After analyzing the distribution of data evaluated by the Shapiro Wilk test, comparisons were made using the t test for paired samples or Wilcoxon in the intra and inter-equipment BIA measurements of the raw values of resistance (R), reactance (Xc), impedance (Z), the FFM measures derived from the equations and the FFM measures derived from the BIA versus DXA equations. The reproducibility of the different BIA equipment and in relation to DXA was tested using the intraclass correlation coefficient (ICC). To verify the validity of the equations, a linear regression was performed, using the adjusted explanation coefficient (R²) and the standard error of estimate (SEE), and to analyze the agreement between the equations (BIA) and the reference instrument (DXA) the agreement analysis proposed by Bland and Altman was used. In addition, for all comparison variables, the Δ % was calculated in order to verify the magnitude of the differences. After carrying out the analysis, criteria were established for validity in the tests performed related to the equations. As a result, in relation to the raw values, differences between BIA equipment were found in the R and Xc variables. Regarding the FFM estimates derived from the BIA equations, intraequipment differences were found in two of the equations when analyzed by BIA Biodynamics. In the inter-equipment analysis of the BIA-derived equations, there was a difference in only 1 equation with a Δ % of almost 2%, but again the ICC was high (0.99). Through the concordance analysis, it was possible to observe a great variation of estimates between the methods (BIA and DXA), with a mean of -4.2 to 7.9 kg and a confidence interval (95%) of -11.3 to 15.2, two. Significant differences were observed in all FFM estimation equations from BIAs and DXA, ICC values ranged from 0.88 to 0.98, regression analysis showed explanatory power ranging from 65% to 92%, and SEE values varied between 2.3 to 5.0 kg. It is concluded that the equations by Kotler et al., (1996) and Beraldo et al., (2015) are valid for estimating FFM for PLHIV in both BIAs (Analyzer and Biodynamics), and the equation by Lukaski and Bolonchuk (1987) was valid, however, it showed differences between BIA devices, suggesting that the use of a different instrument may change its estimate.

Keywords: Body composition; Validation study; Human immunodeficiency virus.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS Figura 1 Relação entre os vetores de impedância 23 Figura 2 Fluxograma de acordo com a amostra e os instrumentos utilizado 33 Figura 3 Delta percentual das medidas brutas intra equipamento: A) BIA Analyzer (n 35 = 61; B) BIA *Biodynamics* (n = 41) Figura 4 Delta Percentual das medidas brutas inter equipamentos da BIA (n = 34)35 Figura 5 Delta percentual da massa livre de gordura intra equipamento: A) BIA 36 Analyzer (n = 61); B) BIA Biodynamics (n = 41)Figura 6 Delta percentual da massa livre de gordura inter equipamentos da BIA (n = 37 34) Figura 7 Delta percentual da massa livre de gordura entre as equações da BIA 37 Analyzer e DXA (n = 61) Delta percentual da massa livre de gordura entre as equações da BIA 38 Figura 8 Biodynamics e DXA (n = 41) Figura 9 Análise de concordância entre as equações de massa livre de gordura pela 39 BIA Analyzer e DXA 42 Figura 10 Critério para a validade das equações de estimativa de massa livre de gordura da BIA Analyzer (n = 61) e BIA Biodynamics (n = 41)

QUADROS

Quadro 1	Descrição dos estudos de validação em pessoas vivendo com HIV	28
Quadro 2	Síntese das equações validadas da BIA para pessoas vivendo com HIV	31

TABELAS

Tabela 1.	Descrição dos dados demográficos, antropométricos e clínicos das pessoas	34
	vivendo com HIV ($n = 68$)	
Tabela 2.	Medidas de critério para a validade das equações de estimativa de massa	40

livre de gordura da BIA *Analyzer* (n = 61) e BIA *Biodynamics* (n = 41)

APÊNDICE

Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA Analyzer	73
para o sexo feminino ($n = 37$)	
Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA Biodynamics	73
para o sexo feminino (n = 24)	
Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA Analyzer	73
para o sexo masculino (n = 24)	
Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA Biodynamics	73
para o sexo masculino ($n = 17$)	
Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA Analyzer e	74
DXA para o sexo feminino $(n = 37)$	
Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA Biodynamics	74
e DXA para o sexo feminino (n $= 24$)	
Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA Analyzer e	74
DXA para o sexo masculino (n $= 24$)	
Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA Biodynamics	75
e DXA para o sexo masculino (n = 17)	
Análise de concordância entre as equações de massa livre de gordura pela BIA	76
Biodynamics e DXA	
	Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA Analyzer para o sexo feminino (n = 37) Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA <i>Biodynamics</i> para o sexo feminino (n = 24) Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA <i>Analyzer</i> para o sexo masculino (n = 24) Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA <i>Biodynamics</i> para o sexo masculino (n = 17) Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA <i>Analyzer</i> e DXA para o sexo feminino (n = 37) Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA <i>Biodynamics</i> e DXA para o sexo feminino (n = 24) Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA <i>Analyzer</i> e DXA para o sexo feminino (n = 24) Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA <i>Analyzer</i> e DXA para o sexo masculino (n = 17) Análise de concordância entre as equações de massa livre de gordura pela BIA <i>Biodynamics</i> e DXA

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Aids	Síndrome da imunodeficiência adquirida		
BIA	Análise de bioimpedância elétrica		
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse		
COVID-19	Corona vírus		
DMO	Densidade mineral óssea		
DNA	Ácido desoxirribonucleico		
DP	Desvio Padrão		
DXA	Absorciometria Radiológica de Dupla Energia		
EPE	Erro padrão de estimativa		
Eq. 1	Equação 1		
Eq. 2	Equação 2		
Eq. 3	Equação 3		
Eq. 4	Equação 4		
Eq. 5	Equação 5		
Eq. 6	Equação 6		
EUA	Estados unidos		
GRRAS	Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies		
HIV	Vírus da imunodeficiência humana		
IMC	Índice de massa corporal		
ITRN	Inibidor de transcriptase reversa análogo de nucleosídeo		
ITRNN	Inibidor de transcriptase reversa não análogo de nucleosídeo		
IP	Inibidor de protease		
INI	Inibidor de integrasse		
Kg	Quilograma		
MG	Massa gorda		
MLG	Massa livre de gordura		
PVHIV	Pessoas vivendo com HIV		
R	Resistência		

RNAÁcido ribonucleicoSTROBEStrengthening the Reporting of Observational Studies in EpidemiologyTARVTerapia AntirretroviralXcReatânciaZImpedância	R ²	Coeficiente de determinação
STROBEStrengthening the Reporting of Observational Studies in EpidemiologyTARVTerapia AntirretroviralXcReatânciaZImpedância	RNA	Ácido ribonucleico
TARVTerapia AntirretroviralXcReatânciaZImpedância	STROBE	Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology
XcReatânciaZImpedância	TARV	Terapia Antirretroviral
Z Impedância	Xc	Reatância
	Z	Impedância

1INTRODUÇÃO ¹	11
2 Objetivos 1	13
2.1 Objetivo Geral 1	13
2.2 Objetivos específicos 1	13
2.3 Hipóteses 1	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA ¹	14
3.1 Vírus da imunodeficiência humana/síndrome da imunodeficiência adquirida (HIV/aids) ¹	14
3.2 Terapia Antiretroviral (TARV) e o HIV 1	15
3.3 Disfunções na composição corporal em pessoas vivendo com HIV (PVHIV) ¹	17
3.4 Absorciometria Radiológica de dupla energia (DXA) ²	21
3.5 Análise da impedância bioelétrica (BIA) ²	23
3.6 Validação da BIA	25
3.7 Validações da BIA em PVHIV ²	26
4 MÉTODOS	29
4.1 Caracterização do estudo e procedimentos éticos 2	29
4.2 População e amostra 2	29
4.3 Instrumentos e técnicas de coleta de dados 2	29
4.4 Equações do estudo	31
4.5 Análise dos dados	31
5 RESULTADOS	32
6 DISCUSSÃO 4	12
6.1 Comparação das medidas de resistência, reatância e impedância 4	13
6.2 Comparação e reprodutibilidade das equações de BIA 4	14
6.3 Concordância e medidas de tendência das equações 4	45
6.4 Validade das equações de BIA versus DXA 4	17
6.5 Limitações do estudo 4	19
6.6 Aplicação prática dos achados	50
7 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
ANEXOS	52
APÊNDICE	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

A síndrome da imunodeficiência adquirida (aids) é uma doença causada pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV), responsável por debilitar o sistema imunológico, aumentando assim a suscetibilidade do organismo a doenças oportunistas (BRASIL, 2018a). Os sintomas característicos da progressão da aids, incluem presença de infecções oportunistas, neoplasias e processos inflamatórios que podem acompanhar o indivíduo por longos períodos e até levar o mesmo a óbito (BRASIL, 2018b).

Todavia, o desenvolvimento da terapia antirretroviral (TARV), que é um conjunto de medicamentos utilizados para impedir a replicação do HIV, proporcionou as pessoas que vivem com HIV (PVHIV) um aumento na expectativa de vida semelhante à população em geral, tornando a infecção pelo HIV controlável (TORRES *et al.*, 2018). Porém, o próprio HIV, avanço da aids e o uso prolongado da TARV estão associados a diferentes alterações e disfunções na composição corporal, como a diminuição da massa livre de gordura (MLG) e aumento da massa gorda (MG) que estão envolvidos no processo da sindrome de *wasting*, lipodistrofia, obesidade, osteopenia e a sarcopenia (BAILIN *et al.*, 2020; DELPINO; QUARLERI, 2020; DEMINICE *et al.*, 2022; VIZCARRA *et al.*, 2020; SACILLOTO *et al.*, 2017; SIDDIQUI *et al.*, 2022).

Dentre essas alterações, a sarcopenia que é caracterizada pela perda de MLG, baixa força e desempenho físico (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019; WOO, 2017). Tem tido uma alta prevalência em PVHIV quando comparado a pessoas sem HIV, o que contribui para um envelhecimento precoce, eleva o risco de fraturas, quedas, hospitalização e mortalidade, representando um ônus significativo de saúde e econômico para esta população nos próximos anos (BONATO *et al.*, 2020; DEBROY, *et al.*, 2019; DEMINICE *et al.*, 2022; NATSAG *et al.*, 2017; PINTO NETO *et al.*, 2016). Desse modo, faz-se necessário o acompanhamento e tratamento das alterações na MLG na prática clínica dessa população (DEMINICE *et al.*, 2022).

A absorciometria radiológica de dupla energia (DXA) tem sido amplamente utilizada como instrumento referência para avaliar a composição corporal (BAZZOCHI *et al.*, 2016). Porém apresenta alto custo, sendo pouco acessível para a prática clínica, por outro lado, a análise de impedância bioelétrica (BIA) é um instrumento mais acessível que se apresenta como uma boa opção de medida, em comparação com a DXA por seu baixo custo e praticidade (WARD, 2019).

A BIA é um instrumento de medida duplamente indireto de dois componentes, o qual estima a MLG assumindo uma hidratação fixa de 73%, e a MG é então calculada a partir da subtração da massa total pela MLG (WARD, 2019). Sendo assim, ao usar a BIA, é importante assumir algumas limitações referentes a condições fisiológicas e patológicas que podem interferir sobretudo na hidratação dos avaliados. Para minimizar os erros de estimativa, as equações e equipamentos utilizados devem ser validados ou testados especificamente para a população investigada, levando-se em consideração as características da amostra, equipamentos e rigorosidade no processo de validação das equações (GONZALEZ; BARBOSA-SILVA; HEYMSFIELD, 2018; SERGI *et al.*, 2017).

Em PVHIV, foram localizadas seis equações, publicadas em quatro diferentes estudos, sendo dois desenvolvidos nos Estados Unidos (EUA), um na Etiópia e um no Brasil (BERALDO *et al.*, 2015; FORRESTER; SHEEHAN; JOFFE, 2008; HEGELUND *et al.*, 2017; KOTLER *et al.*, 1996). No entanto, essas equações possuem disparidades nos processos de validação, instrumentos utilizados e protocolos estatísticos, sendo que, uma delas foi validada na década de 90, período em que os pacientes apresentavam um padrão da composição corporal completamente diferente do observado atualmente. Além disso, não foram feitas análise da reprodutibilidade entre diferentes equipamentos de BIA em nenhuma dessas equações (BERALDO *et al.*, 2015; FORRESTER; SHEEHAN; JOFFE, 2008; HEGELUND *et al.*, 2017; KOTLER *et al.*, 1996), sendo elas aplicáveis, até então, apenas aos instrumentos nelas validados. Nesse sentido, a investigação da validade dessas equações e a reprodutibilidade em outros instrumentos de BIA possibilitarão melhores escolhas para pesquisas e prática clínica com essa população

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Verificar a validade das equações para estimativa da MLG derivadas da BIA a partir da DXA em PVHIV brasileiras a partir dos 40 anos.

2.2 Objetivos específicos

Comparar as medidas de resistência, reatância, impedância e das equações de estimativa para MLG intra e inter instrumentos de BIA.

Verificar a reprodutibilidade intra e inter instrumentos de BIA.

Comparar e verificar a reprodutibilidade das medidas das equações de estimativa para MLG derivadas das BIAs em relação a DXA.

Analisar a concordância das estimativas de MLG derivadas das BIAs em relação a DXA.

2.3 Hipótese

As equações de estimativa da MLG calculadas pela BIA serão válidas quando comparadas as medidas avaliadas pela DXA.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Vírus da imunodeficiência humana/síndrome da imunodeficiência adquirida (HIV/aids)

De 1980 a 2021 foram notificados 1.045.355 casos de aids no Brasil. De 2007 até junho de 2021, foram notificados 381.793 casos de HIV, destes, 32.701 novos casos foram no ano de 2020. Ainda em 2020 houve um total de 10.417 óbitos pela aids, mesmo a taxa de mortalidade sofrendo um decréscimo de 30,6% entre 2014 e 2020. A diminuição dos casos de aids ocorreu em quase todo o país, porém esta redução pode estar vinculada à subnotificação de casos diante da mobilização dos profissionais de saúde pela pandemia do COVID-19 (BRASIL, 2021a).

O HIV é um retrovírus que ao entrar no organismo humano atinge principalmente células de defesa chamadas de linfócitos TCD4+, dentro dela o HIV é capaz de transformar seu RNA viral em DNA, se integrar ao cromossomo celular e se replicar aumentando os valores de carga de viral. Desta forma, o HIV reduz a efetividade das células de defesa do organismo, o que leva a aids (CALDARARO, 1996; GALLO, 2006).

De modo resumido a infecção pelo HIV ocorre em três fases, e a duração de cada uma delas depende da carga viral e da resposta imunológica do indivíduo (BRASIL, 2018b). A primeira fase é a infecção aguda ocorrendo através do aparecimento dos primeiros sinais e sintomas incluindo febre, cefaleia, anorexia, depressão, náuseas, vômitos, diarreia, perda de peso e úlceras orais, a maior parte dos sintomas desaparecem em três a quatro semanas, sendo que a sorologia para a infecção pelo HIV é em geral negativa nessa fase, mas o diagnóstico pode ser realizado utilizando métodos moleculares (BRASIL, 2013; BRASIL, 2018b). A segunda fase é a latência clínica ou fase assintomática: caracterizada por exames clínicos aparentemente estáveis, a transição dessa fase para a sintomática ocorre com a evolução da infecção seguida de sintomas como febre baixa, diarreia crônica, infecções bacterianas, cefaleias e lesões orais, ocorrendo diminuição na contagem de linfócitos TCD4+ (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b). E a terceira fase é a aids ou fase sintomática: definida pelo aparecimento de infecções oportunistas (tuberculose, pneumocistose, meningite, etc) e/ou neoplasias (câncer de colo do útero, sarcoma de Kaposi e linfoma não Hodgkin), além de poder danificar diretamente alguns órgãos ou desencadear processo inflamatórios (miocardiopatia e nefropatia). Nesta fase a contagem dos linfócitos TCD4+ encontram-se abaixo de 200 células/mm³ normalmente (BRASIL, 2018b).

3.2 Terapia antirretroviral (TARV) e o HIV

Atualmente o desenvolvimento da aids tem sido prevenido pela TARV, um tratamento realizado por um conjunto de medicamentos capaz de controlar a replicação viral, manter a imunidade em níveis adequados, diminuir a progressão da doença, taxa de hospitalização, mortalidade e redução acentuada do risco de transmissão, tornando a infecção pelo HIV uma condição de característica crônica (BRASIL, 2018b; FUKUI; PIGGOTT; ERLANDSON, 2018; PHANUPHAK; GULICK, 2020). A diminuição da mortalidade em PVHIV pode ser ilustrada com o aumento na expectativa de vida desta população em uma coorte de 25 anos realizada nos EUA, a qual foi de 39 anos em 1994 para 54 anos em 2017, sendo que as principais causas de morte mudaram para causas não relacionadas à aids, incluindo distúrbios cardiovasculares, hepáticos, pulmonares, renais, neoplásicos e neurológicos (BUCHACZ *et al.*, 2020). As melhorias no manejo do HIV e na sobrevida dos pacientes resultaram em PVHIV mais velhas, porém com um aumento da prevalência de comorbidades relacionadas à idade que são comuns em pessoas sem HIV (BUCHACZ *et al.*, 2020).

Os primeiros medicamentos antirretrovirais surgiram em 1980 (BRASIL, 2020). Nos EUA a prevalência do uso de TARV em 1995 era de apenas 5% passando para 64% em 1997, sendo que em 1996 o Brasil tornou-se referência no tratamento, distribuindo medicamentos antirretrovirais de forma gratuita através do sistema único de saúde (BRASIL, 2020; BUCHACZ *et al.*, 2020). Atualmente, existe mais de 28,2 milhões de PVHIV em tratamento no mundo – dados de julho de 2021 (UNAIDS, 2021a).

Para entendermos melhor como funciona a TARV, será explicitado abaixo o ciclo de vida do HIV, sua replicação requer um processo de várias etapas e uma combinação de diferentes fatores (BRASIL, 2018a; PAU; GEORGE, 2014).

- Entrada e ligação: Após a entrada do HIV no hospedeiro, ocorre a fixação da glicoproteína gp120 do envelope do HIV nos receptores de quimiocinas humanas (CCR5 ou CXCR4) na superfície da célula CD4.
- 2) Fusão e desnudamento: Após a ligação inicial, ocorre a fusão do HIV e membranas celulares, permitindo a entrada das proteínas virais no citoplasma. O HIV libera RNA, que constitui o código genético do vírus, no interior da célula.

- Transcrição reversa: Como o HIV é um retrovírus, a enzima transcriptase reversa é usada para transcrição do RNA em um DNA viral de fita dupla;
- Importação e Integração: O DNA viral originado da transcrição é transportado para o núcleo celular. A enzima integrase é utilizada num processo de várias etapas permitindo a integração do DNA viral;
- 5) Transcrição, exportação e tradução: Uma molécula de RNA é formada, utilizando como molde uma das fitas do DNA que é exportado do núcleo. Após a integração do DNA viral no genoma, ocorre a formação de RNA e proteínas provirais;
- 6) Montagem, brotamento, liberação e maturação: As proteínas do HIV são agregadas aos vírions e liberadas para a superfície da célula. O próximo passo é a utilização da enzima viral protease para clivar as poliproteínas e formar os vírions infecciosos.

Deste modo, os medicamentos antirretrovirais possuem a capacidade de agir em diferentes momentos do ciclo de vida do HIV.

No Brasil existem 22 medicamentos disponíveis em 38 representações farmacêuticas que são divididos em seis grupos: 1) Inibidores de transcriptase reversa análogos de nucleosídeo (ITRNs); 2) Inibidores de transcriptase reversa não análogos de nucleosídeo (ITRNNs), estes dois são capazes de impedir a replicação do RNA viral; 3) Inibidores de Protease (IPs), responsáveis por impedir a passagem das enzimas que fragmentam as proteínas virais sintetizadas na célula; 4) Inibidores de Fusão, que dificultam a fusão da membrana viral com a membrana da célula; 5) Inibidores de Integrase (INIs) que inibem a enzima que integra o RNA viral no DNA da célula hospedeira; e 6) Inibidores do receptor de quimiocina C-C tipo 5 Maraviroc, estes se ligam seletivamente, bloqueando a interação do HIV (BRASIL, 2018b; PAU; GEORGE, 2014). Em 2013, o sistema único de saúde passou a conceder TARV as PVHIV, independente da carga viral, sendo mais um grande avanço para o controle dessa pandemia (BRASIL, 2020).

A utilização dos medicamentos antirretrovirais mudou com o tempo, numa coorte de 25 anos realizada nos EUA, pode ser observado que em 1997 a maioria das PVHIV utilizavam IPs, porém, na década seguinte adicionalmente ao IP, o tratamento baseado em ITRNNs passou a ser amplamente utilizado, já em 2017 com 89% das PVHIV utilizando TARV, dois terços começaram a utilizar a terapia baseada em INIs. Os motivos da troca dos medicamentos inicialmente era devido a não supressão virológica, mas com o avanço do tratamento, os motivos giravam em torno de minimizar interações medicamentasosas, previnir toxicidade e por conveniência. Observou-se também que iniciar a TARV em contagens mais altas de linfócitos TCD4+ estava associado a menor mortalidade por todas as causas, desse modo o tratamento foi ampliado e oferecido independentemente da contagem de células CD4 (BUCHACZ *et al.*, 2020).

Em relação a TARV, o padrão atual é um regime de três medicamentos antirretrovirais orais diários, sendo dois ITRNs associados a outra classe (ITRNNs, IP com ritonavir ou INI). Para os casos em início de tratamento, o esquema inicial preferencial deve ser a associação de dois ITRNs – lamivudina (3TC) e tenofovir (TDF) – associados ao INI – dolutegravir (DTG). Para gestantes e situações especiais de intolerância ou contraindicação, seus esquemas iniciais devem ser adequados para outros alternativos (BRASIL, 2018b).

Além de ser utilizada no tratamento da infeção de HIV, a TARV também pode ser utilizada para a prevenção da infecção. Atualmente, são oferecidas medicações para pessoas vulneráveis não diagnosticadas com HIV (profissionais do sexo, parceiros soro discordantes) como estratégias para prevenção do HIV. A profilaxia pré-exposição é composta por dois medicamentos ITRN em 1, tenofovir e entricitabina (BRASIL, 2017). Já a profilaxia pósexposição é indicada para pessoas que foram expostas a contaminação pelo HIV, devendo ser sempre avaliado através de testes rápidos. Se a amostra for não reagente, é indicada, pois a pessoa exposta é vulnerável ao HIV, no entanto, se a amostra for reagente, a profilaxia pósexposição não é indicada, pois a infecção pelo HIV já ocorreu. A pessoa que obtiver sorologia positiva para o HIV deve ser encaminhada para acompanhamento clínico e início da TARV. O esquema preferencial de profilaxia pós-exposição inclui combinações de três medicamentos, sendo dois ITRN associados à ITRNN, IP + ritonavir ou INI (BRASIL, 2021b; PHANUPHAK; GULICK, 2020; WHO, 2016).

3.3 Disfunções na composição corporal em pessoas vivendo com HIV (PVHIV)

Desse modo, a TARV pode se associar ou não as disfunções na composição corporal em PVHIV como veremos a seguir, já que essa população apresenta diferentes alterações na composição corporal que podem ser influenciadas pelo HIV, tempo de diagnóstico da aids, tempo e/ou tipo de tratamento, hábitos de vida, entre outros (VIZCARRA *et al.*, 2020; SIDDIQUI *et al.*, 2022; SACILLOTO *et al.*, 2017). Dentre essas alterações podemos destacar: sindrome de *wasting*, lipodistrofia, obesidade, osteopenia e a sarcopenia (BAILIN *et al.*, 2020; DELPINO; QUARLERI, 2020; DEMINICE *et al.*, 2022; SIDDIQUI *et al.*, 2022).

Nas duas primeiras décadas de descobrimento do HIV, era comum que as PVHIV desenvolvessem a síndrome da perda de peso (*wasting*). Esta síndrome possui uma etiologia multifatorial, sendo definida pela perda de peso corporal (principalmente MLG) de mais de 10% do peso habitual, podendo ser causado por nutrição inadequada, anorexia, má absorção de nutrientes, alterações metabolicas ou até mesmo a presença de outros tipos de infecções. Comprometendo a expectativa e a qualidade de vida dessa população (GRUNFELD; KOTLER, 1992; MANGILI *et al.*, 2006; PATON *et al.*, 1997; SALOMON; TRUCHIS; MELCHIOR, 2002). Entre 1987 e 1993, a síndrome de *wasting* foi relatada em 20% dos pacientes com aids nos EUA e atingiu 70% dos pacientes na hora da morte, também foi considerada, como o segundo critério de definição de aids (SALOMON; TRUCHIS; MELCHIOR, 2002). Em 1995, foram diagnosticadas 33,6% PVHIV com *wasting* (WANKE *et al.*, 2000). Assim é comum que PVHIV possuam menos MLG quando comparadas a pessoas sem HIV de mesma idade (KOTLER *et al.*, 1999; FORRESTER *et al.*, 2002).

Atualmente, a síndrome de *wasting* é mais prevalente em PVHIV que utilizam drogas injetáveis, possuem alta carga viral, baixo Índice de Massa Corporal (IMC), problemas alimentares e baixo nível socioeconômico (KEITHLEY; SWANSON, 2013; OLAWEPO *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2019). Sua prevalência entre julho de 2012 e março de 2019 foi de 18,3%, e a prevalência anual estimada foi de 2,7%. De modo que, PVHIV com *wasting* se associaram com maior número de hospitalizações, idade avançada, ser do sexo masculino, presença de outras comorbidades, condições psiquiátricas e uso de substâncias principalmente ilícitas (SIDDIQUI *et al.*, 2022).

Como observado, a prevalência da síndrome de *wasting* apresentou um declínio em PVHIV, isso se deve a melhor compreensão da infecção pelo HIV e o desenvolvimento da TARV (CORCORAN; GRINSPOON,1999; KOETHE *et al.*, 2020). No entanto, algumas classes de medicamentos e o metabolismo do HIV possuem influência direta nas disfunções no tecido adiposo, essas disfunções aumentam a prevalência de comorbidades, diabetes, doença cardiovasculares, complicações hepáticas e até mesmo problemas no cérebro (KOETHE *et al.*, 2020; LAGATHU *et al.*, 2019).

De modo geral, os ITRNs, ITRNNs e IPs se associam com diminuição da MLG, MG, densidade mineral óssea (DMO) e maior incidência da lipodistrofia (BRASIL, 2013; CHIŢU-TIŞU *et al.*, 2016; GRINSPOON, 2000; HATANO *et al.*, 2000; KRUGER; NELL, 2017 LAGATHU *et al.*, 2019; OLAWEPO *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2019). Já os INIs se associam com maior ganho de gordura e menor incidência de lipodistrofia (LAGATHU *et al.*, 2019; OLAWEPO *et al.*, 2021; SAX *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2019).

A TARV está associada à fisiopatologia da lipodistrofia, mas a sua interação é devido a uma cadeia complexa de fatores (BRASIL, 2013; BUCHACZ *et al.*, 2020). A síndrome da lipodistrofia é caracterizada por uma redistribuição de gordura corporal, com alteração de pelo menos 30% do tecido adiposo (BRASIL, 2013). Pode ser dividida em lipoatrofia (perda da gordura em regiões periféricas, nos membros, face e nádegas), lipohipertrofia (aumento do acúmulo de gordura visceral, ginecomastia nos homens e aumento das mamas nas mulheres, gibosidade dorsal e acúmulo em regiões submentoniana e pubiana) e a forma mista (junção de lipohipertrofia com lipoatrofia) (BALASUBRAMANYAM *et al.*, 2004; SOARES *et al.*, 2020).

A presença da lipodistrofia na década de 90 foi observada em mais da metade das PVHIV, e na maioria dos casos, as alterações foram acompanhadas por pelo menos uma disfunção metabólica (BATTERHAM, GARSIAB, GREENOPA, 2000; GRINSPOON, 2000; HATANO *et al.*, 2000). PVHIV com lipodistrofia eram normalmente mais velhas, tinham maior duração de infecção pelo HIV e uso da TARV (FREITAS *et al.*, 2012; ALIKHANI *et al.*, 2019). As prevalências atuais da lipodistrofia no Brasil e no mundo variam de 8% a 84%, com uma média de 42% nos pacientes tratados com regimes contendo IP. Essa variação se dá pela grande heterogeneidade dos estudos nos critérios de diagnóstico, população e duração do seguimento (ALIKHANI *et al.*, 2019; BRASIL, 2013; SCHUELTER-TREVISOL *et al.*, 2022). Essa falta de critério no diagnóstico é preocupante, pois além de possuir efeitos nos parâmetros metabólicos, pessoas com lipodistrofia podem apresentar dores, diminuição da autoestima, problemas com a imagem corporal, relacionamentos, qualidade de vida e depressão (COLLINS; WAGNER; WALMSLEY, 2000).

Além disso, PVHIV com lipodistrofia em sua maioria apresentam sobrepeso e obesidade em comparação com PVHIV sem lipodistrofia (NOGUEIRA *et al.*, 2020). PVHIV em países de baixa e média renda em que a TARV está disponível estão sobrevivendo por mais tempo e recebendo, cada vez mais, novos medicamentos associados ao ganho de peso (GRANT *et al.*, 2016; KOETHE *et al.*, 2020). Desse modo, as últimas duas décadas foram marcadas por um aumento significativo da prevalência de obesidade em PVHIV (BAILIN *et al.*, 2020). Dados

mostram que 2,7% das PVHIV estavam abaixo do peso e 56,4% estavam acima do peso ou obesos (41,5% e 14,9%, respectivamente) (CRUM-CIANFLONE *et al.*, 2010). Um aumento do IMC assim como o peso em PVHIV pode ser observado após o início da TARV entre 1998 a 2010 em um estudo de coorte realizado nos EUA, aproximadamente 80% do ganho de peso observado pode ser atribuído ao primeiro ano de tratamento. O aumento de MG em PVHIV é principalmente abdominal, sendo que o maior ganho de peso foi associado a uma menor contagem de células T CD4+, maior carga viral, possuir algum sintoma relacionado ao HIV ou aids, ser negro, do sexo feminino e estar na meia idade (CHIȚU-TIȘU *et al.*, 2016; ERLANDSON *et al.*, 2016; GRANT *et al.*, 2016; KOETHE *et al.*, 2016; SAX *et al.*, 2019). Por outro lado, ingestão de álcool, uso de maconha, uso de estimulantes, drogas injetáveis e idade avançada foram todos associados a menor ganho de gordura (CHIȚU-TIȘU *et al.*, 2016; ERLANDSON *et al.*, 2016; SAX *et al.*, 2019).

Como já falado a perda de MLG é frequente em PVHIV e se associa ao ganho de MG. A TARV pode auxiliar na prevenção de perda da MLG, mesmo assim PVHIV em comparação a indivíduos sem HIV, possuem perda de MLG significativamente maior (GRANT *et al.*, 2016). Isto pode estar atrelado ao desenvolvimento precoce de sarcopenia que é caracterizada pela perda de MLG, baixa força, alimentação inadequada, alto risco de fragilidade e ainda baixo desempenho físico (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019; WOO, 2017). Observa-se uma prevalência de sarcopenia em PVHIV em torno de 25%. Dessa forma, PVHIV apresentaram 6,1 maiores chances de desenvolver sarcopenia em comparação com pessoas sem HIV (ECHEVERRÍA *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Sendo assim, a sarcopenia é uma comorbidade com alta prevalência em PVHIV que eleva o risco de quedas, fraturas e está associada a um risco elevado de hospitalização e mortalidade (BONATO *et al.*, 2020; DEBROY, *et al.*, 2019; DEMINICE *et al.*, 2022; NATSAG *et al.*, 2017; PINTO NETO *et al.*, 2016). A sarcopenia desse modo é mais prevalente em pacientes mais velhos, mulheres, pacientes com osteopenia e/ou osteoporose, maior tempo de infecção pelo HIV, uso de drogas, tabaco e álcool, menor escolaridade, taxas de emprego e alterações metabolicas (ECHEVERRÍA *et al.*, 2018; ERLANDSON *et al.*, 2020; GRANT *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2020; PINTO NETO *et al.*, 2016).

Adicionalmente, a relação entre sarcopenia e maiores chances de fragilidade é fortemente relacionada à DMO (BROWN *et al.*, 2013; HAWKINS *et al.*, 2018; OURSLER *et al.*, 2020). PVHIV possuem menor DMO, quando comparado a pessoas sem HIV e até três vezes mais chances de possuir osteoporose (BUCHACZ *et al.*, 2020; CHIŢU-TIṢU *et al.*,

2016). A maior perda de DMO em PVHIV ocorre dentro de 24 a 48 semanas após o início do tratamento, deste modo o tipo de TARV pode auxiliar a diminuir essa perda, no entanto, uma vez que se perde a DMO, nunca se recupera a níveis basais pré-tratamento, muito menos para níveis característicos de indivíduos não infectados, de modo que PVHIV que possuem alto risco de uma fratura, pode-se considerar evitar regimes com IPs (DELPINO; QUARLERI, 2020; KRUGER; NELL, 2017). Todavia, os níveis de DMO parece estabilizar a médio/longo prazo após o tratamento (DELPINO; QUARLERI, 2020).

É necessário destacar a existência de disparidades na composição corporal entre os sexos e etnia, mulheres com HIV estão sendo cada vez mais diagnosticadas com HIV e em geral são mais novas (BRAÑAS *et al.*, 2020). De modo que, mulheres possuem normalmente menos MLG e mais MG quando comparada aos homens, ser mulher e da raça negra foi associado a maior ganho de peso, principalmente após o início da TARV (CHIŢU-TIŞU *et al.*, 2016; BARES *et al.*, 2021 KOTLER *et al.*, 1999; FORRESTER *et al.*, 2002; KOETHE *et al.*, 2016; SAX *et al.*, 2019). Mulheres com HIV também tendem a ter mais diagnostico de lipodistrofia que os homens (SOARES *et al.*, 2020). Por outro lado, homens com HIV possuem mais MLG e menos MG, porém, significativamente maior perda de ambos (KOTLER *et al.*, 1999; FORRESTER *et al.*, 2022; SOARES *et al.*, 2020). E mulheres apresentaram maior DMO (BROWN *et al.*, 2013).

Assim, se faz necessário o acompanhamento e manejo da composição corporal, destacando a necessidade de intervenções para diminuir a perda, manter ou aumentar a MLG e controle do MG visto principalmente durante os primeiros dois anos após o início da TARV (GRANT *et al.*, 2016; KOETHE *et al.*, 2020).

3.4 Absorciometria Radiológica de Dupla Energia (DXA)

A DXA é um instrumento que tem sido amplamente utilizado na avaliação de composição corporal em variadas populações (BAZZOCHI *et al.*, 2016). Quando a DXA é comparada ao padrão ouro de avaliação para a composição corporal, os modelos de quatro compartimentos nas estimativas de gordura é possível obter um grau de precisão considerável (maior que 97%) (PLANK, 2005). A DXA permite a divisão do peso corporal em três compartimentos no nível molecular, baseado nas taxas de atenuação em que cada componente do corpo mostra quando passa pelos scanners de raios-X em dois níveis diferentes de energia

de fótons (baixo e alto), sendo capaz de medir atenuações dos minerais e MG, estimando indiretamente a MLG (tecido magro mais os minerais ósseos) (PIETROBELLI *et al.*, 1996).

Existem três versões comerciais da DXA nos EUA, cada versão é baseada em uma configuração diferente de hardware e software, mas todas avaliam os mesmos componentes da composição corporal. Os raios x são emitidos de uma fonte abaixo do sujeito que está deitado em decúbito dorsal, após passar pelo indivíduo, são medidos com um detector de discriminação de energia situado acima dele, no braço de varredura. A máquina *Lunar Prodigy*, utilizada no presente estudo, é de uma geração que expõe o indivíduo a uma menor radiação com medidas mais precisas quando comparada a versões anteriores (HEYMSFIELD *et al.*, 2005).

A literatura documenta o uso da composição corporal medida pela DXA com potencial para oferecer novos paradigmas de diagnóstico para pacientes em diversas áreas e em várias populações, incluindo bebês, crianças, adolescentes, adultos, idosos, atletas, brancos, negros, asiáticos, mulheres e homens, em uma variedade de condições, como distúrbios alimentares, infecção por HIV, diabetes, câncer, obesidade, deficiência motora, doença cardíaca ou pulmonar, sem contraindicações específicas (KENDLER *et al.*, 2013). Considerando a boa precisão, baixa dose de radiação, exatidão, confiabilidade, alta velocidade e estimativas não invasivas da DXA, sua medição apresenta várias vantagens sobre outros métodos laboratoriais mais complexos (TOOMBS *et al.*, 2012).

A DXA oferece estimativas precisas da composição corporal e pode ser usada em uma abordagem multicomponente com outros métodos ou por si só se tornando um método de referência aceito para estimar a composição corporal (HEYMSFIELD *et al.*, 2005). Sendo altamente confiável para avaliar MLG em PVHIV, possuindo uma boa estimativa inclusive para o acompanhamento de mudanças na composição corporal e que estão em uso da TARV (CHIŢU-TIŞU *et al.*, 2016).

Algumas limitações devem ser mencionadas como informações do próprio instrumento que muitas vezes não estão disponíveis, área de varredura do equipamento, espessura e tamanho do indivíduo, que é principalmente relevante para atletas envolvidos em esportes onde a estatura é um fator importante de desempenho (como basquete e voleibol) ou indivíduos obesos. Sendo necessário procedimentos alternativos para permitir varreduras completas de corpo inteiro para pessoas mais altas e/ou maior do que a área de varredura da DXA (SILVA; HEYMSFIELD; SARDINHA, 2013). Além disso, devido ao seu alto custo não é usual e pouco disponível em ambientes clínicos (WÜSTER *et al.*, 2000).

3.5 Análise da impedância bioelétrica (BIA)

A BIA é um dos instrumentos para avaliação da composição corporal mais utilizados na prática clínica e é mais vantajoso em relação a DXA pelo seu baixo custo, praticidade e estimativas válidas para a medida da composição corporal quando comparada a métodos mais complexos (ACHAMRAH *et al.*, 2018; WARD, 2019). A BIA é um instrumento que estima os componentes da composição corporal medidos de forma duplamente indireta, o qual aplica uma corrente alternada com uma amperagem muito baixa e segura percorrendo o condutor que é o conteúdo de água no corpo, representada por cinco cilindros (tronco, braços e pernas) (LUKASKI *et al.*, 2019; WARD, 2019). Uma vez que a corrente elétrica é emitida no corpo, dois parâmetros de impedância (Z) podem ser avaliados: Resistência (R) e Reatância (Xc) (MULASI *et al.*, 2015).

Como observado na figura 1, Z mede a capacidade de resposta da BIA, que é determinada pela relação vetorial entre R e Xc com a equação $Z^2 = R^2 + Xc^2$. A R é a oposição gerada pelos tecidos e possui relação com a hidratação e tamanho do condutor, quanto maior é a hidratação e área de secção transversal, menor será a R, já quanto menor hidratação e mais longo for um condutor, maior será a R. A Xc é o atraso da condução elétrica, valores de Xc mais altos indicam membranas celulares com maior integridade, enquanto membranas menos intactas, devido à saúde celular mais baixa ou diferentes condições clínicas, como doenças crônicas ou lesões, fornecerá menor Xc (HEYMSFIELD *et al.*, 2005; LUKASKI, 1996; MATTHIE, 2008).



Figura 1. Relação entre os vetores de impedância

A estimativa da composição corporal utilizando dispositivos de BIA mostrar boa concordância com avaliação realizada na DXA, e com potencial de auxiliar no diagnóstico de sarcopenia, sendo relevante para pacientes vulneráveis e com condições específicas, como doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer, fornecendo melhor prognóstico indicador que o IMC, identificando pessoas em risco, direcionando intervenções e reduzindo os custos para o sistema de saúde (LEE *et al.*, 2020; ZAMBONE; LIBERMAN; GARCIA, 2020). Na avaliação da evolução da gordura total e regional em pacientes HIV com/sem lipoatrofia, a BIA obteve bom desempenho em comparação com a DXA, sendo que a correlação entre as duas técnicas melhorou em pacientes lipoatróficos e em homens, sugerindo que a eficácia da BIA depende da gordura e sexo (PÉREZ-MATUTE *et al.*, 2013). Desse modo, a estimativa da composição corporal usando a BIA requer uma equação validada contra um método de composição corporal de critério (HEYMSFIELD *et al.*, 2005). Podendo ser utilizada em PVHIV com o uso de uma equação apropriada para esta população (CORCORAN *et al.*, 2000; PATON *et al.*, 1997).

No entanto, existem limitações ao utilizar a BIA, uma delas é o fato de o corpo humano não ser um condutor uniforme, nem todos os equipamentos de BIA comerciais são capazes de produzir uma corrente constante em todo o corpo (HEYMSFIELD *et al.*, 2005). Além disso, para as suas medidas, a BIA assume que a MLG possui uma hidratação constante de 73%, sendo que a MG pode ser calculada através da subtração da MLG. Considerando que o principal condutor é o conteúdo de água corporal, a hidratação é um indicador decisivo na estimativa da composição corporal (LUKASKI *et al.*, 2019; WARD, 2019). Desse modo, a BIA foi desenvolvida para estimar a água corporal total fornecendo uma medida indireta da MLG (KYLE *et al.*, 2004a).

Mas, algumas populações apresentam hidratações diferentes da constante de 73%, devido as suas alterações na composição corporal, como em idosos, crianças, adolescentes, atletas e obesos o que pode proporcionar um viés de medida através da BIA (BREWER *et al.*, 2019; FERRI-MORALES *et al.*, 2018; NICKERSON *et al.*, 2020; VERNEY *et al.*, 2016). Fatores físicos e técnicos também devem ser verificados, como temperatura, umidade, suor, estado de hidratação, ingestão alimentar recente, atividade física, taxa de respiração, posição dos membros, características e locais de colocação do eletrodo, propriedades do instrumento e reprodutibilidade (GONZÁLEZ-CORREA; CAICEDO-ERASO, 2012).

Sendo assim, deve-se ter cuidado ao utilizar a BIA, principalmente em condições fisiológicas e patológicas, sendo necessário escolher, entre todas as equações disponíveis na

literatura, a mais apropriada, levando em consideração as características nutricionais, étnicas, idade, sexo, características específicas do dispositivo, validação adequada e ainda mudanças na hidratação da amostra em qual a equação foi validada, estabelecendo uma padronização de acordo com a população estudada (GADE *et al.*, 2020; MOON *et al.*, 2013; NICKERSON *et al.*, 2020, SERGI *et al.*, 2017; TINSLEY *et al.*, 2021). Uma relação ideal entre o dispositivo, equação e população são essenciais para resultados confiáveis, assim como a necessidade de padronização e estudos de validação cruzada (GONZALEZ; BARBOSA-SILVA; HEYMSFIELD, 2018).

3.6 Validação da BIA

A validação cruzada da BIA e DXA tem sido realizada em diferentes populações (BARBOSA-SILVA *et al.*, 2020; CHARATSI *et al.*, 2016; COËFFIER *et al.*, 2020; DOÑA *et al.*, 2018; FONSECA *et al.*, 2018). Em indivíduos saudáveis a BIA mostrou excelente correlação (r) nas estimativas de MLG quando comparada a DXA, apresentando valores de r = 0,98 (LIAO *et al.*, 2020).

Uma equação desenvolvida para BIA pode ser utilizada na prática clínica e pesquisa para estimativa da MLG após programas de intervenção para ambos os sexos, todas as idades, IMC e variados níveis de atividade física (KANELLAKIS *et al.*, 2020). Sendo que, em indivíduos com sobrepeso ou obesidade, a BIA é capaz de fornecer mais detalhes sobre a MLG do que a antropometria, apresentando boa reprodutibilidade com o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) em relação a DXA (CCI = 0,94) (DAY *et al.*, 2018). E em idosos brasileiros a BIA foi considerada um método válido e preciso para a predição de MLG com r variando de 0,83 a 0,92 dependendo da equação utilizada (RECH *et al.*, 2008).

No processo de validação, ao utilizar equipamentos individualmente, assume-se que erros poderão ser imbutidos nas estimativas, visto que para a validação de um instrumento é recomendado que sejam utilizadas referência que incluam o modelo de quatro compartimentos (Peso = gordura + água + minerais + residual (proteína+glicogênio)) (HEYMSFIELD *et al.*, 2000; PIETROBELLI; WANG; HEYMSFIELD, 1998) com os equipamentos de densitometria (pesagem hidrostática), DXA e a diluição de isótopo corporais (HEYMSFIELD *et al.*, 2000; WAGNER; HEYWARD, 1999).

3.7 Validações da BIA em PVHIV

Em PVHIV foram localizadas quatro equações desenvolvidas nos EUA, uma na Etiópia e uma no Brasil validadas em PVHIV para estimativa da MLG (BERALDO *et al.*, 2015; FORRESTER; SHEEHAN; JOFFE, 2008; HEGELUND *et al.*, 2017; KOTLER *et al.*, 1996; LUKASKI; BOLONCHUK,1987). Essas equações foram utilizadas em diversos estudos (CORCORAN *et al.*, 2000; PEREZ MATUE *et al.*, 2013; VASSIMON *et al.*, 2011; HEGELUND *et al.*, 2022; MIALICH *et al.*, 2017; RAGGIO *et al.*, 2020). Ao analisar com um maior rigor observamos que essas equações diferem muito nas suas formas de validar e protocolos utilizados.

As equações validadas para a avaliação da MLG em PVHIV a partir de instrumentos de BIA utilizaram como referência a DXA (BERALDO *et al.*, 2015; FORRESTER; SHEEHAN; JOFFE, 2008), técnicas de diluição de isótopos (HEGELUND *et al.*, 2017) e modelo multicompartimental (DXA, diluição de isótopos e pesagem hidrostática) (KOTLER *et al.*, 1996) como observado no quadro 1. Desse modo, existem diferenças entre as estimativas de cada equipamento para MLG e a validação realizada em um determinado equipamento pode diferir quando comparado a outro (KYLE *et al.*, 2004b).

O estudo de Kotler publicado em 1996, uma época em que a maioria das PVHIV ainda não utilizavam a TARV, validou três equações com dados extraídos da BIA (RJL 101A; RJL Systems Inc) a partir de um modelo de multicompartimental (Quadro 1), no qual o efeito da raça e do HIV foi avaliado (KOTLER *et al.*, 1996). Em seu processo de validação foi utilizado correlação e análise de regressão. Equações separadas para homens e mulheres aumentaram o valor de r e diminuíram os erros padrão de estimativa (EPE) para MLG. Não houve viés de acordo com a raça e status do HIV. As equações preditivas para BIA foram válidas para analisar dados obtidos em outro laboratório com o mesmo tipo de BIA (KOTLER *et al.*, 1996).

Já Forrester, Sheehan e Joffe, (2008) validaram a equação de Lukaski e Bolonchuk, (1987) utilizando o equipamento de BIA (RJL Systems Inc, Clinton, MI) e como referência a DXA para PVHIV em um único grupo étnico hispânicos porto-riquenhos, na qual, a MLG não apresentou viés independentemente do status de HIV. Em seu processo de validação foi utilizado correlação, análise de regressão, e a análise de concordância proposta por Bland e Altman, (1986). A equação se mostrou válida em homens e mulheres com HIV, mas apresentou viés em pessoas que são extremamente magras ou obesas (FORRESTER; SHEEHAN; JOFFE, 2008). Mais tarde Beraldo *et al.*, (2015) desenvolveram e validaram equações de MLG através da BIA (RJL Systems) para homens brasileiros com HIV com e sem lipodistrofia, utilizando como referência a DXA (Quadro 1). Seu processo de validação utilizou regressão e a análise de concordância. As equações se mostraram válidas para homens com HIV com e sem lipodistrofia (BERALDO *et al.*, 2015).

No último estudo encontrado, a equação de MLG foi validada para a BIA (Tanita-BC 418 MA) utilizando como referência duas técnicas de diluição de isótopos em PVHIV na Etiópia (Quadro 1). Seu processo de validação utilizou as medidas de regressão e análise de concordância. A equação se mostrou válida para homens e mulheres etíopes (HEGELUND *et al.*, 2017).

Observa-se que a BIA é um método prático para medir MLG em grandes estudos, aplicável na investigação clínica e com baixo erro em PVHIV (FORRESTER; SHEEHAN; JOFFE, 2008; HEGELUND *et al.*, 2017; PÉREZ-MATUTE *et al.*, 2013). No entanto, o processo de validação visto em alguns estudos não é padronizado, deixando a desejar sua possível utilização na prática clínica, sendo portanto, fundamental investigações da aplicação de equações validadas em populações com HIV, aplicação de equações em diferentes instrumento de BIA e reprodutibilidade desses equipamentos a fim de garantir uma confiabilidade maior entre essas medidas para a prática clínica nessa população.

Autor	Instrumento validado	Instrumento referencia	Amostra	Procedimentos estatísticos	Resultados
Kotler <i>et</i> <i>al.</i> (1996)	BIA (RJL 101A; RJL Systems Inc).	Modelo multicompartimental: DXA (DPX, versão 3.6; Lunar Corp. Madison, WI); Água total - diluição 3H20 (acetato de sódio); Pasagam bidrostótica	 n = 332 de raça negra, branca e hispânicos nos Estados Unidos 134 HIV+ e 198 HIV- Idade média: 40 anos Sexo: 206 homens e 126 mulheres 	 Conversão logarítmica; EPE; r. 	- r e EPE respectivamente: Masculino: 0,91; 4,97% Feminino: 0,84; 6,56% Ambos os sexos: 0,91; 7,97%.
Forrester; Sheehan; Joffe (2008)	BIA (RJL Systems Inc, Clinton, MI).	DXA (QDR2000 Hologic Inc, Bedford, MA - versão 7.10A).	 n = 264 hispânicos porto-riquenhos nos Estados Unidos 135 HIV+ e 84 HIV- Idade 34 – 41 anos Sexo: 167 homens e 52 mulheres. 	- r; - BA.	- Homens (n = 97): r = 0,89; BA (kg) = 0,46 (Desvio Padrão = 3,4). - Mulheres (n = 38): r = 0,93; BA (kg) = -2,7 (Desvio padrão = 2,5).
Beraldo et al. (2015)	BIA (RJL Systems).	DXA (Hologic model QDR 4500W®).	 n = 100 homens brasileiros HIV+ Idade média: 43,6 anos. 	 Regressão linear múltipla (para elaborar a equação); R²; BA. 	- R ² = 0,84 - BA (kg) = 0,23; 95% - IC = 5,43 a 5,91.
Hegelund et al. (2017)	BIA (Tanita- BC 418 MA).	Duas técnicas de diluição de isótopos de hidrogênio.	 n = 281 Etíopes HIV+ Idade média: 32,7 anos. Sexo: 92 homens e 189 mulheres. 	 Teste t pareado; BA; Regressão linear múltipla (equação de calibração). 	 Diferença média (kg) = -0,1; IC = -0,3 a 0,2; BA (kg) = -0,1 (Desvio Padrão = 2,3); EPE = 0,02; R² = 0,02.

Quadro 1. Descrição dos estudos de validação em pessoas vivendo com HIV

Legenda: HIV = Vírus da imunodeficiência humana; BIA = Análise de impedância bioelétrica; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; EPE = Erro padrão de estimativa; r = Coeficiente de correlação; <math>BA = Análise de concordância proposta por Bland e Altman, (1986); $R^2 = Coeficiente de explicação ajustado; Kg = Quilograma; IC = Intervalo de confiança de 95%.$

4 MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo e procedimentos éticos

O estudo se caracteriza como observacional transversal e será apresentado de acordo com as recomendações do *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) (MALTA *et al.*, 2010). Esse estudo faz parte de um projeto de pesquisa que tem o objetivo de aprofundar o entendimento de sarcopenia em PVHIV. O projeto foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Londrina (declaração nº 2.102.138, seis de junho de 2017).

Por ser um estudo de validação com análise de confiabilidade serão adotadas também as normas de padronizações preconizadas pelo *Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies* (GRRAS) (KOTTNER *et al.*, 2011).

4.2 População e amostra

A amostra do atual estudo foi do tipo não probabilística, ou seja, por conveniência devido a disponibilidade de um banco de dados com as medidas adotadas. Dessa forma, a amostra foi composta por 68 PVHIV avaliados entre 29/10/2018 e 02/01/2020. Os participantes incluídos estavam em tratamento no município de Londrina (Paraná, Brasil) que compreende o Centro Integrado de Doenças Infecciosas da Secretaria de Saúde do município e o Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Londrina. Após explicações sobre os protocolos, objetivos, benefícios e riscos do estudo, todos os pacientes que aceitaram participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os voluntários foram convidados a realizar as medidas pelos três equipamentos: DXA, BIA *Analyzer* e BIA *Biodynamics*, porém nem todos conseguiram completar todas as avaliações.

Os critérios de inclusão definidos foram: Possuir diagnóstico positivo para HIV; Estar em uso de terapia antirretroviral por pelo menos um ano; Idade maior ou igual a 40 anos; Carga viral <500 cópias/mm³ nos últimos 12 meses; Não ser gestante; Não apresentar paralisia, artrite ou reumatismo; Não estar usando suplementos alimentares à base de proteína ou anabolizantes nos últimos 12 meses. Foram excluídos aqueles que não conseguiram realizar a coleta pela DXA e pelo menos uma das BIAs.

1) Dados demográficos e de saúde:

Foram coletados através de uma entrevista utilizando um roteiro pré-determinado: Idade e Raça. Através dos prontuários foram coletados: Tempo de diagnóstico; Contagem de células CD4; Carga viral; Tempo do tratamento com a TARV; Composição da TARV atual. 2) Antropometria:

Medidas de estatura e peso foram realizadas seguindo o protocolo descrito por Gordon, Chumlea e Roche (1988). Foi utilizada a balança eletrônica com estadiometro da marca Urano modelo PS180 com resolução de 0,1 kg e 0,1 cm. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado como a massa corporal (kg) dividida pela altura (m²).

3) Composição corporal:

A composição corporal foi avaliada pelo escaneamento de corpo inteiro utilizando a DXA (*Lunar Prodigy DXA System – Software* versão 9.30, fabricado por *GE Healthcare*) por um único técnico habilitado sem conhecimento da situação clínica e dos objetivos do estudo seguindo as orientações de cegamento. Assim foi realizado o exame com o indivíduo na posição supinada, alinhado ao aparelho, com as pernas e joelhos amarrados por uma fita de Velcro[®] para auxiliar na leitura do equipamento.

A composição corporal também foi medida pela BIA 50 kilohertz (*BIA Analyzer*, *Rushford NanoElectroChemistry Company, Rushford, MN, USA*), e pela BIA 50 kilohertz (*Biodynamics* Modelo 310, *Biodynamics Corporation, Seattle, WA, EUA*) de acordo com as recomendações descritas por Sardinha *et al.*, (1998). Dessa forma, os indivíduos eram instruídos a seguir os protocolos estabelecidos nas 24 horas anteriores ao teste: Não consumir alimentos à base de cafeína, não consumir bebidas alcóolicas e não realizar exercícios intensos. No dia do teste, os sujeitos foram orientados a fazer uma refeição leve, evitando ingerir líquidos e urinar 30 minutos antes do teste.

Durante o teste, os sujeitos não deveriam portar objetos de metal (colar, pulseira, relógio, brinco, óculos, anel, calça jeans, ou qualquer outro). Desta forma, deveriam permanecer deitados na posição supinada, com pernas e braços abduzidos em ângulo de 45° e aguardar cinco minutos antes da realização do teste, período no qual os sujeitos permaneceram deitados e relaxados para a estabilização dos fluídos corporais.

Após a limpeza da pele com algodão embebido em álcool, quatro eletrodos foram posicionados, na superfície dorsal proximal à falange do metacarpo da mão (no começo do dedo do meio); no punho, linha média entre a proeminência final do rádio e da ulna; na superfície dorsal proximal à falange do metatarso (no começo do dedo do meio) do pé direito e no tornozelo, linha média entre os maléolos medial e lateral do tornozelo.

4.4 Equações do estudo

Todas as equações selecionadas foram as encontradas na literatura validadas para PVHIV. Foram extraídos das BIAs os dados brutos de R e Xc, a partir daí realizamos o cálculo da Z os quais foram utilizados nas equações. As equações que foram utilizadas para estimativa de MLG a partir das BIAs estão descritas no Quadro 2.

Sigla	Autor	Equação
Eq.1	Lukaski e	MLG = $0,734 \text{ x}$ altura (cm) ² /R + $0,116 \text{ x}$ peso (kg) + $0,096 \text{ x}$ Xc + $0,878 \text{ x}$ sexo
	Bolonchuk (1987)	-4,03
		(Sexo masculino = 1; Sexo feminino = 0)
Eq. 2	Kotler <i>et al</i> .	Ambos os sexos - MLG = 0,88 [altura (cm) ^{2.24} / $Z^{0.63}$ x 1,0/37,63] + 0,16peso (kg)
	(1996)	+ 3,96
Eq. 3	Kotler <i>et al</i> .	Sexo feminino - MLG = 0,88 [altura (cm)1.97/Z 0.49 x 1,0/22,22] + 0,081 x
	(1996)	peso (kg) + 0,07
Eq. 4	Kotler <i>et al</i> .	Sexo masculino - MLG = 0,50 [altura (cm)1.48/Z 0.55 x 1,0/1,21] + 0,42 x peso
	(1996)	(kg) + 0,49
Eq. 5	Beraldo et al.	MLG (kg) = $(-4,834 + (0,305 \text{ x peso (kg)}) + (32,257 \text{ x altura (m)}) + (-0,048 \text{ x})$
	(2015)	R) - (0,063 x Xc)
Eq. 6	Hegelund et al.	$MLG_{2H} = 18,74 + (0,20 \text{ x altura } (cm)^2/Z) + (0,42 \text{ x peso } (kg)) - (0,07 \text{ x idade}) -$
	(2017)	(6,24 x sexo feminino) (Sexo masculino = 0; Sexo feminino = 1).

Quadro 2. Síntese das equações validadas da BIA para pessoas vivendo com HIV

4.5 Análise dos dados

Os dados foram analisados através do programa estatístico SPSS versão 26 e pelo programa *Medcalc* versão 20.118. A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste Shapiro Wilk e descritas em média e desvio padrão ou mediana, 1º e 3º quartil. Os dados categóricos foram apresentados em frequência absoluta e relativa. Para análise dos dados numéricos, quando comparadas as medidas inter equipamentos de BIA e em relação a DXA foi utilizada apenas a primeira medida como padrão.

Para comparar os dados de R, Xc e Z e as medidas de MLG intra e inter equipamentos das BIAs, foram realizados teste t ou Wilcoxon para amostras pareadas. Também foi realizada comparações entre as medidas da MLG derivadas de cada equação da BIA versus a DXA pelo teste t ou Wilcoxon para amostras pareadas.

Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; HIV = Vírus da imunodeficiência humana; MLG = Massa livre de gordura; cm = Centímetros; R = Resistência; kg = Quilograma; Xc = Reatância; Z = Impedância; m = Metros; 2H = Técnicas de diluição de isótopos de hidrogênio.

Em seguida para a realização da regressão linear, os dados que não apresentaram distribuição gaussiana foram normalizados através da transformação de Blom. Foi utilizado o coeficiente de explicação ajustado (R²) e o erro padrão de estimativa (EPE). A análise de concordância proposta por Bland e Altman, (1986) foi utilizado para verificar a concordância das medidas de MLG derivadas das equações de BIA em relação ao método de referência (DXA). Além disso, para analisar a reprodutibilidade intra e inter instrumentos das medidas de MLG derivadas das equações de BIA, e também para analisar a reprodutibilidade das BIAs em relação a DXA, foi utilizado o coeficiente de correlação intraclasse (CCI). E para todas as comparações foi calculado o delta % a fim de verificar a magnitude das diferenças. A diferença significativa adotada foi p<0,05.

Após a realização das análises, uma figura foi elaborado para apresentar os critérios de validade para todas as medidas. Nele os dados foram categorizados em +, \pm ou -, nos seguintes testes e seus respectivos critérios: CCI + = 0,80 a 1,00; \pm = 0,70 a 0,79; - = 0,60 a 0,69 (TRITSCHLER, 2003); EPE + = < 3,0 kg para os homens e < 2,3 para mulheres; \pm = < 3,0 - 4,0 kg para os homens e < 2,3 - 2,8 para mulheres; - = > 4,0 kg para os homens e > 2,8 para mulheres, utilizando esses mesmos critérios fizemos o cálculo da média para ambos os sexos sendo: EPE + = < 2,65 kg; \pm = < 3,4 kg; - = > 3,4 kg (HOUTKOOPER *et al.*, 1996). Para aqueles que não foram localizados critérios numéricos na literatura, foram determinados de forma arbitrária: Diferença intra, inter e em relação a DXA: + = não há diferença entre os instrumentos, - = há diferença entre os instrumentos; R²: + = > 90%; \pm = 70 - 90%; - = < 70%; dif. Média (concordância): + = < 3,0 kg; \pm = 3,0 - 6,0 kg; - = > 6,0 kg.

5 RESULTADOS

Participaram do estudo 68 voluntários, porém nem todos conseguiram realizar as avaliações nos três instrumentos (DXA, BIA *Analyzer* e BIA *Biodynamics*). Deste modo, na figura 2 é apresentado um fluxograma de acordo com a distribuição da amostra e os instrumentos utilizados. Além disso as Eq. 3 (KOTLER et al., 1996) e Eq. 4 (KOTLER et al., 1996) possuem um número de participantes menor por serem dividas pelo sexo, esses números são apresentados nas respectivas notas das tabelas e figuras.



Figura 2. Fluxograma de acordo com a amostra e os instrumentos utilizado

A tabela 1 apresenta a descrição dos dados demográficos, antropométricos e clínicos, das 68 PVHIV. Observa-se idade média de 53,8 anos, 58,8% do sexo feminino, 41,2% da raça branca, mediana do IMC de 25,7kg/m². A mediana de tempo de tratamento foi de 11,6 anos e a maioria utilizava INTR e IP como parte do seu tratamento (94,1 e 66,2%, respectivamente).

Característica	Frequência absoluta ou relativa (%) ou Média (DP) ou Mediana (1º - 3º quartil)				
Dados demográficos e antropométricos					
Idade (anos)	53,8 (7,2)				
Masculino	28 (41,2%)				
Feminino	40 (58,8%)				
Raça:					
Branca	28 (41,2%)				
Preto	13 (19,1%)				
Pardo	25 (36,8%)				
Indígena	2 (2,9%)				
Estatura (cm)	162,5 (154,0 – 170,7)				
Massa Corporal (kg)	67,3 (58,4 - 78,4)				
IMC (kg/m ²)	25,7 (23,1 - 29,4)				
Dados associados a doença					
Tempo de diagnóstico (anos)	14,8 (7,1 - 20,4)				
Carga viral < 40 (cópias/ml)	58 (86,6%)				
CD4 + Linfócitos T (células/µL)	654,1 (340,8)				
Tempo de Tratamento (anos)	11,6 (5,5 – 18,0)				
Inibidor de Integrase	14 (20,6%)				
Inibidor de Protease	45 (66,2%)				
Inibidor de Transcriptase Reversa Análogo de Nucleosídeo	64 (94,1%)				
Inibidor de Transcriptase Reversa não Análogo de Nucleosídeo	21 (30,9%)				

Tabela 1. Descrição dos dados demográficos, antropométricos e clínicos das pessoas vivendo com HIV (n = 68)

Legenda: HIV = Vírus da imunodeficiência humana; DP = Desvio padrão; cm = Centímetros; kg = Quilograma; m = Metros.

Na comparação intra equipamentos, tanto na BIA *Analyzer* quanto na BIA *Biodynamics*, nas medidas brutas de R, Xc e Z, não foram observadas diferenças entre as medidas um e dois, com variação Δ % de -0,4 a 0,3% (Figura 3A e B).
Figura 3. Delta percentual das medidas brutas intra equipamento: A) BIA *Analyzer* (n = 61); B) BIA *Biodynamics* (n = 41)



Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; R = Resistência; Xc = Reatância; Z = Impedância.

Já na comparação inter equipamentos de BIA, foram encontradas diferenças nas variáveis de R e Xc, com variação Δ % de -1,2 e 8,2% respectivamente, mas sem diferenças na Z (Figura 4).



Figura 4. Delta Percentual das medidas brutas inter equipamentos da BIA (n = 34)

Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; R = Resistência; Xc = Reatância; Z = Impedância; * p<0,01

Em relação as estimativas da MLG pelas equações preditivas da BIA não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas um e dois na BIA *Analyzer*, com variação Δ % de -0,3 a 0,2%, porém o mesmo não ocorreu para a BIA *Biodynamics* que apresentou diferenças significativas para a Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996), com variação Δ % de -3,3 e 8,9 respectivamente (Figura 5 - A e B).

Figura 5. Delta percentual da massa livre de gordura intra equipamento: A) BIA *Analyzer* (n = 61); B) BIA *Biodynamics* (n = 41)



Notas: BIA *Analyzer* Eq. 3 (n=37), Eq. 4 (n=24); BIA *Biodynamics* Eq. 3 (n=24), Eq. 4 (n=17). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 3 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 4 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); * p<0,01

Na figura 6 observa-se a comparação das medidas de MLG inter equipamentos das BIAs *Analyzer* e *Biodynamics*, no qual foi evidenciado diferenças apenas na Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) com delta percentual de 1,9%, as demais não apresentaram diferenças com variação Δ % de 0,0 a 0,2%.



Figura 6. Delta percentual da massa livre de gordura inter equipamentos da BIA (n = 34)

Notas: Eq. 3 (n=21), Eq. 4 (n=13). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 3 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 4 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); * p<0,01

De modo geral, as medidas derivadas das equações da BIA em ambos os instrumentos superestimam a MLG quando comparadas a DXA, com exceção da Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) que subestimou. Em relação a comparação entre as equações de BIA *Analyzer* e DXA, houve diferença significativa em todas as análises, com Δ % entre -13,6 a 8,3 (Figura 7).



Figura 7. Delta percentual da massa livre de gordura entre as equações da BIA *Analyzer* e DXA (n = 61)

Notas: Eq. 3 (n=37), Eq. 4 (n=24). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 3 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 4 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); *diferença pelo teste t do DXA com a BIA (p < 0,01)

-16%

Semelhantemente, na comparação das equações da BIA *Biodynamics* e DXA foi observado diferenças significativas em todas as equações, com Δ % variando de -15,1 a 6,5 (Figura 8).

Figura 8. Delta percentual da massa livre de gordura entre as equações da BIA *Biodynamics* e DXA (n = 41)



Notas: Eq. 3 (n=24), Eq. 4 (n=17) Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 3 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 4 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); * diferença pelo teste t do DXA com a BIA (P < 0,01)

Na análise de concordância das equações derivadas da BIA em relação a DXA houve uma variação nos limites de concordância de -11,3 a 15,2 kg (tabela 2, figura 9 e figura 1 do apêndice). Pela BIA *Analyzer*, melhor concordância foi obtida pela Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) média de 2,1 e a pior concordância foi pela Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) média de 7,9 (figura 9 e tabela 2). Já pela BIA *Biodynamics* a que mais concordou foi a Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) média de 4,0 e a Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) média de -4,1 e a que menos concordou foi a Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) média de 7,9 (tabela 2 e figura 1 do apêndice).

Além disso, a linha de tendência mostra uma superestimação na MLG em relação a DXA, pelas Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987), Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017), nas quais quanto maior é a MLG, maior é a superestimação da sua medida (figura 9 - A, D e F), já nas Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996), Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) o valor da MLG medida pela BIA parece subestimar em relação a DXA (figura 9 - B, C e E).



Figura 9. Análise de concordância entre as equações de massa livre de gordura pela BIA *Analyzer* e DXA

No que diz respeito a reprodutibilidade, na análise intra equipamentos da BIA *Analyzer*, o CCI apresentou valores perfeitos para todas as seis equações (CCI = 1,00), na BIA *Biodynamics* mostrou uma ótima reprodutibilidade de 0,98 a 1,00, enquanto em relação ao DXA para ambas as BIAs variou de 0,88 a 0,98 (tabela 2). Esses valores estão dentro do critério para reprodutibilidade, evidenciando que todas as medidas das equações derivadas das BIAs para MLG são reprodutíveis entre si e em relação a DXA.

Em relação a análise de regressão, evidenciou-se um R² variando de 65 a 88% e o EPE de 2,3 a 5,0 kg pela BIA *Analyzer* em relação a DXA, já na BIA *Biodynamics* o R² variou de

77 a 92% e o EPE de 2,3 a 4,3 kg (tabela 2). Os valores de R² estão dentro dos critérios para validade, porém, em relação aos EPEs todos apresentaram estar acima do recomendado.

0	· · · ·	/	~		/		
Equações	BIA	t (p)	CCI	CCI	R ²	EPE	Dif. Média
		(intra)	(intra)	(DXA)		(kg)	(95%) (kg)
*Eq. 1	Analyzer	0,235	1,00	0,98	84%	4,7	4,1 (-1,3 a 9,4)
	Biodynamics	0,543	0,99	0,98	86%	4,3	5,2 (-0,5 a 11,0)
*Eq. 2	Analyzer	0,415	1,00	0,98	85%	4,7	2,1 (-2,7 a 6,9)
	Biodynamics	0,709	0,99	0,98	87%	4,2	5,3 (-0,4 a 11,1)
*Eq. 3	Analyzer	0,466	1,00	0,88	65%	2,3	4,0 (-0,4 a 8,4)
	Biodynamics	<0,01	0,98	0,92	77%	2,3	4,0 (-0,5 a 8,5)
*Eq. 4	Analyzer	0,199	1,00	0,96	88%	3,5	7,9 (0,7 a 15,2)
	Biodynamics	<0,01	0,98	0,98	92%	2,8	7,9 (0,7 – 15,2)
*Eq. 5	Analyzer	0,513	1,00	0,98	83%	5,0	-4,2 (-10,8 a 2,4)
	Biodynamics	0,882	0,99	0,97	86%	4,3	-4,1 (-11,3 a 3,1)
*Eq. 6	Analyzer	0,367	1,00	0,98	82%	5,0	6,7 (0,8 a 12,6)
	Biodynamics	0,899	1,00	0,98	88%	4,0	6,9 (2,1 a 11,7)

Tabela 2. Medidas de critério para a validade das equações de estimativa de massa livre de gordura da BIA *Analyzer* (n = 61) e BIA *Biodynamics* (n = 41)

Notas: BIA *Analyzer* Eq. 3 (n=37), Eq. 4 (n=24); BIA *Biodynamics* Eq. 3 (n=24), Eq. 4 (n=17). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 3 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 4 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); t (p) = diferença; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; R^2 = Coeficiente de explicação ajustado; EPE = Erro padrão de estimativa; kg = Quilograma; Dif. Média (95%) = Diferença média e limites de concordância; *diferença com a DXA (P < 0,01)

No entanto, ao separar todas as análises por sexo (tabelas 1, 2, 3,4,5,6,7 e 8 do apêndice) observa-se uma redução desses EPEs que variaram para o sexo feminino de 2,0 a 2,1 kg na BIA *Analyzer* e 1,8 a 2,0 kg na BIA *Biodynamics*, já para o sexo masculino foi de 2,8 a 3,7 kg na BIA *Analyzer* e 2,4 a 3,6 kg na BIA *Biodynamics*. Sendo assim, levando em consideração os critérios de validade para EPE segundo Houtkooper *et al.*, (1996), optamos por realizar também análises dívidas por sexo para todas as variáveis nos permitindo observar maiores comparações.

Assim foi estabelecido no atual estudo critérios de validade, o qual de acordo com a figura 10 foi considerado: Equação válida = um negativo e até três mais ou menos; Validade

incerta = dois negativos e até três mais ou menos e não válida = três negativos. Seguindo esses critérios quando realizamos a análise das equações sem distinção de sexo, percebemos que as Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987), Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) e a Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) apresentam EPEs acima do recomendado, sendo consideradas equações com validade incerta, enquanto as Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996), Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) e a Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) foram consideradas inválidas (figura 10). No entanto, ao separar pelo sexo percebemos uma melhora nos indicadores do EPE, sendo que na Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) pela BIA *Biodynamics* para o sexo masculino não apresentou diferenças significativas em relação ao DXA (figura 10).

Além disso, seguindo os critérios estabelecidos, embora a Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) tenha sido considerada válida, apresentou diferenças inter instrumentos de BIA o que pode alterar a estimativa dependendo do equipamento de BIA utilizado. As Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) foram consideradas válidas para o sexo feminino e masculino separadamente em ambas as BIAs, sendo que as melhores estimativas de maneira geral foram apresentadas pela Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) (figura 10). Pela análise de concordância proposta por Bland e Altman, a única equação que apresentou melhora segundo os critérios quando dividida pelo sexo foi a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) pela *Biodynamics*, sendo que pela BIA *Analyzer* que já apresentava bons indicadores, as outras equações apresentaram melhoras modestas nas estimativas para o sexo feminino, o que não ocorreu para o sexo masculino em ambas as BIAs (figura 10).

Por outro lado, as equações originalmente elaboradas pelo sexo Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) pela BIA *Analyzer* e a Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) para ambos os sexos ou dividida pelo sexo na BIA *Biodynamics* e para ambos os sexos e o sexo masculino na BIA *Analyzer*, foram consideradas com validade incerta, enquanto, a Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) quando realizada para o sexo feminino na BIA *Analyzer* e a Eq. 4 (KOTLER et al., 1996) pela BIA *Biodynamics* foram consideradas inválidas (figura 10).

Figura 10. Critério para a validade das equações de estimativa de massa livre de gordura da BIA *Analyzer* (n = 61) e BIA *Biodynamics* (n = 41)



Notas: Para o sexo feminino na BIA *Analyzer* (n=37), sexo masculino (n=24); Para o sexo feminino na BIA *Biodynamics* (n=24), sexo masculino (n=17). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 3 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 4 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); T = Todos; F = Feminino; M = Masculino; t (p) = diferença; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; R² = Coeficiente de explicação ajustado; EPE = Erro padrão de estimativa; Dif. Média = Diferença média pela análise de concordância de Bland e Altman. Critérios: Diferença intra e inter instrumentos e em relação ao DXA + = não há diferença entre os instrumentos, - = há diferença entre os instrumentos; CCI + = 0,80 a 1,00; ± = 0,70 a 0,79; - = 0,60 a 0,69; R² + => 90%; ± = 70 a 90%; - = < 70%; EPE para todos + = < 2,65 kg; ± = < 3,4 kg; - = > 3,4 kg; EPE por sexo + = < 3,0 kg para os homens e < 2,8 para mulheres; Dif. Média = + < 3,0 kg; ± = 3,0 a 6,0 kg; - = > 6,0 kg.

6 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados do presente estudo de forma geral as equações testadas para a estimativa da MLG apresentaram ótima reprodutibilidade e bom poder preditivo, no entanto, em relação ao erro padrão de estimativa foram observados valores acima do recomendado quando analisados sem divisão de sexos. Além de diferenças nas comparações com a DXA, apresentando em alguns casos super e outros subestimativas da MLG. As variações médias entre as equações nas estimativas da MLG pela análise de concordância foram de -4,2 a 7,9 kg. Demonstrando a necessidade de cautela ao utilizar as equações de MLG das BIAs.

Em relação a escolha dos equipamentos, observou-se que ambos (BIA *Analyzer* e BIA *Biodynamics*) possuem ótima reprodutibilidade intra equipamentos, com uma leve vantagem do equipamento da BIA *Analyzer* que apresentou reprodutibilidade perfeita e não apresentou

diferenças intra instrumento. Porém nas comparações dos valores brutos inter instrumentos foram localizadas diferenças nas variáveis de R e Xc, o que impactou de forma significativa em uma das equações investigadas e consequentemente na estimativa de MLG diferente na comparação entre os equipamentos de BIA, como veremos a seguir.

6.1 Comparação das medidas de resistência, reatância e impedância

Nas comparações dos valores brutos não foi observada diferenças intra equipamentos das BIAs, mas foram localizadas diferenças inter equipamentos nas variáveis de R e Xc.

Esses valores brutos por si só, podem ser utilizados para análises de indicadores de saúde em diferentes populações (COGLIANDRO *et al.*, 2020; RÆDER *et al.*, 2017). Além disso, são utilizados nas equações para estimativa de MLG (GONZALEZ *et al.*, 2019; KANELLAKIS *et al.*, 2020; RÆDER *et al.*, 2017) como nas Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) e Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) que utilizaram a R e Xc, ao passo que as Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996), Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996), Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) utilizaram a Z como parte da equação. Antes de avaliar a validade de qualquer equação é extremamente importante incialmente avaliar seus valores brutos, pois estes constituem-se como a base das equações e dessa forma, diferenças nos valores brutos podem refletir nas estimativas das equações.

Além disso, outros estudos sugerem que a limitação da BIA não estaria nas equações usadas para gerar dados de composição corporal a partir de R e Xc, mas sim nos pressupostos do próprio aparelho como o comportamento da corrente elétrica ao considerar que o corpo humano não é um condutor uniforme, variando em resistividades, o que impacta no uso da Z para estimativas da composição corporal (HEYMSFIELD *et al.*, 2005; LUKASKI, 1996; MATTHIE, 2008; ROUBENOFF, 1996). Portanto, o tipo de equipamento de BIA, como observado no presente estudo, também deve ser levado em consideração para que as estimativas estejam corretas, o que não foi localizado em estudos prévios.

Dessa forma, os valores brutos dos equipamentos avaliados no presente estudo em PVHIV não apresentaram diferenças intra equipamentos, porém apresentam diferenças inter equipamentos o que pode impactar nas estimativas das equações, apresentando diferenças entre elas ao utilizar-se dois equipamentos distintos, como descrito nos próximos tópicos.

6.2 Comparação e reprodutibilidade das equações de BIA

Ambos os equipamentos de BIA apresentaram excelente reprodutibilidade em todas as equações para estimativa de MLG, com CCI superiores a 0,98 intra equipamentos. Mesmo assim, na utilização da BIA *Biodynamics* foram observadas diferenças significativas para as Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) avaliadas pelo mesmo instrumento. Diferentemente, a BIA *Analyzer* não apresentou qualquer diferença intra equipamento, sendo que no CCI sua reprodutibilidade foi perfeita, demonstrando uma pequena vantagem nesse instrumento.

Adicionalmente, destaca-se que a Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) é específica para o sexo feminino e Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) para o sexo masculino. Essa divisão por sexo é sugerida em outros estudos para aumentar a especificidade da equação (BEAUDART *et al.*, 2019), no entanto, quando aplicada na BIA *Biodynamics*, apresentaram maiores variações internas. Diante disso, destaca-se a necessidade de comparações entre os sexos e diferentes equipamentos de BIA, o que não foi possível dentro da amostra estudada devido ao pequeno número amostral.

A estimativa de MLG pela Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) apresentou diferenças inter equipamentos da BIA, provavelmente pelo fato da utilização dos indicadores brutos de R e Xc apresentarem diferenças entre os equipamentos. No entanto, apesar da Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) também utilizar os valores de R e Xc, ela não apresentou diferença entre os equipamentos. Esses impactos diferentes nas Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) e Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) podem ser explicados pelos valores utilizados dentro da equação, onde as constantes da Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) maximizam o peso do R e Xc diferentemente da Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015). Outros estudos realizados em outras populações com padrões de composição corporal diferente (homens e mulheres ativos saudáveis e adolescentes obesos), assim como o estudo atual demonstrou diferenças ao utilizar diversos equipamentos da BIA (NICKERSON *et al.*, 2017; THAJER *et al.*, 2021).

Segundo critérios estabelecidos no atual estudo, vale destacar que as equações de predição da MLG derivadas das BIAs quando realizadas em equipamentos diferentes apresentaram disparidades, isso pode ser confirmado quando separamos a amostra pelo sexo, observando que algumas variáveis melhoraram diferentemente entre os instrumentos, somente a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) pela BIA *Biodynamics* quando realizada para o sexo masculino não apresentou diferenças significativas em relação ao DXA, a Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) e a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) apresentaram valores muito bons de

R² para o sexo masculino apenas pela BIA *Analyzer*, enquanto a Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) piorou o valor de R² para o sexo feminino apenas pela BIA *Analyzer*, no EPE a Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) e a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) apresentaram valores muito bons no sexo masculino apenas para a BIA *Analyzer* e a diferença média pela análise de concordância apresentou valor muito bom para BIA *Biodynamics* apenas quando dividida pelo sexo, o que na BIA *Analyzer* já ocorreu sem distinção de sexo.

Deste modo, observa-se que utilizar diferentes instrumentos de BIA não se constitui em uma boa estratégia para realizar comparações, o que demonstra a necessidade da adoção do mesmo equipamento.

6.3 Concordância e medidas de tendência das equações

Através da análise de concordância proposta por Bland e Altman (1986), é possível observar a diferença da média de cada sujeito para comparar os dois métodos (BIA e DXA). A análise de concordância nos permite dessa forma, a visão de uma aplicação individual ao observarmos os pontos de plotagem.

Houve uma tendência em superestimar a MLG em relação a DXA pela BIA *Analyzer* nas Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987), Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017), e subestimar nas Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996), Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) e a superestimativa eleva-se ainda mais a medida em que a MLG é superior. Já na BIA *Biodynamics* houve uma tendência em superestimar pelas Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987), Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) e subestimar nas Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996), Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2017) e esses valores aumentam também quando os valores de MLG são maiores.

A Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) foi a que obteve melhor concordância, com o menor diferença média (2,1kg) pela BIA *Analyzer*. Isso pode ser evidenciado também em outros estudos que utilizaram a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) em PVHIV e outras condições clínicas (AGHDASSI *et al.*, 2007; PICHARD; KYLE; SLOSMAN, 1999; VASSIMON *et al.*, 2011). Ao passo que a equação que obteve pior concordância foi a Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) (7,9kg) por ambas as BIAs. As Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996), ambas desenvolvidas para o sexo específico, apresentaram uma menor concordância em relação as demais. Diferentemente do observado na literatura onde essa diferenciação pode reduzir o viés das variações da MLG entre os sexos (BRUNANI *et al.*, 2021), no presente estudo, a separação pelo sexo diminui a concordância entre os homens (diferença média de 7,9; IC95% de 0,7 - 15,2 por ambas as BIAs), e isso provavelmente ocorreu na equação específica para sexo masculino, pois quanto maior a MLG, maiores são as superestimativas. Dessa forma, homens apresentarão superestimativas superiores em relação as mulheres.

A superestimativa de MLG medida pela BIA em relação a DXA foi observada também em um estudo com 30 adultos saudáveis, no qual foi observado alta variabilidade nos intervalos de confiança pela análise de concordância, evidenciando um viés particularmente de MLG mais altas (WINGO *et al.*, 2018). É importante considerar que, embora a distinção pelo sexo que realizamos no presente estudo não tenha apresentado grandes influencias nos valores de concordância pelo método de Bland e Altman segundo os critérios estabelecidos, ele permitiu uma redução da diferença média de forma geral para o sexo feminino principalmente na BIA *Biodynamics*, mas por outro lado aumentou a diferença média no sexo masculino, exceto pela Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996), devido ao viés da MLG, além disso, o fato de ter tido uma melhora mais expressiva em um instrumento que em outro demonstra as divergências existentes também na divisão por sexo entre os equipamentos reforçando a necessidade de se utilizar um mesmo equipamento de BIA.

Dessa forma, em relação as estimativas individuais em pessoas com baixa e alta quantidade de MLG podemos exemplificar dois casos hipotéticos, onde a pessoa um tem aproximadamente 30kg de MLG e a pessoa dois aproximadamente 70 kg. As variações das estimativas com a BIA *Analyzer* (valores aproximados através da análise de concordância) podem apresentar uma diferença média na pessoa um e dois respectivamente de: 2 kg e 6 kg pela Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987); 0,5 kg e 4 kg pela Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996); -5 kg e 1 kg pela Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015); e 5 kg e 8 kg pela Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017). Já pela BIA *Biodynamics* (valores aproximados através da análise de concordância) para a pessoa um e dois de: 2 kg e 7 kg pela Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987); 4 kg e 11 kg pela Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996); -4 kg e -2 kg pela Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015); e 7 kg e 9 kg pela Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017). Percebemos desse modo que utilizar instrumentos de BIA diferentes ou com a equação diferente para estimar MLG torna-se uma grande limitação, sobretudo quando analisadas individualmente, o que pode acontecer por exemplo, na prática clínica.

Estudos realizados (homens e mulheres ativos saudáveis e adolescentes obesos) com a BIA em comparação com a DXA também demonstraram altas correlações e semelhante ao nosso estudo, alta variação medidas pela análise de concordância (THAJER *et al.*, 2021 NICKERSON *et al.*, 2017). Sendo que, estudos mais recentes sugerem que a BIA deva ser avaliada individualmente, e que sejam realizadas análises contínuas de diferentes BIAs (SIEDLER *et al.*, 2022). Mostrando a necessidade de maiores avaliações a nível individual assim como realizado no presente estudo.

6.4 Validade das equações de BIA versus DXA

De maneira geral foram observadas diferenças nas estimativas de MLG, independente do equipamento de BIA utilizado, em relação a DXA. Essas diferenças demonstraram superestimar a MLG, com exceção da Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) que subestimou. Outros estudos de validação realizado em outras populações (mulheres na pós menopausa e sobreviventes de câncer de mama) de BIA contra DXA demonstraram que a BIA tende a superestimar a MLG (GÁBA *et al.*, 2015; LEE *et al.*, 2018). Embora Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) tenha subestimado os valores de DXA, ela apresentou umas das menores variações quando comparado a DXA (8,3% para BIA *Analyzer* e 6,5% para BIA *Biodynamics*). Um fator que poderia significar uma grande limitação nesta equação é o fato dela ser validada apenas para homens com HIV, no entanto, nossos resultados mostram que ela se apresenta aplicável para ambos os sexos de PVHIV, além disso, foi a única validada no Brasil. O que pode ser um dos fatores que promoveu boas estimativas, visto que equações melhoram suas estimativas quando feitas especificamente para sua população e etnia (GONZALEZ *et al.*, 2019; KYLE *et al.*, 2004b).

Assim como a Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015), a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) também apresentou menor variação (-6,2% para BIA *Analyzer* e -8,6% para BIA *Biodynamics*) e no seu processo de validação demonstrou que a raça não afetou a precisão do modelo preditivo (KOTLER *et al.*, 1996). Quando comparada a outras equações de BIA em outros estudos com a mesma população e outras condições clínicas (indivíduos saudáveis, fibrose cística e pré ou pós transplante hepático) a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) mostrou menor variabilidade nas estimativas de MLG (AGHDASSI *et al.*, 2007; PICHARD; KYLE; SLOSMAN, 1999; VASSIMON *et al.*, 2011) e isso foi confirmado no presente estudo, que é de PVHIV brasileiras e mesmo assim, com as melhores predições e valores de acordo com os critérios definidos para MLG no atual estudo.

Em ambas as BIAs a maior variação de medida da MLG em relação a DXA ocorreu na Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017), a qual também foi responsável pelo maior EPE pela BIA *Analyzer* (5,0kg) e um dos maiores EPEs pela BIA *Biodynamics* (4,0kg). O pior desempenho desta equação pode ter se dado pelo fato de que ela não foi validada utilizando o instrumento de referência DXA, mas sim pela técnica de diluição de isótopos de hidrogênio, sendo que o tipo de BIA utilizado em todos os outros estudos foram uma RJL, e neste foi uma BIA Tanita. Além disso, quando comparada as outras equações utilizadas no presente estudo, em seu processo de validação houve grandes diferenças, na idade média da amostra validada, alta prevalência de baixo peso (46%) e maior parte da amostra era sintomática (71% no estágio clínico II, III ou IV – Organização Mundial da Saúde) (HEGELUND *et al.*, 2017). Destacase que existem diferenças descritas na literatura devidos aos métodos de referência usados no processo de validação, sendo necessário escolher uma equação de BIA para uma população validada contra um método de referência específico (KYLE *et al.*, 2004b). O desempenho do equipamento depende muito da equação validada para a população especificamente (ELLEGARD *et al.*, 2018; LANGER *et al.*, 2018).

Dentre as equações avaliadas, todas apresentaram estimativas razoáveis segundo os parâmetros investigados, no entanto, considerando que o EPE ideal está entre 2,0 a 2,5 kg em homens e 1,5 a 1,8 kg em mulheres e que valores menores que 3,0 kg para os homens e 2,3 kg para as mulheres são considerados muito bons (HOUTKOOPER et al., 1996), as equações com melhores EPEs foram a Eq. 4 (sexo masculino) (KOTLER et al., 1996) com 3,5 kg pela BIA Analyzer e 2,8 kg pela BIA Biodynamics, e a Eq. 3 (sexo feminino) (KOTLER et al., 1996) com 3,2 kg para ambas as BIAs (BIA Analyzer e BIA Biodynamics). Observando que os EPEs mais baixos foram localizados nas desenvolvidas para o sexo específico, o que poderia sugerir melhores resultados em equações mais específicas, ao realizarmos análises separadas por sexo foi possível observar uma redução desses EPEs se tornando bons ou muito bons. Desse modo, realizamos análises em todos os seguimentos objetivando estabelecer critérios de validade, o qual nos permitiu observar que para uma equação ser considerada válida ela precisaria: Não ter diferença intra; Apresentar CCI positivo intra e em relação ao DXA; Na regressão precisa apresentar valor de R² positivo ou mais ou menos; No EPE apresentar valor positivo ou mais ou menos e na análise de concordância precisa estar entre o positivo e o mais ou menos.

Seguindo esses critérios quando realizamos a análise das equações sem distinção de sexo, percebemos que as Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987), Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) e a Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) apresentam diferenças significativas em relação a

DXA e EPEs acima do recomendado, sendo consideradas equações com validade incerta, enquanto as Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996), Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) e a Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) foram consideradas inválidas. No entanto, ao separar pelo sexo percebemos que segundo os critérios as Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987), Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) e a Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) se tornaram válidas. Por outro lado a Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) foi considerada com validade incerta, a Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) validade incerta pela BIA *Analyzer* e inválida pela BIA *Biodynamics*, e a Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) foi considerada ter validade incerta, sendo inválida apenas quando realizada para o sexo feminino pela BIA *Analyzer*.

No entanto, na literatura atual não existem critérios ou números de corte definidos para se validar uma equação ou não, os únicos critérios encontrados para EPE são indicações do que seria uma equação com baixo erro, mas que não invalida uma equação, por isso o estudo atual sugere que esses critérios sejam adotados para uma melhor utilização da BIA na prática clínica.

6.5 Limitações do estudo

Como principais limitações, destaca-se o fato de que nem todos os voluntários conseguiram realizar as avaliações nos três equipamentos (BIA *Analyzer*, BIA *Biodynamics* e DXA) o que dificultou uma comparação entre os três equipamentos. A divisão pelo sexo também diminuiu o n amostral o que não permitiu maiores comparações. O presente estudo também não possui uma BIA RJL, o que limitou as análises acerca da validade das equações dentro do mesmo equipamento, já que todas as equações com exceção da Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) utilizou originalmente esse instrumento. Além disso, a análise da regressão só foi possível após a transformação de Bloom para normalizar os dados, o que pode modificar parcialmente as estimativas, porém a normalização dos resultados também ocorreu no estudo de validação de Kotler *et al.*, (1996).

Para estudos futuros, sugere-se que sejam realizados ajustes nas equações para redução das superestimativas. Além de uma investigação com intervenções que alterem a composição corporal desses pacientes, como dieta, exercícios, e com isso identificar se essas equações são validas para detectar as diferenças. Visto que o erro de estimativa não é sistemático, assim ao aumentar a quantidade de MLG, que é um fator importante para essa população, a BIA pode apresentar maiores erros de estimativa em função da alteração desse componente. 6.6 Aplicação prática dos achados

Para a avaliação de PVHIV sabe-se que a BIA é um método não invasivo, prático, barato e que não expõe o avaliado à radiação. Deve ser considerado para sua utilização a equação específica e o mesmo instrumento utilizado para a validação da respectiva equação, para se obter melhores estimativas (BEAUDART *et al.*, 2019; KYLE *et al.*, 2004b; SIEDLER *et al.*, 2022). Além disso o presente estudo recomenda:

- Não utilizar estimativas de valores de R e Xc de diferentes equipamentos em uma mesma amostra;
- Os equipamentos de BIA (*Analyzer* e *Biodynamics*) devem ser utilizados considerando a validade das equações e suas variações internas;
- A BIA Analyzer apresentou vantagens por não apresentar diferenças intra instrumentos de BIA em suas medidas, apresentar reprodutibilidade perfeita interna e melhores valores gerais segundo os critérios estabelecidos para validade;
- 4) As Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) foram consideradas válidas segundo os critérios do estudo;
- Embora a Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) tenha sido considerada válida, a diferença inter instrumentos de BIA em relação a maximizição dos valores brutos (R e Xc) pode limitar o uso dessa equação;
- 6) As Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996), Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) pela BIA *Analyzer* e Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) foram consideradas com validade incerta, sendo que a Eq. 6 (HEGELUND *et al.*, 2017) quando realizada para o sexo feminino na BIA *Analyzer* e a Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996) pela BIA *Biodynamics* foram consideradas inválidas;
- 7) Dentre as equações, a Eq 2. (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) apresentaram as melhores estimativas de MLG e melhor concordância média com a DXA. Esses resultados ocorreram quando Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) foi estimada pela BIA *Analyzer* e Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) pela BIA *Biodynamics*;
- 8) Quando for possível utilizar as coletas e análises com distinção entre os sexos utilizar a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) para o sexo masculino e a Eq. 2 (KOTLER *et al.*, 1996) ou Eq. 5 (BERALDO *et al.*, 2015) para o sexo feminino.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que as equações de Kotler *et al.*, (1996) e Beraldo *et al.*, (2015) são válidas para estimativa da MLG para PVHIV na BIA *Analyzer* e BIA *Biodynamics*, com uma pequena vantagem para a BIA *Analyzer* por apresentar melhores estimativas. Já as equações de Hegelund *et al.*, (2017) e Kotler *et al.*, (1996) originalmente criadas com divisão de sexo não são recomendadas, necessitando que sejam feitas maiores investigações sobre elas. Embora a equação de Lukaski e Bolonchuk (1987) tenha sido considerada válida, esta deve ser utilizada com cautela por ter apresentado diferenças na análise inter equipamentos de BIA.

Em relação aos valores brutos, que são utilizados nas equações, existem diferenças entre os equipamentos *Biodynamics* e *Analyzer* para as medidas de R e Xc e essas diferenças impactaram na estimativa da equação Eq. 1 (LUKASKI; BOLONCHUK, 1987) de acordo com a BIA utilizada. Na comparação intra equipamentos somente a BIA *Biodynamics* apresentou variações que impactaram em diferenças nas estimativas das Eq. 3 (KOTLER *et al.*, 1996) e Eq. 4 (KOTLER *et al.*, 1996).

O equipamento de BIA deve ser utilizado com a equação específica em que foi validada ou testada posteriormente. O uso da BIA é recomendado para grandes populações, porém deve ser utilizado com certa cautela para medidas individuais na prática clínica por apresentar grandes variações individuais e um viés da MLG. Por fim, o erro padrão de estimativa se mostrou alto quando as análises não foram separadas por sexo, porém quando separados por sexo, independente da equação esses erros mostraram-se muito bons e excelentes.

REFERÊNCIAS

ACHAMRAH, N. et al. Comparison of body composition assessment by DXA and BIA according to the body mass index: A retrospective study on 3655 measures. **PLoS ONE**, v. 13, n. 7, p. 1-13, 2018.

AGHDASSI, E. et al. Estimation of body fat mass using dual-energy x-ray absorptiometry, bioelectric impedance analysis, and anthropometry in HIV-positive male subjects receiving highly active antiretroviral therapy. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 31, n. 2, p. 135-141, 2007.

ALIKHANI, A. et al. Association between lipodystrophy and length of exposure to ARTs in adult HIV-1 infected patients in Montreal. **BMC infectious diseases**, v. 19, n. 1, p. 1-6, 2019.

BAILIN, S. S. et al. Obesity and weight gain in persons with HIV. Current HIV/AIDS **Reports**, v. 17, n. 2, p. 138-150, 2020.

BALASUBRAMANYAM, A. et al. Pathophysiology of dyslipidemia and increased cardiovascular risk in HIV lipodystrophy: A model of "systemic steatosis". **Current Opinion in Lipidology**, v. 15, n. 1, p. 59–67, 2004.

BARBOSA-SILVA, T. G. et al. Think Globally, Act Locally: The Importance of Population-Specific Bioelectrical Impedance Analysis Prediction Equations for Muscle Mass Assessment. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 44, n. 7, p. 1338-1346, 2020.

BARES, S. H. et al. The Association Between Weight Gain, Sex, and Immune Activation Following the Initiation of Antiretroviral Therapy. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 224, n. 10, p. 1765-1774, 2021.

BATTERHAM, M. J.; GARSIA, R.; GREENOP, P. A. Dietary intake, serum lipids, insulin resistance and body composition in the era of highly active antiretroviral therapy 'Diet FRS Study'. **Aids**, v. 14, n. 12, p. 1839-1843, 2000.

BAZZOCCHI, A. et al. DXA: technical aspects and application. **European journal of radiology**, v. 85, n. 8, p. 1481-1492, 2016.

BEAUDART, C. et al. Equation models developed with bioelectric impedance analysis tools to assess muscle mass: A systematic review. **Clinical nutrition ESPEN**, v. 35, p. 47-62, 2019.

BERALDO, R. A. et al. Development of predictive equations for total and segmental body fat in HIV-seropositive patients. **Nutrition**, v. 31, n. 1, p. 127-131. 2015.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **The Lancet**, v. 327, n. 8476, p. 307-310. 1986.

BONATO, M. et al. The role of physical activity for the management of sarcopenia in people living with HIV. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 4, p. 1283, 2020.

BRAÑAS, F. et al. Sex differences in people aging with HIV. **JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes**, v. 83, n. 3, p. 284-291, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis. **Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para profilaxia pós_exposição_pep_ de risco à infecção pelo hiv, ist e hepatites virais**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2021b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Biblioteca Virtual em Saúde. **"Solidariedade global,** responsabilidade compartilhada": 01/12 – Dia Mundial da Aids 2020. Disponível em: <<u>https://bvsms.saude.gov.br/solidariedade-global-responsabilidade-compartilhada-01-12dia-mundial-da-aids</u> 2020/#:~:text=Desde%201996%2C%20o%20Brasil%20distribui,)%2C%20independenteme nte%20da%20carga%20viral>. Acesso em: 30 de janeiro, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilancia em Saude. Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis – DCCI. **Boletim Epidemiológico de HIV e Aids.** Brasília: Ministério da Saúde, 2021a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de DST, Aids e Hepatites Virais. **Manual técnico para o diagnóstico da infecção pelo HIV**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais. **Diretrizes para a organização dos serviços de saúde que ofertam a profilaxia pré-exposição sexual ao hiv (prep) no sistema único de saúde**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais. **Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para manejo da infecção pelo HIV em adultos**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2018a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das Infecções Sexualmente Transmissíveis, do HIV/Aids e das Hepatites Virais. **Manual técnico para o diagnóstico da infecção pelo hiv em adultos e crianças**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2018b.

BREWER, G. J. et al. Appendicular body composition analysis: validity of bioelectrical impedance analysis compared with dual-energy X-ray absorptiometry in division I college athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 11, p. 2920-2925, 2019.

BROWN, T. T. et al. Body composition, soluble markers of inflammation, and bone mineral density in antiretroviral therapy-naïve HIV-1 infected individuals. **Journal of acquired immune deficiency syndromes (1999)**, v. 63, n. 3, p. 323, 2013.

BRUNANI, A. et al. Body composition assessment using bioelectrical impedance analysis (BIA) in a wide cohort of patients affected with mild to severe obesity. **Clinical nutrition**, v. 40, n. 6, p. 3973-3981, 2021.

BUCHACZ, K. et al. The HIV Outpatient Study—25 Years of HIV Patient Care and Epidemiologic Research. In: **Open Forum Infectious Diseases**. US: Oxford University Press, p. ofaa123, 2020.

CALDARARO, N. The HIV/AIDS epidemic: its evolutionary implications for human ecology with special reference to the immune system. **Science of the total environment**, v. 191, n. 3, p. 245-269, 1996.

CHARATSI, A. M. et al. Bioelectrical impedance in young patients with cystic fibrosis: Validation of a specific equation and clinical relevance. **Journal of Cystic Fibrosis**, v. 15, n. 6, p. 825-833, 2016.

CHIŢU-TIŞU, C. E. et al. Body composition in HIV-infected patients receiving highly active antiretroviral therapy. **Acta Clinica Belgica**, v.72, n.1, p. 55-62, 2016.

COËFFIER, M. et al. Validity of Bioimpedance Equations to Evaluate Fat-Free Mass and Muscle Mass in Severely Malnourished Anorectic Patients. **Journal of clinical medicine**, v. 9, n. 11, p. 3664, 2020.

COGLIANDRO, V. et al. Obesity impacts the association of bioelectrical impedance phase angle with mortality in people living with HIV. **The Journal of the Association of Nurses in AIDS Care: JANAC**, v. 31, n. 1, p. 51, 2020.

COLLINS, E.; WAGNER, C.; WALMSLEY, S. Psychosocial impact of the lipodystrophy syndrome in HIV infection. **AIDS READER-NEW YORK**, v. 10, n. 9, p. 546-551, 2000.

CORCORAN, C. et al. Comparison of total body potassium with other techniques for measuring lean body mass in men and women with AIDS wasting. **The American journal of clinical nutrition**, v. 72, n. 4, p. 1053-1058, 2000.

CORCORAN, C.; GRINSPOON, S. Treatments for wasting in patients with the acquired immunodeficiency syndrome. **New England Journal of Medicine**, v. 340, n. 22, p. 1740-1750, 1999.

CRUM-CIANFLONE, N. et al. Increasing rates of obesity among HIV-infected persons during the HIV epidemic. **Plos one**, v. 5, n. 4, p. e10106, 2010.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; SAYER, A. A. Sarcopenia. **The lancet**, v. 393, p. 2636-2646, 2019.

DAY, K. et al. Comparison of a bioelectrical impedance device against the reference method dual energy X-ray absorptiometry and anthropometry for the evaluation of body composition in adults. **Nutrients**, v. 10, n. 10, p. 1469, 2018.

DEBROY, P. et al. Lean mass declines consistently over 10 years in people living with HIV on antiretroviral therapy, with patterns differing by sex. **Antiviral therapy**, v. 24, n. 5, p. 383, 2019.

DELPINO, M. V.; QUARLERI, J. Influence of HIV Infection and Antiretroviral Therapy on Bone Homeostasis. **Frontiers in Endocrinology**, v. 11, p. 1–9, 2020.

DEMINICE, R. et al. Sarcopenia Related to Human Immunodeficiency Virus: Protective Effects of Exercise. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 50, n. 2, p. 73-80, 2022.

DOÑA, E. et al. Body Composition Measurement in Bronchiectasis: Comparison between Bioelectrical Impedance Analysis, Skinfold Thickness Measurement, and Dual-Energy Xray Absorptiometry before and after Pulmonary Rehabilitation. **Journal of the academy of nutrition and dietetics**, v. 118, n. 8, p. 1464-1473, 2018.

ECHEVERRÍA, P. et al. High prevalence of sarcopenia in HIV-infected individuals. **BioMed research international**, v. 2018, 2018.

ELLEGARD, L. et al. Body composition in patients with primary neuromuscular disease assessed by dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and three different bioimpedance devices. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 29, p. 142- 148, 2018.

ERLANDSON, K. M. et al. Application of Selected Muscle Strength and Body Mass Cut-Points for the Diagnosis of Sarcopenia in Men and Women with or at risk for HIV Infection. **Published by Oxford University Press on behalf of The Gerontological Society of America**, v. 75, n. 7, p. 1338-1345, 2020.

ERLANDSON, K. M. et al. Changes in weight and weight distribution across the lifespan among HIV-infected and-uninfected men and women. **Medicine**, v. 95, n. 46, 2016.

FERRI-MORALES, A. et al. Agreement between standard body composition methods to estimate percentage of body fat in young male athletes. **Pediatric exercise science**, v. 30, n. 3, p. 402-410, 2018.

FONSECA, F. R. et al. Validation of a bioelectrical impedance analysis system for body composition assessment in patients with COPD. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, p. 315-320, 2018.

FORRESTER, J. E. et al. Weight loss and body-composition changes in men and women infected with HIV. **The American journal of clinical nutrition**, v. 76, n. 6, p. 1428-1434, 2002.

FORRESTER, J. E.; SHEEHAN, H. M. B.; JOFFE, T. H. A Validation Study of Body Composition by Bioelectrical Impedance Analysis in Human Immunodeficiency Virus (HIV)-Positive and HIV-Negative Hispanic Men and Women. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 108, n. 3, p. 534-538. 2008.

FREITAS, P. et al. Prevalence of obesity and its relationship to clinical lipodystrophy in HIV-infected adults on anti-retroviral therapy. **Journal of Endocrinological Investigation**, v. 35, n. 11, p. 964-970, 2012.

FUKUI, S. M.; PIGGOTT, D. A.; ERLANDSON, K. M. Inflammation Strikes Again: Frailty and HIV. **Current HIV/AIDS Reports**, v. 15, n. 1, p. 20-29, 2018.

GÁBA, A. et al. Comparison of multi-and single-frequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in postmenopausal women: effects of body mass index and accelerometer-determined physical activity. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 28, n. 4, p. 390-400, 2015.

GADE, J. et al. Comparison of a dual-frequency bio-impedance analyser with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in geriatric patients. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 40, n. 4, p. 290-301, 2020.

GALLO, R. C. A reflection on HIV/AIDS research after 25 years. **Retrovirology**, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2006.

GONZALEZ, M. C. et al. Body composition using bioelectrical impedance: development and validation of a predictive equation for fat-free mass in a middle-income country. **Clinical Nutrition**, v. 38, n. 5, p. 2175-2179, 2019.

GONZALEZ, M. C.; BARBOSA-SILVA, T. G.; HEYMSFIELD, S. B. Bioelectrical impedance analysis in the assessment of sarcopenia. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 21, n. 5, p. 366-374, 2018.

GONZÁLEZ-CORREA, C. H.; CAICEDO-ERASO, J. C. Bioelectrical impedance analysis (BIA): a proposal for standardization of the classical method in adults. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, p. 012018, 2012.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length and weight. In: LOHMAN, T.; ROCHE, A.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual.** Champaign (IL): Human Kinetics. p. 3-8, 1988.

GRANT, P. M. et al. Long-term body composition changes in antiretroviral-treated HIVinfected individuals. **AIDS (London, England)**, v. 30, n. 18, p. 2805, 2016.

GRINSPOON, S. Measurement and clinical significance of body-composition changes in HIV disease. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 16, n. 11-12, p. 1102-1104, 2000.

GRUNFELD, C.; KOTLER, D. P. Wasting in the acquired immunodeficiency syndrome. In: **Seminars in liver disease**. Thieme Medical Publishers, Inc. p. 175-187, 1992.

HATANO, H. et al. Metabolic and anthropometric consequences of interruption of highly active antiretroviral therapy. **Aids**, v. 14, n. 13, p. 1935-1942, 2000.

HAWKINS, K. L. et al. Abdominal obesity, sarcopenia, and osteoporosis are strongly associated with frailty in the MACS. **AIDS** (London, England), v. 32, n. 10, p. 1257, 2018.

HEGELUND, M. H. et al. Inflammatory markers as correlates of body composition and grip strength among adults with and without HIV: A cross-sectional study in Ethiopia. **European Journal of Clinical Nutrition**, p. 1-6, 2022.

HEGELUND, M. H. et al. Validation of bioelectrical impedance analysis in Ethiopian adults with HIV. **Journal of nutritional science**, v. 6, p. 1-7, 2017.

HEYMSFIELD, S. B. et al. Anthropometry and methods of body composition measurement for research and field application in the elderly. **European journal of clinical nutrition**, v. 54, n. 3, p. S26-S32, 2000.

HEYMSFIELD, S. B. et al. Human Body Composition. Human Kinetics, v. 918, 2005.

HOUTKOOPER, L. B. et al. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. **The American journal of clinical nutrition**, v. 64, n. 3, p. 436S-448S, 1996.

KANELLAKIS, S. et al. Development and validation of a bioelectrical impedance prediction equation estimating fat free mass in Greek-Caucasian adult population. **Clinical nutrition ESPEN**, v. 36, p. 166-170, 2020.

KEITHLEY, J. K.; SWANSON, B. HIV-associated wasting. Journal of the Association of Nurses in AIDS Care, v. 24, n. 1, p. S103-S111, 2013.

KENDLER, D. L. et al. The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 16, n. 4, p. 496-507, 2013.

KOETHE, J. R. et al. HIV and antiretroviral therapy-related fat alterations. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 6, n. 1, p. 1-20, 2020.

KOETHE, J. R. et al. Rising obesity prevalence and weight gain among adults starting antiretroviral therapy in the United States and Canada. **AIDS research and human retroviruses**, v. 32, n. 1, p. 50-58, 2016.

KOTLER, D. P. et al. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. **The American journal of clinical nutrition**, v. 64, n. 3, p. 489S-497S, 1996.

KOTLER, D. P. et al. Relative influences of sex, race, environment, and HIV infection on body composition in adults. **The American journal of clinical nutrition**, v. 69, n. 3, p. 432-439, 1999.

KOTTNER, J. et al. Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. **International journal of nursing studies**, v. 48, n. 6, p. 661-671. 2011.

KRUGER, M. J.; NELL, T. A. Bone mineral density in people living with HIV: a narrative review of the literature. **AIDS research and therapy**, v. 14, n. 1, p. 1-17, 2017.

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

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

LAGATHU, C. et al. Metabolic complications affecting adipose tissue, lipid and glucose metabolism associated with HIV antiretroviral treatment. **Expert opinion on drug safety**, v. 18, n. 9, p. 829-840, 2019.

LANGER, R. D. et al. Accuracy of bioelectrical impedance analysis in estimated longitudinal fat-free mass changes in male army cadets. **Military Medicine**, v. 183, n. 7-8, p. e324-e331, 2018.

LEE, K. et al. Body composition with dual-energy x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis in breast cancer survivors. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 34, n. 3, p. 421-427, 2018.

LEE, M. M. et al. Reference values for skeletal muscle mass and fat mass measured by bioelectrical impedance in 390 565 UK adults. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 11, n.2, p. 487-496, 2020.

LIAO, Y. S. et al. Comparison of bioelectrical impedance analysis and dual energy X-ray absorptiometry for total and segmental bone mineral content with a three-compartment model. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 7, p. 2595, 2020.

LUKASKI, H. C. Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. **The American journal of clinical nutrition**, v. 64, n. 3, p. 397S-404S, 1996.

LUKASKI, H. C. et al. Classification of hydration in clinical conditions: Indirect and direct approaches using bioimpedance. **Nutrients**, v. 11, n. 4, p. 1–22, 2019.

LUKASKI, H. C.; BOLONCHUK, W. W. Theory and validation of the tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. In: Ellis KJ, Yasamura

S, Morgan WD, eds. In Vivo Body Composition Studies. London, UK: **The Institute of Physical Sciences in Medicine**, p.410-414. 1987.

MALTA, M. et al. STROBE initiative: guidelines on reporting observational studies. **Revista de saude publica**, v. 44, p. 559-565, 2010.

MANGILI, A. et al. Nutrition and HIV infection: review of weight loss and wasting in the era of highly active antiretroviral therapy from the nutrition for healthy living cohort. **Clinical Infectious Diseases**, v. 42, n. 6, p. 836-842, 2006.

MARCUS, J. L. et al. Comparison of overall and comorbidity-free life expectancy between insured adults with and without HIV infection, 2000-2016. **JAMA network open**, v. 3, n. 6, p. e207954-e207954, 2020.

MATTHIE, J. R. Bioimpedance measurements of human body composition: critical analysis and outlook. **Expert review of medical devices**, v. 5, n. 2, p. 239-261, 2008.

MIALICH, M. S. et al. Relationship between adiposity indices, lipodystrophy, and sarcopenia in HIV-positive individuals with and without lipodystrophy. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 20, n. 1, p. 73-81, 2017.

MOON, J. R. et al. Tracking fat-free mass changes in elderly men and women using singlefrequency bioimpedance and dual-energy X-ray absorptiometry: a four-compartment model comparison. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n.1, p. S40–S46, 2013.

MULASI, U. et al. Bioimpedance at the bedside: current applications, limitations, and opportunities. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 30, n. 2, p. 180-193, 2015.

NATSAG, J. et al. HIV infection is associated with increased fatty infiltration of the thigh muscle with aging independent of fat distribution. **PLoS One**, v. 12, n. 1, p. e0169184, 2017.

NICKERSON, B. S. et al. Agreement Between 2 Segmental Bioimpedance Devices, BOD POD, and DXA in Obese Adults. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 23, n. 1, p. 138-148, 2020.

NICKERSON, B. S. et al. Validity of selected bioimpedance equations for estimating body composition in men and women: a four-compartment model comparison. **The Journal of Strength & Conditioning Research** v. 31, n. 7, p. 1963-1972, 2017.

NOGUEIRA, A. B. B. et al. Fat Mass Ratio in Brazilian HIV-infected Patients Under Antiretroviral Therapy and Its Relationship With Anthropometric Measurents. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 23, n. 4, p. 623-629, 2020.

OLAWEPO, J. O. et al. Changes in body mass index among people living with HIV who are new on highly active antiretroviral therapy: a systematic review and meta-analysis. AIDS Care - **Psychological and Socio-Medical Aspects of AIDS/HIV**, v. 33, n. 3, p. 326–336, 2021.

OLIVEIRA, V. H. F. et al. Sarcopenia in people living with the Human Immunodeficiency Virus: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 74, n.7, p. 1009-1021, 2020.

OURSLER, K. K. et al. Low muscle mass is associated with osteoporosis in older adults living with HIV. **AIDS Research and Human Retroviruses**, v. 36, n. 4, p. 300-302, 2020.

PATON, N. I. J. et al. Longitudinal Changes in Body Composition Measured with a Variety of Methods in Patients with AIDS. **Clinical Science**, v. 14, n. 2, p. 119-127, 1997.

PAU, A. K.; GEORGE, J. M. Antiretroviral therapy: current drugs. **Infectious Disease Clinics**, v. 28, n. 3, p. 371-402, 2014.

PÉREZ-MATUTE, P. et al. Multiple frequency bioimpedance is an adequate tool to assess total and regional fat mass in HIV-positive patients but not to diagnose HIV-associated lipoatrophy: a pilot study. Journal of the International **AIDS Society**, v. 16, n. 1, p. 18609. 2013.

PHANUPHAK, N.; GULICK, R. M. HIV treatment and prevention 2019: current standards of care. **Current Opinion in HIV and AIDS**, v. 15, n. 1, p. 4-12, 2020.

PICHARD, C.; KYLE, U. G.; SLOSMAN, D. O. Fat-free mass in chronic illness: comparison of bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry in 480 chronically ill and healthy subjects. **Nutrition**, v. 15, n. 9, p. 668-676, 1999.

PIETROBELLI, A. et al. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. **American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism**, v. 271, n. 6, p. E941-E951, 1996.

PIETROBELLI, A.; WANG, Z.; HEYMSFIELD, S. B. Techniques used in measuring human body composition. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 1, n. 5, p. 439-448, 1998.

PINTO NETO, L. F. S. P. et al. Human immunodeficiency virus infection and its association with sarcopenia. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 20, n. 1, p. 99-102, 2016.

PLANK, L. D. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. **Current Opinion** in Clinical Nutrition & Metabolic Care, v. 8, n. 3, p. 305-309, 2005.

RÆDER, H. et al. Validity of bioelectrical impedance analysis in estimation of fat-free mass in colorectal cancer patients. **Clinical Nutrition**, v. 37, n. 1, p. 292-300, 2017.

RAGGIO, G. A. et al. Psychosocial correlates of body image and lipodystrophy in women aging with HIV. Journal of the Association of Nurses in AIDS Care, v. 31, n. 2, p. 157-166, 2020.

RECH, C. R. et al. Validation of bioelectrical impedance for the prediction of fat-free mass in Brazilian elderly subjects. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, p. 1163-1171, 2008.

ROUBENOFF, R. Applications of bioelectrical impedance analysis for body composition to epidemiologic studies. **The American journal of clinical nutrition**, v. 64, n. 3, p. 459S-462S, 1996.

SALOMON, J.; TRUCHIS, P. De; MELCHIOR, J-C. Body composition and nutritional parameters in HIV and AIDS patients. 2002.

SARDINHA, L. B. et al. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. **The American journal of clinical nutrition**, v. 68, n. 4, p. 786-793, 1998.

SAX, P. E. et al. Weight gain following initiation of antiretroviral therapy: risk factors in randomized comparative clinical trials. **Clinical Infectious Diseases**, v. 71, n. 6, p. 1379-1389, 2019.

SCHUELTER-TREVISOL, F. et al. Lipohypertrophy and nutritional profile among people living with HIV in Southern Brazil: Lipohypertrophy among people with HIV. **Brazilian** Journal of Sexually Transmitted Diseases, v. 34, 2022.

SERGI, G. et al. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. **Aging clinical and experimental research**, v. 29, n. 4, p. 591-597, 2017.

SIDDIQUI, J. et al. HIV-associated wasting prevalence in the era of modern antiretroviral therapy. AIDS (London, England), v. 36, n. 1, p. 127, 2022.

SIEDLER, M. R. et al. Assessing the Reliability and Cross-Sectional and Longitudinal Validity of 15 Bioelectrical Impedance Analysis Devices. **British Journal of Nutrition**, p. 1-29, 2022.

SILVA A. M.; HEYMSFIELD S. B.; SARDINHA L. B. Assessing body composition in taller or broader individuals using dual-energy X-ray absorptiometry: a systematic review. **European journal of clinical nutrition**, v. 67, n. 10 p. 1012-1021, 2013.

SILVA, B. F. et al. Adverse effects of chronic treatment with the Main subclasses of highly active antiretroviral therapy: a systematic review. **HIV Medicine**, v. 20, n. 7, p. 429–438, 2019.

SOARES, L. R. et al. Association between changes in body fat distribution, biochemical profile, time of HIV diagnosis, and antiretroviral treatment in adults living with and without virus infection. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 66, n. 1, p. 67-73, 2020.

SOARES, L. R. et al. Association between changes in body fat distribution, biochemical profile, time of HIV diagnosis, and antiretroviral treatment in adults living with and without virus infection. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 66, p. 67-73, 2020.

THAJER, A. et al. Comparison of Bioelectrical Impedance-Based Methods on Body Composition in Young Patients with Obesity. **Children**, v. 8, n. 4, p. 295, 2021.

TINSLEY, G. M. et al. Explaining Discrepancies Between Total and Segmental DXA and BIA Body Composition Estimates Using Bayesian Regression. Journal of Clinical **Densitometry**, v.24, n.2, p. 294-307, 2021.

TOOMBS R. J. et al. The impact of recent technological advances on the trueness and precision of DXA to assess body composition. **Obesity**, v. 20, n. 1, p. 30-39, 2012.

TORRES, T. S. et al. Quality of life among HIV-infected individuals failing first-line antiretroviral therapy in resource-limited settings. **AIDS care**, v. 30, n. 8, p. 954-962. 2018.

TRITSCHLER, K. Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow e McGee. 5ª edição. Manole. 2003.

UNAIDS. Relatório informativo - dia mundial da aids 2021. Estimativas epidemiológicas preliminares do UNAIDS, 2021a.

UNAIDS. World AIDS day report. Unequal, unprepared, under threat: Why bold action against inequalities is needed to end aids, stop covid-19 and prepare for future pandemics, 2021b.

VASSIMON, H. S. et al. Comparison of bioelectrical impedance with skinfold thickness and X-ray absorptiometry to measure body composition in HIV-infected with lipodistrophy. **Nutricion hospitalaria**, v. 26, n. 3, p. 458-464, 2011.

VERNEY, J. et al. Bioelectrical impedance is an accurate method to assess body composition in obese but not severely obese adolescents. **Nutrition Research**, v. 36, n. 7, p. 663-670, 2016.

VIZCARRA, P. et al. Weight gain in people living with HIV switched to dual therapy: changes in body fat mass. **AIDS**, v. 34, n. 1, p. 155-157, 2020.

WAGNER, D. R.; HEYWARD, V. H. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 70, n. 2, p. 135-149, 1999.

WANKE, C. A. et al. Weight loss and wasting remain common complications in individuals infected with human immunodeficiency virus in the era of highly active antiretroviral therapy. **Clinical Infectious Diseases**, v. 31, n. 3, p. 803-805, 2000.

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, 2019.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). Consolidated Guidelines on the Use of Antiretroviral Drugs for Treating and Preventing HIV Infection: Recommendations for a Public Health Approach. 2. ed. Geneva: WHO, 2016.

WINGO, B. C. et al. Comparison of segmental body composition estimated by bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry. **Clinical nutrition ESPEN**, v. 28, p. 141-147, 2018.

WOO, J. Sarcopenia. Clinics in geriatric medicine, v. 33, n. 3, p. 305-314, 2017.

WÜSTER, C. et al. Phalangeal osteosonogrammetry study: Age-related changes, diagnostic sensitivity, and discrimination power. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 15, n. 8, p. 1603-1614, 2000.

ZAMBONE, M. A.; LIBERMAN, S.; GARCIA, M. L. B. Anthropometry, bioimpedance and densitometry: Comparative methods for lean mass body analysis in elderly outpatients from a tertiary hospital. **Experimental Gerontology**, v. 138, p. 1-8, 2020.

ANEXOS

ANEXO 1 – Aprovação do comitê de ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DAS AÇÕES E CARACTERÍSTICAS NEUROMUSCULARES DE PESSOAS VIVENDO COM HIV/AIDS

Pesquisador: Rafael Deminice Área Temática: Versão: 2

CAAE: 67220817.1.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UEM/UEL Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.102.138

Apresentação do Projeto:

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva de correlação, de corte transversal. Serão selecionados 25 participantes de ambos os sexos, adultos e portadores do vírus HIV moradores da Casa de Maria – Centro de Apoio a Dependentes, mantenedora do Recanto Amigo – Instituição de Acolhimento para Jovens e Adultos com Deficiência e Casa de Apoio para DST/AIDS, instituição parceira e co-participante. Também serão selecionados 25 participantes de ambos os sexos, adultos e não portadores do HIV, pareados em idade e índice de massa corporal. Os participantes do grupo controle serão recrutados através de cartazes espalhados pela Universidade Estadual de Londrina. Os participantes selecionados para o estudo serão submetidos às seguintes avaliações: análise de força muscular isocinética; análise eletromiográfica da ação muscular durante o teste de força isocinética; coleta de tecido muscular para dosagem de creatina e sondas de expressão gênica; testes funcionais; medidas antropométricas de massa corporal e estatura; e bioimpedância elétrica. Além disso, serão coletadas informações referentes aos dados clínicos, nível de atividade física habitual, nível socioeconômico, desempenho cognitivo e perfil alimentar. Todas as atividades e avaliações serão realizadas por profissionais devidamente habilitados e colaboradores do laboratório onde a pesquisa será realizada.

Endereço: LABESC - Sala 14 Bairro: Campus Universitário UF: PR Município: LONDRINA	CEP: 86.057-970	
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br	
		Página 01 de 05



Continuação do Parecer: 2.102.138

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Analisar os parâmetros neuromusculares (força muscular, ativação neuromuscular e características morfobioquímicas do músculo) de PVHA.

Objetivos Secundários:

 a) Comparar os parâmetros neuromusculares (força muscular, ativação neuromuscular e características morfo-bioquímicas do músculo) entre PVHA e sujeitos soronegativos;

 b) Comparar os parâmetros neuromusculares (força muscular, ativação neuromuscular e características morfo-bioquímicas do músculo) entre PVHA de diferentes sexos;

c) Comparar os parâmetros neuromusculares (força muscular, ativação neuromuscular e

características morfo-bioquímicas do músculo) entre PVHA por tempo de tratamento e por composição da TARV;

 d) Analisar a influência de diferentes variáveis confundidoras (nível de atividade física habitual, nível socioeconômico, antropometria, composição corporal, desempenho

cognitivo e perfil alimentar) sobre os parâmetros neuromusculares (força muscular, ativação neuromuscular e características morfo-bioquímicas do músculo) de PVHA.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisador, os riscos envolvidos na realização das atividades e avaliações descritas, estão relacionados com a possibilidade de cansaço durante os testes físicos e de que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de força fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos, e também a possibilidade de desconforto e dor local nas 48 horas após a coleta de tecido muscular. Entretanto, caso algum procedimento se concretize como risco aos participantes, estes serão acompanhados por profissionais de saúde colaboradores de nosso laboratório e por profissionais atuantes na Instituição co-participante (Casa de Maria). Os pesquisadores assumem todas as responsabilidades financeiras e acadêmicas caso ocorram danos aos participantes (físicos e/ou emocionais), e estes serão encaminhados para o devido tratamento caso necessário. Ainda de acordo com o pesquisador " o Recanto Amigo, instituição co-participante do projeto, conta com toda a rede de atendimento necessária, incluindo assistentes sociais, médicos, enfermeiros e psicólogos".

Benefícios: A importância de se conhecer os efeitos adversos em PVHA em uso de TARV que

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

Págine 02 de .05



Continuação do Parecer: 2.102.138

reduzem a expressão da força muscular dos participantes, pode ser relevante, quanto a capacidade de realizar atividades rotineiras, que afetam a qualidade de vida dessas pessoas. E estudos que buscam o entendimento dos mecanismos que levam a alterações nesta variável são de grande valia, pois poderiam auxiliar na proposição de estratégias e tratamentos com menores efeitos colaterais.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A presente pesquisa é relevante para área específica e pretende estudar as características neuromusculares de PVHA, os efeitos colaterais do TARV e a influência desses fatores nas atividades corriqueiras e na qualidade de vida dessas pessoas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de Rosto: devidamente assinada e carimbada pelo coordenador do programa de pós-graduação.

 Termo de responsabilidade para formar banco de material biológico foi anexado e esta devidamente assinado.

- Termo de Sigilo e Confidencialidade foi anexado e esta devidamente assinado.

- Referente aos gastos previstos no orçamento, todas as despesas serão custeadas pelo próprio pesquisador. Todas as responsabilidades financeiras decorrentes do projeto, tais como transporte, exames laboratoriais, dentre outras que possam vir a surgir, serão assumidas pelo pesquisador, não gerando custos aos participantes do estudo. Por fim, além dos itens descritos no orçamento, o laboratório (Laboratório de Bioquímica do Centro de Educação Física e Esportes) conta com todos os outros materiais necessários para a condução do projeto, inclusive os kits para avaliações bioquímicas, adquiridos com recursos de projetos previamente aprovados.

- Declaração da co-participante Casa de Maria foi anexada.

- TCLE está na forma de convite, linguagem clara de acordo com resolução 466/2012.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências foram respondidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado (a) Pesquisador (a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade imprimi-lo para apresentação aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Coordenação CEP/UEL.

UF: PR Municipio: LONDRINA Telefone: //3/3271.5/55 E-mail: cer258/9/uel.br	Endereço: LABE Bairro: Campus l	SC - Sala 14 Universitario		CEP: 86.057-970		
Telefone: //3/3371_5/55 E-mail: cen268/8uel.hr	JF: PR	Municipio:	LONDRINA			
E-mail. Deprocedure.un	Felefone: (43)33	71-5455		E-mail:	cep268@uel.br	

Página 03 del 05



Continuação do Parecer: 2.102.138

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO 900483.pdf	29/05/2017 12:38:34	2.	Aceito
Outros	Esclarecimentos_parecer.docx	29/05/2017 12:36:53	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_medico_assinada.pdf	29/05/2017 12:36:30	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_acaomuscular.doc	29/05/2017 12:36:12	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito
Folha de Rosto	folharostopreenchida.pdf	29/05/2017 12:35:08	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_coparticipante.pdf	11/04/2017 22:54:00	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_acaomuscular.docx	11/04/2017 21:55:37	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito

Outros	Regulamento_armazenamento_material _biologico.pdf	11/04/2017 21:35:11	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_SigiloConfidencialidade.pdf	11/04/2017 21:34:42	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	DeclaracaoResponsabilidade_BancoMat erialBiologico.pdf	11/04/2017 21:34:27	VITOR HUGO FERNANDO DE OLIVEIRA	Aceito

Situação do Parecer: Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP: Não

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

Págine 04 de .05



LONDRINA, 06 de Junho de 2017

Assinado por: Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli (Coordenador)

Endereço:	LABESC - Sala 14	
Bairro: Ca	ampus Universitário	
UF: PR	Municipio:	LONDRINA
Telefone:	(43)3371-5455	

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

Página 05 de 05

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

"ANÁLISE DAS AÇÕES E CARACTERÍSTICAS NEUROMUSCULARES DE PESSOAS VIVENDO COM HIV/AIDS"

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa "ANÁLISE DAS AÇÕES E CARACTERÍSTICAS NEUROMUSCULARES DE PESSOAS VIVENDO COM HIV/AIDS", a ser realizada no município de Londrina, Paraná. O objetivo da pesquisa é analisar os parâmetros neuromusculares (força muscular, ativação neuromuscular e características morfo-bioquímicas do músculo) de pessoas vivendo com HIV/AIDS. Esperase que o presente estudo possa auxiliar no entendimento dos mecanismos atuantes na redução da força muscular destes sujeitos. Considerando a importância da força muscular na realização de atividades rotineiras, que afetam a qualidade de vida, este estudo poderá auxiliar na proposição de estratégias e tratamentos com menores efeitos colaterais.

Todas as avaliações e atividades serão realizadas no Laboratório de Bioquímica da Universidade Estadual de Londrina, localizado no Centro de Educação Física e Esportes, e serão acompanhadas por profissionais devidamente qualificados e previamente treinados para tal finalidade. Sua participação é muito importante, e você estaria envolvido nas seguintes atividades:

(1) Avaliação da força muscular das pernas através da extensão e flexão de joelhos em um dinamômetro isocinético;

(2) Coleta do sinal eletromiográfico de músculos da coxa durante a avaliação isocinética (durante o teste de força, quatro pequenos adesivos serão colocados na coxa, sobre a pele, para o monitoramento da atividade elétrica muscular);

(3) Coleta de tecido muscular do músculo vasto lateral (localizado na coxa), onde através de um pequeno corte na pele, será introduzida uma agulha no músculo que aplicará um corte no tecido muscular; esta será realizada por um Médico habituado com a técnica a ser utilizada (Dr. Alan Carlos Candido – CRM 34507) e acompanhada por um profissional de enfermagem atuante na Instituição co-participante (Casa de Maria);

(4) Realização dos seguintes testes funcionais: teste de caminhada de 6 minutos (consiste em caminhar a maior distância possível durante este tempo), *Tandem Walk Test* (teste de equilíbrio que consiste em medir o tempo de uma caminhada, na medida em que a cada passo, o calcanhar deve estar diretamente à frente dos dedos do outro pé), e sentar e levantar da cadeira (consiste em levantar-se da cadeira até ficar na postura ereta e voltar à posição sentada, o mais rápido possível, durante 30 segundos).

(5) Medidas de massa corporal e estatura, e avaliação da composição corporal pelo método de Impedância bioelétrica (deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]);

(6) Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, hábitos alimentares, histórico médico, nível socioeconômico e avaliação cognitiva;

Algumas das atividades e avaliações acima descritas envolvem alguns riscos que são:

- cansaço durante os testes físicos e a possibilidade de que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de força fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos;
- possibilidade de desconforto e dor local nas 48 horas após a coleta de tecido muscular.

De qualquer forma, caso algum procedimento se concretize como risco, você será acompanhado por profissionais de saúde colaboradores de nosso laboratório. Assumo todas as responsabilidades financeiras e acadêmicas caso ocorram danos (físicos e/ou emocionais), e você será encaminhado para o devido tratamento caso necessário.

Além da realização das atividades e avaliações acima descritas, teremos acesso ao seu prontuário para a coleta de dados clínicos. Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar de qualquer avaliação ou mesmo desistir do estudo a
qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Após as análises, o material biológico será descartado de forma apropriada. Além disso, você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa (transporte, alimentação, exames laboratoriais, dentre outras) serão por nós custeadas e/ou ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação. Ao final do estudo, comprometemo-nos a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues aos participantes.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar (Rafael Deminice, Rua Luiz Lerco nº 399 – Bairro Terra Bonita – Londrina - Paraná, (43) 91916013 ou pelo email deminice@ig.com.br), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue à você.

Londrina, _____ de _____de

201__.

Zafail 3 3

Rafael Deminice Pesquisador Responsável RG: 34.770.938-2

	tendo	sido	devidamente	esclarecido	sobre	os
procedimentos da pesquisa descrita	a pesquis acima.	sa, con	icordo em part	icipar volunta i	riamente	da
Assinatura (ou im	pressão c	dactilos	cópica):			
			12			

_

APÊNDICE

Tabela 1. Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA *Analyzer* para o sexo feminino (n = 37)

Equações	Medida 1	Medida 2	Delta (%)	CCI
Eq. 1 (kg)	38,7 (4,3)	38,8 (4,3)	0,0	0,99
Eq. 2 (kg)	37,6 (4,1)	37,6 (4,1)	0,0	1,00
Eq. 5 (kg)	31,1 (6,0)	31,1 (6,0)	0,0	1,00
Eq. 6 (kg)	41,8 (4,7)	41,8 (4,6)	0,0	1,00

Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); kg = Quilograma; medidas em média (DP).

Tabela 2. Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA *Biodynamics* para o sexo feminino (n = 24)

Equações	Medida 1	Medida 2	Delta (%)	CCI
Eq. 1 (kg)	40,7 (5,1)	40,8 (5,0)	0,0	1,00
Eq. 2 (kg)	38,6 (5,1)	38,6 (5,2)	0,0	1,00
Eq. 5 (kg)	32,5 (7,6)	32,5 (7,7)	0,0	1,00
Eq. 6 (kg)	41,8 (4,7)	41,8 (4,6)	0,0	1,00

Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); kg = Quilograma; medidas em média (DP).

Tabela 3. Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA *Analyzer* para o sexo masculino (n = 24)

Equações	Medida 1	Medida 2	Delta (%)	CCI
Eq. 1 (kg)	59,8 (10,9)	59,8 (10,9)	0,0	1,00
Eq. 2 (kg)	56,6 (9,6)	56,6 (9,6)	0,0	1,00
Eq. 5 (kg)	50,5 (10,1)	50,5 (10,1)	0,0	1,00
Eq. 6 (kg)	61,8 (10,0)	61,8 (10,0)	0,0	1,00

Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); kg = Quilograma; medidas em média (DP).

Tabela 4. Comparação das equações para massa livre de gordura intra BIA *Biodynamics* para o sexo masculino (n = 17)

Equações	Medida 1	Medida 2	Delta (%)	CCI
Eq. 1 (kg)	59,2 (10,6)	59,8 (10,0)	0,0	0,95
Eq. 2 (kg)	55,1 (9,2)	55,2 (9,0)	0,0	0,99
Eq. 5 (kg)	48,3 (9,8)	48,4 (9,6)	0,0	0,99
Eq. 6 (kg)	59,7 (9,0)	59,8 (8,9)	0,0	0,99

Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); kg = Quilograma; medidas em média (DP).

Equações	BIA	DXA	Delta	CCI	R ²	EPE	Dif. Média
	Analyzer		(%)			(kg)	(95%)
Eq. 1 (kg)	38,7 (4,3)	35,1 (3,8)*	-0,1	0,90	70%	2,1	3,5 (-1,0 - 8,1)
Eq. 2 (kg)	37,6 (4,1)	35,1 (3,8)*	-0,1	0,91	72%	2,0	2,4 (-1,8 - 6,7)
Eq. 5 (kg)	31,1 (6,0)	35,1 (3,8)*	0,1	0,86	71%	2,0	-4,0 (-10,8 – 2,7)
Eq. 6 (kg)	41,8 (4,7)	35,1 (3,8)*	-0,2	0,89	68%	2,1	6,6 (1,5 – 11,8)

Tabela 5. Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA *Analyzer* e DXA para o sexo feminino (n = 37)

*diferença com a BIA (P < 0,01). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; R^2 = Coeficiente de explicação; EPE = Erro padrão de estimativa; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); kg = Quilograma; medidas em média (DP).

Tabela 6. Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA *Biodynamics* e DXA para o sexo feminino (n = 24)

Equações	BIA	DXA	Delta	CCI	R ²	EPE	Dif. Média
	Biodynamics		(%)			(kg)	(95%)
Eq. 1 (kg)	40,7 (5,1)	35,9 (4,8)*	-0,1	0,95	82%	2,0	4,8 (0,6 - 9,0)
Eq. 2 (kg)	38,6 (5,1)	35,9 (4,8)*	-0,1	0,95	84%	1,9	2,7 (-1,3-6,7)
Eq. 5 (kg)	32,5 (7,6)	35,9 (4,8)*	0,1	0,90	83%	2,0	-3,4 (-10,8 – 4,1)
Eq. 6 (kg)	43,2 (6,0)	35,9 (4,8)*	-0,2	0,95	86%	1,8	7,3 (2,7 – 12,0)

*diferença com a BIA (P < 0,01). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; R^2 = Coeficiente de explicação; EPE = Erro padrão de estimativa; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); kg = Quilograma; medidas em média (DP).

Tabela 7. Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA *Analyzer* e DXA para o sexo masculino (n = 24)

Equações	BIA Analyzer	DXA	Delta	CCI	R ²	EPE	Dif. Média
			(%)			(kg)	(95%)
Eq. 1 (kg)	59,8 (10,9)	54,9 (9,9)*	-0,1	0,97	92%	2,9	4,9 (-1,3 – 11,0)
Eq. 2 (kg)	56,6 (9,6)	54,9 (9,9)*	0,0	0,97	92%	2,8	1,6 (-3,8 – 7,1)
Eq. 5 (kg)	50,8 (10,1)	54,9 (9,9)*	0,1	0,97	89%	3,3	-4,5 (-11,0 – 2,1)
Eq. 6 (kg)	60,7 (53,9-	54,9 (9,9)*	-0,1	0,96	87%	3,6	6,9 (-0,2 – 13,9)
	64,4)						

*diferença com a BIA (P < 0,01). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; R^2 = Coeficiente de explicação; EPE = Erro padrão de estimativa; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); kg = Quilograma; medidas da Eq. 1; Eq. 2 e Eq.5 em média (DP); medida da Eq. 6 em mediana (1 e 3 quartil).

-							
Equações	BIA	DXA	Delta	CCI	R ²	EPE	Dif. Média
	Biodynamics		(%)			(kg)	(95%)
Eq. 1 (kg)	59,2 (10,6)	53,4 (9,9)*	-0,1	0,96	87%	3,7	5,8 (-1,7 – 13,2)
Eq. 2 (kg)	55,1 (9,2)	53,4 (9,9)	0,0	0,96	88%	3,5	1,7 (-4,9 – 8,4)
Eq. 5 (kg)	48,3 (9,8)	53,4 (9,9)*	0,1	0,97	89%	3,4	-5,1 (-11,6 – 1,4)
Eq. 6 (kg)	59,7 (9,0)	53,4 (9,9)*	-0,1	0,98	86%	3,7	6,3 (1,4 – 11,3)

Tabela 8. Comparação da massa livre de gordura entre as equações da BIA *Biodynamics* e DXA para o sexo masculino (n = 17)

*diferença com a BIA (P < 0,01). Legenda: BIA = Análise de impedância bioelétrica; DXA = Absorciometria radiológica de dupla energia; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; R^2 = Coeficiente de explicação; EPE = Erro padrão de estimativa; Eq.1 = Equação de Lukaski; Bolonchuk, (1987); Eq. 2 = Equação de Kotler *et al.*, (1996); Eq. 5 = Equação de Beraldo *et al.*, (2015); Eq. 6 = Equação de Hegelund *et al.*, (2017); kg = Quilograma; medidas em média (DP).



Figura 1. Análise de concordância entre as equações de massa livre de gordura pela BIA *Biodynamics* e DXA