

2.º CICLO
NUTRIÇÃO CLÍNICA

Indicadores de adiposidade e a sua relação com a força muscular: análise de uma amostra de adultos portugueses.

José Miguel Machado Coelho da Rocha

M

2025



PT: Indicadores de adiposidade e a sua relação com a força muscular: análise de uma amostra de adultos portugueses.

EN: Adiposity indicators and their relationship with muscle strength: analysis of a sample of Portuguese adults.

José Miguel Machado Coelho da Rocha

Local onde foi realizada a investigação:

Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto
(FCNAUP)

Trabalho realizado sob orientação de:

Orientador: Prof^a. Doutora Ana Rita de Sousa Santos

Coorientador: Prof. Doutor Rui Valdiviesso de Miranda Santa

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Nutrição Clínica apresentada à
Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto

2025

Agradecimentos

A conclusão deste trabalho, constitui, para mim, um motivo de profundo orgulho. Ao longo deste percurso, aprendi muito. Os obstáculos enfrentados e os desafios superados fizeram-me crescer como profissional e, sobretudo, como pessoa. Nada disto, porém, teria sido possível sem o apoio generoso de quem me acompanhou. À minha orientadora, Prof^a Doutora Ana Rita de Sousa Santos, pela paciência, serenidade e dedicação constantes, bem como pela partilha de conhecimento que foi alicerce desta dissertação. A sua exigência serena e o rigor científico foram decisivos.

Ao meu coorientador, Prof Doutor Rui Valdiviesso Miranda de Santa, pela disponibilidade permanente e pelas sugestões criteriosas que elevaram a qualidade deste trabalho.

À Ariana, por me ouvir, me motivar e acreditar em mim quando eu próprio duvidava. O teu apoio fez a diferença.

Aos meus pais, pelo amparo incondicional e pelo incentivo constante, em cada etapa.

À Micaela, pelas sugestões certeiras e pela ajuda nos momentos em que mais precisei.

À Prof^a Doutora Teresa Amaral, pela oportunidade de integrar este projeto e pela confiança depositada.

Por último, mas não menos importante, deixo um sincero agradecimento a todos os voluntários do estudo, sem os quais esta investigação não teria sido possível.

Resumo

Introdução: O excesso de adiposidade constitui um desafio relevante de saúde pública e pode comprometer a função muscular. A força de preensão manual (FPM) é um marcador funcional robusto, associado a morbilidade e mortalidade, mas o contributo relativo de diferentes indicadores de adiposidade para a FPM em adultos permanece pouco claro.

Objetivo: Analisar, de forma estratificada por sexo, as associações entre múltiplos indicadores de adiposidade e a FPM numa amostra comunitária de adultos portugueses.

Métodos: Estudo transversal com 687 adultos (67,2% mulheres) do projeto NutriFunction (2023-2025). A adiposidade foi avaliada por antropometria (IMC, perímetro da cintura, WHtR, WHt5R, ABSI, BRI, índice conicidade), DXA (massa gorda total e %gordura) e BIA (%gordura). A FPM foi medida com um dinamómetro digital Gripwise. As associações foram exploradas por correlação de Spearman e regressão linear estratificada por sexo, com erros padrão robustos HC3 e ajuste progressivo para $ALST/estatura^2$ e covariáveis sociodemográficas e comportamentais.

Resultados: Os homens apresentaram maior FPM e $ALST/estatura^2$, enquanto as mulheres evidenciaram maior massa gorda total e percentual. Nas mulheres, a FPM correlacionou-se inversamente com % gordura (DXA $p=-0,298$; BIA $p=-0,273$) e com indicadores centrais como WHtR, BRI e IC ($p\approx-0,12$ a $-0,15$; $p<0,05$). Nos homens, destacaram-se correlações negativas com o ABSI ($p=-0,392$), IC e %gordura (DXA/BIA), enquanto o IMC apresentou correlação positiva ($p=0,215$; $p<0,05$).

Nos modelos de regressão os efeitos adversos concentraram-se nos índices de cintura ajustados à estatura. Nos homens, o modelo totalmente ajustado (Modelo 3) mostrou reduções significativas da FPM por unidade de BRI ($\beta = -1,615$ kgf), WHtR ($\beta = -31,504$ kgf) e WHt5R ($\beta = -16,909$ kgf); o IMC passou de associação positiva (não ajustado) para negativa após ajuste para ALST/estatura² ($\beta = -0,344$ kgf), refletindo o efeito da massa magra. Os melhores modelos explicaram cerca de 40-42% da variância da FPM. Em contrapartida, indicadores como %gordura (DXA/BIA), perímetro da cintura, ABSI e IC perderam significância após ajustes. Nas mulheres, tanto a adiposidade geral (%gordura DXA/BIA, massa gorda total, IMC) como a abdominal (WHtR, WHt5R, BRI, perímetro da cintura) mantiveram associações inversas com a FPM, enquanto ABSI e IC não se mostraram significativos.

Conclusão: Índices simples de cintura ajustada à estatura (WHtR, BRI) captaram a relação entre adiposidade e FPM de forma semelhante, ou até superior, a medidas obtidas por DXA e BIA, apoiando a sua utilização, em conjunto com a FPM, para rastreio e estratificação de risco em contextos comunitários.

Palavras-chave: Força de preensão da mão; adiposidade; DXA; BRI; WHtR, obesidade abdominal

Abstract

Background: Excess adiposity is a major public health challenge and may impair muscle function. Handgrip strength (HGS) is a robust functional marker linked to morbidity and mortality, yet the relative contribution of distinct adiposity indicators to HGS in adults remains unclear.

Objective: To examine sex-specific associations between multiple adiposity indicators and HGS in a community sample of Portuguese adults.

Methods: Cross-sectional analysis of 687 adults (67,2% women) from the NutriFunction project (2023-2025). Adiposity was assessed by anthropometry (BMI, waist circumference, WHtR, WHt5R, ABSI, BRI and conicity index), DXA (total fat mass and %fat), and BIA (%fat). HGS was measured with a digital Gripwise dynamometer. Associations were explored using Spearman correlations and sex-stratified linear regressions with HC3 robust standard errors with progressive adjustment for ALST/height² and sociodemographic/behavioral covariates.

Results: Men showed higher HGS and ALST/height², whereas women had higher total and percentage body fat. Correlations were sex-specific: in women, HGS correlated inversely with %fat (DXA $\rho=-0.298$; BIA $\rho=-0.273$) and with central adiposity indices (WHtR, BRI, IC; $\rho\approx-0.12$ to -0.15 ; all $p<0.05$); in men, HGS correlated negatively with ABSI ($\rho=-0.392$), IC, and %fat (DXA/BIA), while BMI correlated positively ($\rho=0.215$; all $p<0.05$).

In regression models, adverse associations concentrated on simple height-adjusted waist indices. Among men, fully adjusted models (Model 3) showed lower HGS per unit increase in BRI ($\beta=-1.615$ kgf), WHtR ($\beta=-31.504$ kgf), and WHt5R ($\beta=-16.909$ kgf); BMI switched from positive (unadjusted) to negative after adjusting for ALST/height² ($\beta=-0.344$ kgf), consistent with confounding by lean mass. Best-

fitting models explained ~40-42% of HGS variance. Several indicators significant in simpler models (e.g., %fat DXA/BIA, waist circumference, ABSI, IC) attenuated after full adjustment.

In women, both general (%fat DXA/BIA, total fat, BMI) and central (WHtR, WHt5R, BRI, waist circumference) adiposity measures remained inversely associated with HGS in adjusted analyses, whereas ABSI and conicity did not retain significance.

Conclusion: Simple height-adjusted waist indices (WHtR, BRI) captured the adiposity-HGS relationship as well as, or better than, DXA and BIA, supporting their use, alongside HGS, for routine screening and risk stratification in community settings.

Keywords: handgrip strength; adiposity; DXA; BRI; WHtR, abdominal obesity

Índice

<i>Resumo</i>	3
<i>Abstract</i>	5
<i>Lista de abreviaturas</i>	8
<i>Lista de tabelas</i>	9
<i>1. Introdução Geral</i>	10
<i>1.1. Enquadramento</i>	10
<i>1.2. Adiposidade</i>	12
<i>1.3. Força muscular</i>	19
<i>1.4. A relação entre a adiposidade e a força muscular</i>	21
<i>Objetivos</i>	24
<i>Materiais e métodos</i>	25
<i>Resultados</i>	34
<i>Discussão</i>	43
<i>Conclusão</i>	49
<i>Referências Bibliográficas</i>	51
<i>Anexos</i>	60

Lista de abreviaturas

ABSI: A Body Shape Index (Índice de forma corporal)

ALST: Massa apendicular isenta de gordura e osso

BIA: Análise de Impedância Bioelétrica

BMC: Conteúdo mineral ósseo

BRI: *Body roundness index* (Índice de redondez)

DP: Desvio-padrão

DXA: Absorciometria de raios-X de dupla energia

FFM: Massa isenta de gordura

FPM: Força de preensão da mão

IC: Índice de conicidade

IMC: Índice de massa corporal

IQR: Intervalo interquartil

PC: Perímetro da cintura

RM: Ressonância magnética

TC: Tomografia computadorizada

WHR: Razão cintura-anca

WHtR: Razão cintura-estatura

WHt5R: Razão cintura-estatura ajustada

%MG: Percentagem de massa gorda

%TEM: Erro técnico relativo

Lista de tabelas

Tabela 1 - Características sociodemográficas, composição corporal e força muscular dos participantes por sexo (n=687).

Tabela 2 - Resumo das características dos participantes residentes na comunidade por faixa etária (n=687).

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Spearman (ρ_s) entre a força de preensão da mão e os indicadores de adiposidade, e entre indicadores de adiposidade entre si, estratificado por sexo (n=687).

Tabela 4 - Resultados dos modelos de regressão linear com erros padrão robustos (HC3), para a associação entre indicadores de adiposidade e força de preensão da mão, em homens (n=225).

Tabela 5 - Resultados dos modelos de regressão linear com erros padrão robustos (HC3), para a associação entre indicadores de adiposidade e força de preensão da mão, em mulheres (n=462).

Tabela S1. Resultados dos modelos de regressão linear com erros padrão robustos (HC3), para a associação entre indicadores de adiposidade e força de preensão da mão, em homens com idade entre os 18 e os 59 anos (n=185)

Tabela S2. Resultados dos modelos de regressão linear com erros padrão robustos (HC3), para a associação entre indicadores de adiposidade e força de preensão da mão, em mulheres com idade entre os 18 e os 59 anos (n=395)

1. Introdução Geral

1.1. Enquadramento

A obesidade é atualmente um dos principais desafios de saúde pública. Em 2016, mais de 1,9 mil milhões de adultos apresentavam excesso de peso, definido como um Índice de Massa Corporal (IMC) $\geq 25 \text{ kg/m}^2$, dos quais cerca de 650 milhões eram obesos (IMC $\geq 30 \text{ kg/m}^2$)⁽¹⁾. Ao longo das últimas décadas, a prevalência global de obesidade tem vindo a aumentar, registando-se uma subida de 27,5% nos adultos desde a década de 1980⁽²⁾.

Em 2015, o Inquérito Nacional de Saúde com Exame Físico revelou que aproximadamente 39,1% dos adultos portugueses apresentavam excesso de peso e 28,6% obesidade⁽³⁾. O Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física 2015-2016 também mostrou que 50,5% dos adultos e cerca de 80,2% dos idosos portugueses apresentavam obesidade abdominal, definida por razão cintura-anca (WHR) $\geq 0,85$ nas mulheres e $\geq 0,90$ nos homens⁽⁴⁾. Dados mais recentes da Direção-Geral da Saúde (DGS) indicam que, em 2022, 28,7% dos adultos em Portugal eram obesos e mais de dois terços (67,6%) apresentavam excesso de peso, confirmando a persistência deste problema de saúde pública⁽⁵⁾. Neste contexto a *World Obesity Federation* estima que cerca de 39% da população adulta portuguesa poderá ser obesa até 2035, uma projeção particularmente preocupante tendo em conta que o excesso de adiposidade, sobretudo a visceral, está fortemente associada a diversas complicações metabólicas, incluindo a resistência à insulina, diabetes tipo 2, dislipidemias, hipertensão e doenças cardiovasculares, que constituem as principais causas de morbilidade e mortalidade global⁽⁶⁻⁸⁾. Para além destas, a obesidade também aumenta o

risco de outras doenças crônicas, como alguns tipos de cancro, problemas respiratórios e disfunções osteoarticulares, afetando negativamente a qualidade de vida^(9, 10). Além das consequências metabólicas, o excesso de gordura corporal prejudica a função física, contribuindo para perda de força e funcionalidade, com impacto particular em pessoas idosas, aumentando o risco de incapacidade física, quedas, hospitalizações e mortalidade⁽¹¹⁾.

A avaliação da obesidade e do excesso de adiposidade apresenta desafios significativos devido à enorme variabilidade e limitações dos indicadores disponíveis. O IMC, embora amplamente utilizado, não permite distinguir entre massa gorda e isenta de gordura, nem reflete a distribuição da gordura corporal⁽¹²⁾. O perímetro da cintura (PC) e a WHR têm sido incorporados como indicadores de obesidade abdominal, apresentando associações mais fortes com complicações metabólicas⁽¹³⁾. No entanto, a ausência de critérios universalmente padronizados dificulta a comparação entre estudos e a definição de orientações clínicas consistentes.

Recentemente, em 2025, a *Lancet Diabetes & Endocrinology Commission* propôs um modelo de diagnóstico mais abrangente que distingue a obesidade pré-clínica (excesso de adiposidade sem disfunção orgânica) de obesidade clínica (caracterizada por comprometimentos funcionais e metabólicos associados à adiposidade). Esta abordagem incorpora múltiplos critérios para avaliar o excesso de adiposidade, como indicadores antropométricos de adiposidade abdominal e outros métodos como a absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) e a análise de impedância bioelétrica (BIA), não se limitando à avaliação exclusiva pelo IMC. O modelo enfatiza ainda a adaptação

dos pontos de corte de acordo com a idade, sexo e etnia, permitindo uma avaliação mais adequada do risco na saúde⁽¹⁴⁾.

O excesso de adiposidade, particularmente na região abdominal, tem sido associado a menor força muscular e a um pior desempenho funcional em adultos e idosos, reforçando a relevância clínica desta relação^(15, 16). Adicionalmente, a baixa força muscular tem emergido como um fator relevante, associado a maior risco de incapacidade, pior qualidade de vida e mortalidade⁽¹⁷⁾.

Assim, é de particular importância apurar de que modo a adiposidade se relaciona com a força e quais os indicadores que melhor captam essa relação.

1.2. Adiposidade

O tecido adiposo exerce diversas funções no organismo humano. Para além de atuar como reserva energética, este tecido funciona como órgão endócrino ativo, regulando processos metabólicos e inflamatórios⁽¹⁸⁾. O excesso de adiposidade, sobretudo quando acompanhado de disfunção do tecido adiposo, pode levar a alterações na função de órgãos e sistemas, caracterizando uma condição clínica de obesidade, condição crónica associada a complicações metabólicas e cardiovasculares⁽¹⁴⁾. Para além disso, a adiposidade pode ser categorizada com base na localização e na função do tecido adiposo. Enquanto a adiposidade geral se refere à soma de toda a gordura corporal acumulada, sem considerar a sua distribuição, a adiposidade visceral corresponde à gordura depositada na cavidade abdominal, envolvendo órgãos internos como o fígado, rins e intestinos, sendo altamente associada a riscos metabólicos e cardiovasculares^(19, 20). Por outro lado, a adiposidade subcutânea localiza-se

debaixo da pele e tende a ser menos prejudicial do ponto de vista metabólico⁽²¹⁾. É também relevante salientar que a adiposidade afeta de maneira diferente o sexo feminino e o masculino. As mulheres apresentam, em média, maior percentagem de gordura corporal total, com predominância da adiposidade subcutânea, particularmente nas regiões glúteo-femoral, enquanto os homens acumulam maior adiposidade visceral, localizada na cavidade abdominal e associada a riscos metabólicos elevados^(22, 23). Estas diferenças são discretas na infância, acentuando-se após a puberdade e, com o envelhecimento, sobretudo na menopausa, em que se observa um aumento relativo da gordura visceral e atenuação do padrão dimórfico⁽²⁴⁻²⁶⁾.

Entre os métodos disponíveis para a avaliação da adiposidade em contexto clínico e de investigação, destacam-se a antropometria, a BIA e a DXA. Do ponto de vista dos níveis de análise da composição corporal, a antropometria (quando são utilizados perímetros e índices antropométricos) descreve o corpo através do nível de corpo inteiro. Por outro lado, a BIA e a DXA estimam a composição corporal com base no modelo molecular. A maioria das equações descritas na literatura para a BIA utiliza os valores de resistência e reatância para estimar dois compartimentos: massa lipídica e massa isenta de lípidos. O DXA, por sua vez, permite estimar três compartimentos corporais e decompõe a massa corporal em massa lipídica, massa isenta de lípidos e osso, e conteúdo mineral ósseo (BMC), sendo a massa isenta de gordura a soma destes dois últimos compartimentos⁽²⁷⁾.

Apesar destes métodos serem amplamente utilizados⁽²⁸⁻³⁰⁾, os métodos considerados *gold standard* neste contexto são as técnicas de imagem como a ressonância magnética (RM) e a tomografia computadorizada (TC) que, com base

no modelo tecidual, possibilitam a quantificação e diferenciação dos tecidos, incluindo os depósitos de tecido adiposo subcutâneo, visceral e intramuscular, com excelente precisão e reprodutibilidade⁽³¹⁾. Contudo, o seu elevado custo, menor disponibilidade e, no caso da TC, a exposição à radiação, limitam a sua utilização, especialmente em contexto epidemiológico ou clínico^(31, 32).

A avaliação da adiposidade, dada a sua complexidade e impacto clínico, recorre a diversas abordagens que oferecem diferentes níveis de detalhe e fiabilidade. Para a prática clínica, o IMC, o PC e índices relacionados constituem ferramentas de eleição pela simplicidade e utilidade prognóstica. Métodos como a DXA e BIA fornecem maior detalhe quando necessário, mas a sua disponibilidade é em muitos contextos limitada.

Absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA)

Embora não seja considerado o método *gold standard* para a análise da adiposidade e massa muscular, o DXA tem vindo, nos últimos anos, a ganhar popularidade como um método preciso e fiável para avaliar a composição corporal total e regional dos tecidos moles⁽³³⁾. Esta técnica utiliza dois feixes de raios X de diferentes níveis de energia, cuja atenuação diferencial através dos tecidos permite quantificar separadamente três compartimentos distintos, distinguindo nas zonas sem osso a massa lipídica e a massa isenta de lípidos e nas zonas com osso o BMC dos tecidos moles (extrapolando este último a partir das regiões sem osso subjacentes)⁽³⁴⁾.

Estudos comparativos com RM/TAC mostram correlações muito fortes para gordura total e para massa isenta de lípidos e osso, enquanto que para a gordura visceral as correlações são mais modestas, em linha com a tendência

do DXA para subestimar a adiposidade abdominal em indivíduos com obesidade mórbida^(35, 36).

As principais limitações do DXA incluem o custo elevado, necessidade de equipamento especializado e exposição, ainda que mínima, à radiação ionizante^(37, 38).

Análise de Impedância Bioelétrica (BIA)

A BIA constitui um método simples e de fácil aplicação na prática clínica, que quantifica a oposição do corpo humano à passagem de uma corrente elétrica alternada, através de dois componentes principais: resistência e reactância. Este método possibilita a estimativa da composição corporal mediante a utilização de equações preditivas validadas^(39, 40). A resistência permite estimar a água corporal total e, assumindo uma hidratação estável da massa isenta de gordura (FFM), obtém-se a FFM. A massa gorda é obtida pela diferença entre este valor e o peso corporal total⁽⁴¹⁻⁴³⁾.

Estudos comparativos entre a BIA e a ressonância magnética (RM), em crianças com obesidade e em mulheres com excesso de peso, demonstraram fortes correlações, com coeficientes entre 0,81 e 0,90 para medidas de massa magra e gordura corporal, quando se utilizaram dispositivos de BIA multifrequência (Inbody 370) e portátil (Omron BF302), respetivamente ^(44, 45).

A BIA é valorizada por ser não invasiva, rápida e portátil, mas a sua precisão depende de fatores como o estado de hidratação, temperatura corporal e ingestão alimentar prévia⁽⁴⁶⁾. Além disso, a fiabilidade das estimativas está fortemente condicionada pela equação preditiva utilizada, que deve ter sido validada no mesmo tipo de aparelho e em populações semelhantes

àquela em que será aplicada. Uma recente revisão sistemática evidencia que o uso de equações fora do contexto de validação (em termos de aparelho, faixa etária, características geográficas ou estado de saúde) pode comprometer bastante os resultados⁽³⁹⁾. De facto, muitos equipamentos de BIA utilizam algoritmos próprios que não são divulgados, o que impede a verificação externa e a aplicação criteriosa das estimativas⁽⁴⁷⁾. Neste trabalho, optou-se pela equação de Rojano-Ortega et al., desenvolvida e validada em adultos caucasianos espanhóis, com características comparáveis à população portuguesa⁽⁴⁰⁾.

Indicadores antropométricos de adiposidade

Tradicionalmente, a adiposidade tem sido avaliada através do IMC. Contudo, este parâmetro apresenta limitações ao não distinguir massa gorda de massa isenta de gordura, nem considerar a distribuição dos tecidos corporais⁽¹²⁾. Como consequência, indivíduos com elevada massa muscular podem ser classificados como obesos, apesar de apresentarem uma baixa percentagem de gordura⁽⁴⁸⁾. Face a estas limitações, têm sido propostos indicadores alternativos que refletem a adiposidade central e demonstram ser superiores ao IMC na capacidade de captar o risco cardiometabólico e de mortalidade associado à obesidade^(49, 50).

O PC e a razão cintura-anca (WHR) são indicadores antropométricos amplamente utilizados na estimativa da gordura abdominal e na predição de risco metabólico, apresentando correlações significativas com medidas de gordura visceral obtidas por DXA⁽⁵¹⁾. Para além desta correlação, a evidência científica demonstra que estes indicadores são preditores independentes de

morbilidade e mortalidade. O aumento do PC está associado a maior risco de doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e outras complicações metabólicas, representando um fator de risco para a saúde pública. Estudos robustos indicam que incrementos mesmo modestos no perímetro da cintura estão associados a aumentos significativos no risco de mortalidade por todas as causas, independentemente do IMC ^(52, 53). De modo semelhante, o WHR tem mostrado associações consistentes com o risco de morte precoce e de eventos metabólicos adversos, frequentemente superando o IMC e outras medidas de adiposidade na predição do risco⁽⁵⁰⁾. Além do PC e do WHR, mais recentemente, a razão cintura-estatura (WHtR) tem ganho destaque como uma medida simples e eficaz para avaliar a adiposidade central⁽⁵⁴⁾. Este indicador reflete a distribuição da gordura abdominal em relação à estatura do indivíduo. Estudos indicam que uma relação cintura-estatura superior a 0,5 está associada a um aumento do risco de doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e outras patologias⁽⁵⁵⁾.

Embora o WHtR seja um indicador robusto em múltiplas populações, tende a sobrestimar o risco em indivíduos de menor estatura. Para mitigar esse enviesamento, Nevill et al., propuseram a razão cintura-estatura ajustada (WHt5R), que incorpora a relação entre o PC e a raiz quadrada da estatura⁽⁵⁶⁾. Em análises subsequentes, Lu et al. (2021) mostraram que este indicador demonstrou ser um preditor independente do risco de multimorbilidade cardiometabólica, superando tanto o IMC como o PC na identificação de indivíduos em risco⁽⁵⁵⁾.

Para além destes, têm sido propostos outros índices antropométricos, como o índice de forma corporal (ABSI), o Índice de Conicidade (IC) e o Índice

de redondez (BRI). O ABSI ajusta o PC ao IMC e à estatura, reduzindo o impacto do tamanho corporal, demonstrando, em estudos prospectivos, associação independente com mortalidade total e risco cardiovascular^(57, 58). Na coorte europeia EPIC, por exemplo, o quartil superior de ABSI associou-se a um aumento de 22 a 55% no risco de mortalidade global, independentemente do IMC⁽⁴⁹⁾. Além disso, Lee et al., evidenciaram que cada aumento de um desvio padrão no ABSI esteve associado a aumento de cerca de 20 a 30% no risco de mortalidade, ajustado para múltiplos fatores⁽⁵⁹⁾. Contudo, apresenta algumas limitações como a distribuição restrita dos valores do ABSI, dificultando a definição de pontos de corte universais, e a heterogeneidade do seu desempenho entre diferentes etnias e populações, indicando a necessidade de validação adicional^(49, 59).

O IC quantifica a aproximação do formato corporal a um modelo cônico, baseado na relação entre o peso corporal, estatura e PC, sendo válido para identificar a acumulação central de gordura visceral e o risco acrescido de doenças metabólicas^(60, 61). Em idosos, valores mais altos de IC associam-se de forma independente à mortalidade por todas as causas⁽⁶²⁾. No entanto, na população em geral, nem sempre se mantém como preditor independente de mortalidade após ajuste multivariado, o que desaconselha extrapolações universais do seu desempenho⁽⁶³⁾.

O BRI, desenvolvido por Thomas et al., resulta da relação geométrica entre o PC e a estatura, procurando quantificar o grau de “arredondamento” corporal e estimar a adiposidade total e visceral. Os autores indicam que o BRI melhorou ligeiramente a previsão da adiposidade face a IMC e PC, sendo apresentado como uma ferramenta de triagem baseada em medidas simples⁽⁶⁴⁾.

Apesar da sua aplicabilidade simples e de natureza contínua, o BRI continua a ser um marcador indireto dependente da medição do PC, não dispõe de pontos de corte universalmente validados e, em alguns contextos, acrescenta pouco valor em relação a índices clássicos^(65, 66).

O conhecimento dos diferentes indicadores de adiposidade e das abordagens que sustentam a sua avaliação fornece um enquadramento sólido para a compreensão da composição corporal e da sua associação com outros parâmetros funcionais, nomeadamente a força muscular.

1.3. Força muscular

A força muscular pode ser definida como a capacidade de um músculo ou grupo muscular gerar tensão e exercer força contra uma resistência externa em contexto de contração máxima voluntária⁽⁶⁷⁾. Este parâmetro é influenciado por diversos fatores, incluindo a área de secção transversal do músculo, o tipo de fibras musculares, a ativação neuromuscular e a arquitetura muscular⁽⁶⁸⁾. Entre os determinantes biológicos mais relevantes destacam-se o sexo, a idade e a composição corporal⁽⁶⁹⁻⁷¹⁾. Do ponto de vista funcional, a força muscular constitui um componente fundamental da aptidão física, sendo crucial para a execução de atividades da vida diária⁽⁷²⁾. Adicionalmente, níveis reduzidos de força muscular têm sido associados a um aumento do risco de mortalidade e a diversas condições crónicas, independentemente da quantidade de massa muscular⁽⁷³⁾.

A força muscular é considerada um marcador funcional mais relevante do que a massa muscular, pois reflete não apenas o volume, mas também a

qualidade e a capacidade contrátil do músculo⁽¹⁷⁾. Assim, relaciona-se de forma mais consistente com a mobilidade, equilíbrio, autonomia e risco de mortalidade do que a massa muscular isolada^(74, 75). Tal pode ser explicado pelo facto de que a preservação da massa muscular não garante, por si só, a integridade da sua função. Entre os métodos de avaliação da força muscular, a força de preensão da mão (FPM) destaca-se pela simplicidade, baixo custo, elevada reprodutibilidade e elevada correlação com a força dos principais grupos musculares. Está associada à força total de membros superiores e inferiores, em diferentes faixas etárias e contextos populacionais^(76, 77). A FPM atinge o pico na idade adulta jovem, mantém-se relativamente estável durante a meia-idade e sofre um declínio progressivo com o envelhecimento⁽⁷⁸⁾. Estima-se que os homens atingem picos médios de força mais elevados (51kgf entre os 29-39 anos) do que as mulheres (31kgf entre os 26-42 anos), valores que corroboram estudos populacionais que situam a terceira década de vida como o período de força máxima^(78, 79).

A FPM é reconhecida como um marcador clínico robusto, preditor independente de mortalidade por todas as causas, incluindo cardiovasculares e oncológicas⁽⁸⁰⁾. Valores reduzidos associam-se a limitação funcional, perda de autonomia e dificuldades nas atividades de vida diária, bem como a pior prognóstico nutricional em contexto clínico, incluindo em doentes hospitalizados com risco nutricional^(81, 82). Níveis baixos de FPM estão também associados a risco acrescido de declínio cognitivo e demência, a quedas, hospitalizações e mortalidade em adultos mais velhos, e a custos hospitalares mais elevados⁽⁸³⁻⁸⁶⁾. Entre os fatores moduladores da força muscular, aqueles que exercem um efeito positivo incluem a prática regular de exercício físico,

particularmente o treino de força, e uma ingestão proteica adequada ^(87, 88). Por outro lado, fatores como o envelhecimento, processos inflamatórios crônicos e a adiposidade excessiva podem comprometer a força muscular, tanto pela perda de massa magra quanto pela infiltração lipídica no músculo, afetando a sua qualidade e capacidade funcional ^(89, 90).

Analisar a força muscular isoladamente fornece informações relevantes sobre a funcionalidade e o risco de diversos desfechos clínicos. No entanto, a análise integrada da força com outros parâmetros corporais, como a composição corporal e, em particular, a adiposidade, tem vindo a ganhar crescente atenção na literatura científica. Assim, torna-se pertinente clarificar como diferentes métricas de adiposidade se relacionam com a força.

1.4. A relação entre a adiposidade e a força muscular

A distribuição e quantidade de tecido adiposo podem exercer um papel determinante sobre a função muscular, influenciando especialmente o risco de desenvolvimento de sarcopenia ⁽⁹¹⁾. A sarcopenia é uma condição progressiva caracterizada baixa força, confirmada por menor massa ou qualidade muscular, evoluindo nos casos graves para uma redução do desempenho físico ⁽¹⁷⁾. Uma variante particular é a obesidade sarcopénica, definida pela coexistência de excesso de adiposidade e redução da massa ou função muscular ⁽⁹²⁾. Este fenótipo associa-se a piores desfechos funcionais, maior incapacidade e risco acrescido de mortalidade, quando comparado com a obesidade ou sarcopenia isolada ⁽⁹³⁾. O seu reconhecimento reforça a necessidade de considerar simultaneamente indicadores de adiposidade e força muscular na caracterização do estado funcional ⁽⁹⁴⁻⁹⁶⁾.

A adiposidade excessiva, particularmente quando localizada entre as fibras musculares ou no seu interior, pode comprometer a função muscular através de múltiplos mecanismos fisiopatológicos. Em adultos mais velhos, níveis elevados de gordura intermuscular têm sido associados a maiores concentrações de citocinas inflamatórias, como a interleucina-6 (IL-6), e a um desempenho funcional reduzido, evidenciado por menor FPM e comprometimento da mobilidade geral⁽⁹⁷⁾. A acumulação de lípidos intramiocelulares está relacionada com resistência à insulina e disfunção metabólica, decorrentes da sobrecarga mitocondrial e da oxidação incompleta dos ácidos gordos⁽⁹⁸⁾. Adicionalmente, a sobrecarga lipídica ativa vias inflamatórias, como a cinase N-terminal de c-Jun (JNK) e o fator nuclear kappa B (NF-κB), induzindo disfunção mitocondrial e stress oxidativo, que culminam em maior fadiga muscular e redução da força produzida⁽⁹⁹⁾.

Além dos mecanismos fisiológicos, evidências observacionais e causais indicam associações entre adiposidade e força muscular. Num estudo de coorte do *UK Biobank*, com cerca de 470 000 participantes, em que a percentagem de gordura corporal foi avaliada por BIA (Tanita BC-418 MA), valores mais elevados desta percentagem associaram-se a menor FPM⁽¹⁰⁰⁾. De forma complementar, na coorte *EPIC-Norfolk*, a análise de mais de 8400 indivíduos demonstrou que um aumento do perímetro da cintura correlaciona-se negativamente com a FPM, mesmo após ajuste para o IMC. De facto, para cada 10 cm adicionais de cintura, a força de preensão diminuiu cerca de 3,6kgf, nos homens, e 1,0kgf, nas mulheres⁽¹⁰¹⁾.

É importante salientar que a associação entre a adiposidade e a força muscular pode ser modulada por variáveis como idade, sexo e distribuição da

gordura corporal. O envelhecimento, em particular, está frequentemente acompanhado por alterações na composição corporal, com aumento da gordura intramuscular e redução da qualidade do músculo esquelético. A infiltração de gordura a nível muscular está associada a menor força e a um desempenho funcional prejudicado em idosos⁽¹⁰²⁻¹⁰⁴⁾. Também em populações mais jovens, efeitos adversos da adiposidade sobre a força muscular são observáveis. Por exemplo, em adolescentes chilenos, os jovens com maior percentagem de gordura corporal, avaliada por DXA, apresentavam força relativa (força ajustada ao peso corporal) significativamente inferior, sugerindo um comprometimento precoce da aptidão neuromuscular⁽¹⁰⁵⁾. Para além disso, as mulheres tendem a apresentar maiores percentagens de gordura corporal que os homens, mesmo com IMC semelhante. A evidência indica que o impacto da adiposidade sobre a força difere por sexo. De facto, a adiposidade abdominal associa-se de forma mais consistente a níveis mais baixos e declínio acelerado da FPM nos homens, enquanto nas mulheres, sobretudo na pós-menopausa, a adiposidade total e a percentagem de gordura mostram associações mais marcadas com menor FPM e maior risco de dinapenia^(15, 101, 106). Adicionalmente, a obesidade precoce prediz menor FPM em pessoas idosas, com efeito mais pronunciado no sexo feminino⁽¹⁰⁷⁾. Outros estudos corroboram estes achados, indicando que a maior infiltração de gordura intramuscular e menor massa magra nas mulheres contribuem para uma redução proporcional da força relativa^(108, 109). Estes dados realçam a importância de considerar o sexo como uma variável de ajuste na análise dos efeitos da adiposidade sobre a força muscular. No entanto, para além das diferenças observadas de acordo com o sexo e idade, permanece pouco claro qual o indicador de adiposidade que

melhor explica a relação entre a adiposidade e a força muscular, em diferentes grupos populacionais.

A heterogeneidade metodológica entre estudos constitui uma limitação relevante, uma vez que diferentes indicadores de adiposidade são frequentemente utilizados. Esta variabilidade dificulta a comparação direta dos resultados, dado que a magnitude e até a direção da associação com a força muscular podem divergir consoante o indicador considerado. Sendo assim, torna-se essencial aprofundar a forma como diferentes indicadores de adiposidade se associam à força muscular. Neste contexto, o presente trabalho procura colmatar esta lacuna ao analisar, de forma integrada, a relação entre vários indicadores de adiposidade e a FPM, tendo em conta fatores como o sexo e a idade. Esta abordagem permitirá uma compreensão mais robusta do impacto da adiposidade na função muscular, contribuindo para melhorar os critérios de avaliação e apoiar o desenvolvimento de estratégias de intervenção mais sensíveis, específicas e adaptadas à prática clínica.

Objetivos

A presente tese tem como objetivo analisar a associação entre diferentes indicadores de adiposidade e a força muscular, avaliada especificamente através da FPM, em adultos portugueses. Para isso foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Avaliar a associação entre indicadores antropométricos de adiposidade e a FPM;

2. Examinar a associação entre massa gorda total e percentagem de massa gorda avaliadas por absorciometria radiológica de dupla energia (DXA) e a FPM;
3. Analisar a associação entre a percentagem de massa gorda estimada a partir da impedância bioelétrica (BIA) e a FPM;
4. Identificar quais os indicadores de adiposidade que apresentam a melhor associação com a FPM, numa análise estratificada para o sexo.

Materiais e métodos

Este trabalho utilizou dados recolhidos no âmbito do projeto *NutriFunction - New aspects of muscle function related to nutritional outcomes*, um estudo que integra dois subprojetos complementares: um estudo transversal na comunidade e um estudo prospetivo multicêntrico em contexto hospitalar. A presente dissertação baseia-se nos dados do estudo transversal, que envolve uma amostra por conveniência de indivíduos da comunidade, recrutados em Portugal, com o objetivo de explorar a relação entre o estado nutricional, a composição corporal e a função muscular, nomeadamente através da FPM. Este projeto recorre a métodos padronizados para recolha de dados antropométricos, composição corporal, risco nutricional e estado funcional. Foram excluídos do estudo os indivíduos que não forneceram consentimento informado, que possuíam implantes metálicos ou dispositivos eletrónicos, que apresentavam deformidades nos membros ou doenças musculares que impedissem a mobilidade necessária, ou que não eram capazes de realizar os testes de força muscular. Mulheres grávidas ou em período de lactação e

participantes com administração recente de contraste endovenoso ou gastrointestinal também foram excluídos.

Dos 699 participantes inicialmente elegíveis, 687 apresentaram informação completa de todas as variáveis em questão e foram incluídos na análise estatística. As exclusões deveram-se a dados em falta nas variáveis de adiposidade (n=8) e/ou FPM (n=3) e inserção incorreta de dados na base (n=1).

1. Recolha de dados

A recolha de dados realizou-se entre janeiro de 2023 e março de 2025. Os dados sociodemográficos, bem como as informações relacionadas com o estilo de vida, estado de saúde e estado nutricional, foram autorreportados pelos participantes através de um questionário estruturado (Anexo 1), aplicado durante uma entrevista presencial. Os dados recolhidos incluíram o sexo (feminino/masculino), idade (anos), escolaridade (anos) e estado profissional (ativo/inativo/estudante), hábitos tabágicos (não fumador; fumador/ex-fumador;) e o número de medicamentos e suplementos nutricionais consumidos diariamente. Durante essa visita, os indivíduos foram ainda submetidos a uma avaliação da composição corporal por DXA, BIA e antropometria, bem como à avaliação da força muscular através da FPM.

2. Composição corporal

2.1. Absorciometria de raios-X de dupla energia

A análise por DXA foi realizada com um densitómetro *Hologic Horizon Wi* (Hologic Inc., Marlborough, Massachusetts, EUA) e conduzida com o

participante em posição supina, segundo o protocolo standard do fabricante. Foram extraídos diversos parâmetros, incluindo a massa gorda total (em g e %), e a massa de tecidos moles isenta de gordura e osso apendicular (ALST, kg), definido como a soma da massa de tecidos moles dos quatro membros (braços e pernas), excluindo gordura e BMC. Este valor foi posteriormente ajustado à estatura ($ALST/estatura^2$).

O equipamento foi calibrado diariamente com um “*phantom*” padrão, fornecido pelo fabricante, que simula tecidos corporais com densidades conhecidas. Estas calibrações asseguram a estabilidade e a precisão do equipamento, sendo complementadas por verificações periódicas efetuadas por técnicos autorizados.

2.2. Análise de impedância bioelétrica

A análise por BIA foi efetuada com um espectroscópio multifrequência (Impedimed SFB7, Impedimed Ltd., Brisbane, Austrália), fornecendo dados de resistência, reactância e ângulo de fase. Em 124 participantes, a avaliação foi realizada com um equipamento alternativo, o Quantum/S (RJL Systems, Clinton Township, MI, EUA), um dispositivo tetrapolar de frequência única (50kHz), igualmente validado para uso clínico e de investigação. Todas as medições foram realizadas em condições controladas (jejum, sem exercício físico prévio e abstinência de cafeína e álcool), com os participantes em posição supina após um período de repouso de 5 a 10 minutos. Ambos os equipamentos foram previamente verificados com um circuito padrão de calibração, conforme as recomendações do fabricante, de forma a garantir a fiabilidade dos dados recolhidos.

A percentagem de massa gorda (%MG) foi estimada pela equação proposta por Rojano-Ortega et al., desenvolvida e validada contra DXA numa amostra caucasiana espanhola adulta, utilizando os valores de resistência e reactância (a 50kHz), estatura e massa corporal. Utilizamos a equação reportada para o dispositivo tetrapolar mão-pé (BIA-TELELAB), cuja fórmula é:

$$\begin{aligned} \%MG = & 83,518 - 6,142 \times \text{sexo} - 0,375 \times \text{estatura} + 0,056 \times \text{idade} \\ & + 0,478 \times \text{peso} - 0,060 \times X_c - 76,069 \times \left(\frac{\text{estatura}}{R} \right) \end{aligned}$$

Com sexo codificado como homem=1 e mulher =0, estatura em cm, idade em anos, peso em kg, e resistência (R)/reactância (Xc) em ohms (50 kHz). Esta equação apresentou $R^2 \approx 0,88-0,90$, com elevada concordância com DXA na validação interna⁽⁴⁰⁾. A sua escolha foi guiada pelos critérios de qualidade propostos por Campa et al., privilegiando a derivação e validação face a um método de referencia adequado, a correspondência entre a tecnologia/configuração do dispositivo e a utilizada no presente estudo (tetrapolar mão-pé, 50 kHz), a semelhança da população alvo com amplitude etária e IMC compatíveis, a disponibilidade das variáveis requeridas e o reporte transparente do desempenho, como o R^2 e a concordância⁽³⁹⁾.

2.3. Antropometria

As medições antropométricas incluíram a massa corporal, registada com uma balança portátil calibrada (Seca 803, Hamburgo, Alemanha), com precisão de 100 g e a estatura, medida com um estadiómetro portátil (Seca 213, Hamburgo, Alemanha), com precisão de 1 mm. Foram ainda avaliados os perímetros do braço relaxado, da cintura e da perna com uma fita métrica ergonómica e extensível (Cescorf, Porto Alegre, Brasil), com precisão de 1mm.

A recolha de dados foi efetuada por uma equipa previamente treinada, composta pela investigadora principal, estudantes de licenciatura, doutoramento e o autor deste trabalho, sob supervisão académica. Todas as medições foram realizadas segundo os procedimentos padronizados pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK)⁽¹¹⁰⁾.

Com o objetivo de garantir a fiabilidade e reprodutibilidade das medições, foi previamente conduzido um estudo de validação com estimativa do erro técnico de medição intra e interobservador ⁽¹¹¹⁾. Para as três medidas antropométricas consideradas nesta tese (PC, estatura e peso), o estudo em questão demonstrou elevada precisão: o erro técnico relativo (%TEM) intraobservador foi de 0,08-0,38% para o PC, 0,01-0,09% para a estatura e 0,04-0,84% para o peso, enquanto o %TEM interobservador foi de 0,24-0,82% para o PC, 0,02-0,23% para a estatura e 0,07-0,43% para o peso. Todas as medições apresentaram-se dentro dos limites de aceitabilidade para antropometristas experientes, sustentando a fiabilidade das medições⁽¹¹¹⁾.

Com a exceção do ABSI e BRI, que não apresentam pontos de corte bem definidos na literatura científica, para a caracterização descritiva dos indicadores estes foram dicotomizados de acordo com pontos de corte previamente sugeridos para risco aumentado de complicações metabólicas: PC elevado ≥ 80 cm nas mulheres e ≥ 94 cm nos homens⁽¹¹²⁾; WHtR elevada $\geq 0,50$ para ambos os sexos⁽¹¹³⁾; WHt5R elevada $\geq 0,642$ nas mulheres e $\geq 0,668$ nos homens⁽⁵⁶⁾; IC elevado $\geq 1,18$ nas mulheres e $\geq 1,25$ nos homens⁽¹¹⁴⁾. Estas categorias foram usadas apenas na descrição da amostra, nas análises de correlação e regressão os indicadores foram considerados como variáveis contínuas.

As fórmulas utilizadas para obter os indicadores antropométricos foram as seguintes:

- $IMC = \frac{\text{peso}}{\text{estatura}^2}$
- $WHtR = \frac{PC}{\text{estatura}}$
- $WHt5R = \frac{PC}{\sqrt{\text{estatura}}}$
- $BRI = 364.2 - 365.5 * \sqrt{1 - \left(\frac{\frac{PC}{2\pi}}{0.5 * \text{estatura}} \right)^2}$
- $ABSI = \frac{PC}{IMC^{2/3} * \text{estatura}^{1/2}}$
- $IC = \frac{PC}{0.109 * \sqrt{\frac{\text{peso}}{\text{estatura}}}}$

Onde, IMC= índice de massa corporal, kg/m²; PC = perímetro da cintura, m; peso, kg; estatura, m; WHtR, razão cintura-estatura; WHt5R, razão cintura-estatura ajustada; BRI, índice de redondez; ABSI, índice de forma corporal; IC, índice de conicidade

3. Força muscular

A força muscular foi avaliada através da FPM utilizando um dinamómetro digital *Gripwise* (Wisify Tech Solutions, Matosinhos, Portugal), com precisão de 0,1kg. Este dispositivo médico comunica via Bluetooth com uma aplicação móvel compatível, permitindo a leitura direta dos valores e o registo automático dos dados. Durante o teste, os participantes permaneceram sentados numa cadeira sem apoio para os braços, com os ombros aduzidos, cotovelos fletidos a 90°, e antebraços em posição neutra, conforme as recomendações da *American Society of Hand Therapists* ⁽¹¹⁵⁾. Foram realizadas

três medições consecutivas em cada membro superior, de forma alternada, totalizando seis contrações por participante. Em cada medição, o participante foi instruído a exercer a força máxima de preensão durante um período contínuo de 15 segundos, com estímulo verbal padronizado. Os intervalos entre medições foram ajustados para evitar fadiga muscular excessiva.

Para a classificação de baixa força, foram considerados os pontos de corte específicos para este equipamento (<22kg no sexo masculino e <12kg no sexo feminino), recentemente validados por Villain, et al., os quais correspondem a valores equivalentes aos pontos de corte tradicionalmente estabelecidos com o dinamómetro Jamar (<27kg e <16kg, respetivamente)⁽¹¹⁶⁾.

Análise estatística

As variáveis contínuas foram expressas como média $\pm$ desvio-padrão (DP), ou mediana $\pm$ intervalo interquartil (IQR) de acordo com a distribuição das variáveis. As variáveis categóricas foram descritas como frequência (percentagem). A normalidade das distribuições foi avaliada com base no teste de Kolmogorov-Smirnov e a presença de *outliers* foi inspecionada por meio de diagramas de caixa (*boxplots*). Para comparar as variáveis contínuas com distribuição normal entre sexos e grupos etários, foi aplicado o Teste t para amostras independentes e ANOVA, respetivamente. Alternativamente, as variáveis sem distribuição normal foram comparadas através dos testes de Mann-Whitney U e Kruskal-Wallis. A homogeneidade de variâncias foi avaliada pelo teste de Levene, e quando esta suposição se verificou, as comparações post-hoc da ANOVA foram realizadas com o teste de Tukey^(117, 118). Para o teste de Kruskal-Wallis, quando se verificaram diferenças globais, procederam-se a

comparações múltiplas por meio do teste de Dunn, com ajuste de Bonferroni para controlar o erro tipo I⁽¹¹⁹⁾. As variáveis categóricas foram analisadas com o teste do qui-quadrado (Chi-square) ou o teste exato de Fisher, consoante a frequência esperada das frequências.

As associações bivariadas entre variáveis contínuas foram avaliadas por Correlação de Spearman (ρ_s), dada a presença de *outliers* ^(120, 121). A magnitude das correlações para o coeficiente de Spearman foi interpretada segundo as diretrizes empíricas propostas por Cohen⁽¹²²⁾. Tendo em conta o dimorfismo sexual marcado da FPM e as diferenças conhecidas na distribuição e no impacto da adiposidade entre homens e mulheres, as análises foram conduzidas separadamente para cada sexo. Para explorar as associações entre os indicadores de adiposidade (IMC, PC, %MG estimada por DXA e por BIA, gordura total em kg estimada por DXA, WHtR, WHt5R, ABSI, BRI e IC e a FPM, foram utilizados modelos de regressão linear. A análise dos resíduos indicou a presença potencial de heterocedasticidade ligeira, confirmada pelo teste de Breusch-Pagan e foram detetadas algumas observações extremas (resíduos studentizados >3), embora nenhuma apresentasse grande influência na análise (distância de Cook <1). Desta forma, os coeficientes da regressão foram estimados com erros padrão robustos tipo HC3⁽¹²³⁾. Foram construídos três modelos de regressão linear, com diferentes níveis de ajuste: o modelo 1 (sem ajuste para covariáveis), o modelo 2 (ajustado para a ALST/estatura²) e o modelo 3 (ajustado adicionalmente para a escolaridade, estado profissional, número de medicamentos e idade, para o sexo feminino e para o tabagismo, estado profissional, número de medicamentos e idade, para o sexo masculino).

As variáveis PC e massa gorda total foram adicionalmente ajustadas para a estatura.

Considerando a forte relação conhecida entre a idade, a massa muscular e a adiposidade, testaram-se ainda interações entre a idade e a ALST/estatura², bem como entre a idade e os indicadores de adiposidade. Nenhum destes termos de interação se revelou significativo, pelo que não foram incluídos no modelo final. Por fim, foi realizada uma análise de sensibilidade restringindo a amostra a indivíduos <60 anos, de modo a verificar a consistência dos resultados excluindo participantes mais velhos.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software IBM SPSS Statistics, versão 29.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

Ética

Este estudo foi conduzido em conformidade com as diretrizes da Declaração de Helsínquia, tendo o protocolo sido aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto (Anexo 2). Todos os participantes assinaram um consentimento informado antes de participarem no estudo.

Resultados

No total foram incluídos 687 indivíduos, dos quais 462 (67,2%) eram mulheres e 225 (32,8%) homens. A idade foi superior nas mulheres (41,00 anos; IQR 27,00) face aos homens (37,00; IQR 29,00; $p=0,045$). Os resultados da comparação entre os sexos evidenciaram diferenças estatisticamente significativas na maioria das variáveis antropométricas e de composição corporal ($p<0,001$). Os homens apresentaram valores mais elevados de peso, estatura, IMC, PC, WHtR, WHt5R, IC, BRI, ALST/estatura² e FPM, enquanto as mulheres evidenciaram maior %MG estimada por DXA ($33,03 \pm 7,31\%$ vs. $22,37 \pm 6,40\%$ para mulheres e homens, respetivamente), maior %MG estimada por BIA ($33,70$ (IQR 5,86) vs. $23,09$ (IQR 6,55)) e maior gordura corporal total estimada por DXA ($p<0,001$). Quando comparadas as categorias de risco para as medidas de adiposidade, a proporção com PC ≥ 80 cm (mulheres) / ≥ 94 cm (homens) foi superior nas mulheres (27,9%) face aos homens (19,6%; $p=0,018$). Em contraste, a proporção com WHtR $\geq 0,50$ foi maior nos homens (35,6% vs 24,9%; $p=0,004$), tal como a proporção com WHt5R $\geq 0,642$ (mulheres) / $\geq 0,668$ homens (33,3% vs 23,6%; $p=0,007$). Não se observaram diferenças para IC $\geq 1,18$ (mulheres) / $\geq 1,25$ (homens), nem para a FPM baixa definida como <12 kgf (mulheres) e <22 kg (homens) ($p>0,05$). Adicionalmente, não se verificaram diferenças significativas para a escolaridade, estado profissional, hábitos tabágicos ou distribuição por faixas etárias ($p>0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Características sociodemográficas, composição corporal e força muscular dos participantes por sexo (n=687).

	Feminino (n=462)	Masculino (n=225)	P
Idade (anos), mediana (IQR)	41 (27)	37 (29)	0,043 ^b
Faixa etária (anos), n (%)			0,305 ^c
18-30	146 (31,6%)	77 (34,2%)	
31-59	249 (53,9%)	108 (48,0%)	
≥60	67 (14,5%)	40 (17,8%)	
Escolaridade (anos), mediana (IQR)	17,00 (4,00)	16,00 (4,00)	0,063 ^b
Estado profissional, n (%)			0,818 ^c
Inativo	50 (10,8%)	28 (12,4%)	
Ativo	304 (65,8%)	146 (64,9%)	
Estudante	108 (23,4%)	51 (22,7%)	
Fumador/ex-fumador e não fumador, n (%)			0,365 ^c
Fumador/ex-fumador	114 (24,7%)	65 (28,9%)	
Não fumador	348 (75,3%)	160 (71,1%)	
Número de medicamentos, mediana (IQR)	1,00 (2,00)	0,00 (1,00)	<0,001 ^b
Estatura (cm) média (DP)	162,34 (6,92)	175,81 (7,15)	<0,001 ^a
Peso (kg), mediana (IQR)	60,30 (13,27)	76,10 (15,25)	<0,001 ^b
IMC (kg/m ²), mediana (IQR)	22,99 (4,52)	24,44 (4,31)	<0,001 ^b
Classificação do IMC, n (%)			<0,001 ^c
Baixo peso/ Normoponderal	330 (71,4%)	125 (55,8%)	
Excesso de Peso	101 (21,9%)	76 (33,9%)	
Obeso	31 (6,7%)	23 (10,3%)	
PC (cm), mediana (IQR)	73,00 (12,83)	83,00 (13,60)	<0,001 ^b
Categorias de PC, n (%)			0,018 ^c
< 80 para mulheres; < 94 para homens	333 (72,1%)	181 (80,4%)	
≥ 80 para mulheres; ≥ 94 para homens	129 (27,9%)	44 (19,6%)	
WHT _R , mediana (IQR)	0,45 (0,08)	0,47 (0,08)	<0,001 ^b
Categorias de WHT _R , n (%)			0,004 ^c
< 0,50	346 (75,1%)	145 (64,4%)	
≥ 0,50	115 (24,9%)	80 (35,6%)	
WHT _{5R} , mediana (IQR)	0,57 (0,10)	0,63 (0,11)	<0,001 ^b
Categorias de WHT _{5R} , n (%)			0,007 ^c
< 0,642 para mulheres; < 0,668 para homens	353 (76,4%)	150 (66,7%)	
≥ 0,642 para mulheres; ≥ 0,668 para homens	109 (23,6%)	75 (33,3%)	
ABSI, mediana (IQR)	0,07 (0,01)	0,07 (0,004)	<0,001 ^b
BRI, mediana (IQR)	2,42 (1,42)	2,90 (1,50)	<0,001 ^b
IC, mediana (IQR)	1,10 (0,10)	1,17 (0,12)	<0,001 ^b
Categorias de IC, n (%)			0,244 ^c
< 1,18 para mulheres; < 1,25 para homens	371 (80,3%)	172 (76,4%)	
≥ 1,18 para mulheres; ≥ 1,25 para homens	91 (19,7%)	53 (23,6%)	
MG (%) estimada por DXA, média (DP)	33,03 (7,31)	22,37 (6,40)	<0,001 ^a
Gordura total estimada por DXA (kg), mediana (IQR)	19,63 (9,30)	16,45 (9,79)	<0,001 ^b
ALST/estatura ² estimada por DXA (kg/m ²), mediana (IQR)	6,08 (0,94)	8,19 (1,39)	<0,001 ^b
FPM (kgf), mediana (IQR)	22,09 (5,90)	37,10 (10,38)	<0,001 ^b
Classificação da FPM, n (%)			0,970 ^c
Normal	456 (98,7%)	222 (98,7%)	
Baixa	6 (1,3%)	3 (1,3%)	
MG (%) estimada por BIA, mediana (IQR)	33,70 (5,86)	23,09 (6,55)	<0,001 ^b

Abreviaturas: ABSI, índice de forma corporal; ALST/estatura², tecido mole magro apendicular ajustado à estatura; BIA, análise de impedância bioelétrica; BRI, índice de redondez; DXA, absorciometria de raios-X de dupla energia; FPM, força de preensão da mão; IC, índice de conicidade; IMC, índice de massa corporal; IQR, intervalo interquartil; MG, massa gorda; PC, perímetro da cintura; %MG_BIA, percentagem de massa gorda estimada por BIA; %MG_DXA, percentagem de massa gorda estimada por DXA; WHT_{5R}, razão cintura-estatura ajustada; WHT_R, razão cintura-estatura.

^a Teste T para amostras independentes

^b Teste de Mann-Whitney U

^c teste do qui-quadrado de Pearson

Os resultados da comparação da FPM e dos indicadores de adiposidade entre as faixas etárias 18-30, 31-59 e ≥ 60 anos (Tabela 2) mostraram diferenças estatisticamente significativas para todas as variáveis analisadas (ANOVA/Tukey para variáveis com distribuição normal, Kruskal-Wallis com Dunn-Bonferroni para as restantes) ($p < 0,05$). Para a FPM, o grupo ≥ 60 anos apresentou valores significativamente inferiores aos restantes (ambos $p < 0,001$), não se observando diferença entre 18-30 e 31-59 (mulheres $p = 1,000$; homens $p = 0,058$) e os resultados da ALST/estatura² acompanham este padrão, mostrando-se semelhantes entre os 18-30 e os 31-59 ($p = 1,000$), mas mostrando diferença em comparação com os ≥ 60 anos ($p = 0,043$ e $p = 0,010$ respetivamente, nos homens; $p = 0,094$ e $p = 0,065$ respetivamente, nas mulheres). Nos indicadores de adiposidade, verificou-se, de forma consistente, aumento com as categorias de idade, com diferenças par-a-par significativas na maioria dos índices. As exceções foram no sexo feminino, IMC e gordura total estimada por DXA que não apresentaram diferenças entre 31-59 anos e ≥ 60 anos ($P = 0,085$ e $p = 0,095$, respetivamente) e no sexo masculino, para o PC, IMC e gordura total estimada por DXA não diferiram entre 31-59 e ≥ 60 anos ($p = 0,248$, $p = 1,000$ e $p = 1,000$, respetivamente). Em síntese, os indivíduos ≥ 60 anos destacaram-se por menor FPM e maior adiposidade relativamente aos mais jovens, enquanto que os indivíduos pertencentes às faixas etárias de 18-30 e 31-59 anos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para a FPM e diferiram sobretudo dos ≥ 60 na maioria dos indicadores.

Tabela 2. Resumo das características dos participantes numa amostra de indivíduos residentes na comunidade por faixa etária (n=687).

	Mulheres					Homens			
	18-30 anos	31-59 anos	≥60 anos	p		18-30 anos	31-59 anos	≥60 anos	p
Estatura (cm), média (DP)	164,40 (6,24)	162,80 (6,40)	156,15 (6,80)	<0,001 ^a	Estatura (cm), média (DP)	176,53 (6,92)	176,92 (7,23)	171,43 (5,73)	<0,001 ^a
Peso (kg), mediana (IQR)	58,50 (11,67)	61,90 (13,40)	60,80 (15,40)	0,002 ^b	Peso (kg), mediana (IQR)	72,90 (12,70)	79,55 (15,97)	73,90 (18,15)	<0,001 ^b
IMC (kg/m ²), mediana (IQR)	21,82 (3,70)	23,36 (4,39)	24,60 (5,39)	<0,001 ^b	IMC (kg/m ²), mediana (IQR)	22,96 (3,78)	25,02 (4,02)	25,27 (5,03)	<0,001 ^b
PC (cm), mediana (IQR)	69,65 (8,17)	74,40 (12,25)	80,00 (16,10)	<0,001 ^b	PC (cm), mediana (IQR)	78,50 (8,70)	86,90 (12,55)	90,85 (13,95)	<0,001 ^b
WhtR, mediana (IQR)	0,42 (0,05)	0,46 (0,08)	0,52 (0,11)	<0,001 ^b	WhtR, mediana (IQR)	0,44 (0,05)	0,48 (0,07)	0,53 (0,08)	<0,001 ^b
Wht5R, mediana (IQR)	0,54 (0,06)	0,58 (0,10)	0,65 (0,11)	<0,001 ^b	Wht5R, mediana (IQR)	0,59 (0,06)	0,64 (0,09)	0,69 (0,11)	<0,001 ^b
ABSI, mediana (IQR)	0,07 (0,00)	0,07 (0,01)	0,07 (0,01)	<0,001 ^b	ABSI, média (DP)	0,07 (0,00)	0,08 (0,00)	0,08 (0,00)	<0,001 ^a
BRI, mediana (IQR)	1,98 (0,82)	2,58 (1,42)	3,69 (2,07)	<0,001 ^b	BRI, mediana (IQR)	2,35 (0,76)	3,00 (1,29)	3,99 (1,56)	<0,001 ^b
IC, mediana (IQR)	1,07 (0,06)	1,11 (0,11)	1,17 (0,13)	<0,001 ^b	IC, mediana (IQR)	1,13 (0,06)	1,19 (0,10)	1,26 (0,09)	<0,001 ^b
%MG (DXA), média (DP)	30,16 (6,38)	33,46 (7,13)	37,71 (7,17)	<0,001 ^a	%MG (DXA), média (DP)	19,29 (5,60)	23,27 (6,41)	25,85 (5,32)	<0,001 ^a
Gordura total estimada por DXA (kg), mediana (IQR)	17,04 (8,10)	20,43 (9,17)	23,24 (10,70)	<0,001 ^b	Gordura total estimada por DXA (kg), mediana (IQR)	13,19 (7,22)	18,99 (9,67)	19,04 (9,72)	<0,001 ^b
ALST/estatura ² estimada por DXA (kg/m ²), mediana (IQR)	6,08 (0,86)	6,21 (1,07)	5,86 (0,70)	0,039 ^b	ALST/estatura ² estimada por DXA (kg/m ²), média (DP)	8,26 (1,16)	8,38 (0,97)	7,67 (1,02)	<0,001 ^a
FPM (kgf), mediana (IQR)	22,39 (5,32)	22,68 (5,86)	18,26 (6,56)	<0,001 ^b	FPM (kgf), mediana (IQR)	37,00 (10,06)	39,20 (8,21)	30,88 (6,90)	<0,001 ^b
%MG (BIA), mediana (IQR)	31,91 (5,05)	34,15 (5,09)	37,18 (7,31)	<0,001 ^b	%MG (BIA), mediana (IQR)	20,63 (5,18)	23,42 (6,00)	26,67 (4,53)	<0,001 ^b

Abreviaturas: ABSI, índice de forma corporal; ALST/estatura², tecido mole magro apendicular ajustado à estatura; BIA, análise de impedância bioelétrica; BRI, índice de redondez; DP, desvio-padrão; DXA, absorciometria de raios-X de dupla energia; FPM, força de prensão da mão; IC, índice de conicidade; IMC, índice de massa corporal; IQR, Intervalo interquartil; MG, massa gorda; PC, perímetro da cintura; %MG (BIA), percentagem de massa gorda estimada por BIA; %MG (DXA), percentagem de massa gorda estimada por DXA; Wht5R, razão cintura-estatura ajustada; WhtR, razão cintura-estatura

^aANOVA unidirecional

^bKruskal-Wallis.

Os resultados das correlações de Spearman entre a FPM e os indicadores de adiposidade por sexo são apresentados na Tabela 3. Nas mulheres, a FPM apresentou correlações negativas significativas de magnitude moderada com %MG estimada por DXA ($\rho=-0,298$) e magnitude pequena com %MG estimada por BIA ($\rho=-0,273$), WHtR ($\rho=-0,146$), BRI ($\rho=-0,146$), IC ($\rho=-0,117$) e gordura total estimada por DXA ($\rho=-0,121$), $p<0,05$. As associações com ABSI ($\rho=-0,123$), WHt5R ($\rho=-0,084$), PC ($\rho=-0,016$) e IMC ($\rho=-0,034$) não foram estatisticamente significativas ($p>0,05$). Nos homens, destacaram-se correlações negativas significativas de magnitude moderada com ABSI ($\rho=-0,392$; $p<0,05$) e de magnitude pequena com IC ($\rho=-0,241$; $p<0,05$), %MG estimada por DXA ($\rho=-0,230$; $p<0,05$) e %MG estimada por BIA ($\rho=-0,227$; $p<0,05$), já o IMC apresentou uma correlação positiva pequena ($\rho=0,215$; $p<0,05$). O PC ($\rho=0,066$), WHtR ($\rho=-0,089$), WHt5R ($\rho=-0,015$), BRI ($\rho=-0,089$) e gordura total estimada por DXA ($\rho=-0,089$) não apresentaram significância estatística ($p>0,05$). Curiosamente, nos homens, a correlação entre a FPM e o IMC apresentou-se positiva, ao contrário do verificado para os restantes indicadores, quer no sexo masculino, quer no feminino.

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Spearman (ρ_s) entre a força de preensão da mão e os indicadores de adiposidade, e entre indicadores de adiposidade entre si, estratificado por sexo (n=687).

	Mulheres											Homens										
	FPM média	IMC	PC	WHtR	WHt5R	ABSI	IC	BRI	Gordur a Total (DXA) (Kg)	%MG (DXA)	%MG (BIA)	FPM média	IMC	PC	WHtR	WHt5R	ABSI	IC	BRI	Gordur a Total (DXA) (Kg)	%MG (DXA)	%MG (BIA)
FPM média	1	-0,034	-0,016	-0,146	-0,084	-0,123	-0,117	-0,146	-0,121	-0,298*	-0,273*	1	0,215	0,066	-0,089	-0,011	-0,329*	-0,227*	-0,089	-0,015	-0,241*	-0,230*
IMC	-	-	0,865*	0,861*	0,877*	0,138	0,487*	0,861*	0,870*	0,757*	0,825*	-	-	0,848*	0,829*	0,853*	0,214*	0,491*	0,829*	0,779*	0,597*	0,607*
PC	-	-	-	0,937*	0,983*	0,551*	0,815*	0,937*	0,818*	0,715*	0,760*	-	-	-	0,934*	0,982*	0,642*	0,839*	0,934*	0,851*	0,723*	0,732*
WHtR	-	-	-	-	0,985*	0,561*	0,822*	1,000*	0,753*	0,730*	0,804*	-	-	-	-	0,983*	0,666*	0,855*	1,000*	0,795*	0,748*	0,781*
WHt5R	-	-	-	-	-	0,563*	0,830*	0,985*	0,796*	0,733*	0,794*	-	-	-	-	-	0,662*	0,859*	0,983*	0,835*	0,746*	0,767*
ABSI	-	-	-	-	-	-	0,920*	0,562*	0,185*	0,242*	0,246*	-	-	-	-	-	-	0,945*	0,666*	0,485*	0,575*	0,588*
IC	-	-	-	-	-	-	-	0,822*	0,486*	0,497*	0,527*	-	-	-	-	-	-	-	0,855*	0,672*	0,697*	0,715*
BRI	-	-	-	-	-	-	-	-	0,753*	0,730*	0,804*	-	-	-	-	-	-	-	-	0,795*	0,748*	0,781*
Gordur a total (DXA) (kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,935*	0,881*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,933*	0,767*
%MG (DXA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,891*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,794*
%MG (BIA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Abreviaturas: ABSI, índice de forma corporal; BIA, análise de impedância bioelétrica; BRI, índice de redondez; DXA, absorciometria de raios-X de dupla energia; FPM, força de preensão da mão; IC, índice de conicidade; IMC, índice de massa corporal; MG, massa gorda; PC, perímetro da cintura; %MG (BIA), percentagem de massa gorda estimada por BIA; %MG (DXA), percentagem de massa gorda estimada por DXA; WHt5R, razão cintura-estatura ajustada; WHtR, razão cintura-estatura

Valores a negrito indicam significância estatística a $p < 0,05$.

* $p < 0,001$

Os resultados das regressões lineares entre os indicadores de adiposidade e a FPM como variável dependente são apresentadas nas Tabelas 4 e 5, para o sexo masculino e feminino, respetivamente. No sexo masculino (Tabela 4), para o modelo 3, totalmente ajustado, observou-se uma diminuição de 1,615kgf por unidade de BRI ($\beta=-1,615$; IC95% -2,484, -0,746), 31,504kgf por unidade de WHtR ($\beta=-31,504$; -49,344, -13,665), 16,909kgf por unidade de WHt5R ($\beta=-16,909$; -31,571, -2,247), e 0,344kgf por unidade de IMC ($\beta=-0,344$; -0,677, -0,010), $p<0,05$. Quanto à direção dos efeitos ao longo dos modelos, o sinal manteve-se globalmente negativo para a maioria dos indicadores (BRI, WHtR, WHt5R, %MG estimada por DXA, %MG estimada por BIA, PC, ABSI e IC), apenas o IMC mudou de direção da associação, passando de positiva, no modelo 1, para negativa após a inclusão da ALST/estatura², nos restantes modelos. De salientar que alguns indicadores deixaram de apresentar significância no modelo final totalmente ajustado para covariáveis, apesar de a terem evidenciado em modelos anteriores, nomeadamente a gordura total e a %MG estimada por DXA, a %MG estimada por BIA, o PC, o ABSI e o IC.

Tabela 4. Resultados dos modelos de regressão linear com erros padrão robustos (HC3), para a associação entre indicadores de adiposidade e força de preensão da mão, em homens (n=225).

	Modelo	B (IC95%)	EP robusto	p	R ² Ajustado
Gordura total estimada por DXA (kg)	1	-0,023 (-0,101; 0,100)	0,066	0,791	-0,004
	2	-0,140 (-0,252; -0,020)	0,062	0,017	0,316
	3	-0,063 (-0,199; 0,073)	0,069	0,365	0,391
%MG (DXA)	1	-0,289 (-0,417; -0,160)	0,065	<0,001	0,054
	2	-0,217 (-0,332; -0,102)	0,058	<0,001	0,333
	3	-0,137 (-0,276; -0,003)	0,071	0,055	0,399
%MG (BIA)	1	-0,192 (-0,345; -0,040)	0,077	0,014	0,019
	2	-0,219 (-0,361; -0,076)	0,073	0,003	0,331
	3	-0,131 (-0,280; 0,018)	0,075	0,084	0,398
IMC (kg/m ²)	1	0,434 (0,130; 0,739)	0,154	0,005	0,038
	2	-0,523 (-0,796; -0,251)	0,138	<0,001	0,337
	3	-0,344 (-0,677; -0,010)	0,169	0,044	0,400
PC (cm)	1	0,040 (-0,055; 0,136)	0,048	0,404	-0,001
	2	-0,140 (-0,222; -0,057)	0,042	<0,001	0,332
	3	-0,060 (-0,176; 0,056)	0,059	0,309	0,392
WhtR	1	-11,007 (-25,721; 3,707)	7,467	0,142	0,004
	2	-35,800 (-48,113; -23,488)	6,248	<0,001	0,379
	3	-31,504 (-49,344; -13,665)	9,051	<0,001	0,422
Wht5R	1	-1,803 (-13,802; 10,191)	6,092	0,767	-0,004
	2	-23,740 (-33,882; -13,603)	5,150	0,024	0,355
	3	-16,909 (-31,571; -2,247)	7,439	0,003	0,404
ABSI	1	-621,234 (-844,186; -398,282)	113,316	<0,001	0,130
	2	-392,667 (-597,452; -187,882)	103,915	<0,001	0,350
	3	-223,277 (-520,221; 73,677)	150,660	0,140	0,397
BRI	1	-0,610 (-1,351; 0,132)	0,376	0,107	0,005
	2	-1,850 (-2,474; -1,227)	0,316	<0,001	0,381
	3	-1,615 (-2,484; -0,746)	0,441	<0,001	0,424
IC	1	-22,932 (-35,489; -10,375)	6,372	<0,001	0,056
	2	-22,023 (-32,296; -11,749)	5,213	<0,001	0,356
	3	-14,824 (-30,602; 0,954)	8,005	0,065	0,401

Modelo 1 (sem ajuste para covariáveis); Modelo 2 (ajustado para a ALST/estatura²); Modelo 3 (ajustado adicionalmente para o tabagismo, estado profissional, número de medicamentos e idade. A heterocedasticidade foi evidenciada pelo teste de Breusch-Pagan ($p < 0,05$), pelo que os EP foram estimados por HC3.

Abreviaturas: ABSI, índice de forma corporal; ALST/estatura², tecido mole magro apendicular ajustado à estatura; BIA, análise de impedância bioelétrica; BRI, índice de redondez; DXA, absorciometria de raios-X de dupla energia; FPM, força de preensão da mão; IC, índice de conicidade; IC95%, intervalo de confiança a 95%; IMC, índice de massa corporal; MG, massa gorda; PC, perímetro da cintura; R² ajustado, coeficiente de determinação ajustado; %MG (BIA), percentagem de massa gorda estimada por BIA; %MG (DXA), percentagem de massa gorda estimada por DXA; Wht5R, razão cintura-estatura ajustada; WhtR, razão cintura-estatura

No sexo feminino (Tabela 5), observaram-se diminuições da FPM de 1,171kgf por unidade de BRI ($\beta = -1,171$; -1,672, -0,670), 22,299kgf por unidade de WhtR ($\beta = -22,299$; -31,353, -13,246), 13,530kgf por unidade de Wht5R ($\beta = -13,530$; -20,827, -6,232), 0,416kgf por unidade de IMC ($\beta = -0,416$; -0,518, -0,251), 0,065kgf por unidade de PC ($\beta = -0,065$; -0,120, -0,009), 0,161kgf por ponto percentual de %MG estimada por DXA ($\beta = -0,161$; -0,226, -0,096), 0,284kgf por ponto percentual de %MG estimada por BIA ($\beta = -0,284$; -0,390, -0,177) e

0,118kg por kg de gordura total estimada por DXA ($\beta=-0,118$; $-0,185$, $-0,050$), $p<0,05$. Quanto à direção dos efeitos ao longo dos modelos, o sinal manteve-se globalmente negativo para a maioria dos indicadores (gordura total e %MG estimada por DXA, %MG estimada por BIA, IMC, PC, WHtR, WHt5R, BRI e IC), apenas o ABSI variou, passando de β negativo nos modelos iniciais para positivo no modelo final. Para além disso, ABSI e IC não mantiveram significância no modelo final ($p>0,05$), embora a tivessem apresentado nos modelos anteriores.

Tabela 5. Resultados dos modelos de regressão linear com erros padrão robustos (HC3), para a associação entre indicadores de adiposidade e força de preensão da mão, em mulheres (n=462).

Indicador de adiposidade	Modelo	B (IC95%)	EP robusto	p	R ² Ajustado
Gordura total estimada por DXA (kg)	1	-0,070 (-0,101; -0,010)	0,033	0,033	0,009
	2	-0,159 (-0,163; -0,012)	0,036	<0,001	0,263
	3	-0,118 (-0,185; -0,050)	0,035	<0,001	0,317
%MG (DXA)	1	-0,228 (-0,303; -0,153)	0,038	<0,001	0,109
	2	-0,209 (-0,270; -0,148)	0,031	<0,001	0,298
	3	-0,161 (-0,226; -0,096)	0,033	<0,001	0,338
%MG (BIA)	1	-0,242 (-0,360; -0,124)	0,060	<0,001	0,067
	2	-0,309 (-0,430; -0,188)	0,062	<0,001	0,308
	3	-0,284 (-0,390; -0,177)	0,054	<0,001	0,361
IMC (kg/m ²)	1	-0,027 (-0,151; 0,097)	0,063	0,665	-0,002
	2	-0,521 (-0,663; -0,378)	0,072	<0,001	0,320
	3	-0,416 (-0,581; -0,251)	0,084	<0,001	0,348
PC (cm)	1	0,003 (-0,048; 0,055)	0,026	0,896	-0,002
	2	-0,121 (-0,170; -0,072)	0,025	<0,001	0,252
	3	-0,065 (-0,120; -0,009)	0,028	0,022	0,301
WHtR	1	-11,226 (-18,432; -4,020)	3,667	0,002	0,020
	2	-27,320 (-34,310; -20,331)	3,557	<0,001	0,318
	3	-22,299 (-31,353; -13,246)	4,607	<0,001	0,338
WHt5R	1	-4,61 (-10,75; 1,53)	3,12	0,141	0,003
	2	-19,34 (-25,29; -13,40)	3,030	<0,001	0,286
	3	-13,530 (-20,827; -6,232)	3,713	<0,001	0,317
ABSI	1	-148,645 (-250,243; -47,048)	51,702	0,004	0,014
	2	-86,715 (-186,261; 12,831)	50,658	0,088	0,210
	3	63,217 (-38,758; 165,192)	51,890	0,224	0,293
BRI	1	-0,596 (-0,983; -0,210)	0,197	0,003	0,021
	2	-1,446 (-1,829; -1,063)	0,195	<0,001	0,321
	3	-1,171 (-1,672; -0,670)	0,255	<0,001	0,340
IC	1	-7,413 (-13,314; -1,512)	3,003	0,014	0,011
	2	-10,867 (-16,274; -5,460)	2,752	<0,001	0,233
	3	-2,750 (-8,776; 3,275)	3,066	0,370	0,292

Modelo 1 (sem ajuste para covariáveis); Modelo 2 (ajustado para a ALST/estatura²); Modelo 3 (ajustado adicionalmente para a escolaridade, estado profissional, número de medicamentos e idade).

Abreviaturas: ABSI, índice de forma corporal; ALST/estatura², tecido mole magro apendicular ajustado à estatura; BIA, análise de impedância bioelétrica; BRI, índice de redondez; DXA, absorciometria de raios-X de dupla energia; FPM, força de preensão da mão; IC, índice de conicidade; IC95%, intervalo de confiança a 95%; IMC, índice de massa corporal; MG, massa gorda; PC, perímetro da cintura; R² ajustado, coeficiente de determinação ajustado; %MG (BIA), percentagem de massa gorda estimada por BIA; %MG (DXA), percentagem de massa gorda estimada por DXA; WHt5R, razão cintura-estatura ajustada; WHtR, razão cintura-estatura

Foram também realizadas análises de sensibilidade, reduzindo a amostra a indivíduos com menos de 60 anos (Tabelas S1 e S2). Nas mulheres, as estimativas do modelo totalmente ajustado mantiveram-se praticamente sobreponíveis entre análises: persistiram grande parte das conclusões anteriormente descritas.

Nos homens, esta restrição acentuou os efeitos de algumas das variáveis: observou-se um decréscimo de 40,887kgf ($\beta=-40,887$; -62,403, -19,370) por unidade de WHtR, -2,085kgf ($\beta=-2,085$; -3,158; -1,012) por unidade de BRI, -25,019kgf ($\beta=-25,019$; -42,764; -7,274) por unidade de WHt5R e -0,583kgf ($\beta=-0,583$; -0,590; -0,211) por unidade de IMC. Para além disso, o efeito de %MG (DXA) tornou-se significativo, tal como o IC.

Ao excluir estes indivíduos, as associações tornaram-se mais pronunciadas nos homens e mantiveram o padrão nas mulheres.

Discussão

No presente estudo, os indicadores de adiposidade revelaram associações inversas com a FPM após ajuste para ALST/estatura² e covariáveis, embora com padrões distintos por sexo. A análise descritiva evidenciou diferenças marcadas entre sexos na composição corporal e na força muscular: os homens apresentaram valores superiores de peso, estatura, IMC, PC e dos principais indicadores de adiposidade central (WHtR, WHt5R, IC e BRI), bem como maior ALST/estatura² e FPM. Em contraste, as mulheres exibiram maior % de MG (avaliada por DXA e BIA) e maior quantidade absoluta de gordura corporal, em consonância com a distribuição típica de maior adiposidade subcutânea glúteo-femoral no sexo feminino, face à predominância de gordura visceral nos

homens^(124, 125). Adicionalmente, observou-se que uma proporção mais elevada de mulheres pertencia à categoria mais elevada de PC, associada a risco aumentado de complicações metabólicas, enquanto que os homens predominaram nas categorias superiores para todos os restantes indicadores de adiposidade abdominal. A análise por idade reforçou que o envelhecimento constitui uma fase crítica do ciclo de vida, onde se conjugam maiores níveis de adiposidade a um declínio da força muscular: indivíduos com ≥ 60 anos apresentaram menor FPM e maior adiposidade, enquanto os grupos 18-30 e 31-59 anos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si na nossa amostra. Estes achados são consistentes com a literatura que descreve o pico da força na terceira década de vida, seguido de declínio a partir da meia-idade, acentuando-se com o envelhecimento⁽⁷⁸⁾.

Os resultados das correlações entre a FPM e os indicadores de adiposidade evidenciaram correlações negativas para a maioria dos indicadores, com a exceção do IMC em que correlacionou positivamente à força nos homens, sugerindo que a massa magra, mais preponderante neste grupo poderá atenuar o impacto adverso da adiposidade, não diferenciado por este indicador^(101, 126).

Considerando o impacto que o tamanho corporal, massa magra e a idade têm na FPM, recorreremos a modelos de regressão linear múltipla para isolar o efeito da adiposidade, estratificados de acordo com o sexo e ajustados para a idade. Após ajuste, encontramos alguns resultados que diferem da literatura. Nos nossos dados, o IMC associou-se inversamente à FPM em ambos os sexos: cada aumento de 1 kg/m^2 correspondeu a um decréscimo de $0,344\text{kgf}$ nos homens e de $0,416\text{kgf}$ nas mulheres. Estes resultados diferem de Mahapatra e Karri, Wen et al., e Keevil et al., que reportaram associações positivas entre

IMC e FPM.^(101, 126, 127). Nos homens, o IMC inverteu o sinal apenas aquando da inclusão da ALST/estatura² nos modelos, confirmando o papel da massa magra na força muscular e a limitação do IMC distinguir massa isenta de gordura de massa gorda. Este comportamento é plausível dado que, na nossa amostra, os homens apresentaram maior ALST/estatura² e reportaram níveis superiores de atividade física, o que tende a inflacionar uma associação positiva do IMC com a FPM quando a massa magra não é controlada. Note-se que os estudos que encontram efeito positivo do IMC não ajustam tipicamente para massa magra, o que ajuda a explicar as discrepâncias. Estes resultados mantiveram-se consistentes quando a análise foi restringida a <60 anos. Também o PC apresentou um padrão divergente da literatura. Nos nossos resultados, foi significativo apenas nas mulheres, mas não nos homens, contrastando com Keevil et al., que relataram uma associação inversa em ambos os sexos (-3,5kgf por cada +10cm no PC nos homens e -1,0kgf nas mulheres)⁽¹⁰¹⁾. A ausência de associação do PC nos homens pode ser explicada por a maioria dos indivíduos do sexo masculino apresentarem valores abaixo do limiar clínico, reduzindo a variabilidade relevante de adiposidade abdominal e, consequentemente, o poder para detetar alguma associação com a FPM após ajuste. Nas mulheres, como há uma maior percentagem a ultrapassar o limiar clínico, a relação tornou-se evidente.

Apesar destas nuances, os resultados mostraram concordância com a evidência em vários aspetos. Após ajuste, nas mulheres, quando inseridos nos modelos os indicadores de adiposidade geral (em particular a %MG estimada por DXA e, de forma próxima, a %MG estimada por BIA) estes explicaram uma proporção da variabilidade da FPM semelhante à observada com os principais

índices de adiposidade abdominal (PC, WHtR, WHt5R e BRI), sugerindo que, neste sexo, tanto a gordura total como a central se relacionam de modo comparável com a FPM. Nos homens, os modelos que usavam indicadores de adiposidade abdominal (com destaque para WHtR, WHt5R e BRI) mostraram ser superior do que os que utilizavam a adiposidade total, corroborando a maior relevância funcional da adiposidade visceral⁽¹⁰¹⁾. Li et al., demonstraram que a gordura visceral se relaciona negativamente com a FPM e Carvalho et al., observaram que homens com obesidade abdominal têm declínio mais rápido da FPM após 8 anos, associação não encontrada nas mulheres^(15, 128).

Na nossa amostra, BRI, WHtR e WHt5R exibiram associações negativas consistentes em ambos os sexos, com decréscimos da FPM por cada aumento unitário nestes indicadores. Wei et al., e Yang et al., mostraram que BRI e WHtR se associam positivamente com a FPM até um limiar (entre os 3,42-3,55 para BRI e 1,27 para IC), e que acima desse limiar há um efeito oposto, apresentando uma relação em forma de U^(129, 130). Na nossa amostra os valores médios destes indicadores de adiposidade estavam afastados desses limiares e observou-se uma associação inversa constante ao longo dos modelos. O tamanho reduzido da amostra e a baixa prevalência de FPM baixa podem ter contribuído para esta discrepância.

Relativamente a outros indicadores de adiposidade abdominal, o ABSI não demonstrou significância estatística na sua associação com a FPM, nos vários modelos considerados. Estes resultados contrastam com estudos que identificam associação negativa entre ABSI e FPM⁽¹³¹⁾.

Em termos de capacidade explicativa, os modelos com %MG (DXA) e WHtR apresentaram os R^2 ajustados mais elevados nas mulheres, indicando que a

WHtR, métrica simples e facilmente aplicável, captou a associação da adiposidade com a FPM de forma semelhante ao DXA quando controlada a ALST/estatura² e covariáveis. Nos homens, os melhores R² ajustados corresponderam à WHtR e ao BRI, superando os modelos que incluíram variáveis de DXA/BIA, o que reforça a relevância de indicadores centrados na adiposidade abdominal. Estes resultados sustentam a utilidade clínica da WHtR (e do BRI nos homens) como alternativas operacionais ao DXA na prática de rotina.

Em termos conceituais, os contrastes entre modelos ajudam a separar o efeito do tamanho corporal da adiposidade. No modelo não ajustado, o IMC refletia ganhos mediados pela massa magra, mas após ajuste para ALST/estatura² e covariáveis inverteu o sinal, enquanto WHtR, WHt5R e BRI mantiveram associações negativas. Este padrão é coerente com a fisiopatologia da adiposidade visceral, caracterizada por atividade inflamatória acrescida, com maior liberação de citocinas pró-inflamatórias, sustentando um estado de inflamação sistêmica de baixo grau que se associa a menor FPM⁽¹³²⁻¹³⁴⁾.

A ausência de medidas diretas de qualidade muscular constitui uma limitação relevante, já que o DXA não avalia infiltração lipídica intramuscular, reconhecida como determinante independente de menor força e pior desempenho funcional^(90, 135, 136). Assim, embora o ajuste para a ALST/estatura² controle parcialmente o efeito do tamanho corporal, não foi possível captar diferenças na qualidade da massa muscular, que só poderiam ser captadas por métodos de imagem ou ultrassom. É plausível que indivíduos com maior adiposidade e menor atividade física apresentem pior qualidade muscular e, conseqüentemente, menor desempenho de força, mesmo para níveis semelhantes de massa magra. A baixa prevalência de FPM baixa na nossa

amostra ($\approx 1,3\%$) reduz a variabilidade do desfecho e limita a exploração de gradientes de risco clínico. A natureza comunitária da amostra, composta por indivíduos maioritariamente saudáveis e com prevalência moderada a baixa de obesidade geral e abdominal, restringe a generalização para populações clínicas ou com adiposidade severa, onde o impacto da gordura na força poderá ser mais pronunciado. Estes aspetos articulam-se com o conceito de obesidade sarcopénica, em que excesso de adiposidade e deterioração da função coexistem e se associam a piores desfechos⁽⁹⁵⁾. Importa salientar que a amostra masculina era substancialmente menor, enquanto a feminina era maior e mais heterogénea, o que pode ter contribuído para a obtenção de modelos com maior poder explicativo. Por fim, o desenho transversal impede inferências causais, limitando a interpretação temporal.

Entre os pontos fortes destacam-se a dimensão e a amplitude etária da amostra comunitária, a utilização de diferentes métodos de estimativa de adiposidade com protocolos padronizados e uso de equipamentos calibrados, e a comparação sistemática entre indicadores clássicos e derivados, com potencial utilidade clínica. A modelação com ajuste para ALST/estatura² e covariáveis permitiu isolar o contributo da adiposidade, enquanto a estratificação por sexo e o ajuste para a idade permitiu a comparação de efeitos entre diferentes padrões biológicos. Para além disto, a adoção de uma equação de BIA que segue os parâmetros de alto rigor, reforça a robustez metodológica e minimiza o risco de viés associado ao uso de fórmulas não adaptadas.

Embora a menor prevalência de indivíduos com obesidade e com níveis altos de PC possam restringir a generalização para outro tipo de populações, no nosso estudo conseguimos evidenciar que, numa população tipicamente

saudável, vários indicadores (como o WHtR e o BRI) conseguem captar a associação entre a adiposidade e a força.

Para investigação futura, será essencial utilizar métodos de imagem que avaliem diretamente a infiltração de gordura muscular (TC, RM e/ou ultrassom) e incluir uma amostra mais heterogénea de indivíduos, menos saudáveis, com maiores níveis de adiposidade e que apresentem um maior declínio de força, para avaliar se os efeitos se mantêm ou acentuam em diversos contextos clínicos. Estudos longitudinais que avaliem a FPM e a composição corporal ao longo do tempo permitirão clarificar melhor estas trajetórias. A generalização dos presentes resultados é sobretudo aplicável a adultos da comunidade sem baixa força muscular e com características semelhantes às da nossa amostra.

Conclusão

A presente dissertação permitiu caracterizar, numa amostra comunitária de adultos portugueses, a relação entre a adiposidade e a FPM. Entre os indicadores avaliados, os índices centrados na cintura e ajustados à estatura, como o WHtR e o BRI, apresentaram, em ambos os sexos, uma capacidade explicativa da variação da FPM com qualidade semelhante ou superior à dos modelos que incluíram medidas instrumentais de adiposidade, como a percentagem de massa gorda estimada por DXA ou por BIA, após ajuste para ALST/estatura² e covariáveis. Por contraste, ABSI e IC não se apresentaram significativos.

Em termos práticos, estes resultados reforçam o valor clínico de métricas simples, baratas e facilmente aplicáveis. A utilização rotineira de WHtR/BRI em conjunto com a FPM pode agilizar a identificação precoce de perfis de risco

(incluindo fenótipos compatíveis com a obesidade sarcopénica), reduzindo a dependência imediata de técnicas instrumentais.

Referências Bibliográficas

1. Hill JJ. Obesity: An Emerging Threat. *J Natl Black Nurses Assoc.* 2018; 29(2):36-39.
2. Apovian CM. Obesity: definition, comorbidities, causes, and burden. *Am J Manag Care.* 2016; 22(7 Suppl):s176-85.
3. Gaio V, Antunes L, Namorado S, Barreto M, Gil A, Kyslaya I, et al. Prevalence of overweight and obesity in Portugal: Results from the First Portuguese Health Examination Survey (INSEF 2015). *Obes Res Clin Pract.* 2018; 12(1):40-50.
4. Oliveira A, Araujo J, Severo M, Correia D, Ramos E, Torres D, et al. Prevalence of general and abdominal obesity in Portugal: comprehensive results from the National Food, nutrition and physical activity survey 2015-2016. *BMC Public Health.* 2018; 18(1):614.
5. (DGS) D-GdS. Roteiro de Ação para Acelerar a Prevenção e Controlo da Obesidade em Portugal (2025-2027). Direção-Geral da Saúde, Ministério da Saúde, Portugal; 2025. [citado em: 8 de Agosto de 2025]. Disponível em: https://nutrimento.pt/wp-content/uploads/2025/03/DGS_PNPAS_RoteiroObesidade_final-2.pdf.
6. Blucher M. An overview of obesity-related complications: The epidemiological evidence linking body weight and other markers of obesity to adverse health outcomes. *Diabetes Obes Metab.* 2025; 27 Suppl 2(Suppl 2):3-19.
7. Lamarche B. Abdominal obesity and its metabolic complications: implications for the risk of ischaemic heart disease. *Coron Artery Dis.* 1998; 9(8):473-81.
8. Federation WO. World Obesity Atlas 2023. Global Obesity Observatory / World Obesity Federation; 2023. [citado em: 8 de Agosto de 2025]. Disponível em: https://www.worldobesityday.org/assets/downloads/World_Obesity_Atlas_2023_Report.pdf.
9. Fruh SM. Obesity: Risk factors, complications, and strategies for sustainable long-term weight management. *J Am Assoc Nurse Pract.* 2017; 29(S1):S3-S14.
10. Oliveira ML, Biggers A, Oddo VM, Yanez B, Booms E, Sharp L, et al. A Perspective Review on Diet Quality, Excess Adiposity, and Chronic Psychosocial Stress and Implications for Early-Onset Colorectal Cancer. *J Nutr.* 2024; 154(4):1069-79.
11. Borba VZC, Costa T. Sarcopenic obesity: a review. *Arch Endocrinol Metab.* 2025; 68:e240084.
12. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell ML, Korinek J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes (Lond).* 2008; 32(6):959-66.
13. Lean ME, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ.* 1995; 311(6998):158-61.
14. Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, Cohen RV, Wilding JPH, Brown WA, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025; 13(3):221-62.

15. de Carvalho DHT, Scholes S, Santos JLF, de Oliveira C, Alexandre TDS. Does Abdominal Obesity Accelerate Muscle Strength Decline in Older Adults? Evidence From the English Longitudinal Study of Ageing. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2019; 74(7):1105-11.
16. Palacio AC, Diaz-Torrente X, Quintiliano-Scarpelli D. Higher Abdominal Adiposity Is Associated With Lower Muscle Strength in Chilean Adults. *Front Nutr*. 2022; 9:812928.
17. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019; 48(1):16-31.
18. Booth A, Magnuson A, Fouts J, Foster MT. Adipose tissue: an endocrine organ playing a role in metabolic regulation. *Horm Mol Biol Clin Investig*. 2016; 26(1):25-42.
19. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol*. 2012; 85(1009):1-10.
20. Piche ME, Tchernof A, Despres JP. Obesity Phenotypes, Diabetes, and Cardiovascular Diseases. *Circ Res*. 2020; 126(11):1477-500.
21. Matsuzawa Y, Shimomura I, Nakamura T, Keno Y, Tokunaga K. Pathophysiology and pathogenesis of visceral fat obesity. *Diabetes Res Clin Pract*. 1994; 24 Suppl:S111-6.
22. Chang E, Varghese M, Singer K. Gender and Sex Differences in Adipose Tissue. *Curr Diab Rep*. 2018; 18(9):69.
23. MacCannell ADV, Futers TS, Whitehead A, Moran A, Witte KK, Roberts LD. Sexual dimorphism in adipose tissue mitochondrial function and metabolic flexibility in obesity. *Int J Obes (Lond)*. 2021; 45(8):1773-81.
24. Brown LM, Clegg DJ. Central effects of estradiol in the regulation of food intake, body weight, and adiposity. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2010; 122(1-3):65-73.
25. Shen W, Punyanitya M, Silva AM, Chen J, Gallagher D, Sardinha LB, et al. Sexual dimorphism of adipose tissue distribution across the lifespan: a cross-sectional whole-body magnetic resonance imaging study. *Nutr Metab (Lond)*. 2009; 6:17.
26. Lovejoy JC, Champagne CM, de Jonge L, Xie H, Smith SR. Increased visceral fat and decreased energy expenditure during the menopausal transition. *Int J Obes (Lond)*. 2008; 32(6):949-58.
27. Prado CM, Gonzalez MC, Norman K, Barazzoni R, Cederholm T, Compher C, et al. Methodological standards for body composition-an expert-endorsed guide for research and clinical applications: levels, models, and terminology. *Am J Clin Nutr*. 2025; 122(2):384-91.
28. Sanfilippo J, Krueger D, Heiderscheit B, Binkley N. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition in NCAA Division I Athletes: Exploration of Mass Distribution. *Sports Health*. 2019; 11(5):453-60.
29. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004; 23(5):1226-43.
30. Piqueras P, Ballester A, Dura-Gil JV, Martinez-Hervas S, Redon J, Real JT. Anthropometric Indicators as a Tool for Diagnosis of Obesity and Other Health Risk Factors: A Literature Review. *Front Psychol*. 2021; 12:631179.

31. Klopfenstein BJ, Kim MS, Kriskey CM, Szumowski J, Rooney WD, Purnell JQ. Comparison of 3 T MRI and CT for the measurement of visceral and subcutaneous adipose tissue in humans. *Br J Radiol*. 2012; 85(1018):e826-30.
32. Barnes S, Kinne E, Chowdhury S, Loong S, Moretz J, Sabate J. Comparison and precision of visceral adipose tissue measurement techniques in a multisite longitudinal study using MRI. *Magn Reson Imaging*. 2024; 112:82-88.
33. Minetto MA, Busso C, Lalli P, Gambero G, Massazza G. DXA-Derived Adiposity and Lean Indices for Management of Cardiometabolic and Musculoskeletal Frailty: Data Interpretation Tricks and Reporting Tips. *Front Rehabil Sci*. 2021; 2:712977.
34. Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr*. 1997; 17:527-58.
35. Hangartner TN, Warner S, Brailon P, Jankowski L, Shepherd J. The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: acquisition of dual-energy X-ray absorptiometry body composition and considerations regarding analysis and repeatability of measures. *J Clin Densitom*. 2013; 16(4):520-36.
36. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *J Investig Med*. 2018; 66(5):1-9.
37. Lewiecki EM, Binkley N, Morgan SL, Shuhart CR, Camargos BM, Carey JJ, et al. Best Practices for Dual-Energy X-ray Absorptiometry Measurement and Reporting: International Society for Clinical Densitometry Guidance. *J Clin Densitom*. 2016; 19(2):127-40.
38. Damilakis J, Adams JE, Guglielmi G, Link TM. Radiation exposure in X-ray-based imaging techniques used in osteoporosis. *Eur Radiol*. 2010; 20(11):2707-14.
39. Campa F, Coratella G, Cerullo G, Noriega Z, Francisco R, Charrier D, et al. High-standard predictive equations for estimating body composition using bioelectrical impedance analysis: a systematic review. *J Transl Med*. 2024; 22(1):515.
40. Rojano-Ortega D, Moya-Amaya H, Berral-Aguilar AJ, Baratto P, Molina-Lopez A, Berral-de la Rosa FJ. Development and validation of new bioelectrical impedance equations to accurately estimate fat mass percentage in a heterogeneous Caucasian population. *Nutr Res*. 2024; 123:80-87.
41. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gomez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004; 23(6):1430-53.
42. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr*. 1985; 41(4):810-7.
43. Wang Z, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield SB. Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body-composition constant. *Am J Clin Nutr*. 1999; 69(5):833-41.
44. Orkin S, Yodoshi T, Romantic E, Hitchcock K, Arce-Clachar AC, Bramlage K, et al. Body composition measured by bioelectrical impedance analysis is a viable alternative to magnetic resonance imaging in children with nonalcoholic fatty liver disease. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2022; 46(2):378-84.

45. Varady KA, Santosa S, Jones PJ. Validation of hand-held bioelectrical impedance analysis with magnetic resonance imaging for the assessment of body composition in overweight women. *Am J Hum Biol.* 2007; 19(3):429-33.
46. Catapano A, Trinchese G, Cimmino F, Petrella L, D'Angelo M, Di Maio G, et al. Impedance Analysis to Evaluate Nutritional Status in Physiological and Pathological Conditions. *Nutrients.* 2023; 15(10)
47. Manole LM, Ghiga G, Iftinchi O, Boca LO, Donos MA, Tarca E, et al. Bioelectrical Impedance Analysis Versus Dual X-Ray Absorptiometry for Obesity Assessment in Pediatric Populations: A Systematic Review. *Diagnostics (Basel).* 2025; 15(12)
48. Shah NR, Braverman ER. Measuring adiposity in patients: the utility of body mass index (BMI), percent body fat, and leptin. *PLoS One.* 2012; 7(4):e33308.
49. Christakoudi S, Tsilidis KK, Muller DC, Freisling H, Weiderpass E, Overvad K, et al. A Body Shape Index (ABSI) achieves better mortality risk stratification than alternative indices of abdominal obesity: results from a large European cohort. *Sci Rep.* 2020; 10(1):14541.
50. Harris E. Study: Waist-to-Hip Ratio Might Predict Mortality Better Than BMI. *JAMA.* 2023; 330(16):1515-16.
51. Staynor JMD, Smith MK, Donnelly CJ, Sallam AE, Ackland TR. DXA reference values and anthropometric screening for visceral obesity in Western Australian adults. *Sci Rep.* 2020; 10(1):18731.
52. Cerhan JR, Moore SC, Jacobs EJ, Kitahara CM, Rosenberg PS, Adami HO, et al. A pooled analysis of waist circumference and mortality in 650,000 adults. *Mayo Clin Proc.* 2014; 89(3):335-45.
53. Lee CM, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol.* 2008; 61(7):646-53.
54. Yoo EG. Waist-to-height ratio as a screening tool for obesity and cardiometabolic risk. *Korean J Pediatr.* 2016; 59(11):425-31.
55. Lu Y, Liu S, Qiao Y, Li G, Wu Y, Ke C. Waist-to-height ratio, waist circumference, body mass index, waist divided by height(0.5) and the risk of cardiometabolic multimorbidity: A national longitudinal cohort study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2021; 31(9):2644-51.
56. Nevill AM, Leahy GD, Mayhew J, Sandercock GRH, Myers T, Duncan MJ. 'At risk' waist-to-height ratio cut-off points recently adopted by NICE and US Department of Defense will unfairly penalize shorter adults. What is the solution? *Obes Res Clin Pract.* 2023; 17(1):1-8.
57. Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS One.* 2012; 7(7):e39504.
58. Dhana K, Kavousi M, Ikram MA, Tiemeier HW, Hofman A, Franco OH. Body shape index in comparison with other anthropometric measures in prediction of total and cause-specific mortality. *J Epidemiol Community Health.* 2016; 70(1):90-6.
59. Lee H, Chung HS, Kim YJ, Choi MK, Roh YK, Chung W, et al. Association between body shape index and risk of mortality in the United States. *Sci Rep.* 2022; 12(1):11254.
60. Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol.* 1991; 44(9):955-6.

61. Zhang Y, Zeng Q, Li X, Zhu P, Huang F. Application of conicity index adjusted total body fat in young adults-a novel method to assess metabolic diseases risk. *Sci Rep*. 2018; 8(1):10093.
62. Zhang A, Li Y, Ma S, Bao Q, Sun J, Cai S, et al. Conicity-index predicts all-cause mortality in Chinese older people: a 10-year community follow-up. *BMC Geriatr*. 2022; 22(1):971.
63. Caitano Fontela P, Winkelmann ER, Nazario Viegas PR. Study of conicity index, body mass index and waist circumference as predictors of coronary artery disease. *Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition)*. 2017; 36(5):357-64.
64. Thomas DM, Bredlau C, Bosy-Westphal A, Mueller M, Shen W, Gallagher D, et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity (Silver Spring)*. 2013; 21(11):2264-71.
65. Rico-Martin S, Calderon-Garcia JF, Sanchez-Rey P, Franco-Antonio C, Martinez Alvarez M, Sanchez Munoz-Torrero JF. Effectiveness of body roundness index in predicting metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2020; 21(7):e13023.
66. Maessen MF, Eijssvogels TM, Verheggen RJ, Hopman MT, Verbeek AL, de Vegt F. Entering a new era of body indices: the feasibility of a body shape index and body roundness index to identify cardiovascular health status. *PLoS One*. 2014; 9(9):e107212.
67. Elsevier. Muscle Strength - an overview. ScienceDirect/Elsevier; 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/muscle-strength>.
68. Bohannon RW. Considerations and Practical Options for Measuring Muscle Strength: A Narrative Review. *Biomed Res Int*. 2019; 2019:8194537.
69. Ben Mansour G, Kacem A, Ishak M, Grelot L, Ftaiti F. The effect of body composition on strength and power in male and female students. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2021; 13(1):150.
70. Ikezoe T. Age-Related Change in Muscle Characteristics and Resistance Training for Older Adults. *Phys Ther Res*. 2020; 23(2):99-105.
71. Hyvarinen M, Kankaanpää A, Rantalainen T, Rantanen T, Laakkonen EK, Karavirta L. Body composition and functional capacity as determinants of physical activity in middle-aged and older adults: a cross-sectional analysis. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2025; 22(1):6.
72. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med*. 2018; 48(4):765-85.
73. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006; 61(1):72-7.
74. Leyk D, Gorges W, Ridder D, Wunderlich M, Ruther T, Sievert A, et al. Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *Eur J Appl Physiol*. 2007; 99(4):415-21.
75. Anakwe RE, Huntley JS, McEachan JE. Grip strength and forearm circumference in a healthy population. *J Hand Surg Eur Vol*. 2007; 32(2):203-9.
76. Wind AE, Takken T, Helders PJ, Engelbert RH. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? *Eur J Pediatr*. 2010; 169(3):281-7.

77. Porto JM, Nakaishi APM, Cangussu-Oliveira LM, Freire Junior RC, Spilla SB, Abreu DCC. Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. *Arch Gerontol Geriatr*. 2019; 82:273-78.
78. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. *PLoS One*. 2014; 9(12):e113637.
79. Wang YC, Bohannon RW, Li X, Sindhu B, Kapellusch J. Hand-Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for Individuals 18 to 85 Years of Age Residing in the United States. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018; 48(9):685-93.
80. Lopez-Bueno R, Andersen LL, Koyanagi A, Nunez-Cortes R, Calatayud J, Casana J, et al. Thresholds of handgrip strength for all-cause, cancer, and cardiovascular mortality: A systematic review with dose-response meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2022; 82:101778.
81. Rantanen T, Guralnik JM, Foley D, Masaki K, Leveille S, Curb JD, et al. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA*. 1999; 281(6):558-60.
82. Kaegi-Braun N, Tribolet P, Baumgartner A, Fehr R, Baechli V, Geiser M, et al. Value of handgrip strength to predict clinical outcomes and therapeutic response in malnourished medical inpatients: Secondary analysis of a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2021; 114(2):731-40.
83. Chua KY, Tan KB, Tong R, Barrenetxea J, Koh WP, Chen C. Relationship between handgrip strength and timed up-and-go test on hospitalization costs in older adults: a population-based study. *BMC Public Health*. 2025; 25(1):290.
84. Esteban-Cornejo I, Ho FK, Petermann-Rocha F, Lyall DM, Martinez-Gomez D, Cabanas-Sanchez V, et al. Handgrip strength and all-cause dementia incidence and mortality: findings from the UK Biobank prospective cohort study. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022; 13(3):1514-25.
85. Bohannon RW. Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *Clin Interv Aging*. 2019; 14:1681-91.
86. Pham T, McNeil JJ, Barker AL, Orchard SG, Newman AB, Robb C, et al. Longitudinal association between handgrip strength, gait speed and risk of serious falls in a community-dwelling older population. *PLoS One*. 2023; 18(5):e0285530.
87. Beaudart C, Dawson A, Shaw SC, Harvey NC, Kanis JA, Binkley N, et al. Nutrition and physical activity in the prevention and treatment of sarcopenia: systematic review. *Osteoporos Int*. 2017; 28(6):1817-33.
88. Peterson MD, Sen A, Gordon PM. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43(2):249-58.
89. Cesari M, Penninx BW, Pahor M, Lauretani F, Corsi AM, Rhys Williams G, et al. Inflammatory markers and physical performance in older persons: the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004; 59(3):242-8.
90. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006; 61(10):1059-64.
91. Kao TW, Peng TC, Chen WL, Han DS, Chen CL, Yang WS. Impact of adiposity on muscle function and clinical events among elders with dynapenia,

presarcopenia and sarcopenia: a community-based cross-sectional study. *Aging* (Albany NY). 2021; 13(5):7247-58.

92. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. *Clin Nutr*. 2022; 41(4):990-1000.

93. Silay K, Selvi Ozturun H. Sarcopenic obesity is linked to worse clinical outcomes than sarcopenia or obesity alone in hospitalized older adults. *BMC Geriatr*. 2025; 25(1):443.

94. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008; 11(6):693-700.

95. Roh E, Choi KM. Health Consequences of Sarcopenic Obesity: A Narrative Review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020; 11:332.

96. Zhang X, Xie X, Dou Q, Liu C, Zhang W, Yang Y, et al. Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality among adults over a broad range of different settings: a updated meta-analysis. *BMC Geriatr*. 2019; 19(1):183.

97. Addison O, Drummond MJ, LaStayo PC, Dibble LE, Wende AR, McClain DA, et al. Intramuscular fat and inflammation differ in older adults: the impact of frailty and inactivity. *J Nutr Health Aging*. 2014; 18(5):532-8.

98. Koves TR, Ussher JR, Noland RC, Slentz D, Mosedale M, Ilkayeva O, et al. Mitochondrial overload and incomplete fatty acid oxidation contribute to skeletal muscle insulin resistance. *Cell Metab*. 2008; 7(1):45-56.

99. Liesa M, Shirihai OS. Mitochondrial dynamics in the regulation of nutrient utilization and energy expenditure. *Cell Metab*. 2013; 17(4):491-506.

100. Pinto Pereira SM, Garfield V, Farmaki AE, Tomlinson DJ, Norris T, Fatemifar G, et al. Adiposity and grip strength: a Mendelian randomisation study in UK Biobank. *BMC Med*. 2022; 20(1):201.

101. Keevil VL, Luben R, Dalzell N, Hayat S, Sayer AA, Wareham NJ, et al. Cross-sectional associations between different measures of obesity and muscle strength in men and women in a British cohort study. *J Nutr Health Aging*. 2015; 19(1):3-11.

102. Engelke K, Ghasemikaram M, Chaudry O, Uder M, Nagel AM, Jakob F, et al. The effect of ageing on fat infiltration of thigh and paraspinal muscles in men. *Aging Clin Exp Res*. 2022; 34(9):2089-98.

103. Hioki M, Kanehira N, Koike T, Saito A, Shimaoka K, Sakakibara H, et al. Age-related changes in muscle volume and intramuscular fat content in quadriceps femoris and hamstrings. *Exp Gerontol*. 2020; 132:110834.

104. Marcus RL, Addison O, Dibble LE, Foreman KB, Morrell G, Lastayo P. Intramuscular adipose tissue, sarcopenia, and mobility function in older individuals. *J Aging Res*. 2012; 2012:629637.

105. Cossio-Bolanos M, Gomez-Campos R, Castelli Correia de Campos LF, Sulla-Torres J, Urra-Albornoz C, Pires Lopes V. Muscle strength and body fat percentage in children and adolescents from the Maule region, Chile. *Arch Argent Pediatr*. 2020; 118(5):320-26.

106. Garcia-Alfaro P, Garcia S, Rodriguez I, Perez-Lopez FR. Handgrip strength, dynapenia, and related factors in postmenopausal women. *Menopause*. 2021; 29(1):16-22.

107. Stenholm S, Sallinen J, Koster A, Rantanen T, Sainio P, Heliovaara M, et al. Association between obesity history and hand grip strength in older adults--

- exploring the roles of inflammation and insulin resistance as mediating factors. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011; 66(3):341-8.
108. Abe T, Thiebaud RS, Loenneke JP, Loftin M, Fukunaga T. Prevalence of site-specific thigh sarcopenia in Japanese men and women. *Age (Dordr)*. 2014; 36(1):417-26.
 109. Tomlinson DJ, Erskine RM, Morse CI, Winwood K, Onambele-Pearson G. The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology*. 2016; 17(3):467-83.
 110. Marfell-Jones M, Stewart A, & de Ridder J. International Standards for Anthropometric Assessment. 4th. Wellington, New Zealand: International Standards for Anthropometric Assessment; 2019.
 111. al RMGRVRe. The relevance of the technical error of measurement in anthropometry: a pilot study from the NutriFunction project. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2025; 29(1):13-21.
 112. World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation. Geneva; 2008.
 113. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev*. 2010; 23(2):247-69.
 114. Pitanga FJG, Lessa I. Sensibilidade e especificidade do índice de conicidade como discriminador do risco coronariano de adultos em Salvador, Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2004; 7(3):259-69.
 115. Fess E. Clinical Assessment Recommendations. 3rd. Chicago: American Society of Hand Therapists; 2015.
 116. Villain C, Lebaube S, Kremer C, Chavoix C, Fournel F, Briant AR, et al. Gripwise Versus Jamar: The Challenge of a New Dynamometer Assessing Handgrip Strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2023; 78(12):2458-65.
 117. LJ AHW. Tukey's honestly significant difference (HSD) test. In: N S, editor. *Encyclopedia of Research Design*. Thousand Oaks, CA: Sage; 2010. p. 1-5.
 118. A F. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. London: Sage; 2017.
 119. Dunn OJ. Multiple Comparisons Using Rank Sums. *Technometrics*. 1964; 6(3):241-52.
 120. Schober P, Boer C, Schwarte LA. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesth Analg*. 2018; 126(5):1763-68.
 121. Mukaka MM. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J*. 2012; 24(3):69-71.
 122. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
 123. Hayes AF, Cai L. Using heteroskedasticity-consistent standard error estimators in OLS regression: an introduction and software implementation. *Behav Res Methods*. 2007; 39(4):709-22.
 124. Karastergiou K, Smith SR, Greenberg AS, Fried SK. Sex differences in human adipose tissues - the biology of pear shape. *Biol Sex Differ*. 2012; 3(1):13.
 125. Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2007; 21(3):415-30.

126. Mahapatra B, Karri B. Prediction of hand grip strength using anthropometric indicators among older adults: Evidence from LASI data. *J Bodyw Mov Ther.* 2025; 43:284-92.
127. Wen Z, Gu J, Chen R, Wang Q, Ding N, Meng L, et al. Handgrip Strength and Muscle Quality: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey Database. *J Clin Med.* 2023; 12(9)
128. Li B, Li Y, Zhang Y, Liu P, Song Y, Zhou Y, et al. Visceral Fat Obesity Correlates with Frailty in Middle-Aged and Older Adults. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2022; 15:2877-84.
129. Yang S, Liao K, Zhou L, Zhang S, Wu J. Non-linear associations and threshold effects of BRI, CI, and WHtR with grip strength in U. S. adults aged ≥ 20 years: a cross-sectional study. *Front Nutr.* 2025; 12:1597065.
130. Wei Z, Yu T, Jin X, Ma G, Meng X. The association between body roundness index and handgrip strength and muscle quality index: A cross-sectional study. *PLoS One.* 2025; 20(5):e0322928.
131. Krakauer NY, Krakauer JC. Association of Body Shape Index (ABSI) with Hand Grip Strength. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(18)
132. Visser M, Pahor M, Taaffe DR, Goodpaster BH, Simonsick EM, Newman AB, et al. Relationship of interleukin-6 and tumor necrosis factor- α with muscle mass and muscle strength in elderly men and women: the Health ABC Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002; 57(5):M326-32.
133. Tam CS, Covington JD, Ravussin E, Redman LM, Pennington CT. Little evidence of systemic and adipose tissue inflammation in overweight individuals(dagger). *Front Genet.* 2012; 3:58.
134. Zatterale F, Longo M, Naderi J, Raciti GA, Desiderio A, Miele C, et al. Chronic Adipose Tissue Inflammation Linking Obesity to Insulin Resistance and Type 2 Diabetes. *Front Physiol.* 2019; 10:1607.
135. Chianca V, Albano D, Messina C, Gitto S, Ruffo G, Guarino S, et al. Sarcopenia: imaging assessment and clinical application. *Abdom Radiol (NY).* 2022; 47(9):3205-16.
136. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr.* 2009; 90(6):1579-85.

Anexos

Tabela S1. Resultados dos modelos de regressão linear com erros padrão robustos (HC3), para a associação entre indicadores de adiposidade e força de preensão da mão, em homens com idade entre os 18 e os 59 anos (n=185).

Indicador de adiposidade	Modelo	B (IC95%)	EP robusto	p	R ² Ajustado
Gordura total estimada por DXA (kg)	1	-0,008 (-0,156; 0,141)	0,075	0,920	-0,005
	2	-0,120 (-0,248; 0,008)	0,065	0,066	0,294
	3	-0,146 (-0,305; 0,013)	0,081	0,072	0,323
%MG (DXA)	1	-0,230 (-0,372; -0,088)	0,072	0,002	0,035
	2	-0,178 (-0,309; -0,046)	0,067	0,008	0,305
	3	-0,213 (-0,373; -0,053)	0,081	0,009	0,336
%MG (BIA)	1	-0,115 (-0,270; 0,039)	0,078	0,143	0,004
	2	-0,160 (-0,312; -0,008)	0,077	0,040	0,299
	3	-0,159 (-0,344; 0,016)	0,089	0,075	0,324
IMC (kg/m ²)	1	0,479 (0,133; 0,825)	0,175	0,007	0,048
	2	-0,450 (-0,710; -0,138)	0,158	0,005	0,308
	3	-0,583 (-0,590; -0,211)	0,189	0,002	0,342
PC (cm)	1	0,115 (0,003; 0,228)	0,057	0,045	0,020
	2	-0,074 (-0,172; 0,025)	0,050	0,141	0,290
	3	-0,118 (-0,261; 0,025)	0,072	0,104	0,321
WhtR	1	3,955 (-13,438; 21,348)	8,815	0,654	-0,004
	2	-26,527 (-41,460; -11,594)	7,568	<0,001	0,320
	3	-40,887 (-62,403; -19,370)	10,903	<0,001	0,367
Wht5R	1	9,227 (-5,097; 23,550)	7,260	0,205	0,004
	2	-15,663 (-27,583; -3,473)	6,178	0,012	0,303
	3	-25,019 (-42,764; -7,274)	8,992	0,006	0,343
ABSI	1	-382,508 (-673,535; -91,480)	147,504	0,010	0,033
	2	-153,568 (-405,078; 97,942)	127,470	0,230	0,287
	3	-250,236 (-608,224; 107,752)	181,402	0,169	0,318
BRI	1	0,126 (-0,768; 1,019)	0,453	0,782	-0,005
	2	-1,391 (-2,139; -0,643)	0,379	<0,001	0,321
	3	-2,085 (-3,158; -1,012)	0,544	<0,001	0,368
IC	1	-7,630 (-22,433; 7,174)	7,503	0,311	0,000
	2	-11,240 (-23,665; 1,186)	6,297	0,076	0,293
	3	-19,076 (-38,095; -0,057)	9,637	0,049	0,329

Modelo 1 (sem ajuste para covariáveis); Modelo 2 (ajustado para a ALST/estatura²); Modelo 3 (ajustado adicionalmente para o tabagismo, estado profissional, número de medicamentos e idade).

Abreviaturas: ABSI, índice de forma corporal; ALST/estatura², tecido mole magro apendicular ajustado à estatura; BIA, análise de impedância bioelétrica; BRI, índice de redondez; DXA, absorciometria de raios-X de dupla energia; FPM, força de preensão da mão; IC, índice de conicidade; IC95%, intervalo de confiança a 95%; IMC, índice de massa corporal; MG, massa gorda; PC, perímetro da cintura; R² ajustado, coeficiente de determinação ajustado; %MG(BIA), percentagem de massa gorda estimada por BIA; %MG(DXA), percentagem de massa gorda estimada por DXA; Wht5R, razão cintura-estatura ajustada; WhtR, razão cintura-estatura

Tabela S2. Resultados dos modelos de regressão linear com erros padrão robustos (HC3), para a associação entre indicadores de adiposidade e força de prensão da mão, em mulheres com idade entre os 18 e os 59 anos (n=395).

Indicador de adiposidade	Modelo	B (IC95%)	EP robusto	p	R ² Ajustado
Gordura total estimada por DXA (kg)	1	-0,035 (-0,106; 0,036)	0,036	0,329	0,000
	2	-0,121 (-0,191; -0,051)	0,036	<0,001	0,271
	3	-0,124 (-0,199; -0,050)	0,038	<0,001	0,274
%MG (DXA)	1	-0,185 (-0,271; -0,098)	0,044	<0,001	0,071
	2	-0,161 (-0,227; -0,095)	0,034	<0,001	0,294
	3	-0,166 (-0,237; -0,096)	0,036	<0,001	0,297
%MG (BIA)	1	-0,204 (-0,332; -0,077)	0,065	0,002	0,004
	2	-0,277 (-0,388; -0,166)	0,057	<0,001	0,314
	3	-0,284 (-0,399; -0,169)	0,058	<0,001	0,317
IMC (kg/m ²)	1	0,114 (-0,032; 0,260)	0,074	0,126	0,005
	2	-0,391 (-0,554; -0,228)	0,083	<0,001	0,298
	3	-0,426 (-0,606; -0,246)	0,092	<0,001	0,303
PC (cm)	1	0,067 (0,006; 0,128)	0,031	0,031	0,014
	2	-0,062 (-0,119; -0,006)	0,029	0,031	0,251
	3	-0,066 (-0,131; -0,001)	0,033	0,048	0,253
WHtR	1	0,094 (-8,571; 8,760)	4,408	0,983	-0,003
	2	-18,929 (-27,616; -10,242)	4,418	<0,001	0,284
	3	-22,211 (-32,517; -11,906)	5,241	<0,001	0,291
WHt5R	1	4,284 (-3,085; 11,652)	3,748	0,254	0,002
	2	-11,981 (-19,150; -4,813)	3,646	0,001	0,266
	3	-13,586 (-22,024; -5,149)	4,291	0,002	0,270
ABSI	1	-26,832 (-144,577; 90,912)	59,890	0,654	-0,002
	2	37,510 (-74,695; 149,715)	57,072	0,511	0,240
	3	69,426 (-49,607; 188,460)	60,542	0,252	0,245
BRI	1	-0,008 (-0,487; 0,471)	0,244	0,974	-0,003
	2	-1,024 (-1,517; -0,531)	0,251	<0,001	0,285
	3	-1,179 (-1,761; -0,597)	0,296	<0,001	0,291
IC	1	1,227 (-5,823; 8,277)	3,586	0,732	-0,002
	2	-3,428 (-9,713; 2,857)	3,197	0,284	0,242
	3	-2,678 (-9,778; 4,422)	3,611	0,459	0,244

Modelo 1 (sem ajuste para covariáveis); Modelo 2 (ajustado para a ALST/estatura²); Modelo 3 (ajustado adicionalmente para a escolaridade, estado profissional, número de medicamentos e idade).

Abreviaturas: ABSI, índice de forma corporal; ALST/estatura², tecido mole magro apendicular ajustado à estatura; BIA, análise de impedância bioelétrica; BRI, índice de redondez; DXA, absorciometria de raios-X de dupla energia; FPM, força de prensão da mão; IC, índice de conicidade; IC95%, intervalo de confiança a 95%; IMC, índice de massa corporal; MG, massa gorda; PC, perímetro da cintura; R² ajustado, coeficiente de determinação ajustado; %MG(BIA), percentagem de massa gorda estimada por BIA; %MG(DXA), percentagem de massa gorda estimada por DXA; WHt5R, razão cintura-estatura ajustada; WHtR, razão cintura-estatura

Anexo 1: Questionário utilizado no estudo NutriFunction.

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO
UNIVERSIDADE DO PORTO

 UNIVERSIDADE
FERNANDO PESSOA

NutriFunction | New aspects of muscle function related to nutritional outcomes

Entrevistador	Código: _ _ _ Iniciais: _ _ _
Nº identificação	_ _ instit. _ _ _ _ _ partic. _ _ _ braço (NutriFunction (NF) =00; Nutric (N) =01)
Data avaliação	_ _ Dia _ _ Mês _ _ Ano
Código Completo	_ _ - _ _ - _ _ _ _ _ - _ _ _

1. Caracterização sociodemográfica

1.1. Sexo F |_| (0) M |_| (1)

1.2. Data de nascimento: |_|_| (Dia) |_|_| (Mês) |_|_|_|_| (Ano) Não sabe: |_| (777)

Idade: |_|_|_| (Anos)

1.3. Estado civil:

- Solteiro(a) |_| (0)
- Casado/ união de facto |_| (1)
- Divorciado/separado |_| (2)
- Viúvo |_| (3)
- Prefere não responder |_| (999)
- Não sabe |_| (777)

1.4. Que nível máximo de escolaridade concluiu com aproveitamento?

Caso não consiga identificar o seu nível de escolaridade, escolha a opção "Sem correspondência (anos/níveis antigos)". Se o nível de escolaridade mais elevado que completou foi obtido no estrangeiro, assinale o nível correspondente no sistema de ensino português.

1. Anos de escolaridade completos |_|_|_|

2. Nível máximo atingido:

- Nenhum |_| (0)
- Ensino básico 1º ciclo (4ºano, antigo ensino primário, 4ª classe) |_| (1)
- Ensino básico 2º ciclo (6ºano, antigo ciclo preparatório) |_| (2)
- Ensino básico 3º ciclo (9ºano, antigo 5º ano do liceu) |_| (3)
- Ensino secundário (12ºano, antigo 7º ano do liceu) |_| (4)
- Pós-secundário, ou seja, cursos de especialização tecnológica não superior |_| (5)
- Ensino Superior (Bacharelato, Licenciatura, Mestrado, Doutoramento) |_| (6)
- Sem correspondência |_| (7)
- Prefere não responder |_| (999)
- Não sabe |_| (777)

1.5. Vive com:

- Acompanhado(a) |_| (1)
- Sozinho(a) |_| (2)
- Está institucionalizado(a) |_| (3)

2. Six Item Cognitive Impairment Test (6CIT; Brooke & Bullock, 1999).

Leia e coloque as questões que se seguem:

1. Em que ano estamos?	Correto: 0 pontos Incorreto: 4 pontos	
2. Em que mês estamos?	Correto: 0 pontos Incorreto: 3 pontos	
Peça a pessoa que memorize uma frase com um endereço/morada de 5 componentes, ex: <i>Abel, Silva, Rua da Sofia, nº 42, Coimbra.</i> Repetir 3 vezes.		
3. Que horas são (aproximadamente)? <i>Tolera-se margem de erro de 1 hora.</i>	Correto: 0 pontos Incorreto: 3 pontos	
4. Conte na ordem inversa de 20 para 1. <i>Tolera-se se identifica e corrige de imediato o erro.</i>	Correto: 0 pontos Um erro: 2 pontos Mais do que um erro: 4 pontos	
5. Diga os meses do ano na ordem inversa. <i>Tolera-se se identifica e corrige de imediato o erro.</i>	Correto: 0 pontos Um erro: 2 pontos Mais do que um erro: 4 pontos	
6. Repita a frase com o endereço/morada	Correto: 0 pontos 1 erro: 2 pontos 2 erros: 4 pontos 3 erros: 6 pontos 4 erros: 8 pontos Tudo errado: 10 pontos	
Total		

Pontos de corte:

Deterioração cognitiva [atendendo ao nível de escolaridade] se:

- [≤ 2 anos de escolaridade] ≥ 12;
- [3 a 6 anos de escolaridade] ≥ 10;
- [≥ 7 anos de escolaridade] ≥ 4.
- Deterioração cognitiva [não atendendo ao nível de escolaridade] se: ≥ 10;

Se o participante obtiver pontuação indicativa de defeito cognitivo ou não conseguir assinar o consentimento informado, obter a informação através do seu tutor legal ou a assinatura de duas testemunhas e a sua identificação (nome e cartão de cidadão).

Quem Fornece informação		
O próprio __ (0)	O cuidador __ (1)	Outra pessoa __ (2)

4. ATUALMENTE, COMO SE ENCONTRA EM TERMOS PROFISSIONAIS?

Não ativo |__| (0) passar 4.1. Ativo |__| (1) Estudante |__| (2)

4.1. Escolha esta opção apenas se teve um emprego/trabalho e agora está reformado. Se nunca trabalhou, mas recebe uma reforma ou pensão escolha a opção "tem **outra** situação de inatividade".

Está reformado? |__| (0) Ou com reforma antecipada? |__| (1) Está desempregado |__| (2) Outra |__| (3)

4.2. Que profissão teve/tem?

(registar a profissão que foi desempenhada na maior parte da vida)

5. ESTILO DE VIDA

5.1. Hábitos tabágicos

Considerar fumador se fuma/fumou durante pelo menos 1 ano; considerar ex-fumador se deixou de fumar há 1 ano ou mais.

Não fumador |__| (0) Fumador |__| (1) Ex-fumador |__| (2) Tempo suspensão: |__| anos |__| meses
Nº cigarros/dia |__| |__| Consumo: |__| anos |__| meses

5.2. Bebidas alcoólicas?

5.2.1. Não |__| (0) Sim |__| (1) Prefere não responder |__| (999)

5.2.2. Com que frequência consome bebidas alcoólicas?

Todos os dias |__| (0) Duas a seis vezes por semana |__| (1) Uma vez por semana |__| (2)
Menos de uma vez por semana |__| (3)

5.2.3. Em média, quantas bebidas ingere num dia em que consuma bebidas alcoólicas?

(Considere uma medida padrão, consoante as Dietary Guidelines for Americans 2020-2025)

- . ____ cerveja(s) mini - 200ml
- . ____ cerveja(s) média - 330ml
- . ____ copo(s) de vinho tinto/branco - 150ml
- . ____ bebida(s) branca(s) - medidor 50ml
- . ____ outra, qual: _____

Prefere não responder |__| (999)

5.3. ATIVIDADE/EXERCÍCIO FÍSICO

Estamos interessados em conhecer os diferentes tipos de atividade física, que as pessoas fazem no seu quotidiano. As questões que lhe vou colocar, referem-se à semana imediatamente anterior, considerando o tempo em que esteve fisicamente ativo/a. Por favor, responda a todas as questões, mesmo que não se considere uma pessoa fisicamente ativa. Vamos colocar-lhe questões sobre as atividades desenvolvidas na sua atividade profissional e nas suas deslocações, sobre as atividades referentes aos trabalhos domésticos e às atividades que efetuou no seu tempo livre para recreação ou prática de exercício físico / desporto.

Ao responder às seguintes questões considere o seguinte:

Atividades Físicas Vigorosas: referem-se as atividades que requerem um esforço físico intenso que fazem ficar com a respiração ofegante.

Atividades Físicas Moderadas: referem-se as atividades que requerem esforço físico moderado e tornam a respiração um pouco mais forte que o normal.

*Ao responder às questões considere apenas as atividades físicas que realize durante **pelo menos 10 minutos** seguidos.*

5.3.1. Diga-me por favor, nos últimos 7 dias, em quantos dias andou pelo menos 10 minutos seguidos?

N.º |__| dias

5.3.2. Quanto, tempo no total, despendeu num desses dias, a andar/caminhar?

|__|_| horas |__|_| minutos

5.3.3. Diga-me por favor, num dia normal, quanto tempo passa sentado? Isto pode incluir o tempo que passa a uma secretária, a visitar amigos, a ler, a estudar ou a ver televisão.

|__|_| horas |__|_| minutos

5.3.4. Diga-me por favor, nos últimos 7 dias, em quantos dias fez atividades físicas vigorosas, como por exemplo, levantar objetos pesados, cavar, ginástica aeróbica, nadar, jogar futebol, andar de bicicleta a um ritmo rápido?

N.º |__| dias

5.3.5. Nos dias em que pratica atividades físicas vigorosas, quanto tempo em média dedica normalmente a essas atividades?

|__|_| horas |__|_| minutos

5.3.6. Diga-me por favor, nos últimos 7 dias, em quantos dias fez atividades físicas moderadas como por exemplo, carregar objetos leves, caçar, trabalhos de carpintaria, andar de bicicleta a um ritmo normal ou ténis de pares? Por favor, não inclua o "andar".

N.º |__| dias

5.3.7. Nos dias em que pratica atividades físicas moderadas, quanto tempo em média dedica normalmente a essas atividades?

|__|_| horas |__|_| minutos

6. Estado de saúde

6.1 PERCEÇÃO SOBRE O ESTADO DE SAÚDE

As perguntas seguintes referem-se à percepção do seu estado de saúde.

Responda a todas as perguntas escolhendo a resposta mais adequada. Se não tiver a certeza como responder a uma pergunta, por favor dê a resposta que lhe parecer mais apropriada

De uma maneira geral, como considera o seu estado de saúde?

Muito bom |__| (0) Bom |__| (1) Razoável |__| (2) Mau |__| (3) Muito mau |__| (4)

Prefere não responder |__| (999) Não consegue responder |__| (777)

6.2. Doenças crónicas

6.2.1. Tem alguma doença crónica ou problema de saúde prolongado?

Responda "Sim" se o problema de saúde dura ou possa vir a durar mais de 6 meses. Considere os problemas de saúde controlados com medicação, problemas sazonais (p. ex. alergias) ou problemas de saúde causados por lesões, patologias congénitas ou malformações à nascença.

Não |__| (0) Sim |__| (1) Prefere não responder |__| (999)

6.2.2. Indique se, durante os últimos 12 meses, sofreu das seguintes doenças:

	Não ⁽⁰⁾	Sim ⁽¹⁾	Prefere não responder ⁽⁹⁹⁹⁾	Não sabe ⁽⁷⁷⁷⁾
6.2.2.1. Asma (incluindo asma alérgica)				
6.2.2.2. Bronquite crónica, doença pulmonar obstrutiva crónica ou enfisema				
6.2.2.3. Enfarte do miocárdio (ou ataque cardíaco) ou de consequências crónicas de um enfarte do miocárdio				
6.2.2.4. Doença coronária ou angina de peito (<i>Considere todas as doenças das artérias do coração. Não considere as consequências crónicas do enfarte do miocárdio</i>)				
6.2.2.5. Insuficiência cardíaca				
6.2.2.6. Tensão arterial alta, i.e., hipertensão arterial				
6.2.2.7. AVC (acidente vascular cerebral) ou de consequências crónicas de um AVC				
6.2.2.8. Artrose (ou doença degenerativa das articulações) Se sim, indicar o/os membros afetados _____				
6.2.2.9. Dores lombares ou outros problemas crónicos nas costas				
6.2.2.10. Dores cervicais ou outros problemas crónicos no pescoço				
6.2.2.11. Diabetes				
6.2.2.12. Cirrose hepática <i>Doença crónica do fígado. Inclui todas as cirroses (mesmo não alcoólicas)</i>				
6.2.2.13. Alergias (rinite, febre dos fenos, conjuntivite alérgica, dermatite, alergias alimentares ou outras alergias) <i>Não considere a asma alérgica</i>				
6.2.2.14. Problemas renais crónicos, incluindo insuficiência renal <i>As pedras nos rins só devem ser consideradas caso entenda que é um problema crónico ou prolongado</i>				
6.2.2.15. Incontinência urinária ou problemas de controlo da bexiga?				
6.2.2.16. Depressão?				
6.2.2.17. Neoplasia (cancro)? Se sim, registar o nome _____				
6.2.2.18. Outra? Se sim, registar o nome _____				

6.3. Medicamentos: quantos medicamentos com princípios ativos diferentes, está a tomar diariamente? |__|__|

6.3. REGISTO DE MEDICAMENTOS e SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS

6.3.1 Autoreporte? Sim |__| (1) Não |__| (0)

Atualmente, que medicamentos e suplementos nutricionais toma diariamente? *Registar o nome e tomas diárias de consumo regular.*

	Nome do <u>medicamento</u>	Dose	Nº de tomas diárias	Nome do <u>suplemento nutricional</u>	Nº de tomas diárias
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Obs. : _____

8. ESTADO NUTRICIONAL

8.1 ANTROPOMETRIA

8.1.1. Peso *Registe o peso com roupas leves e sem sapatos* |__|__|__|,|__| (kg)

8.1.2. Estatura *Registe a estatura sem sapatos* |__|__|__|,|__| (cm)

8.1.3. Comprimento da mão |__|__|,|__| (cm)

8.1.4. Comprimento do dedo médio |__|__|,|__| (cm)

8.1.5. Diâmetro da mão |__|__|,|__| (cm)

8.1.6. Adutor do polegar |__|__|,|__| (mm)

8.1.7. Perímetro do meio braço |__|__|__|,|__| (cm)

8.1.8. Prega cutânea tricipital |__|__|__|,|__| (mm)

8.1.9. Perímetro da perna |__|__|__|,|__| (cm)

8.1.10. Prega cutânea da perna |__|__|,|__| (mm)

8.1.11. Perímetro da cintura |__|__|__|,|__| (cm)

8.1.12. Altura do joelho |__|__|,|__| (cm)

8.1.13. Diâmetro da perna |__|__|,|__| (cm)

8.1.14. Yubi-mão |__|__|,|__| (cm)

8.2, "Yubi-wakka" (finger-ring) test

Todos os procedimentos devem ser realizados com o participante sentado e sem recurso a nenhum instrumento.

Instruções:

1. Fazer um anel com os dedos indicadores e polegares de ambas as mãos, como mostra a figura "Yubi-wakka" (finger-ring);

2. Posicionar a perna a um ângulo de 90°. Deslizar suavemente a mão no formato supracitado ao longo do gêmeo da perna não dominante;

3. Verificar se a circunferência geminal da perna não dominante é ou não **1) maior; 2) ajustada ou 3) menor** que o "Yubi-wakka" finger-ring.

Selecionar a opção:

|__| Perna menor (0) |__| Perna igual (1) |__| Perna maior (2)

8.3. Biomedância

8.3.0 Documentar as seguintes situações:

Pacemaker ou outro implante (p.ex.: bomba de insulina): Sim |__| (1) Não |__| (0)

Edema: Sim |__| (1) Não |__| (0)

Amputação: membro _____ lado _____

Jejum: _____ horas

Ingestão de bebidas alcoólicas e café: _____ horas

Exercício físico: _____ horas

Diálise: _____ horas

Toma de diuréticos: _____ horas

Mulheres em idade reprodutiva - período menstrual Sim |__| (1) Não |__| (0)

Implantes metálicos (dentários, piercings, etc): Sim |__| (1) Não |__| (0)

Outros _____

8.3.1. Resistência |__|__|__| (Ω)

8.3.2. Reactância |__|__|__| (Ω)

8.3.3. Ângulo de fase |__|__|__| (°)

8.4. INDICADORES FUNCIONAIS

8.4.1. Força de preensão da mão

8.4.1.2. Membro superior dominante: Esquerdo |__| (0) Direito |__| (1)

8.4.1.3. Membros superior avaliados: Apenas esquerdo |__| (0) Apenas direito |__| (1) Ambos |__| (2)

8.4.1.4. Registo da força máxima GripWise (dados registados na aplicação)

Se o participante não realizou o teste (registar a causa):

Tentou, mas incapaz por limitação dos membros superiores |__| (0)

Tentou, mas incapaz por outra limitação |__| (1)

Recusou |__| (2)

Outra? Qual? _____

|__| (3)

8.4.2. Velocidade da marcha (tempo necessário para caminhar 4.6m)

|__| |__| |__| , |__| |__| (segundos)

Se o participante não realizou o teste (registrar a causa):

- | | |
|---|---------|
| Tentou, mas incapaz | __ (0) |
| Participante não conseguiu caminhar sem assistência | __ (1) |
| Não tentou, inquiridor não se sentiu seguro | __ (2) |
| Não tentou, participante não se sentiu seguro | __ (3) |
| Participante incapaz de perceber as instruções | __ (4) |
| Recusou | __ (5) |
| Outra? Qual? _____ | __ (6) |

8.4.2.1. O participante recorreu à ajuda de algum apoio para realizar o teste?

- | | |
|-----------|---------------------|
| Não | __ (0) |
| Bengala | __ (1) |
| Andarilho | __ (2) |
| Outro | __ (3) Qual? _____ |

9.1. RASTREIO da DESNUTRIÇÃO *Mini-Nutritional Assessment - Short Form (Comunidade) ou NRS 2002 (Hospital)*

9.1.1 Mini-Nutritional Assessment - Short Form (Comunidade; 65 ou mais anos)

Completar a avaliação, preenchendo as caixas com os números adequados. Somar para obter o score final de rastreio.

A Nos últimos três meses houve diminuição da ingestão alimentar devido à perda de apetite, problemas digestivos ou dificuldade para mastigar ou deglutir? |__|

- 0 = diminuição grave da ingestão
1 = diminuição moderada da ingestão
2 = sem diminuição da ingestão

B Perda de peso nos últimos 3 meses |__|

- 0 = superior a três quilos
1 = não sabe informar
2 = entre um e três quilos
3 = sem perda de peso

C Mobilidade |__|

- 0 = restrito ao leito ou à cadeira de rodas
1 = deambula, mas não é capaz de sair de casa
2 = normal

D Passou por algum stress psicológico ou doença aguda nos últimos três meses? |__|

- 0 = sim 2 = não

E Problemas neuropsicológicos? |__|

- 0 = demência ou depressão graves
1 = demência leve
2 = sem problemas psicológicos

F1 Índice de Massa Corporal (IMC = peso [kg]/estatura [m²]) |__|

- 0 = IMC < 19
1 = 19 ≤ IMC < 21
2 = 21 ≤ IMC < 23
3 = IMC ≥ 23

(SE O CÁLCULO DO IMC NÃO FOR POSSÍVEL, SUBSTITUIR A QUESTÃO F1 PELA F2. NÃO PREENCHA A QUESTÃO F2 SE A QUESTÃO F1 JÁ TIVER SIDO COMPLETADA).

F2 Perímetro da Perna (PP) em cm |__|

- 0 = PP menor que 31
3 = PP maior ou igual a 31

Score de Rastreio (máximo: 14 pontos) |__| |__|

- 12-14 pontos - estado nutricional normal (0)
8-11 pontos - sob risco de desnutrição (1)
0-7 pontos - desnutrido (2)

9.1.2 NRS 2002 (Hospital)

Tabela 1*

Rastreio inicial

	SIM	NÃO
1 O IMC é < 20,5?		
2 O doente perdeu peso nos últimos 3 meses?		
3 O doente teve uma redução na sua ingestão alimentar na última semana?		
4 O doente está gravemente doente? (p.e. em terapêutica intensiva)		

SIM: Se a resposta for "Sim" em qualquer questão, efetuar o rastreio da Tabela 2.
NÃO: Se a resposta for "Não" para todas as questões, o doente é novamente rastreado em intervalos semanais. Se o doente p.e. tem uma cirurgia 'major' programada, é considerado preventivamente um plano de cuidados nutricionais que evite o risco associado.

*Nota do tradutor: de acordo com a publicação original (2003), a Tabela 1 poderá ser aplicada em serviços/unidades de internamento onde previsivelmente a prevalência de risco nutricional seja baixa.

Tabela 2

Rastreio final

DETERIORAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL			GRAVIDADE DE DOENÇA (= AUMENTO DAS NECESSIDADES)		
Ausente	pontuação 0	Estado nutricional normal	Ausente	pontuação 0	Necessidades nutricionais normais
Ligeira	pontuação 1	Perda de peso > 5% em 3 meses OU Ingestão alimentar abaixo de 50-75% das necessidades na semana anterior	Ligeira	pontuação 1	Fratura da anca*, Doentes crónicos, em particular com complicações agudas: cirrose*, DPOC*, Hemodiálise crónica, diabetes, oncologia.
Moderada	pontuação 2	Perda de peso > 5% em 2 meses OU IMC 18,5-20,5 + deterioração do estado geral OU Ingestão alimentar 25-60% das necessidades na semana anterior	Moderada	pontuação 2	Cirurgia abdominal 'major'*, AVC*, Pneumonia grave, malignidade hematológica
Grave	pontuação 3	Perda de peso > 5% em 1 mês (>15% em 3 meses) OU IMC < 18,5 + deterioração do estado geral OU Ingestão alimentar 0-25% das necessidades na semana anterior	Grave	pontuação 3	Lesão craneoencefálica*, Transplante de medula óssea*, Doentes de cuidados intensivos (APACHE > 10)
Pontuação	+		Pontuação	= Pontuação total:	
Idade	se ≥ 70 anos: adicionar 1 à pontuação total anterior		Idade	= pontuação ajustada para a idade:	

Pontuação ≥ 3: o doente está em risco nutricional e é iniciado um **plano de cuidados nutricionais**
 Pontuação < 3: **repetir rastreio semanalmente**. Se o doente p.e. tem uma cirurgia 'major' programada, é considerado preventivamente um plano de cuidados nutricionais que evite o risco associado.

* Indica que um ensaio clínico suporta especificamente a inclusão da patologia nessa categoria de gravidade.
 Os diagnósticos apresentados em itálico são baseados nos padrões de gravidade descritos abaixo.

9.2 GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition (Hospital)

Peso há 6 meses: |__|__|__|, |__| (kg)

Peso há 1 ano: |__|__|__|, |__| (kg)

9.2.1) Diminuição da ingestão alimentar ≤50% das necessidades na última semana?

Sim |__| (1) Não |__| (0)

9.2.2) Diminuição da ingestão alimentar nas duas últimas semanas?

Sim |__| (1) Não |__| (0)

9.2.3) Sintoma gastrointestinal crónico nas duas últimas semanas

(com impacto negativo na ingestão ou absorção)?

Sim |__| (1) Não |__| (0)

9.3 MUST (Comunidade; < 65 anos)

Passo 1.

IMC kg/m ²	Pontuação
>20 (>30 Obesidade)	= 0
18.5-20	= 1
<18.5	= 2

Passo 2.

Perda de peso involuntária nos últimos 3 a 6 meses	
%	Pontuação
<5	= 0
5-10	= 1
>10	= 2

Passo 3.

Se o indivíduo está gravemente doente e reduziu drasticamente a ingestão nutricional ou se se prevê não conseguir alimentar-se durante >5 dias
Pontuação 2

Passo 1: |__| Passo 2: |__| Passo 3: |__| Pontuação final: |__|

10.1. "FRAIL SCALE" 65 ou mais anos

(APLICAR APENAS A PESSOAS COM 65 OU MAIS ANOS DE IDADE)

Componente	Questão	Pontuação
1. Fadiga	Quanto tempo se sentiu cansado nas últimas 4 semanas?	1 = O tempo todo 2 = A maior parte do tempo 3 = Durante alguma parte do tempo 4 = Pouco tempo 5 = Nunca Respostas de "1" ou "2" são pontuados como 1 e todas as outras como 0.
2. Resistência	Sozinho (a) e sem apoios, tem alguma dificuldade em subir 10 degraus sem descansar?	1 = Sim 0 = Não
3. Deambulação	Sozinho (a) e sem apoios, tem alguma dificuldade em caminhar várias centenas de metros?	1 = Sim 0 = Não
4. Doença	Para 11 doenças, os participantes são questionados: "Algum médico alguma vez lhe disse que tem [doença]?" As doenças são: hipertensão, diabetes, cancro (exceto cancro da pele não-melanoma), doença pulmonar crónica, enfarte, insuficiência cardíaca congestiva, angina, asma, artrite, AVC e doença renal.	1 = Sim 0 = Não O número total de doenças (0-11) é recodificado como 0 4 = 0 e 5 - 11 = 1
5. Perda de peso	Qual é o seu peso com roupa, mas sem sapatos? [peso atual] Há um ano, em (mês, ano), quanto pesava sem sapatos e com as roupas vestidas? [peso há 1 ano]	Percentagem de variação de peso é calculada como: [(peso há 1 ano – peso atual) / peso há 1 ano] * 100. Perda de peso ≥ 5% = 1 Perda de peso < 5% = 0

10.2. ESCALA DE FRIED

10.2.1. PERDA DE PESO >4,5 kg no último ano, de forma não intencional Não |__| (0) Sim |__| (1)

10.2.2. "Tudo o que faço é em esforço". Na semana passada, quantas vezes se sentiu assim?

Nunca ou quase nunca (< 1 dia)	__ (0)
Às vezes (1 – 2 dias)	__ (1)
Algumas vezes (3 – 4 dias)	__ (2)
Quase sempre ou sempre	__ (3)

10.2.3. "Eu não consigo continuar". Na semana passada, quantas vezes se sentiu assim?

Nunca ou quase nunca (< 1 dia)	__ (0)
Às vezes (1 – 2 dias)	__ (1)
Algumas vezes (3 – 4 dias)	__ (2)
Quase sempre ou sempre	__ (3)

Anexo 2: Parecer da comissão de ética sobre o projeto NutriFunction.

Page 1 of 4



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO
UNIVERSIDADE DO PORTO

COMISSÃO DE ÉTICA**PARECER Nº 71/2022/CEFCNAUP/2022****Título do Projeto:**

Nutrifunction | New aspects of muscle function related to nutritional outcomes

Submetido por:

Teresa Amaral

Instituições envolvidas no estudo:

Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação

Universidade Fernando Pessoa – Porto: FP-I3ID, FCS

Outras instituições como lares, instituições locais de saúde e hospitais

Relator: Rita Negrão

Âmbito do Projeto submetido: Projeto de investigação

Duração do estudo: É referido que o estudo poderá ser iniciado se e quando obtiver Parecer positivo da Comissão de Ética da FCNAUP e que tem uma duração prevista de dois anos.

Objetivo do estudo

Identificar outras características para além da força preensora da mão (*Handgrip strength*, HGF) máxima, que possam ser utilizadas como indicadores clínicos.

Desenvolver indicadores de perfis da HGF com base numa população de adultos saudáveis e estudar os critérios e validade preditiva no diagnóstico de desnutrição e sarcopenia, e também de fragilidade, tanto em adultos saudáveis como em hospitalizados.

Pertinência e conceção do estudo

A realização do estudo está justificada e os aspetos metodológicos estão bem descritos.

A HGF é um marcador da função muscular do membro superior e da força geral e é reconhecido que o comprometimento da força muscular pode ocorrer quatro décadas antes de mudanças na estrutura e composição muscular. De acordo com isto, a HGF máxima tem sido amplamente utilizada na triagem, diagnóstico e monitorização de diversas situações e patologias, relacionadas com o comprometimento funcional e nutricional. Embora o valor da HGF máxima seja um indicador largamente utilizado, recentemente têm sido realizadas tentativas de identificação de outros indicadores da função muscular, que possam descrever melhor a função e força muscular geral.

O estudo apresentado é um estudo multicêntrico que inclui participantes da comunidade e doentes hospitalares. Será recrutada uma amostra de conveniência de 500 indivíduos saudáveis com idade superior ou igual a 18 anos da comunidade, através de instituições locais de saúde e lares. Em ambiente hospitalar, prevê-se o recrutamento de uma amostra de 800 pacientes com idade superior ou igual a 18 anos.

Serão recolhidos dados demográficos, de estilo de vida, antropométricos e de composição corporal, de atividade física (versão abreviada do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ-SF) validado para a população portuguesa), sobre o padrão alimentar (*14-Item Mediterranean Diet Assessment Tool based on PREDIMED trial*), de qualidade de vida (questionário WHOQOL-BREF) e da performance cognitiva (versão portuguesa do *Mini Mental State Examination*, MMSE). Também serão recolhidas informações sobre o estado de saúde, a terapia medicamentosa e os suplementos alimentares. Serão ainda recolhidas algumas informações dos arquivos clínicos dos doentes hospitalares, nomeadamente parâmetros inflamatórios, quando disponíveis, e estimados os custos de hospitalização. O estado e risco de desnutrição será avaliado por recurso a ferramentas já estabelecidas (MUST, MNA-SF, NRS 2002, GLIM). O estado funcional será avaliado por meio da força preensora da mão, da extensão do joelho e da velocidade da marcha em todos os participantes, sempre que possível. Serão identificadas situações de sarcopenia e fenótipos de fragilidade.

Benefícios/riscos

Não estão previstos riscos associados à participação neste estudo. Os participantes têm o benefício de poderem ter acesso aos resultados do seu estado funcional e nutricional e os

médicos que os acompanham serão informados de qualquer anomalia relativa aos valores obtidos para os parâmetros analisados.

Respeito pela liberdade e autonomia do sujeito da investigação

Na informação ao participante e no consentimento informado estão garantidos o respeito pela liberdade e autonomia do sujeito, referindo que a participação no estudo é voluntária e que a desistência é possível a qualquer momento.

Confidencialidade dos dados

O anonimato é garantido na recolha, armazenamento e publicação dos dados. A confidencialidade será assegurada pela anonimização dos dados recolhidos, sendo a ligação do identificador com a identidade dos participantes registada em caderno de papel mantido em armário fechado ou num banco de dados informatizado sem conexão com a internet, acessível apenas ao investigador principal. As informações relativas à identificação dos participantes serão destruídas dois anos após a conclusão do estudo. A confidencialidade dos dados é garantida pelo investigador na informação ao participante.

Obtenção do consentimento informado

Os participantes serão informados de todos os procedimentos e prestarão consentimento informado para participar no estudo, por escrito. No documento de informação ao participante é referida a possibilidade de recolha de dados do arquivo clínico, no caso dos doentes hospitalizados, e é dada garantia de que estes dados serão armazenados de forma segura e anónima. Os documentos de informação ao participante e de consentimento informado respeitam as normas éticas. Quando não for possível ao participante prestar o consentimento informado, é referido que este será pedido ao seu tutor legal.

Elo de ligação

Não está definido elo de ligação com a Universidade Fernando Pessoa, embora vários elementos desta instituição façam parte da equipa de investigação do projeto.

Autorizações necessárias

Estão previstas.

Estando prevista a participação de doentes de lares e hospitais, e o acesso a dados de arquivos clínicos dos doentes, não são mencionados os lares e hospitais em que este estudo irá decorrer, porque ainda não foram formalizadas as colaborações. No projeto é referido que serão pedidas as autorizações necessárias às instituições "The necessary authorizations from each institutions administration board, will be obtained" sendo também referido que serão pedidos pareceres das comissões de ética das instituições, sempre que necessárias "This protocol will be further submitted to local Ethics Committees, if requested".

Indemnização por danos:

Não aplicável.

Continuação do tratamento/Seguimento de problemas identificados:

Não está previsto um acompanhamento ou seguimento dos participantes, mas é referido que os participantes podem ter acesso aos resultados do seu estado funcional e nutricional e que os médicos que os acompanham serão informados de qualquer anomalia relativa aos valores obtidos para os parâmetros analisados.

Curriculum do investigador e equipa:

Foram enviados em conjunto com o requerimento e demonstram grande experiência prévia e capacidade adequada ao desenvolvimento do estudo em questão.

Conclusão

Do exposto, considera-se que o projeto de investigação se mostra cientificamente justificado e sem limitações do ponto de vista ético, pelo que a Comissão dá parecer favorável à sua realização.

Pedimos que nos seja enviado um relatório final do projeto, após a conclusão do mesmo.

Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto,
21 de fevereiro de 2022

O Relator	A Presidente
	
Prof ^a . Doutora Rita Negrão	Prof ^a . Doutora Sara Rodrigues

