

**Universidade Federal de São Carlos - UFSCar**  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

**A obesidade abdominal acelera o declínio da força neuromuscular em pessoas com mais de 50 anos de idade? Conclusões do Estudo *ELSA***

**Danilo Henrique Trevisan de Carvalho**

São Carlos – SP  
2018

**Universidade Federal de São Carlos - UFSCar**  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

**A obesidade abdominal acelera o declínio da força neuromuscular em pessoas com mais de 50 anos de idade? Conclusões do Estudo *ELSA***

**Danilo Henrique Trevisan de Carvalho**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Tiago da Silva Alexandre.

São Carlos – SP  
2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Danilo Henrique Trevisan de Carvalho, realizada em 07/02/2018:

---

Prof. Dr. Tiago da Silva Alexandre  
UFSCar

---

Profa. Dra. Sandra Maria Lima Ribeiro  
USP

---

Profa. Dra. Anielle Cristhine de Medeiros Takahashi  
UFSCar

*Dedico este trabalho à **vida**, pela  
oportunidade de aprendizado.*

## AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pelo dom da vida, saúde e por guiar o meu caminho.

Ao **Professor Dr. Tiago da Silva Alexandre**, pela oportunidade, confiança, disponibilidade e todos os valiosos ensinamentos. Por mais que existam palavras a serem escritas aqui, nenhuma delas será suficiente para traduzir a minha gratidão.

Às **Professoras Dra. Anielle Cristhine de Medeiros Takahashi** e **Dra. Sandra Maria Lima Ribeiro** pelas importantes contribuições com a dissertação.

Aos meus pais, **Dulcinéia** e **Eugenio**, por serem meus eternos incentivadores e à minha avó **Palmira**, por ser um exemplo de força e honestidade em minha vida.

Ao **Felipe Rocha** e **Cláudio Santos** (*in memoriam*), pelo ombro amigo, acolhida e proporcionar momentos de tranquilidade. Ao **Fernando Rocha**, pelo carinho e apoio irrestrito mesmo à distância e à **Roberta Máximo**, pela amizade e estar sempre disposta a ajudar.

Ao **Cesar, Deysiè, Eduardo, Elias, Hokan, José, Laércio, Luizinho, Raquel, Tatiane** e **Willian**, pelas conversas construtivas e apoio.

Aos amigos **Allan, Ana Carolina, Ana Gabriela, Estefani, Eld, Fernanda, Isabela Machado, Isabela Martins, Maria Rita, Marielli** e **Tânia**, pelos bons momentos e torcida.

Aos integrantes do **Estudo ELSA** e seus participantes, por propiciarem os dados utilizados no presente estudo.

À **CAPES**, pelo apoio e financiamento do projeto.

**Boa leitura!**

## RESUMO

**Objetivo:** Analisar o quanto a presença de obesidade abdominal pode acelerar o declínio da força neuromuscular em indivíduos de 50 anos ou mais num período de oito anos de acompanhamento. **Método:** Foram utilizados dados de 5.181 participantes do *English Longitudinal Study of Ageing (ELSA)*. A força neuromuscular foi medida através da força de preensão manual. Os participantes foram classificados como obesos abdominais quando apresentassem circunferência de cintura > 102 cm para homens e > 88 cm para mulheres. Após a avaliação na linha de base, as reavaliações foram realizadas em 4 e 8 anos de acompanhamento. Modelos mistos lineares generalizados controlados por fatores socioeconômicos, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade foram utilizados tendo o declínio da força de preensão manual como desfecho. **Resultados:** Apesar dos homens obesos abdominais partirem de uma trajetória com maior força neuromuscular, os mesmos apresentaram maior declínio de força ao longo dos oito anos de acompanhamento (- 0,12 kg ao ano; IC 95% - 0,24 – - 0,01) quando comparados aos não obesos abdominais. O mesmo não foi constatado nas mulheres. É válido destacar que os modelos não estratificados, somente controlados por sexo, demonstravam, incorretamente, que tal situação se dava em ambos os sexos. **Conclusão:** A obesidade abdominal apresenta diferentes efeitos no declínio da força neuromuscular entre homens e mulheres ao longo do tempo. A maior adiposidade em região abdominal é preditora de uma pior trajetória de força neuromuscular apenas no sexo masculino.

**Descritores:** Força Neuromuscular, Força de Preensão Manual, Dinapenia, Circunferência de Cintura, Obesidade Abdominal, Envelhecimento, Estudo *ELSA*.

## ABSTRACT

**Objective:** The present study aimed to analyze how the presence of abdominal obesity can hasten the muscle strength decline in individuals aged 50 years or older over eight years of follow-up. **Methods:** We used longitudinal data from 5,181 participants from the English Longitudinal Study of Ageing (ELSA). The presence of abdominal obesity was defined by the waist circumference > 102 cm for men and > 88 cm for women. After the baseline evaluation, new assessments were performed after 4 and 8 years subsequently. It was used generalized linear mixed models controlled by sociodemographic status, behavioural characteristics, clinical conditions, neuropsychiatric factors, serum and functional markers with handgrip strength decline as the outcome. **Results:** Although abdominal obese men started the trajectory with greater muscle strength, they had a higher muscle strength decline over eight years of follow-up (- 0.12 kg per year, 95% CI - 0.24 – - 0.01) compared to those men without abdominal obesity. The same results were not observed in women. It is important to mention that the non-stratified models, controlled by sex, incorrectly demonstrated that this outcome was valid for both sexes. **Conclusion:** Abdominal obesity has different effects on muscle strength decline among men and women over time. The larger adiposity in the abdominal area is predictive for worse trajectory of muscle strength decline only in men.

**Key words:** Muscle Strength, Handgrip Strength, Dynapenia, Waist Circumference, Abdominal Obesity, Aging, ELSA Study.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo teórico para a investigação do declínio de força muscular sob o aspecto da obesidade abdominal.....	29
<b>Figura 2.</b> Trajetória do declínio da força neuromuscular de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 5.181), Estudo ELSA, Inglaterra, 2004/2005 – 2012/2013. ....	38
<b>Figura 3.</b> Trajetória feminina do declínio da força neuromuscular de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 2.827), Estudo ELSA, Inglaterra, 2004/2005 – 2012/2013. ....	47
<b>Figura 4.</b> Trajetória masculina do declínio da força neuromuscular de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 2.354), Estudo ELSA, Inglaterra, 2004/2005 – 2012/2013. ....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características da amostra total na linha de base e de acordo com o estado de obesidade abdominal em 5.181 indivíduos com 50 anos ou mais participantes do Estudo ELSA, Inglaterra, 2004/2005. ....	32
<b>Tabela 2.</b> Estimativas dos Modelos Mistos Lineares Generalizados para a força neuromuscular como função do estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento em indivíduos com mais de 50 anos de idade residentes na Inglaterra (n = 5.181) – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013). ....	36
<b>Tabela 3.</b> Valores preditivos (kg) e valores do declínio anual (kg) da força neuromuscular de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 5.181) – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013). ....	37
<b>Tabela 4.</b> Características da amostra na linha de base de acordo com o sexo e estado de obesidade abdominal dos 5.181 indivíduos com 50 anos ou mais participantes do Estudo ELSA, Inglaterra, 2004/2005. ....	40
<b>Tabela 5.</b> Prevalência da obesidade abdominal em indivíduos com 50 anos ou mais nas Ondas 2 (2004/2005), 4 (2008/2009) e 6 (2012/2013) do Estudo ELSA de acordo com o sexo dos participantes, Inglaterra, 2004/2005 – 2012/2013. ....	43
<b>Tabela 6.</b> Estimativas dos Modelos Mistos Lineares Generalizados para a força neuromuscular de acordo com o sexo como função do estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento em indivíduos com mais de 50 anos de idade residentes na Inglaterra (n = 5.181) – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013). ....	44
<b>Tabela 7.</b> Valores preditivos (kg) e valores do declínio anual (kg) da força neuromuscular de acordo com o sexo e o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 5.181) – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013). ....	46
<b>Tabela 8.</b> Estimativas dos Modelos Mistos Lineares Generalizados para a força neuromuscular como função do estado de obesidade abdominal, sem pessoas desnutridas na linha de base (IMC < 18,5kg/m <sup>2</sup> ), em oito anos de acompanhamento em indivíduos com mais de 50 anos de idade residentes na Inglaterra (n = 5.138) – Análise de sensibilidade – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013). ....	49
<b>Tabela 9.</b> Estimativas dos Modelos Mistos Lineares Generalizados para a força neuromuscular como função do índice de massa corporal em oito anos de acompanhamento em indivíduos com mais de 50 anos de idade residentes na Inglaterra (n = 5.181) – Análise de sensibilidade – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013). ....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVE - Acidente vascular encefálico

CC - Circunferência de cintura

*CES-D - Center for Epidemiological Studies – Depression Scale*

*DEXA - Dual – energy X – ray Absorptiometry*

*ELSA - English Longitudinal Study of Ageing*

*EWGSOP - European Working Group on Sarcopenia in Older People*

*FNIH - Foundation for the National Institutes of Health Sarcopenia Project*

Hb - Hemoglobina

*HDL - High density lipoprotein*

*HSE - Health Survey for England*

IC - Intervalo de confiança

IGF-1 - Fator de sinalização do crescimento

IL-6 - Interleucina – 6

IMC - Índice de massa corporal

*LDL - Low density lipoprotein*

*OR - Odds ratio*

PCR - Proteína C reativa

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TNF- $\alpha$  - Fator de necrose tumoral alfa

TNF- $\beta$  - Fator de necrose tumoral beta

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>20</b>
<b>3 CASUÍSTICA E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO .....	21
3.2 ESTUDO ELSA .....	21
3.3 AMOSTRA .....	22
3.4 VARIÁVEL DEPENDENTE.....	22
3.5 VARIÁVEL DE INTERESSE .....	23
3.6 VARIÁVEIS DE CONTROLE .....	24
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
3.8 ASPECTOS ÉTICOS.....	28
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>52</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas, nas últimas décadas, a população vem envelhecendo significativamente na maior parte do mundo<sup>1</sup>. Esse acontecimento se deve a fatores como a diminuição nas taxas de fecundidade e de natalidade – que reduzem a proporção de indivíduos em faixas etárias mais jovens – e, também, a queda das taxas gerais de mortalidade, que em conjunto a obtenção de maior expectativa de vida pelos avanços nas ciências médicas, tem acrescido permanentemente a percentagem de populações mais velhas<sup>2,3</sup>.

Frente a realidade do envelhecimento populacional mundial, dentre as muitas condições que podem alterar a composição corporal de pessoas mais velhas, comprometer a saúde e aumentar o risco de desfechos negativos como incapacidade, quedas, institucionalização e óbito, destacam-se a obesidade<sup>4,5,6</sup> e o declínio da massa muscular no envelhecimento, comumente denominado como sarcopenia<sup>7,8,9</sup>.

O termo sarcopenia foi usado pela primeira vez por Rosenberg, em 1989, para descrever especificamente a redução da massa muscular relacionada ao processo de envelhecimento<sup>10,11</sup>. Contudo, a partir da década seguinte, a definição de sarcopenia tornou-se mais abrangente e passou a ser regularmente utilizada para definir a perda de massa e força neuromuscular conforme se envelhece<sup>12,13</sup>.

Essa fusão conceitual era bem aceita até pouco tempo, pois atribuía-se à perda de massa muscular boa parte do declínio da força neuromuscular e, além disso, a redução da massa era considerada o principal fator desencadeante dos diversos desfechos negativos à saúde relacionados ao envelhecimento<sup>14,15,16,17</sup>.

Vale ressaltar que a utilização do conceito “sarcopenia” para descrever as mudanças na massa e força neuromuscular pressupõem que há uma relação causal entre elas, onde se assume que as alterações na massa muscular exercem determinante influência na capacidade do músculo em gerar força. Partindo deste pensamento, muitos pesquisadores deram ênfase na identificação de estratégias para a manutenção da massa muscular no envelhecimento e na elucidação das principais vias moleculares da atrofia<sup>7,8</sup>.

Contudo, recentes evidências indicam que há outras adaptações da função fisiológica que são mais capazes de mediar o decréscimo da força do que a redução da massa muscular *per si*, entre elas destacam-se as ações do sistema neuromuscular, como o declínio de drives excitatórios de centros supra-espinhais,

redução da excitabilidade dos motoneurônios alfa, reduções no recrutamento de unidade motoras, na taxa de codificação da transmissão neuromuscular e dos processos de acoplamento da excitação-contração muscular<sup>7</sup>.

Ainda, há estudos que demonstraram que as mudanças na massa muscular ao envelhecer explicam menos de 5% na variação da força neuromuscular<sup>18</sup>, e que não há uma relação linear entre essas duas condições, uma vez que o declínio da força antecede o da massa muscular<sup>18,19,20</sup>. Além disso, há evidências elucidando que a redução da força neuromuscular não pode ser prevenida apenas com o ganho ou manutenção de massa muscular<sup>18,19,21</sup>.

Goodpaster e colaboradores<sup>18</sup> acompanharam, ao longo de 3 anos, as alterações na massa (através do *Dual-energy X-ray Absorptiometry – DEXA* – e tomografia computadorizada) e na força neuromuscular (mensurada nos músculos extensores de joelho por dinamometria isocinética) em 1.880 idosos septuagenários com a intenção de examinar a variação dessas medidas ao longo do tempo. Foi constatada uma perda de força neuromuscular duas vezes maior nos homens do que em mulheres. Além disso, foi demonstrado que a redução da força neuromuscular foi três vezes maior do que a de massa muscular (estimada em - 1,0% ao ano).

Em um estudo longitudinal com 1.678 idosos (70 – 79 anos), Delmonico e colaboradores<sup>19</sup> constataram que a força neuromuscular (mensurada por meio da dinamometria isocinética de extensores de joelho) diminuiu 16,1% em homens e 13,4% em mulheres após 5 anos de acompanhamento, enquanto a área de secção transversa de coxa (medida por tomografia computadorizada) reduziu 4,9% em homens e 3,2% em mulheres no mesmo período.

Frontera e colaboradores<sup>20</sup> analisaram as mudanças relacionadas ao envelhecimento na massa muscular (através de tomografia computadorizada em nível de coxa) e na força neuromuscular (avaliada por um dinamômetro isocinético em extensores de joelho) em um seguimento de 12 anos com 9 idosos homens sedentários. Como resultados observaram uma redução anual de - 2,5% na força neuromuscular e uma diminuição de - 1,3% ao ano na área de secção transversa muscular de quadríceps. Desta forma, baseado nos estudos supracitados, fica demonstrado que a redução da força neuromuscular ocorre de forma mais acentuada do que a redução da massa muscular<sup>18,19,20</sup>.

Visser et al<sup>21</sup> e Newman et al<sup>22</sup> evidenciaram em seus estudos que a redução da massa muscular *per si* não é um boa medida preditora de incapacidade funcional

e mortalidade em populações mais velhas, e propõem que esses desfechos se deem pela redução da força neuromuscular. Assim, após compreender que a massa muscular exerce parcial influência na força neuromuscular, alguns pesquisadores adotaram a utilização de termos distintos para cada umas dessas condições<sup>7,8,23</sup>.

Desde 2008, Clark e Manini<sup>7</sup> recomendam a utilização do termo “dinapenia” para descrever a diminuição da força neuromuscular no envelhecimento e, por fim, desmembraram a relação conceitual do decréscimo de massa e força do termo “sarcopenia”. Ademais, os autores também evidenciam a força neuromuscular como a melhor medida preditiva para incapacidade funcional e mortalidade no envelhecimento<sup>8</sup>.

O consenso do *European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)*, a partir de 2010, recomenda que o diagnóstico da sarcopenia seja baseado na diminuição da massa muscular associada ao declínio da força e/ou pior desempenho físico. Na prática clínica, é preconizado o uso da circunferência da panturrilha para determinação da massa muscular, a medida da velocidade de marcha para estimar o desempenho físico e a dinamometria manual como instrumento de avaliação da força neuromuscular<sup>24</sup>.

Desta forma, o *EWGSOP* novamente reuniu as condições de redução de massa e força neuromuscular no conceito de sarcopenia e, também, passou a acrescentar a ele o baixo desempenho físico. Mesmo com a adoção conceitual de “sarcopenia”, o consenso europeu admite que utilizar o termo “dinapenia” para se referir à diminuição de força neuromuscular é o mais adequado, embora não o faça pelo fato de “sarcopenia” ser mais difundido no meio científico e que sua modificação geraria novas discussões conceituais<sup>24</sup>.

Mais recentemente, em 2014, a *Foundation for the National Institutes of Health Sarcopenia Project (FNIH)*, ao utilizar dados provenientes de nove pesquisas de base populacional, concluiu que o termo mais adequado para descrever a relação entre a redução da massa e da força neuromuscular no envelhecimento seria “déficit de função muscular esquelética”, e, que o pior desempenho físico deveria ser considerado como um desfecho da sarcopenia e da dinapenia<sup>25</sup>.

Como apresentado anteriormente, poucos foram os estudos capazes de demonstrar a associação da sarcopenia, conceituada isoladamente como redução da massa muscular, com desfechos adversos à saúde em populações mais velhas<sup>14,15,16,17</sup>. Ao contrário disso, a redução da força neuromuscular, conceituada ou

não como dinapenia, possui diversas evidências demonstrando sua forte associação com os desfechos de incapacidade funcional<sup>9,24,26,27,28,29,30,31</sup>, quedas<sup>24,32</sup>, comprometimento da mobilidade<sup>33,34,35</sup>, institucionalização e/ou hospitalizações<sup>24</sup> e, por fim, o óbito<sup>22,36,37,38,39,40,41</sup>.

São muitos os fatores que podem acentuar a redução de força neuromuscular. A título de exemplo, Stenholm e colaboradores<sup>42</sup>, em um estudo longitudinal, examinaram 963 indivíduos entre os 30 e 73 anos na linha de base, de ambos os sexos. Após 22 anos de acompanhamento, os autores concluíram que, além do avançar da idade, o sedentarismo, o tabagismo, a presença de doenças crônicas como diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, hipertensão arterial sistêmica, doenças pulmonares, desordens neuropsiquiátricas e a obesidade são preditores de um acentuado decréscimo de força neuromuscular.

Como evidenciado acima, a obesidade predispõe os indivíduos ao maior declínio de força neuromuscular<sup>42</sup>. Essa associação também foi reportada em outros dois importantes consensos sobre massa e força neuromuscular<sup>24,41</sup>. O que torna essa situação ainda mais preocupante é o fato da prevalência da obesidade ter aumentado drasticamente nas últimas décadas, principalmente em populações mais velhas<sup>5,6</sup>.

A obesidade, caracterizada pelo excesso de gordura corporal, também é uma importante condição relacionada ao envelhecimento, visto ser esperado o aumento gradativo da gordura corporal total e que a sua distribuição se modifique ao avançar da idade, o que resulta em maior adiposidade em região abdominal e deposição gordurosa no tecido muscular<sup>19,43,44</sup>.

Goodpaster e colaboradores<sup>45</sup> mostraram, após utilizar exame de tomografia computadorizada para análise da composição ao nível médio de coxa, numa amostra com 2.627 idosos entre 70 e 79 anos, que o envelhecer aumenta a quantidade de gordura infiltrada e em torno do tecido muscular, uma situação já conhecida por comprometer diretamente a qualidade muscular, caracterizada pela capacidade do músculo em produzir força por unidade de massa muscular<sup>45</sup>.

Em uma análise longitudinal ao longo de 7 anos, Noppa e colaboradores<sup>46</sup> acompanharam 1.302 mulheres com idades entre 38 e 66 anos e mostraram que a circunferência de cintura tende a aumentar 0,7 cm ao ano independentemente da idade. Isto é, mesmo os indivíduos mais velhos continuam a ter um aumento progressivo na circunferência de cintura e a sofrer os efeitos deletérios do maior acúmulo de gordura corporal.

Um importante aspecto metabólico sobre a obesidade, principalmente a abdominal, é que esta parece acarretar resistência do tecido muscular às adipocitocinas – como a adiponectina e leptina – associadas à um adequado balanço energético, à modulação de respostas imunoinflamatórias e do metabolismo de glicose e ácidos graxos. Frente à essa resistência às adipocitocinas, espera-se que o músculo apresente menor oxidação de ácidos graxos, maior deposição gordurosa e resistência insulínica, o que pode acarretar em desequilíbrio entre síntese e degradação proteica muscular<sup>47,48</sup>.

Outra característica associada ao processo de envelhecimento é o aumento dos níveis de citocinas pró-inflamatórias circulantes no corpo. A expressão dessas substâncias nocivas ao metabolismo neuromuscular é ainda mais acentuada em situações de grandes montantes gordurosos, principalmente quando alojados em região abdominal, conhecido por ser mais metabolicamente ativo a secretar essas citocinas<sup>47,48,49</sup>, o que torna a medida da circunferência de cintura uma importante ferramenta de avaliação da composição corporal em maiores idades<sup>50,51,52,53,54</sup>.

Dentre as citocinas pró-inflamatórias, se sobressaem os fatores de necrose tumoral alfa e beta (TNF- $\alpha$  e TNF- $\beta$ )<sup>51,52</sup> e a interleucina-6 (IL-6)<sup>52,53</sup>, estas com funções que repercutem em maior catabolismo muscular e, além disso, os fatores de necrose tumoral também acarretam numa supressão anabólica, pois deprimem a expressão do fator de sinalização do crescimento derivado da insulina (IGF-1) – um importante agente reparador neural e do tecido muscular<sup>54</sup>.

Por esses motivos, a resistência muscular às adipocitocinas e o aumento da expressão de citocinas pró-inflamatórias relacionadas à gordura abdominal podem desequilibrar a manutenção da homeostase neuromuscular e contribuir, como demonstrado em diversos estudos, para o maior comprometimento muscular na geração da força<sup>30,50,51,52,53,54,55,56</sup>.

Dessa forma, a circunferência de cintura (CC) vem se destacando dentre as formas de se avaliar a obesidade, visto o crescente número de estudos comprovando que esta medida, indicativa de obesidade abdominal, é mais acurada para avaliar a adiposidade do que o índice de massa corporal<sup>48,49</sup> e está fortemente associada à desfechos negativos como distúrbios metabólicos<sup>57,58</sup>, incapacidades em função física<sup>58,59,60,61</sup> e o óbito<sup>62</sup>.

Recentemente, um estudo transversal de Keevin e colaboradores<sup>49</sup> usando dados de 8.441 indivíduos entre 48 a 92 anos de idade, de ambos os sexos,

provenientes do *European Prospective Investigation into Cancer-Norfolk*, demonstraram uma forte associação entre maiores concentrações gordurosas abdominais e menor força neuromuscular, de forma que a cada aumento de 10 cm na medida da circunferência de cintura, a força de preensão manual diminuiu em média 3,56 kg (IC95% 3,04 – 4,08) em homens e 1,00 kg (IC95% 0,74 – 1,24) em mulheres.

Triana-Reina e Ramírez-Vélez<sup>63</sup>, num estudo transversal com 176 adultos, com idades entre 18 e 30 anos, analisaram a correlação entre a dinamometria manual e marcadores precoces de risco cardíaco, dentre eles a circunferência de cintura. Os autores demonstraram que a cada aumento em centímetros (cm) da medida abdominal, a força de preensão manual diminuiu - 0,31 kg ( $p = 0,001$ ).

Devido ao fato da maior quantidade de gordura abdominal e a redução de força neuromuscular estarem associadas ao processo de envelhecimento, independentemente, é racional hipotetizar que os indivíduos com a obesidade abdominal apresentarão uma maior redução de força quando comparados aos não obesos abdominais. Todavia, nenhum estudo longitudinal prévio analisou o real efeito que esse tipo de obesidade exerce sobre o declínio de força neuromuscular no envelhecimento, fato este que motivou a realização do presente estudo.

Aniansson e colaboradores<sup>64</sup>, após um seguimento de 5 anos envolvendo 21 homens e 19 mulheres – entre 70 e 75 anos de idade – constataram uma perda anual da força isocinética de extensores de joelho de - 4,1% em homens e - 3,1% em mulheres. Os autores não analisaram o declínio em função de nenhuma outra variável de interesse, exceto o sexo dos participantes.

Rantanen e colaboradores<sup>65</sup> avaliaram 3.741 homens nipo-americanos, entre 71 e 96 anos, ao longo de 27 anos a fim de descrever o quão a força de preensão manual se reduz ao longo dos anos. Foi encontrado um declínio médio de 1,0% de força ao ano nessa população, e que as maiores reduções (- 1,5% ao ano) estavam associadas à maior idade na linha de base e doenças crônicas como: acidente vascular encefálico, diabetes, artrite, cardiopatias e pneumopatias. Apesar da relevância dos achados, os pesquisadores utilizaram apenas homens na amostra e não se levou em consideração nenhuma medida sobre composição corporal nas análises.

Em outros dois estudos, Rantanen e colaboradores<sup>66,67</sup> analisaram, ao longo de 5 anos de acompanhamento cada, a variação da força de preensão manual sob efeito de diferentes níveis de atividade física, em 166 idosos septuagenários<sup>66</sup> e 66

octogenários<sup>67</sup>, respectivamente. Constataram maior decréscimo de força no sexo feminino, principalmente nas mulheres que reduziram a intensidade de atividade física ao longo do tempo<sup>66</sup> e menor perda de força em homens ativos comparados aos sedentários<sup>67</sup>.

Ainda, ambos os estudos<sup>66,67</sup> possuíam amostras pequenas e com pouca validade externa, uma vez que para a participação no estudo, os sujeitos não poderiam ter declínio cognitivo, artrite de joelho, cardiopatia e hipertensão arterial, afecções comumente presentes em idosos. Além disso, as análises utilizadas se deram por comparações de médias do início com o fim do seguimento, não modelando o desfecho declínio de força pelas demais variáveis associadas à sua diminuição e nem sob o aspecto de maiores concentrações de gordura em abdome.

Hughes e colaboradores<sup>68</sup>, após acompanhar 120 homens e mulheres caucasianos (idades entre 46 e 78 anos) por um período de 10 anos, encontraram maior declínio de força em homens (- 12% por década de vida) do que mulheres (- 2% por década de vida) quando avaliados pela dinamometria de flexores e extensores de cotovelo. Ainda, além de utilizarem uma amostra pequena, os pesquisadores não analisaram o declínio de força neuromuscular em função de diferentes composições corporais, como a obesidade abdominal.

Por seguinte, Forrest e colaboradores<sup>69</sup> acharam um declínio de 2,4% ao ano na força de prensão manual após acompanhar 5.214 idosas caucasianas (de 65 a 91 anos de idade) por 10 anos, e concluíram que os fatores associados para essa redução foram idade avançada (80 anos ou mais), menor nível de atividade física, dificuldades em tarefas funcionais e condições crônicas como artrose e diabetes e o histórico de quedas.

Como diferencial dos estudos prévios, temos uma ampla amostra de indivíduos de 50 anos ou mais, ambos os sexos, em um maior período de seguimento – 8 anos – além da avaliação da circunferência de cintura, que como descrito acima, tem se mostrado como uma excelente medida para analisar e acompanhar a composição corporal em indivíduos mais velhos ao longo do tempo.

Ainda, o presente estudo verificou longitudinalmente o declínio de força neuromuscular de forma mais robusta, incorporando no modelo estatístico importantes covariáveis associadas ao desfecho como condições socioeconômicas, de hábitos de vida, estado de saúde e funcionalidade, bem como marcadores biológicos sanguíneos.

Assim, mediante às diversas condições do processo de envelhecimento que culminam para a força neuromuscular declinar, compreender o importante e potencial efeito negativo da obesidade abdominal para tal situação permite o desenvolvimento apropriado de estratégias preventivas e terapêuticas no intuito de evitar desfechos adversos à saúde, e conseqüentemente o dispêndio com serviços de saúde.

## **2 OBJETIVO**

Analisar o quanto a presença de obesidade abdominal pode acelerar o declínio da força neuromuscular em indivíduos de 50 anos ou mais num período de oito anos de acompanhamento.

### 3 CASUÍSTICA E MÉTODOS

#### 3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo longitudinal prospectivo que utilizou as informações das ondas 2, 4 e 6 da coorte **C1CM** (primeira coorte) do *English Longitudinal Study of Ageing* – Estudo *ELSA* – realizadas em 2004/2005, 2008/2009 e 2012/2013, respectivamente.

#### 3.2 ESTUDO ELSA

O *English Longitudinal Study of Ageing* é um estudo de coorte prospectivo bienal com amostra representativa da população inglesa não-institucionalizada de idade igual ou superior a 50 anos, de ambos os sexos, que tem como objetivo avaliar uma ampla gama de domínios relevantes ao processo de envelhecimento (fatores sociais, econômicos, biológicos e psicológicos) para fornecer dados multidisciplinares ao desenvolvimento da ciência e ao planejamento público<sup>70</sup>.

O Estudo *ELSA* teve início em 2002 com a **Onda 1**, composta pela coorte **C1CM** com 11.391 indivíduos que participaram do *Health Survey for England (HSE)* em 1998, 1999 e 2001. Foram convidados aqueles que nasceram até o dia 29 de fevereiro de 1952, ou seja, teriam 50 anos ou mais na linha de base da pesquisa. O tamanho inicial da amostra foi selecionado para fornecer um número representativo de homens e mulheres em faixas etárias distribuídas de 5 em 5 anos<sup>70,71</sup>. Nesta primeira onda de avaliação foram levantadas apenas as informações sociodemográficas dos indivíduos para compará-las com os dados do censo demográfico inglês e averiguar se a amostra obtida seria representativa da população dessa faixa etária<sup>70</sup>.

Entre 2004 e 2005, o *ELSA* teve sequência com a **Onda 2**, momento em que, pela primeira vez foram introduzidos exames do estado de saúde, antropometria e funcionalidade e, por esse motivo, a **Onda 2** foi adotada como linha de base do presente estudo. O levantamento dessas informações ocorreu em visitas de enfermagem e se deu através de entrevistas baseadas em questionários autoaplicáveis que se referiam à saúde e doença, além da coleta de marcadores biológicos, medidas antropométricas e teste de desempenho físico, como a medida

da força de preensão manual. Essa onda de avaliação envolveu 8.781 ingleses da coorte **C1CM**, dos quais 7.666 participaram da avaliação de enfermagem<sup>70</sup>.

A partir da **Onda 2**, a antropometria e os exames de saúde, funcionalidade e de sangue foram repetidos em *follow-up* alternados, ou seja, a cada quatro anos. Assim, em 2008/2009, as visitas de enfermagem tiveram seguimento (**Onda 4**), de forma que 5.625 sujeitos da coorte **C1CM** foram revisitados e reavaliados.

Seguindo essa metodologia, entre 2012 e 2013, ocorreu a **Onda 6** do *ELSA*, onde 4.767 indivíduos que são acompanhados desde o início do estudo participaram de uma terceira visita de enfermagem para exame geral do estado de saúde<sup>70</sup>. A descrição detalhada do plano amostral inicial pode ser consultada em Marmot e colaboradores<sup>72</sup>.

### 3.3 AMOSTRA

A amostra utilizada no presente estudo contou, inicialmente, com 7.666 sujeitos da **Onda 2** do Estudo *ELSA* que participaram da visita de enfermagem e tiveram as informações sobre o estado de saúde, antropometria e funcionalidade avaliadas.

Destes 7.666 participantes, foram excluídos 2.485 indivíduos, na linha de base, por não possuírem informações sobre as medidas de força de preensão manual ou de circunferência de cintura ou em demais variáveis de controle, resultando, assim, numa amostra final de 5.181 indivíduos de 50 anos ou mais.

Essas medidas não foram coletadas naqueles que eram incapazes de realizar o teste de força de preensão manual ou de permanecerem em pé para avaliação da antropometria de cintura, por exemplo, em indivíduos acamados ou cadeirantes<sup>73,74</sup>.

### 3.4 VARIÁVEL DEPENDENTE

Estudos epidemiológicos longitudinais envolvendo grandes amostras, como o Estudo *ELSA*, exigem que meios práticos, objetivos e não onerosos sejam utilizados para avaliar a força neuromuscular<sup>75</sup>. Dessa forma, o teste de força de preensão manual foi escolhido como variável dependente por ser uma medida de alta correlação com a força muscular corporal global<sup>29,40</sup>, de baixo custo de aplicação e de fácil obtenção<sup>26,76</sup>.

A maioria dos estudos epidemiológicos no mundo faz uso desse instrumento para avaliar a força neuromuscular, com relevantes trabalhos publicados que comprovam que a medida de força de preensão manual é uma importante medida capaz de predizer desfechos como, por exemplo, a incapacidade funcional<sup>26,27,28,30</sup> e a mortalidade<sup>36,36,38</sup>.

No *ELSA*, a informação da força de preensão manual foi avaliada através do dinamômetro '*Smedley's for Hand*' (variação de 0 – 100 kg)<sup>70</sup>. Após demonstração e ajuste do dispositivo ao tamanho da mão feito pelo avaliador, o participante era instruído a apertar o dinamômetro o mais forte possível por alguns segundos. Três medidas de força para cada mão foram obtidas de forma alternada. No ato do teste, foi desconsiderada a mão que apresentava inchaço ou dor, ou que passou por algum procedimento cirúrgico 6 meses antes da coleta<sup>73</sup>.

Para avaliação da força, o participante era orientado a permanecer com o cotovelo fletido à noventa graus e com o braço junto ao tronco e, preferencialmente, na postura em pé. Caso isso não fosse possível, a mensuração foi realizada na postura sentada e com o braço sobre uma superfície de apoio, sempre respeitando a angulação de noventa graus de flexão do cotovelo<sup>73</sup>. Apenas o maior valor do teste de força obtido pela mão dominante foi considerado para análise.

### 3.5 VARIÁVEL DE INTERESSE

A obesidade abdominal, avaliada através da circunferência de cintura (cm), foi escolhida como variável de interesse. É digno de nota que, no envelhecimento, se percebe uma comum diminuição da massa muscular global e maior acúmulo de gordura em região abdominal, assim, é particularmente importante apontar que o índice de massa corporal se torna uma medida não precisa para identificar maior adiposidade abdominal em indivíduos mais velhos frente essas alterações corporais<sup>5,77</sup>.

A avaliação da circunferência de cintura, no *ELSA*, foi realizada por uma enfermeira treinada e por meio de uma fita métrica inelástica com uma fivela de inserção em uma das extremidades. Duas medidas da circunferência foram realizadas no ponto médio entre a última costela e a margem superior da crista ilíaca.

Os participantes permaneceram em pé com os braços ao lado do corpo e com a região abdominal livre de roupas. A mensuração ocorreu com o abdome relaxado

ao fim da expiração<sup>74</sup>. A média das duas medidas da circunferência de cintura foi utilizada, exceto quando houve uma diferença maior do que 3 cm entre elas – nesse caso uma terceira medida de antropometria foi feita e, então, a média das duas medidas mais próximas foi utilizada<sup>74</sup>.

A obesidade abdominal foi definida quando valores de circunferência de cintura > 102 cm para homens e > 88 cm para mulheres<sup>78</sup>.

### 3.6 VARIÁVEIS DE CONTROLE

Outras variáveis demonstradas na literatura como associadas ao declínio de força neuromuscular serão agrupadas em domínios e consideradas como variáveis de controle, como mencionadas abaixo e ilustradas na figura 1.

**Sociodemográficas:** sexo, idade (em anos), estado civil (com vida conjugal / sem vida conjugal), renda (em quintis) e escolaridade (segundo a classificação inglesa, sem qualificação formal: 0 - 11 anos de escolaridade; intermediário: 12 – 13 anos de escolaridade; graduado ou mais:  $\geq$  14 anos de escolaridade);

**Hábitos de vida:** quanto ao hábito de fumar, os indivíduos foram classificados em não tabagistas, ex-tabagistas e tabagistas; a ingestão de álcool foi agrupada em não consome ou consome pouco (até uma vez na semana), frequentemente (2 a 6 vezes na semana) e diariamente; os participantes responderam questões sobre a frequência (mais de uma vez na semana, uma vez na semana, uma a três vezes ao mês e dificilmente ou nunca) em que realizavam exercícios físicos vigorosos (corrida, natação, ciclismo, tênis, ginástica aeróbica, musculação ou escavação), moderados (jardinagem, limpar o carro, caminhada em passo moderado, dançar ou alongamentos) e leves (aspirar a casa, lavar roupas, reparos domiciliares). Essas questões foram retiradas do instrumento validado utilizado no *Health Survey for England*<sup>79</sup>. A classificação se deu pelas combinações das respostas quanto à frequência e intensidade do exercício físico envolvido, e o nível de atividade física (sedentário, baixo, moderado e vigoroso) levou em consideração aqueles que praticavam tais atividades ao menos uma vez na semana.

**Condições de saúde:** auto relato do diagnóstico prévio de acidente vascular encefálico (AVE), artrite, câncer, cardiopatias (infarto, insuficiência cardíaca, angina e sopro), pneumopatias (asma, bronquite crônica e enfisema), história de queda nos últimos 12 meses e osteoporose. A pressão arterial foi medida três vezes, no braço direito, com o participante sentado em intervalos de um minuto (*Omron HEM 907*)<sup>74</sup>. Foram considerados com hipertensão arterial sistêmica aqueles que auto referiram diagnóstico de hipertensão e/ou apresentaram a média de pressão arterial sistólica  $\geq 140$  mmHg e/ou diastólica  $\geq 90$  mmHg<sup>80</sup>. Considerou-se como diabéticos aqueles que auto referiram possuir diabetes e/ou apresentaram valores de glicose plasmática  $\geq 126$  mg/dl e/ou de hemoglobina glicada  $\geq 6,5\%$ <sup>81</sup>. Anemia, avaliada pelo nível de hemoglobina (Hb), estava presente quando valores  $< 12$  mg/dl em mulheres e  $< 13$  mg/dl em homens<sup>82</sup>. Foram avaliados a altura (m) e massa (kg) dos participantes, a altura foi mensurada pelo uso de um estadiômetro portátil com placa deslizante e com o plano de Frankfurt na posição horizontal<sup>74</sup>. O peso foi coletado através de uma balança digital portátil (*Tanita THD-305* – precisão de 0,1 kg) com o indivíduo descalço e vestindo roupas leves. Aqueles que declararam possuir mais de 130 kg não foram pesados e, então, excluídos<sup>74</sup>. A partir dessas medidas, o Índice de Massa Corporal foi calculado ( $\text{massa corporal} / \text{altura}^2$ ) e os indivíduos classificados segundo a Organização Mundial da Saúde<sup>83</sup>: eutróficos ( $\geq 18,5$  e  $\leq 24,9$  kg/m<sup>2</sup>), desnutridos ( $< 18,5$  kg/m<sup>2</sup>), com sobrepeso ( $\geq 25$  e  $\leq 29,9$  kg/m<sup>2</sup>) e obesos ( $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>).

**Neuropsiquiátricos (cognição e sintomas depressivos):** a presença de sintomas depressivos foi avaliada pelo instrumento *Center for Epidemiological Studies-Depression Scale* (CES-D, de 8 itens)<sup>84</sup> e a nota de corte estabelecida para o risco de depressão foi de  $\geq 4$  pontos<sup>85</sup>. A função cognitiva foi avaliada pelas memórias imediata e de evocação. Os participantes foram expostos a uma lista com 10 palavras lidas por um computador (uma palavra a cada 2 segundos). Seguinte a leitura das palavras, foi solicitado aos participantes que repetissem quantas palavras recordassem (memória imediata). Após um intervalo de 5 minutos, onde foram aplicados outros testes cognitivos, foi novamente solicitado que falassem as palavras apresentadas (memória de evocação). O número de palavras proferidas corretamente foi usado como medida de memória de forma quantitativa discreta (variação de 0 a 20)<sup>86</sup>.

**Medidas de sangue:** as amostras de sangue foram coletadas por uma enfermeira. Não participaram da coleta os sujeitos que não consentiram com o exame, apresentavam desordens hematológicas ou faziam uso de anticoagulantes. Os participantes hábeis para a coleta deviam permanecer cinco horas sem ingerir alimentos e bebidas, exceto água. Mais informações sobre as técnicas das análises laboratoriais podem ser consultadas em Graig et al<sup>87</sup>. As medidas séricas incluíam: triglicérides (elevado quando  $\geq 150$  mg/dl)<sup>88</sup>, colesterol total (elevado quando  $\geq 200$  mg/dl)<sup>88</sup>, LDL (elevado quando  $\geq 100$  mg/dl)<sup>88</sup>, HDL (reduzido quando  $< 40$  mg/dl para homens e  $< 50$  mg/dl mulheres)<sup>88</sup>, proteína C reativa (elevada quando  $\geq 3$  mg/l)<sup>89</sup>, fibrinogênio (elevado quando  $> 3,8$  g/l)<sup>90</sup> e ferritina (reduzida quando  $< 39$  ng/ml para mulheres e  $< 62$  ng/ml para homens)<sup>74</sup>.

**Funcionalidade:** possíveis incapacidades foram avaliadas através do auto relato de limitações em Atividades Básicas de Vida Diária (ABVD) e Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVD)<sup>91</sup>. As ABVD abrangeram seis tarefas: vestimenta, locomoção, banho, alimentação, transferência e ir ao banheiro. AIVD foram referentes à sete atividades: uso de mapa em local desconhecido, preparar refeições quentes, compra de mantimentos, realizar chamadas telefônicas, tomar medicamentos, manutenção da casa ou jardim e gerenciamento de finanças. Ambas as variáveis foram utilizadas de forma quantitativa discreta, levando-se em consideração o número de atividades realizadas com dificuldade.

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Médias, desvios padrão (variáveis contínuas) e percentagens (variáveis categóricas) foram calculadas para a análise descritiva na linha de base. Diferenças nas características na linha de base entre: (1) indivíduos incluídos e excluídos (por conta de dados faltantes para força de preensão manual, circunferência de cintura ou outras covariáveis), e (2) entre indivíduos com e sem obesidade abdominal foram analisadas utilizando o teste  $\chi^2$ , análise de variância e o teste *post hoc* de Tukey. O nível de significância estatística foi estabelecido em 5% ( $p < 0,05$ ).

Para estimar as trajetórias de declínio da força neuromuscular em indivíduos com e sem obesidade abdominal foram utilizados Modelos Mistos Lineares Generalizados através do comando XTMIXED no programa STATA 14® SE

(StataCorp, College Station, TX). Esses modelos mistos foram escolhidos por serem a melhor técnica para a modelagem de variáveis tempo-dependentes, ou seja, analisar a influência do tempo no declínio de força em função de uma variável de interesse sob o ajuste de outras variáveis relacionadas ao desfecho<sup>92,93</sup>.

O uso de tais modelos permitiu a análise de diferenças nos valores da força neuromuscular em indivíduos com e sem obesidade abdominal na linha de base, controlados por todas as outras covariáveis (valores de intercepto). Além disso, foram calculadas as mudanças estimadas na força neuromuscular durante o período de acompanhamento para cada ano, isto é, os valores de declínio anual em ambos os grupos controladas por todas as covariáveis (valores de *slope*).

Quatro modelos foram realizados. O modelo bruto (modelo 1) contém somente o termo de interação entre o tempo e o estado de obesidade abdominal. O modelo 2 foi ajustado pelas variáveis sociodemográficas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade. Uma vez que encontramos diferenças entre os sexos, mais dois modelos foram realizados.

O modelo 3 analisou as trajetórias da força de acordo com o estado de obesidade abdominal somente nas mulheres enquanto o modelo 4 o fez somente nos homens, ambos também foram ajustados pelas variáveis sociodemográficas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade.

No *slope*, o tempo em anos indica se a trajetória de redução da força ocorre independentemente da presença de outras covariáveis, ou seja, se o tempo é, por si só, um importante determinante do declínio. Já a interação (tempo x não obesos abdominais e tempo x obesos abdominais) representa a diferença anual de declínio (*slope*) entre esses dois grupos, tendo os não obesos abdominais como referência. Os resultados do declínio anual da força de preensão manual foram comparados através do coeficiente  $\beta$  e seus respectivos intervalos de confiança (IC 95%).

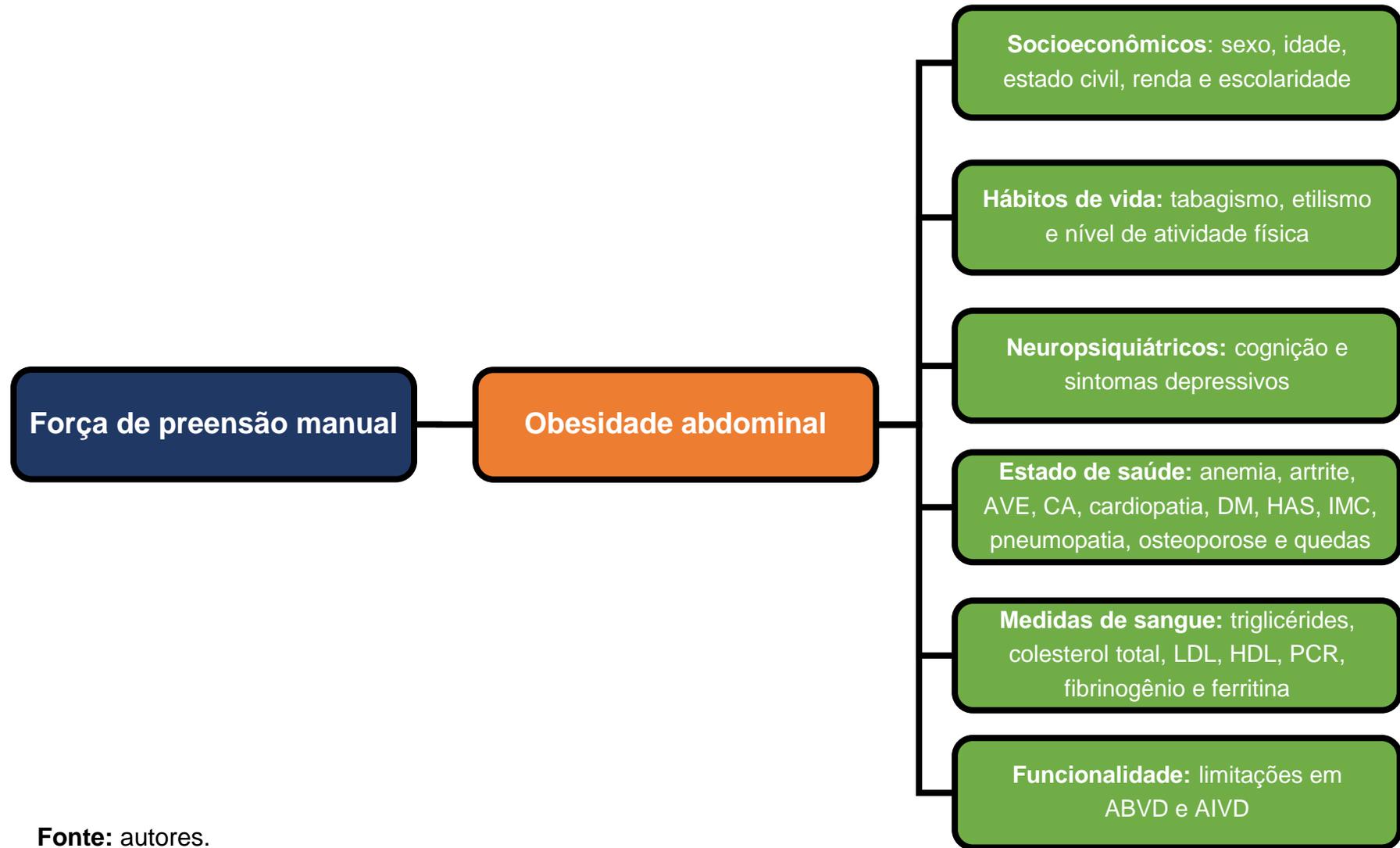
Também foram realizadas análises de sensibilidade. Na primeira delas, o efeito da obesidade abdominal na trajetória de força neuromuscular foi averiguado excluindo os indivíduos desnutridos na linha de base ( $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$ )<sup>83</sup>, visto que há evidência de que os desnutridos já apresentariam menor força neuromuscular e, conseqüentemente, poderiam apresentar menores taxas de declínio, e, também, poderiam superestimar a categoria de "não obesos abdominais"<sup>94</sup>.

Na segunda análise de sensibilidade, examinamos o efeito dos diferentes estados nutricionais (mensuradas pelo IMC)<sup>83</sup> na trajetória da força neuromuscular para apurar possíveis diferenças quando a adiposidade fosse avaliada por essa medida.

### 3.8 ASPECTOS ÉTICOS

A aprovação ética para todas as ondas do Estudo *ELSA* foi concedida pelo *London Multicentre Research and Ethics Committee* (MREC 01/2/91) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

**Figura 1.** Modelo teórico para a investigação do declínio de força muscular sob o aspecto da obesidade abdominal.



**Fonte:** autores.

AVE – Acidente Vascular Encefálico; CA – Câncer; DM – Diabetes Mellitus; HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica; IMC – Índice de Massa Corporal.

## 4 RESULTADOS

Na linha de base do presente estudo, a média de idade dos participantes foi de 65,8 anos (DP = 9,3), a média de força de preensão manual de 31,4 kg (DP = 11,5), da circunferência de cintura de 95,0 cm (DP = 12,7) e do índice de massa corporal 27,7 kg/m<sup>2</sup> (DP = 4,6). Eram mulheres 54,6% da amostra e 48,8% possuíam baixa escolaridade. Ainda, 68,8% dos indivíduos tinham vida conjugal e 23,4% fizeram parte daqueles com o maior quintil de renda.

Sobre as informações dos hábitos de vida, a maioria dos participantes praticavam exercício físico moderado ao menos uma vez na semana (51,6%), ingeriam bebidas alcólicas frequentemente (41,4%) e eram ex-tabagistas (48,9%). Quanto ao estado de saúde, as afecções mais prevalentes foram a hipertensão arterial sistêmica (43,2%), doença articular (33,9%) e quedas nos últimos 12 meses (20,3%). Segundo o *CES-D*, a presença de sintomas depressivos ( $\geq 4$  pontos) foi de 13,3%.

Ademais, 44,1% da amostra, de acordo com o IMC, possuía sobrepeso, 41,5% hipertrigliceridemia, 73,2% hipercolesterolemia, 85,0% altas concentrações de *LDL* e 13,7% baixas concentrações de *HDL*. Concentrações aumentadas de proteína C reativa estiveram presentes em 34,9% dos participantes enquanto altas concentrações de fibrinogênio foram observadas em 16,7% da amostra. A prevalência de níveis reduzidos de ferritina foi de 20,6%. A média do número de comprometimentos em ABVD e AIVD foi de 0,3 (DP = 0,8) em ambos os casos.

A tabela 1 apresenta a caracterização geral da população e, também, de acordo com o estado de obesidade abdominal. Aqueles com obesidade abdominal apresentaram menor média de força neuromuscular, maior média de índice de massa corporal, eram predominantemente mulheres, possuíam menores quintis de renda e menor nível de escolaridade quando comparados aos não obesos abdominais. Além disso, os obesos abdominais praticavam menos exercícios físicos vigorosos e mais exercícios de baixa intensidade e faziam menos uso de álcool e fumo ( $p < 0,01$ ).

Os obesos abdominais apresentaram, também, maior carga de doenças, pior perfil lipídico, inflamatório e de funcionalidade, de forma que tinham mais hipertensão arterial, doença articular e pulmonar, quedas nos últimos 12 meses, diabetes, maior prevalência de sintomas depressivos (*CES-D*  $\geq 4$  pontos), de comprometimentos em ABVD e AIVD, além do que possuíam maior prevalência de hipertrigliceridemia, baixas concentrações de *HDL*, altas concentrações séricas de proteína C reativa e de

fibrinogênio em comparação àqueles sem a obesidade ( $p < 0,01$ ). Contudo, os indivíduos obesos apresentaram menor prevalência de anemia e de desregulações da ferritina ( $p < 0,05$ ) e *LDL* ( $p < 0,01$ ) quando confrontados aos não obesos.

Em análise comparativa entre os indivíduos incluídos e excluídos da amostra por falta de informações na linha de base, foi observado que os excluídos tinham menor força neuromuscular, apresentavam mais obesidade abdominal, maior índice de massa corporal, eram mais velhos, possuíam mais comprometimentos em ABVD e AIVD, menor escolaridade, pior desempenho cognitivo, menor renda, eram mais tabagistas, sedentários, cardiopatas e diabéticos. Além disso, os excluídos possuíam mais doença articular, anemia, câncer, históricos de AVE e quedas, maior presença de sintomas depressivos, hipertensão e, em sua maioria, não tinham vida conjugal. Esse grupo também apresentou maiores prevalências nas alterações em PCR e triglicérides e menores prevalências nas desregulações de *HDL* e *LDL* (dados não mostrados,  $p < 0,05$ ).

**Tabela 1.** Características da amostra total na linha de base e de acordo com o estado de obesidade abdominal em 5.181 indivíduos com 50 anos ou mais participantes do Estudo *ELSA*, Inglaterra, 2004/2005.

	Total (n = 5.181)	Não obeso abdominal (n = 2.647) 51,1%	Obeso abdominal (n = 2.534) 48,9%
<b>Aspectos Socioeconômicos</b>			
Idade, anos	65,8 (9,3)	65,8 (9,5)	65,9 (9,2)
Sexo (feminino), (%)	54,6	49,2*	60,2*
Estado civil (com vida conjugal), (%)	68,8	68,5	69,1
Renda (quintis), (%)			
Primeiro quintil (maior quintil)	23,4	26,7*	19,8*
Segundo quintil	22,1	23,4*	20,7*
Terceiro quintil	20,6	19,5*	21,8*
Quarto quintil	18,3	16,8*	19,9*
Quinto quintil (menor quintil)	14,3	12,5*	16,3*
Não declarado	1,3	1,1*	1,5*
Escolaridade, (%)			
Sem qualificação formal	48,8	44,8*	53,0*
Intermediário	25,2	25,8*	24,5*
Graduado ou mais	26,0	29,4*	22,5*
<b>Hábitos de vida</b>			
Nível de atividade física, (%)			
Sedentário	3,4	3,0*	3,7*
Baixo	14,3	10,5*	18,3*
Moderado	51,6	50,6*	52,7*
Vigoroso	30,7	35,9*	25,3*

Tabela 1 – continuação.

	Total (n = 5.181)	Não obeso abdominal (n = 2.647) 51,1%	Obeso abdominal (n = 2.534) 48,9%
<b>Hábitos de vida</b>			
Etilismo, (%)			
Nunca ou raramente	33,5	29,4*	37,8*
Frequentemente	41,4	43,8*	38,8*
Diariamente	16,7	18,9*	14,5*
Não declarado	8,4	7,9*	8,9*
Tabagismo, (%)			
Não tabagista	37,5	38,9*	36,0*
Ex-tabagista	48,9	46,6*	51,4*
Tabagista	13,6	14,5*	12,6*
<b>Condições de saúde</b>			
Acidente Vascular Encefálico (sim), (%)	1,1	1,1	1,1
Anemia (Hb < 12 mg/dl ♀ e < 13 mg/dl ♂), (%)	5,3	6,0*	4,6*
Câncer (sim), (%)	2,7	2,3	3,1
Cardiopatias (sim), (%)	7,5	7,0	8,1
Diabetes (sim), (%)	4,2	2,6*	5,9*
Doença articular (sim), (%)	33,9	22,2*	39,7*
Hipertensão Arterial Sistêmica (sim), (%)	43,2	38,0*	48,6*
Osteoporose (sim), (%)	5,9	6,0	5,8
Pneumopatias (sim), (%)	13,6	12,0*	15,3*
Queda nos últimos 12 meses (sim), (%)	20,3	18,6*	32,2*
<b>Neuropsiquiátricos</b>			
Cognição (média do escore de memória), pontos	10,2 (3,4)	10,3 (3,5)	10,1 (3,4)
Sintomas depressivos (CES-D ≥ 4 pontos), (%)	13,3	11,5*	15,1*

Tabela 1 – continuação.

	Total (n = 5.181)	Não obeso abdominal (n = 2.647) 51,1%	Obeso abdominal (n = 2.534) 48,9%
<b>Antropometria</b>			
Circunferência de cintura (cm), (média)	95,0 (12,7)	86,7 (9,1)*	103,6 (10,0)*
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> ), (média)	27,7 (4,6)	24,6*	30,8*
Eutrófico (%)	28,1	51,9*	3,2*
Desnutrido (%)	0,8	1,6*	0,0*
Sobrepeso (%)	44,1	44,5*	43,6*
Obeso (%)	27,0	2,0*	53,2*
<b>Medidas de sangue</b>			
Triglicérides (≥ 150 mg/dl), (%)	41,5	32,0*	51,4*
Colesterol total (≥ 200 mg/dl), (%)	73,2	74,4	72,0
<i>HDL</i> (< 40 mg/dl homem; < 50 mg/dl mulher), (%)	13,7	8,0*	19,6*
<i>LDL</i> (≥ 100 mg/dl), (%)	85,0	86,6*	83,4*
Proteína C reativa (> 3 mg/L), (%)	34,9	24,0*	46,3*
Fibrinogênio (> 380 mg/dl), (%)	16,7	14,2*	19,3*
Ferritina (< 39 ng/ml homem; < 62 ng/ml mulher), (%)	20,6	22,6*	18,4*
<b>Funcionalidade</b>			
Força de preensão manual (kg), (média)	31,4 (11,5)	31,8 (11,5)*	30,9 (11,6)*
ABVD (média de acometimentos)	0,3 (0,8)	0,2 (0,7)*	0,4 (0,9)*
AIVD (média de acometimentos)	0,3 (0,8)	0,2 (0,6)*	0,3 (0,8)*

Os dados são apresentados como proporções, médias e desvios padrão. *CES-D* – Center for Epidemiological Studies-Depression Scale; *ABVD* – Atividade Básica de Vida Diária; *AIVD* – Atividade Instrumental de Vida Diária; *HDL* – High Density Lipoprotein; *LDL* – Low Density Lipoprotein.

\* Diferença por estado de obesidade abdominal ( $p < 0,05$ ).

A tabela 2, constituída por 2 modelos mistos lineares generalizados, apresenta os parâmetros de força neuromuscular para a linha de base do estudo (**intercepto – linha de base**) e para as suas mudanças ao longo do tempo (**slope – acompanhamento**) como função do estado de obesidade abdominal em 8 anos de seguimento.

O modelo 1, referente à análise bruta, isto é, não é ajustado pelas covariáveis do estudo, apresenta que os indivíduos obesos abdominais partem de um intercepto de força neuromuscular não diferente estatisticamente daqueles sem a obesidade abdominal. Além disso, na análise do *slope*, observou-se que o tempo (em anos) foi um determinante do declínio de força neuromuscular estimado em - 0,45 kg ao ano (IC 95% - 0,49 – - 0,41). Nesse mesmo modelo bruto não houve diferença estatisticamente significativa na taxa de declínio de força neuromuscular entre os indivíduos não obesos abdominais e obesos abdominais.

Seguindo, o modelo 2 apresenta os parâmetros do modelo misto linear generalizado ajustados pelas variáveis de controle, incluindo o sexo dos participantes, para o intercepto e o *slope* como função do estado de obesidade abdominal no mesmo período de acompanhamento. Neste modelo, observou-se que os indivíduos obesos abdominais, independentemente do sexo, partiam de um intercepto com 1,19 kg a mais de força neuromuscular (IC 95% 0,84 – 1,53). Quanto à análise de trajetória (*slope*), foi verificado que o tempo (em anos) não foi um importante determinante para redução da força. No entanto, foi possível observar um significativo maior declínio da força neuromuscular em indivíduos obesos abdominais estimado em - 0,08 kg ao ano (IC 95% - 0,15 – - 0,01).

Em outras palavras, de acordo com os coeficientes estimados, não houve significativo declínio de força neuromuscular ao longo do tempo para os seguintes indivíduos: 50 anos de idade, sexo feminino, com vida conjugal, que apresentavam maior quintil de renda, maior escolaridade ( $\geq 14$  anos de estudo), não fumantes, sem consumo ou com raro consumo de álcool, praticantes de exercícios físicos vigorosos, que não apresentavam AVE, doenças articulares, câncer, cardiopatias, pneumopatias, osteoporose, hipertensão arterial, diabetes, anemia, quedas nos últimos 12 meses, com menos de 4 sintomas depressivos de acordo com o *CES-D*, que apresentavam melhor desempenho cognitivo (20 pontos de memória), sem comprometimento em ABVD e AIVD, sem distúrbio no metabolismo de lipídios (triglicérides, colesterol total,

*LDL* e *HDL*), sem alterações nos marcadores inflamatórios (PCR e fibrinogênio) e nos níveis de ferritina.

Ainda, no modelo 2, também foi constatado que o sexo masculino apresentou 15,8 kg a mais de força neuromuscular no intercepto (IC 95% 15,4 – 16,2) e, no *slope*, uma significativa maior redução de - 0,15 kg de força ao ano (IC 95% - 0,22 – - 0,08) quando comparados aos parâmetros estimados para o sexo feminino (dados não mostrados).

**Tabela 2.** Estimativas dos Modelos Mistos Lineares Generalizados para a força neuromuscular como função do estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento em indivíduos com mais de 50 anos de idade residentes na Inglaterra (n = 5.181) – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013).

	<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo 2</b>
	n = 5.181	n = 5.181
<b>Coefficientes <math>\beta</math> Estimados (IC 95%)</b>		
<b>Intercepto (linha de base)</b>		
<b>Não Obesos Abdominais</b>	Referência	Referência
<b>Obesos Abdominais</b>	0,01 (- 0,36 – 0,37)	1,19 (0,84 – 1,53)**
<b>Slope (acompanhamento)</b>		
<b>Tempo, anos</b>	- 0,45 (- 0,49 – - 0,41)**	- 0,11 (- 0,56 – 0,34)
<b>Tempo x Não Obesos Abdominais</b>	Referência	Referência
<b>Tempo x Obesos Abdominais</b>	- 0,03 (- 0,08 – 0,03)	- 0,08 (- 0,15 – - 0,01)*

**IC 95%:** intervalo de confiança de 95%. **Modelo 1** – Modelo bruto; **Modelo 2** – Ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade. \*p < 0,05. \*\*p < 0,01.

A tabela 3 exibe as predições dos valores de força neuromuscular (kg) nos oito anos de acompanhamento, baseados nos modelos mistos lineares generalizados ajustados pelas variáveis de controle, incluindo sexo dos participantes, assim como seus valores de declínio anual, de acordo com a presença ou não de obesidade abdominal.

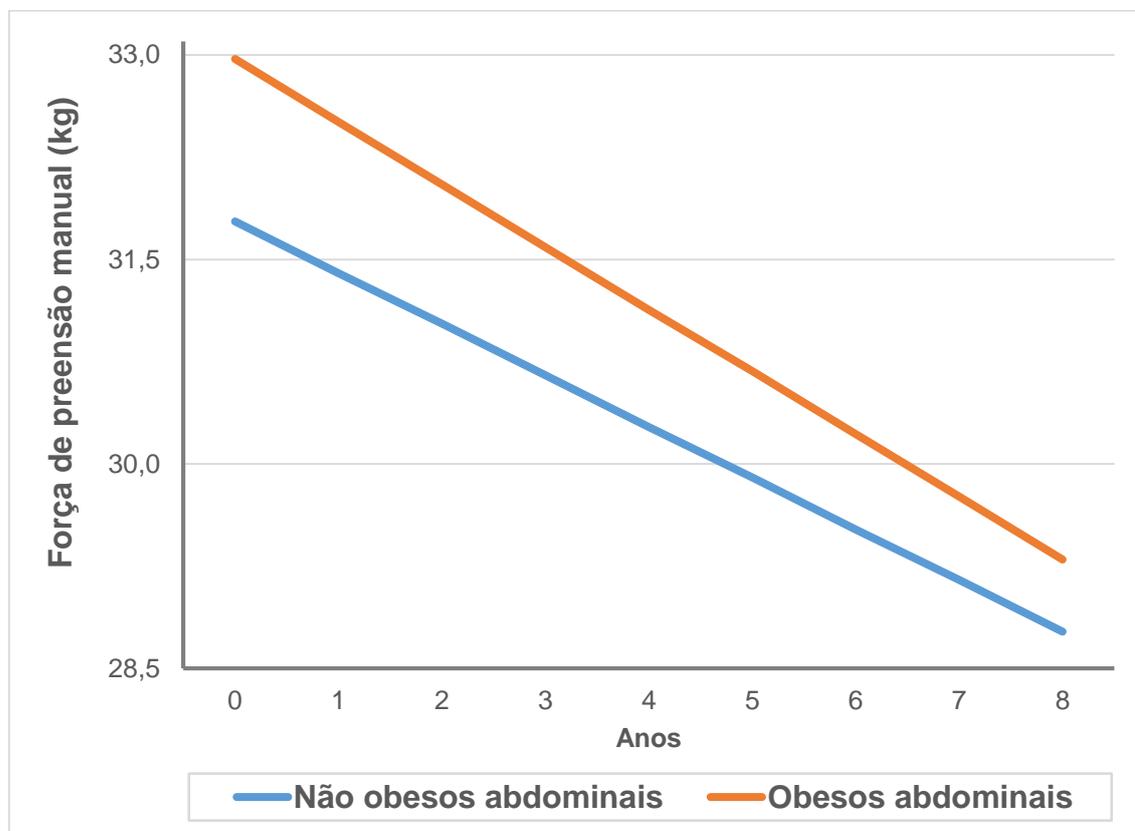
**Tabela 3.** Valores preditivos (kg) e valores do declínio anual (kg) da força neuromuscular de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 5.181) – Estudo *ELSA* (2004/2005 – 2012/2013).

Ano	Não obesos abdominais		Obesos abdominais	
	Valores preditivos	Valor de declínio	Valores preditivos	Valor de declínio
<b>Intercepto</b>	31,78*	-	32,97*	-
<b>1</b>	31,40	- 0,38*	32,51	- 0,46*
<b>2</b>	31,03	- 0,37*	32,05	- 0,46*
<b>3</b>	30,65	- 0,38*	31,59	- 0,46*
<b>4</b>	30,27	- 0,38*	31,13	- 0,46*
<b>5</b>	29,90	- 0,37*	30,68	- 0,45*
<b>6</b>	29,52	- 0,38*	30,22	- 0,46*
<b>7</b>	29,15	- 0,37*	29,76	- 0,46*
<b>8</b>	28,77	- 0,38*	29,30	- 0,46*

\*p < 0,05.

A figura 2 ilustra graficamente a trajetória do declínio da força neuromuscular (kg) de acordo com o estado de obesidade abdominal nos 8 anos de acompanhamento.

**Figura 2.** Trajetória do declínio da força neuromuscular de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 5.181), Estudo *ELSA*, Inglaterra, 2004/2005 – 2012/2013.



Predições para 50 anos de idade, mulheres, com vida conjugal, que apresentavam maior quintil de renda, maior escolaridade ( $\geq 14$  anos de estudo), não fumantes, sem consumo ou com raro consumo de álcool, praticantes de exercícios físicos vigorosos, que não apresentavam AVE, doenças articulares, câncer, cardiopatias, pneumopatias, osteoporose, hipertensão arterial, diabetes, anemia, quedas nos últimos 12 meses, com menos de 4 sintomas depressivos de acordo com o *CES-D*, que apresentavam melhor desempenho cognitivo (20 pontos de memória), sem comprometimento em ABVD e AIVD, sem distúrbio no metabolismo de lipídios (triglicérides, colesterol total, *LDL* e *HDL*), sem alterações nos marcadores inflamatórios (*PCR* e fibrinogênio) e nos níveis de ferritina.

Frente a diferença estatisticamente significativa na análise descritiva e na trajetória (intercepto e *slope*) da força neuromuscular quanto ao sexo dos participantes (dados não mostrados;  $p < 0,01$ ), foi realizada análise descritiva entre homens e mulheres, também, de acordo com o estado de obesidade abdominal (tabela 4).

Em suma, mulheres possuíam menor média de força neuromuscular quando comparadas aos homens, entretanto, não houve diferença estatística entre a força de mulheres obesas e não obesas abdominais na linha de base. Mulheres não obesas abdominais apresentaram a menor média do índice de massa corporal ( $p < 0,05$ ), contudo, não houve diferença na média entre homens e mulheres obesos abdominais.

Ademais, homens obesos abdominais foram os que apresentaram maior média de força neuromuscular e de circunferência de cintura comparados ao sexo feminino e aos homens não obesos abdominais ( $p < 0,05$ ). O sexo feminino apresentou menos vida conjugal do que o masculino. Mulheres possuíam os menores quintis de renda e pior nível educacional, sobretudo se estas fossem obesas abdominais. Estas também são as que menos praticavam exercícios físicos vigorosos e mais praticavam exercícios de baixa intensidade. Ainda, as mulheres em si são aquelas que menos faziam ingestão de álcool e que nunca fumaram ( $p < 0,05$ ).

O sexo feminino apresentou, também, maior presença de sintomas depressivos comparadas aos homens, e, a presença destes sintomas esteve maior nas obesas abdominais. O mesmo foi observado para a presença de doença articular e quedas nos últimos 12 meses, sendo as mulheres, principalmente as obesas abdominais, as mais acometidas. Mulheres obesas abdominais apresentaram menor prevalência de osteoporose e anemia em comparação às não obesas de mesmo sexo, e, também, apresentaram pior perfil inflamatório (maior prevalência de alterações em PCR e fibrinogênio) em relação às mulheres não obesas abdominais e aos homens com a obesidade abdominal ( $p < 0,05$ ).

Os homens obesos abdominais foram os que apresentaram maior prevalência de hipertrigliceridemia e as mulheres obesas abdominais as que contiveram maior prevalência de baixas concentrações séricas de *HDL*. Mulheres em si apresentaram maior prevalência de elevadas concentrações séricas de colesterol total e de *LDL* e, curiosamente, sobretudo naquelas sem a obesidade abdominal ( $p < 0,05$ ).

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os sexos dos participantes quanto à idade, a prevalência de anemia, de acidente vascular encefálico, de cardiopatias e pneumopatias, de hipertensão arterial sistêmica, de menores concentrações séricas de ferritina e quanto ao desempenho funcional em ABVD ( $p > 0,05$ ).

Entretanto, o maior comprometimento em AIVD esteve presente nas mulheres, principalmente nas obesas abdominais. Quanto aos homens, estes apresentaram pior desempenho cognitivo referente ao número de palavras recordadas comparados às mulheres, e não houve diferença entre homens obesos e não obesos abdominais. Ainda, homens obesos abdominais apresentaram maior prevalência de diabetes e câncer quando comparados aos homens não obesos e às mulheres obesas abdominais ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 4.** Características da amostra na linha de base de acordo com o sexo e estado de obesidade abdominal dos 5.181 indivíduos com 50 anos ou mais participantes do Estudo *ELSA*, Inglaterra, 2004/2005.

	Mulheres (n = 2.827) 54,6%		Homens (n = 2.354) 45,4%	
	Não obesas abdominais (n = 1.302) 46,1%	Obesas abdominais (n = 1.525) 53,9%	Não obesos abdominais (n = 1.345) 57,1%	Obesos abdominais (n = 1.009) 42,9%
<b>Aspectos Socioeconômicos</b>				
Idade, anos	65,8 (9,7)	66,0 (9,3)	65,7 (9,2)	65,7 (9,0)
Estado civil (com vida conjugal), (%)	61,2 <sup>§</sup>	61,9 <sup>§</sup>	75,5* <sup>§</sup>	79,9* <sup>§</sup>
Renda (quintis), (%)				
Primeiro quintil (maior quintil), (%)	27,1*	18,7* <sup>§</sup>	26,4*	21,3* <sup>§</sup>
Segundo quintil	21,7*	19,2* <sup>§</sup>	25,2*	23,0* <sup>§</sup>
Terceiro quintil	19,3*	21,7* <sup>§</sup>	19,6*	22,0* <sup>§</sup>
Quarto quintil	17,4*	20,4* <sup>§</sup>	16,2*	19,1* <sup>§</sup>
Quinto quintil (menor quintil)	13,5*	18,0* <sup>§</sup>	11,5*	13,7* <sup>§</sup>
Não declarado	1,0*	2,0* <sup>§</sup>	1,1*	0,9* <sup>§</sup>
Escolaridade, (%)				
Sem qualificação formal	50,0* <sup>§</sup>	57,2* <sup>§</sup>	39,8* <sup>§</sup>	46,8* <sup>§</sup>
Intermediário	26,9* <sup>§</sup>	24,3* <sup>§</sup>	24,8* <sup>§</sup>	24,8* <sup>§</sup>
Graduado ou mais	23,1* <sup>§</sup>	18,5* <sup>§</sup>	35,4* <sup>§</sup>	28,4* <sup>§</sup>
<b>Hábitos de vida</b>				
Nível de atividade física, (%)				
Sedentário	3,1* <sup>§</sup>	3,8* <sup>§</sup>	2,9* <sup>§</sup>	3,6* <sup>§</sup>
Baixo	12,8* <sup>§</sup>	20,5* <sup>§</sup>	8,3* <sup>§</sup>	15,0* <sup>§</sup>
Moderado	51,8* <sup>§</sup>	53,0* <sup>§</sup>	49,5* <sup>§</sup>	52,2* <sup>§</sup>
Vigoroso	32,3* <sup>§</sup>	22,7* <sup>§</sup>	39,3* <sup>§</sup>	29,2* <sup>§</sup>

Tabela 4 – continuação.

	Mulheres		Homens	
	Não obesas abdominais (n = 1.302) 46,1%	Obesas abdominais (n = 1.525) 53,9%	Não obesos abdominais (n = 1.345) 57,1%	Obesos abdominais (n = 1.009) 42,9%
<b>Hábitos de vida</b>				
Etilismo, (%)				
Nunca ou raramente	38,1*§	45,0*§	21,0*§	26,9*§
Frequentemente	39,6*§	35,0*§	48,0*§	44,5*§
Diariamente	14,8*§	11,9*§	22,7*§	18,6*§
Não declarado	7,5*§	8,1*§	8,3*§	10,0*§
Tabagismo, (%)				
Não tabagista	47,0*§	43,1*§	31,0*§	25,3*§
Ex-tabagista	39,5*§	43,6*§	53,5*§	63,1*§
Tabagista	13,5*§	13,3*§	15,5*§	11,6*§
<b>Condições de saúde</b>				
Acidente Vascular Encefálico (sim), (%)	1,1	1,2	1,1	0,9
Anemia (Hb < 12 mg/dl ♀ e < 13 mg/dl ♂), (%)	6,4*	4,3*	5,6	5,0
Câncer (sim), (%)	2,7	2,4§	2,0*	4,2*§
Cardiopatias (sim), (%)	6,8	8,2	7,3	7,9
Diabetes (sim), (%)	1,0*§	4,8*§	4,1*§	7,4*§
Doença articular (sim), (%)	33,9*§	45,2*§	22,7*§	31,5*§
Hipertensão Arterial Sistêmica, (sim) (%)	36,5*	48,1*	39,4	49,4
Osteoporose (sim), (%)	10,9*§	8,2*§	1,3§	2,1§
Pneumopatias (sim), (%)	11,7*	15,5*	12,3	15,1
Queda nos últimos 12 meses (sim), (%)	22,9*§	25,9*§	15,1§	16,5§
<b>Neuropsiquiátricos</b>				
Cognição (média do escore de memória), pontos	10,7 (3,5)*§	10,4 (3,4)*§	9,9 (3,4)§	9,7 (3,2)§
Sintomas depressivos (CES-D ≥ 4 pontos), (%)	14,6*§	18,1*§	8,5§	10,6§

Tabela 4 – continuação.

	Mulheres		Homens	
	Não obesas abdominais (n = 1.302) 46,1%	Obesas abdominais (n = 1.525) 53,9%	Não obesos abdominais (n = 1.345) 57,1%	Obesos abdominais (n = 1.009) 42,9%
<b>Antropometria</b>				
Circunferência de cintura (cm), (média)	79,9 (5,7)*§	99,0 (8,9)*§	93,4 (6,4)*§	110,6 (7,1)*§
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> ), (média)	24,0 (2,8)*§	30,9 (4,6)*	25,2 (2,5)*§	30,7 (3,2)*
Eutrófico (%)	61,6*§	4,7*§	42,5*§	0,9*§
Desnutrido (%)	2,2*§	0,0*§	1,0*§	0,0*§
Sobrepeso (%)	34,7*§	42,7*§	54,1*§	45,0*§
Obeso (%)	1,5*§	52,6*§	2,4*§	54,1*§
<b>Medidas de sangue</b>				
Triglicérides (≥ 150 mg/dl), (%)	26,6*§	48,5*§	37,2*§	55,8*§
Colesterol total (≥ 200 mg/dl), (%)	83,0*§	78,9*§	66,2*§	61,4*§
HDL (< 40 mg/dl homem; < 50 mg/dl mulher), (%)	12,5*§	26,5*§	3,6*	§9,3*§
LDL (≥ 100 mg/dl), (%)	90,7*§	87,5*§	82,6*	77,2*§
Proteína C reativa (> 3 mg/L), (%)	22,4*	49,6*§	25,5*	41,3*§
Fibrinogênio (> 380 mg/dl,) (%)	13,8*	21,0*§	14,5	16,7§
Ferritina (< 39 ng/ml homem; < 62 ng/ml mulher), (%)	22,2*	18,7*	23,1*	17,9*
<b>Funcionalidade</b>				
Força de prensão manual (kg), (média)	23,8 (6,7)§	24,2 (6,7)§	39,5 (9,7)*§	41,1 (10,0)*§
ABVD (média de acometimentos)	0,2 (0,7)*	0,4 (0,9)*	0,2 (0,7)*	0,4 (0,9)*
AIVD (média de acometimentos)	0,3 (0,8)*§	0,4 (0,9)*§	0,2 (0,7)§	0,2 (0,7)§

Os dados são apresentados como proporções, médias e desvios padrão. CES-D – Center for Epidemiological Studies-Depression Scale; ABVD – Atividade Básica de Vida Diária; AIVD – Atividade Instrumental de Vida Diária; HDL – High Density Lipoprotein; LDL – Low Density Lipoprotein.

\* Diferença por estado de obesidade abdominal dentro do mesmo sexo ( $p < 0,05$ ).

§ Diferença entre sexos dentro de mesmo estado de obesidade abdominal ( $p < 0,05$ ).

A prevalência da obesidade abdominal, na linha de base, foi maior no sexo feminino e esteve presente em 53,9% das mulheres (IC 95% 52,1 – 55,8). Os valores das prevalências nas demais ondas de avaliação podem ser consultadas na tabela 5.

**Tabela 5.** Prevalência da obesidade abdominal em indivíduos com 50 anos ou mais nas Ondas 2 (2004/2005), 4 (2008/2009) e 6 (2012/2013) do Estudo ELSA de acordo com o sexo dos participantes, Inglaterra, 2004/2005 – 2012/2013.

Coorte	Mulheres (%) (> 88 cm ♀)	IC 95%	Coorte	Homens (%) (> 102 cm ♂)	IC 95%
<b>Onda 2</b> (n = 2.827)	53,9*	52,1 – 55,8	<b>Onda 2</b> (n = 2.354)	42,9*	40,9 – 44,9
<b>Onda 4</b> (n = 1.990)	60,1*	58,0 – 62,3	<b>Onda 4</b> (n = 1.592)	47,4*	45,0 – 49,9
<b>Onda 6</b> (n = 1.727)	58,7*	56,4 – 61,0	<b>Onda 6</b> (n = 1.357)	45,3*	42,7 – 48,0

IC 95%: intervalo de confiança de 95%. \*p < 0,01.

A tabela 6, composta por 2 modelos mistos lineares generalizados, expõem os parâmetros da força neuromuscular ajustados pelas variáveis de controle para o intercepto e *slope* como função do estado de obesidade abdominal em 8 anos de seguimento para o sexo feminino (modelo 3) e para o sexo masculino (modelo 4).

Quanto ao intercepto, no modelo 3, constatou-se que as mulheres obesas abdominais partiam de uma trajetória com, em média, 0,82 kg a mais de força neuromuscular (IC 95% 0,43 – 1,21) comparadas às mulheres não obesas abdominais. Já, no modelo 4, verificou-se que os homens obesos abdominais partiam de um intercepto com 1,58 kg a mais de força neuromuscular (IC 95% 1,00 – 2,17) do que seus pares não obesos abdominais.

Quanto ao *slope*, ambos os modelos mostraram que não houve significativo declínio da força neuromuscular ao longo do tempo para os seguintes indivíduos: 50 anos de idade, com vida conjugal, que apresentavam maior quintil de renda, maior escolaridade ( $\geq 14$  anos de estudo), não fumantes, sem consumo ou com raro consumo de álcool, praticantes de exercícios físicos vigorosos, que não apresentavam AVE, doenças articulares, câncer, cardiopatias, pneumopatias, osteoporose, hipertensão arterial, diabetes, anemia, quedas nos últimos 12 meses, com menos de 4 sintomas depressivos de acordo com o *CES-D*, que apresentavam melhor

desempenho cognitivo (20 pontos de memória), sem comprometimento em ABVD e AIVD, sem distúrbio no metabolismo de lipídios (triglicérides, colesterol total, *LDL* e *HDL*), sem alterações nos marcadores inflamatórios (PCR e fibrinogênio) e nos níveis de ferritina.

Contudo, ainda no *slope*, foi verificado que as mulheres obesas abdominais não apresentaram um significativo maior decréscimo de força neuromuscular do que as mulheres sem a obesidade [- 0,03 kg ao ano (IC 95% - 0,11 – 0,05)]. Entretanto, o contrário foi observado no sexo masculino, de forma que a obesidade abdominal acelerou o declínio de força em - 0,12 kg ao ano (IC 95% - 0,24 – - 0,01) em comparação à trajetória dos homens que não possuíam essa condição.

**Tabela 6.** Estimativas dos Modelos Mistos Lineares Generalizados para a força neuromuscular de acordo com o sexo como função do estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento em indivíduos com mais de 50 anos de idade residentes na Inglaterra (n = 5.181) – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013).

	<b>Modelo 3</b>	<b>Modelo 4</b>
	n = 2.827	n = 2.354
<b>Coefficientes <math>\beta</math> Estimados (IC 95%)</b>		
<b>Intercepto (linha de base)</b>		
<b>Não Obesos Abdominais</b>	Referência	Referência
<b>Obesos Abdominais</b>	0,82 (0,43 – 1,21)**	1,58 (1,00 – 2,17)**
<b>Slope (acompanhamento)</b>		
<b>Tempo, anos</b>	- 0,08 (- 0,61 – 0,45)	- 0,59 (- 1,31 – 0,13)
<b>Tempo x Não Obesos Abdominais</b>	Referência	Referência
<b>Tempo x Obesos Abdominais</b>	- 0,03 (- 0,11 – 0,05)	- 0,12 (- 0,24 – - 0,01)*

**IC 95%:** intervalo de confiança de 95%. **Modelo 3** – Modelo só para o sexo feminino ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade; **Modelo 4** – Modelo só para o sexo masculino ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade. \*p < 0,05. \*\*p < 0,01.

A tabela 7 exhibe a predição dos valores de força neuromuscular (kg) nos oito anos de acompanhamento baseados nos modelos mistos lineares generalizados ajustados pelas variáveis de controle, assim como seus respectivos valores de declínio anual, de acordo com o sexo dos participantes e o estado de obesidade abdominal.

Vale recordar que, embora os obesos abdominais, de ambos os sexos, partiram de uma trajetória de maior força neuromuscular, somente os obesos abdominais do sexo masculino apresentaram significativo maior declínio de força neuromuscular ao longo dos 8 anos de acompanhamento (**tabela 6 – modelo 4**).

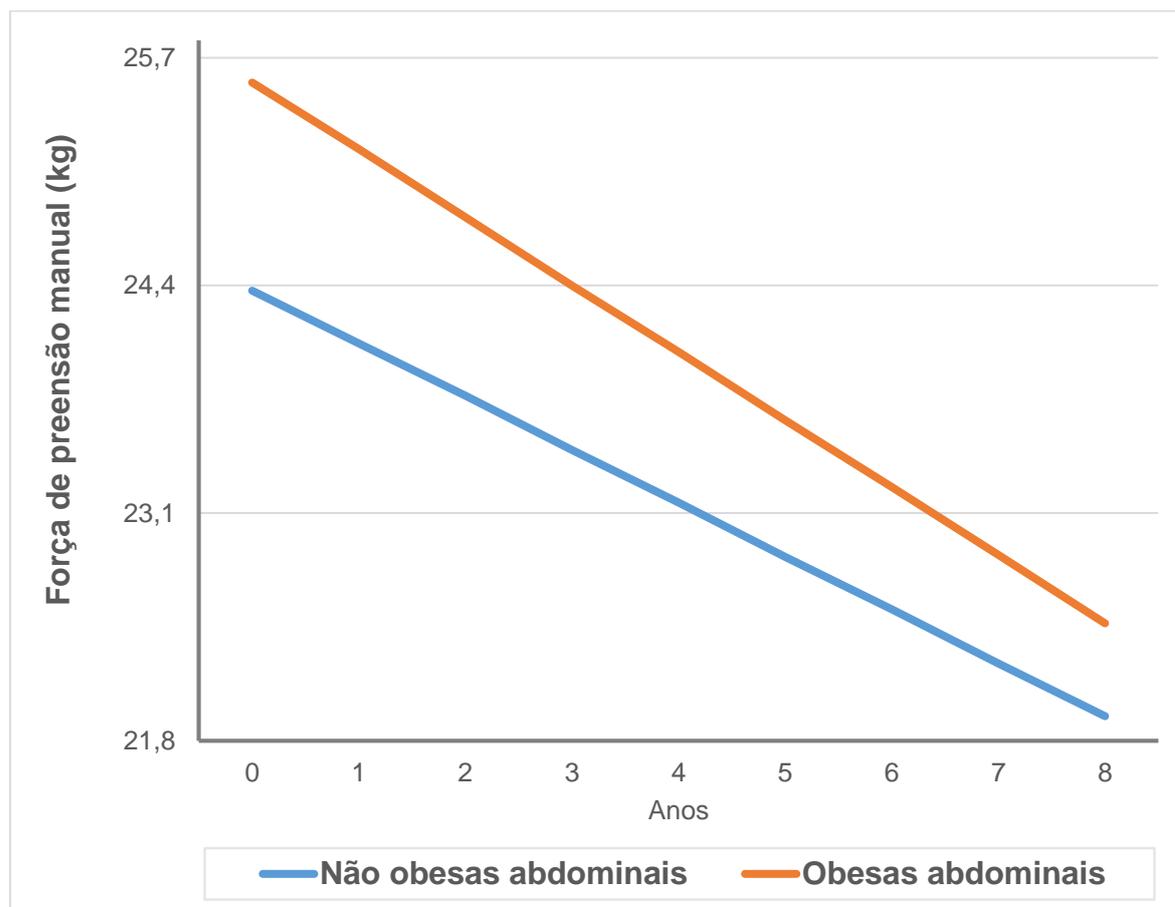
**Tabela 7.** Valores preditivos (kg) e valores do declínio anual (kg) da força neuromuscular de acordo com o sexo e o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 5.181) – Estudo *ELSA* (2004/2005 – 2012/2013).

Ano	Mulheres				Homens			
	Não obesas abdominais		Obesas abdominais		Não obesos abdominais		Obesos abdominais	
	Valores preditivos	Valor de declínio	Valores preditivos	Valor de declínio	Valores preditivos	Valor de declínio	Valores preditivos	Valor de declínio
<b>Intercepto</b>	24,37*	-	25,56*	-	40,16*	-	41,35*	-
<b>1</b>	24,07	- 0,30	25,18	- 0,38	39,70	- 0,46*	40,81	- 0,54*
<b>2</b>	23,77	- 0,30	24,79	- 0,39	39,25	- 0,45*	40,27	- 0,54*
<b>3</b>	23,46	- 0,31	24,40	- 0,39	38,79	- 0,46*	39,73	- 0,54*
<b>4</b>	23,16	- 0,30	24,02	- 0,38	38,33	- 0,46*	39,20	- 0,53*
<b>5</b>	22,85	- 0,31	23,63	- 0,39	37,88	- 0,45*	38,66	- 0,54*
<b>6</b>	22,55	- 0,30	23,25	- 0,38	37,42	- 0,46*	38,12	- 0,54*
<b>7</b>	22,24	- 0,31	22,86	- 0,39	36,96	- 0,46*	37,58	- 0,54*
<b>8</b>	21,94	- 0,30	22,47	- 0,39	36,51	- 0,45*	37,04	- 0,54*

\* Diferença por estado de obesidade abdominal dentro do mesmo sexo ( $p < 0,05$ ).

A figura 3 ilustra graficamente as trajetórias de declínio de força neuromuscular do sexo feminino de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento.

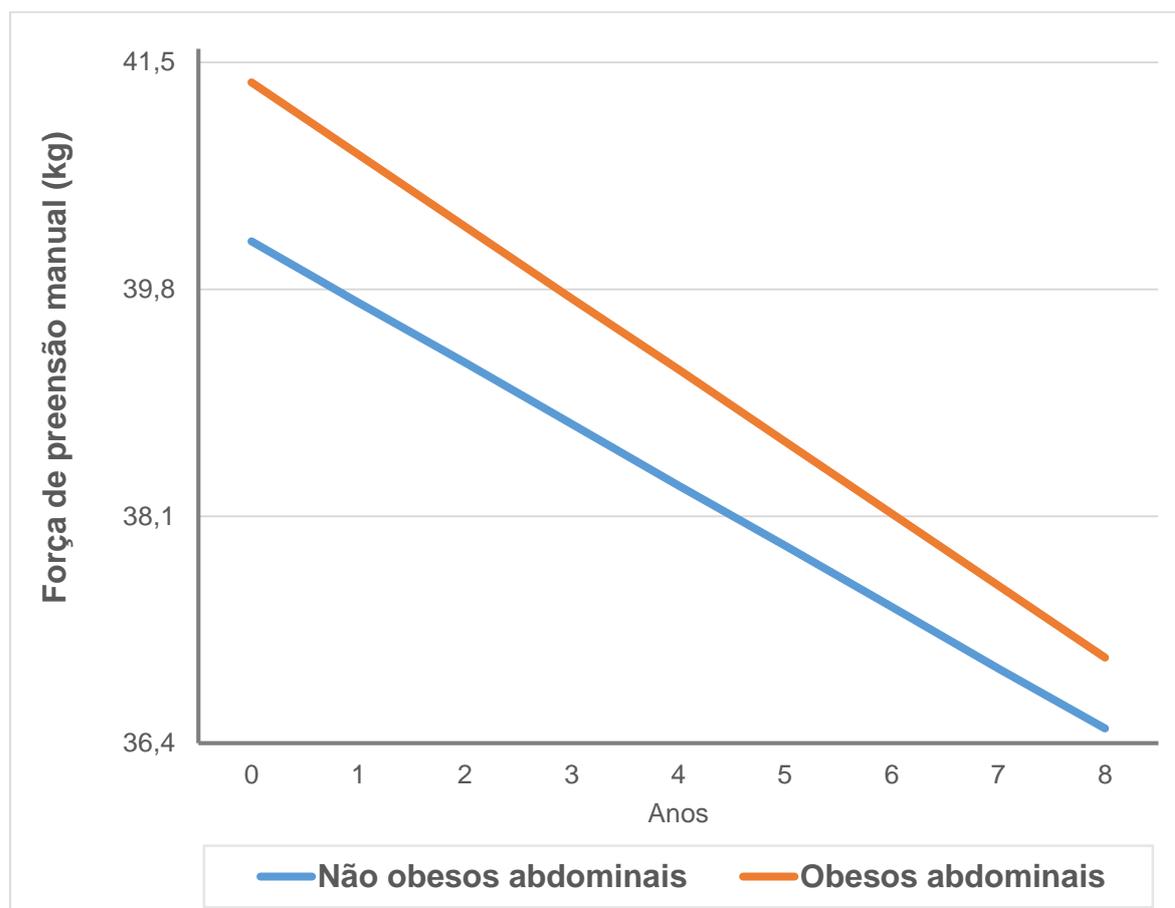
**Figura 3.** Trajetória feminina do declínio da força neuromuscular de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 2.827), Estudo ELSA, Inglaterra, 2004/2005 – 2012/2013.



Predições para as mulheres com 50 anos de idade, com vida conjugal, que apresentavam maior quintil de renda, maior escolaridade ( $\geq 14$  anos de estudo), não fumantes, sem consumo ou com raro consumo de álcool, praticantes de exercícios físicos vigorosos, que não apresentavam AVE, doenças articulares, câncer, cardiopatias, pneumopatias, osteoporose, hipertensão arterial, diabetes, anemia, quedas nos últimos 12 meses, com menos de 4 sintomas depressivos de acordo com o *CES-D*, que apresentavam melhor desempenho cognitivo (20 pontos de memória), sem comprometimento em ABVD e AIVD, sem distúrbio no metabolismo de lipídios (triglicérides, colesterol total, *LDL* e *HDL*), sem alterações nos marcadores inflamatórios (PCR e fibrinogênio) e nos níveis de ferritina.

A figura 4 ilustra graficamente as trajetórias de declínio de força neuromuscular do sexo masculino de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento.

**Figura 4.** Trajetória masculina do declínio da força neuromuscular de acordo com o estado de obesidade abdominal em 8 anos de acompanhamento (n = 2.354), Estudo ELSA, Inglaterra, 2004/2005 – 2012/2013.



Predições para os homens com 50 anos de idade, com vida conjugal, que apresentavam maior quintil de renda, maior escolaridade ( $\geq 14$  anos de estudo), não fumantes, sem consumo ou com raro consumo de álcool, praticantes de exercícios físicos vigorosos, que não apresentavam AVE, doenças articulares, câncer, cardiopatias, pneumopatias, osteoporose, hipertensão arterial, diabetes, anemia, quedas nos últimos 12 meses, com menos de 4 sintomas depressivos de acordo com o *CES-D*, que apresentavam melhor desempenho cognitivo (20 pontos de memória), sem comprometimento em ABVD e AIVD, sem distúrbio no metabolismo de lipídios (triglicérides, colesterol total, *LDL* e *HDL*), sem alterações nos marcadores inflamatórios (PCR e fibrinogênio) e nos níveis de ferritina.

Com as análises de sensibilidades apresentadas na tabela 8, onde os indivíduos desnutridos – aqueles com  $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$  – foram removidos da linha de base do estudo, pudemos comprovar os achados demonstrados anteriormente.

**Tabela 8.** Estimativas dos Modelos Mistos Lineares Generalizados para a força neuromuscular como função do estado de obesidade abdominal, sem pessoas desnutridas na linha de base (IMC < 18,5kg/m<sup>2</sup>), em oito anos de acompanhamento em indivíduos com mais de 50 anos de idade residentes na Inglaterra (n = 5.138) – Análise de sensibilidade – Estudo *ELSA* (2004/2005 – 2012/2013).

	<b>Modelo 5</b>	<b>Modelo 6</b>	<b>Modelo 7</b>	<b>Modelo 8</b>
	n = 5.138	n = 5.138	n = 2.798	n = 2.340
<b>Coeficientes <math>\beta</math> Estimados (IC 95%)</b>				
<b>Intercepto (linha de base)</b>				
<b>Não Obesos Abdominais</b>	Referência	Referência	Referência	Referência
<b>Obesos Abdominais</b>	- 0,03 (- 0,40 – 0,34)	1,17 (0,82 – 1,52)**	0,81 (0,42 – 1,20)**	1,55 (0,96 – 2,14)**
<b>Slope (acompanhamento)</b>				
<b>Tempo, anos</b>	- 0,45 (- 0,49 – - 0,41)**	- 0,09 (- 0,54 – 0,36)	- 0,04 (- 0,58 – 0,49)	- 0,58 (- 1,31 – 0,14)
<b>Tempo x Não Obesos Abdominais</b>	Referência	Referência	Referência	Referência
<b>Tempo x Obesos Abdominais</b>	- 0,02 (- 0,08 – 0,03)	- 0,08 (- 0,15 – - 0,01)*	- 0,03 (- 0,11 – 0,05)	- 0,12 (- 0,24 – - 0,01)*

**IC 95%:** intervalo de confiança de 95%. **Modelo 5** – Modelo Bruto; **Modelo 6** – Ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade; **Modelo 7** – Modelo só para o sexo feminino ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade; **Modelo 8** – Modelo só para o sexo masculino ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade. \*p < 0,05. \*\*p < 0,01.

As análises de sensibilidade realizadas em função do índice de massa corporal, presentes na tabela 9, expõem resultados semelhantes aos encontrados previamente de que embora os homens obesos partam de uma trajetória de maior força neuromuscular no intercepto, sua força declinou mais acentuadamente do que os eutróficos. Contudo, naqueles com sobrepeso, ou seja, com um acúmulo não tão acentuado de gordura, essa associação não foi encontrada.

Dessa forma, mesmo com resultados semelhantes no que tange à obesidade abdominal, avaliada pela circunferência da cintura, e à obesidade, avaliada pelo IMC, ainda verificamos que o uso da circunferência de cintura, como medida de avaliação da adiposidade abdominal, seria um melhor indicador, uma vez que constatamos que 45,0% dos homens obesos abdominais apresentavam sobrepeso na linha de base, quando avaliados pelo IMC. Portanto, se somente utilizássemos o IMC os homens com sobrepeso não seriam identificados como grupo de risco de maior declínio de força neuromuscular quando, na verdade, uma boa parte deles com obesidade abdominal, são. Por fim, o uso da circunferência de cintura nos parece mais hábil em captar indivíduos em risco para uma maior perda de força neuromuscular devido ao maior acúmulo gorduroso abdominal em detrimento do IMC.

**Tabela 9.** Estimativas dos Modelos Mistos Lineares Generalizados para a força neuromuscular como função do índice de massa corporal em oito anos de acompanhamento em indivíduos com mais de 50 anos de idade residentes na Inglaterra (n = 5.181) – Análise de sensibilidade – Estudo ELSA (2004/2005 – 2012/2013).

	<b>Modelo 9</b>	<b>Modelo 10</b>	<b>Modelo 11</b>	<b>Modelo 12</b>
	n = 5.181	n = 5.181	n = 2.827	n = 2.354
<b>Coeficientes <math>\beta</math> Estimados (IC 95%)</b>				
<b>Intercepto (linha de base)</b>				
<b>Eutróficos</b>	Referência	Referência	Referência	Referência
<b>Desnutridos</b>	- 2,24 (- 4,28 – - 0,21)*	- 0,74 (- 2,58 – 1,09)	- 0,05 (- 1,89 – 1,78)	- 2,90 (- 6,56 – 0,75)
<b>Sobrepesos</b>	1,60 (1,14 – 2,05)**	1,23 (0,83 – 1,64)**	1,00 (0,57 – 1,45)**	1,49 (0,79 – 2,19)**
<b>Obesos</b>	1,99 (1,43 – 2,56)**	2,30 (1,80 – 2,79)**	1,46 (0,93 – 2,00)**	3,23 (2,36 – 4,10)**
<b>Slope (acompanhamento)</b>				
<b>Tempo, anos</b>	- 0,41 (- 0,47 – - 0,36)**	- 0,04 (- 0,49 – 0,42)	- 0,05 (- 0,59 – 0,48)	- 0,47 (- 1,19 – 0,26)
<b>Tempo x Eutróficos</b>	Referência	Referência	Referência	Referência
<b>Tempo x Desnutridos</b>	- 0,08 (- 0,42 – 0,26)	0,01 (- 0,40 – 0,43)	- 0,13 (- 0,54 – 0,27)	0,28 (- 0,67 – 1,23)
<b>Tempo x Sobrepesos</b>	- 0,05 (- 0,12 – 0,01)	- 0,05 (- 0,13 – 0,03)	- 0,06 (- 0,15 – 0,03)	- 0,03 (- 0,16 – 0,10)
<b>Tempo x Obesos</b>	- 0,08 (- 0,16 – - 0,01)*	- 0,12 (- 0,21 – - 0,02)*	- 0,07 (- 0,17 – 0,04)	- 0,17 (- 0,33 – - 0,01)*

**IC 95%:** intervalo de confiança de 95%. **Modelo 9** – Modelo Bruto; **Modelo 10** – Ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade; **Modelo 11** – Modelo só para o sexo feminino ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade; **Modelo 12** – Modelo só para o sexo masculino ajustado por características socioeconômicas, hábitos de vida, condições de saúde, fatores neuropsiquiátricos, marcadores séricos e funcionalidade. \*p < 0,05. \*\*p < 0,01.

## 5 DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo é que os homens obesos abdominais, apesar de partirem de uma maior força neuromuscular na linha de base, apresentaram maior declínio dessa força ao longo do tempo comparados aos homens não obesos abdominais. É válido destacar que os modelos não estratificados, somente controlados por sexo, demonstravam incorretamente, que tal situação se dava em ambos os sexos.

Além disso, as análises de sensibilidade demonstraram que, usando o IMC, somente indivíduos obesos e não os com sobrepeso apresentavam maior risco de declínio da força neuromuscular quando, na verdade, há um grande número de obesos abdominais no grupo de indivíduos com sobrepeso e que, portanto, também estão sob risco. Dessa forma, o uso da circunferência da cintura, por ser mais específica em identificar gordura abdominal, parece ser melhor para prever o maior declínio de força neuromuscular.

O uso e exatidão do IMC em detectar a obesidade, em indivíduos mais velhos, têm sido altamente questionados devido às alterações corporais que ocorrem no envelhecimento<sup>77,95,96,97</sup>. Nessa população, a composição corporal pode se modificar independentemente de variações em sua massa total (numerador do IMC)<sup>19</sup>, visto que o montante gorduroso tende a aumentar e o de massa magra, principalmente a muscular, diminuir conforme se envelhece<sup>43,98,99</sup>. Além disso, o IMC também não leva em consideração outras duas condições comuns ao avançar da idade, a diminuição na estatura e o aumento da cifose torácica, o que também podem comprometer a precisão desta medida<sup>100</sup>.

Por exemplo, em um estudo transversal com 8.441 homens e mulheres do *European Prospective Investigation into Cancer-Norfolk* (48 – 92 anos de idade), Keevin e colaboradores<sup>49</sup> encontraram que o maior IMC esteve associado à uma maior força de prensão palmar, enquanto a maior circunferência de cintura se associou à uma menor força na dinamometria manual. Os autores concluíram que a diferença na direção das associações se deve ao fato do IMC incorporar em seu cálculo a massa total do indivíduo, isto é, a massa gorda e a magra, portanto, um maior IMC também pode indicar maior quantidade de massa muscular ao invés de, somente, maior acúmulo gorduroso.

Mais adiante, uma revisão sistemática e meta-análise averiguou que a sensibilidade do IMC em identificar a obesidade se reduz conforme o avançar da idade, de forma que se pode perder em até 50% os diagnósticos daqueles que realmente possuem essa condição (comparados aos exames de imagem como *DEXA*, bioimpedância elétrica e tomografia computadorizada)<sup>101</sup>. Entretanto, o uso desses sofisticados equipamentos de imagem não são uma opção realista em serviços públicos e na prática clínica, portanto, medidas antropométricas simples e acuradas são necessárias<sup>102</sup>.

Dessa forma, o uso da circunferência de vem ganhado destaque, uma vez que espera-se maior acúmulo gorduroso em abdome com o envelhecimento<sup>19,43,44</sup> e pelo crescente número de evidências comprovando que esta medida é mais acurada para avaliar a adiposidade do que o IMC<sup>48,49,50,51,52,53,54</sup>. Apesar disso, não há até o momento outros estudos que investigaram longitudinalmente o efeito da obesidade abdominal sobre a redução de força neuromuscular, o que impossibilita confrontar diretamente nossos achados. Isso ocorre, pois, os estudos longitudinais prévios fizeram uso de outras medidas de avaliação como a massa gordurosa total<sup>103</sup> e o IMC<sup>42,104</sup> como variáveis de interesse ou controle.

Nossos achados diferem parcialmente dos obtidos por Koster e colaboradores<sup>103</sup>, num estudo longitudinal de 8 anos, com uma amostra de 2.307 homens e mulheres (70 – 79 anos) do *Health, Aging, and Body Composition Study*. Koster e colaboradores<sup>103</sup> também evidenciaram, em ambos os sexos, que a maior massa gordurosa total (avaliada por *DEXA*) esteve associada à uma maior força muscular na linha de base do estudo (mensurada por dinamometria isocinética de extensores de joelho). Entretanto, os mesmos não encontraram associação entre maior quantidade de massa gorda total e acelerada redução de força neuromuscular.

A utilização do *DEXA* para quantificar a massa gorda total, como feito no estudo de Koster e colaboradores<sup>103</sup>, contudo, não indica a forma de como a gordura está distribuída, o que é uma informação de extrema importância, pois as características metabólicas do tecido adiposo não são homogêneas em todo o corpo e diferentes repercussões metabólicas podem ser observadas com base no local de acúmulo<sup>105,106</sup>, como o maior acúmulo abdominal refletir em maior atividade pró-inflamatórias<sup>48,49</sup>. Em outras palavras, mais importante do que saber a quantidade de gordura corporal, é saber onde ela está alojada<sup>105,106</sup>.

Vidoni e colaboradores<sup>104</sup> seguiram 1.101 participantes (50 anos ou mais) do *The Baltimore Longitudinal Study of Aging* por aproximadamente 4,7 anos. Ao utilizarem o IMC como medida de adiposidade constataram que somente as mulheres obesas ( $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) apresentavam, na linha de base, maior força de preensão manual em relação às eutróficas. No entanto, como o estudo objetivou analisar o efeito de altos níveis de homocisteína na redução da força neuromuscular, os autores não testaram a interação tempo x obesidade, o que impossibilitou averiguá-la como preditora de um maior declínio.

Por fim, em 22 anos de seguimento de 963 homens e mulheres (30 – 73 anos), Stenholm e colaboradores<sup>42</sup> constataram, em um modelo bem controlado, incluindo o sexo dos participantes, que os indivíduos obesos ( $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) tiveram uma acentuada perda de força de preensão manual comparados aos eutróficos. Contudo, embora a obesidade geral tenha sido evidenciada como preditora desse desfecho, não se sabe como seria essa associação estratificada por sexo.

Dado que homens e mulheres diferem entre si quanto ao nível absoluto de força e sua perda ao longo do tempo<sup>18,19,64,68,103</sup> e quanto à deposição e redistribuição de gordura durante o envelhecimento<sup>108,109</sup>, conduzir análises estratificadas para homens e mulheres seria um procedimento necessário para não obscurecer quaisquer diferenças existentes entre eles e evitar assumir conclusões equivocadas<sup>110</sup>.

Assim, no presente estudo, além de utilizarmos a medida clínica mais acurada para avaliar a adiposidade em indivíduos mais velhos, a circunferência de cintura<sup>48,49,50,51,52,53,54</sup>, realizamos análises estratificadas pelo sexo dos participantes, onde constatamos que a presença da obesidade abdominal acelerou o declínio de força apenas no sexo masculino.

Essa adiposidade em região de abdome consiste principalmente em gordura subcutânea e visceral com proporções distintas entre os sexos<sup>111</sup>. Homens, de idades mais jovens até as mais velhas, possuem predominante acúmulo em região abdominal alojada de forma visceral<sup>107,109,112</sup>, tipo de gordura conhecida por estar associada à maior expressão de citocinas pró-inflamatórias<sup>50,51,52</sup> e à desfechos metabólicos adversos, como a resistência insulínica<sup>113,114</sup>, associações estas que podem mediar o acelerado declínio de força neuromuscular apresentado pelos homens obesos abdominais.

O aumento mais pronunciado das citocinas pró-inflamatórias, característico do maior acúmulo gorduroso visceral, parece exacerbar a atividade catabólica muscular

por aumentar os níveis de IL-6, TNF- $\alpha$  e TNF- $\beta$ <sup>51,52,53</sup>, promover a depressão do processo anabólico pela elevação do TNF- $\alpha$  e TNF- $\beta$ <sup>51,52</sup> e prejudicar a reparação tecidual neuromuscular (supressão do agente reparador IGF-1 devido ao aumento de TNF- $\alpha$  e TNF- $\beta$ )<sup>54</sup>, e, conseqüentemente, repercutir em uma maior perda de força neuromuscular ao longo dos anos<sup>30,50,51,52,53,54</sup>.

Além disso, na linha de base do presente estudo, os homens obesos abdominais apresentaram a maior prevalência de diabetes. Sabe-se que a gordura abdominal visceral possui forte associação com a resistência insulínica, condição que pode alterar a forma com que o músculo utiliza o hormônio insulina para fins anabólicos<sup>113,114,115</sup>, resultar em quebra proteica muscular como fonte de substrato energético e, potencialmente, também acarretar em uma pior trajetória de força neuromuscular<sup>115</sup>.

Por sua vez, o maior alojamento visceral também é fortemente associado às altas concentrações séricas de triglicérides<sup>116,117</sup> e maior infiltrado gorduroso muscular<sup>118,119,120</sup>. Evidências apontam que o excesso de gordura infiltrada no músculo pode causar apoptose na fibra muscular e contribuir para uma pior capacidade de o músculo gerar força<sup>45,120,121</sup>. Embora não possamos inferir a quantidade de triglicérides infiltrada no músculo de nossa população, constatamos que, na linha de base, os homens obesos abdominais tiveram a maior prevalência de hipertrigliceridemia, e, talvez, também poderiam apresentar maior quantidade de infiltrado gorduroso nos músculos.

Quanto ao sexo feminino, mesmo as mulheres apresentando maiores prevalências de obesidade abdominal, a presença desta condição não acelerou a trajetória do declínio de força neuromuscular. O fato de não encontrarmos tal associação em mulheres não é bem definida na literatura, contudo, as características femininas quanto ao seu acúmulo gorduroso abdominal, parecem coloca-las numa condição mais favorável do que a gordura abdominal masculina.

Mulheres, quando jovens, possuem tendência de maior deposição gordurosa em quadris e coxas de forma subcutânea<sup>107,109,112</sup>. Contudo, em torno aos 50 anos de idade, com as alterações hormonais na menopausa, estas passam por uma acelerada redistribuição de gordura para a região abdominal também de modo subcutâneo<sup>122</sup>. Em linhas gerais, mulheres apresentam em média 1,8 kg a mais de gordura abdominal subcutânea do que os homens para cada valor de circunferência de cintura<sup>111,112,122</sup>.

O tipo de alojamento abdominal subcutâneo é conhecido por possuir menor atividade catabólica neuromuscular comparado ao alojamento visceral pela menor expressão de citocinas pró-inflamatórias<sup>123,124,125</sup> e por apresentar maior liberação de ácidos graxos circulantes, isto é, maior biodisponibilidade de substrato energético<sup>126,127,128</sup>, o que explicaria o fato das mulheres obesas abdominais, na linha de base, possuírem maiores prevalências de hipercolesterolemia e altas concentrações de *LDL* quando comparadas aos homens obesos abdominais.

Quanto à atividade inflamatória, embora as mulheres obesas abdominais, na linha de base, tivessem as maiores concentrações de marcadores inflamatórios (PCR e fibrinogênio), deve-se ressaltar que estes não são os marcadores específicos do estado de obesidade abdominal como os fatores de necrose tumoral alfa e beta<sup>51,52</sup> e a interleucina-6<sup>52,53</sup>. Infelizmente, o Estudo *ELSA* não dispõe de marcadores característicos do estado de obesidade abdominal, entretanto, seria muito importante que os próximos estudos incorporem essas medidas em suas análises.

Uma possível limitação do uso da circunferência de cintura para prever maior declínio de força neuromuscular, em mulheres, é essa medida não ser capaz de distinguir a gordura abdominal subcutânea da gordura visceral e de não levar em consideração a tendência, em idades mais jovens, do maior acúmulo gorduroso em quadris e coxas<sup>129</sup>. Assim, essa especificidade feminina quando jovem e seu impacto no envelhecimento precisa ser mais estudada. Para trabalhos futuros, recomenda-se investigar a relação cintura/quadril como uma possível medida preditora do maior declínio de força em mulheres, por esta medida refletir, até certo ponto, na maior adiposidade em tronco inferior e quadris<sup>129</sup>.

O presente estudo possui algumas limitações. Primeiro, os 2.485 participantes excluídos por possuírem informações faltantes na linha de base eram mais velhos, mais fracos e mais obesos abdominais, mais comprometidos funcionalmente, com piores hábitos de vida e condições socioeconômicas, além de terem maior carga de doenças crônicas e pior desempenho cognitivo. Assim, a associação entre obesidade abdominal e maior redução de força neuromuscular pode ter sido subestimada em nossa análise, visto uma melhor condição geral de vida e saúde dos indivíduos que permaneceram na amostra. Entretanto, mesmo com essa situação, foi identificado que homens obesos abdominais possuem significativo maior declínio de força neuromuscular. Em segundo lugar, a perda amostral ao longo dos anos pode ser uma fonte de viés. No entanto, esse tipo de viés, infelizmente, é inevitável em estudos

longitudinais que incluem populações mais velhas. E, terceiro, a falta de informações sobre os hábitos alimentares, o histórico do surgimento da obesidade e o número de anos sendo obeso abdominal é uma limitação que poderia propiciar maior entendimento sobre o mecanismo da adiposidade abdominal no declínio de força neuromuscular.

Entretanto, este estudo tem muitos pontos fortes. Primeiramente, é o primeiro estudo a analisar longitudinalmente o efeito da obesidade abdominal sobre o declínio da força neuromuscular em indivíduos de 50 anos ou mais. Segundo, foi conduzido com uma grande amostra de indivíduos residentes na comunidade representativos da população inglesa. Terceiro, possui três ondas de avaliação em um longo período de acompanhamento para as medidas de força neuromuscular, de obesidade abdominal, medidas físicas e amplos marcadores bioquímicos. Quarto, nossas análises foram ajustadas por um grande número de variáveis de confusão associadas ao declínio de força neuromuscular e, posteriormente, estratificadas por sexo – o que nos permitiu identificar resultados distintos. E, por fim, para evitar qualquer dúvida quanto à medida de obesidade utilizada, nossa análise de sensibilidade reforçou a tese de que o acúmulo de gordura abdominal é um importante preditor de redução da força neuromuscular em homens.

## 6 CONCLUSÃO

Este é o primeiro estudo a analisar longitudinalmente o efeito da obesidade abdominal no declínio de força neuromuscular em indivíduos mais velhos e a constatar diferentes efeitos entre homens e mulheres, visto que a maior adiposidade em região abdominal é preditora de uma acelerada redução de força neuromuscular apenas no sexo masculino.

Pelo fato da obesidade abdominal ser uma condição modificável, nossos achados indicam potenciais caminhos para prevenir e tratar o acentuado declínio de força neuromuscular constatado nos homens obesos abdominais. Nossas descobertas destacam, também, a importância de realizar análises estratificadas por sexo quando o assunto é força neuromuscular. A não estratificação das análises poderia ter gerado viés nos resultados encontrados fazendo crer que a maior adiposidade em região abdominal aceleraria o declínio de força em ambos os sexos, quando, na verdade, isso não parece ser verdade.

## REFERÊNCIAS

1. UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Ageing**, 2015. Disponível em: [http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2015\\_Report.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2015_Report.pdf).
2. ROBINE, J. M.; RITCHIE, K. Healthy life expectancy—evaluation of global indicator of change in population health. **British Med J**, v. 302, p. 457–460, 1991.
3. KALACHE, A.; VERAS, R.P; RAMOS, L.R. O envelhecimento da população mundial: um desafio novo. **Revista de Saúde Pública**, v. 21, n. 3, p. 200-10, jun. 1987.
4. ANGLEMAN, S. B.; HARRIS, T. B.; MELZER, D. The role of waist circumference in predicting disability in periretirement age adults. **International journal of obesity**, v. 30, n. 2, p. 364–373, 2006.
5. SAMPER-TERNENT, R.; AL SNIH, S. Obesity in older adults: Epidemiology and implications for disability and disease. **Rev. Clin. Gerontol**, v.22, p. 10-34, 2012.
6. VISSER, M. Obesity, sarcopenia and their functional consequences in old age. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 70, n. 01, p. 114–118, fev. 2011.
7. CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Sarcopenia ≠ Dynapenia. **Journal of Gerontology and Biological Sciences Medical Science**, v. 63A, n. 8, p. 829-34, ago. 2008.
8. MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Dynapenia and aging: an update. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 16, n. 1, 2012.
9. ROSSI, E.; SANDER, C. S. Envelhecimento do sistema osteoarticular. In: FREITAS, E. L. **Tratado de geriatria e gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 508-529, 2002.
10. ROSENBERG, I. H. Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. **Am J ClinNutr**, v. 50, p. 1231-3, 1989.
11. EVANS, W. J. What is sarcopenia? **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 50, p. 5-8, nov. 1995.
12. ROUBENOFF, R.; HUGHES, V. A. Sarcopenia: current concepts. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 55A, p. 716-724, dez. 2000.

13. ADAMO, M.L.; FARRAR, R. P. Resistance training and IGF involvement in the maintenance of muscle mass during the aging process. **Ageing Research Reviews**, v. 5, n. 3, p. 310-31, ago. 2006.
14. DOHERTY T. J. Invited review: Aging and sarcopenia. **J Appl Physiol**. v. 95, p. 1717–1727, 2003.
15. EVANS, W. J.; CAMPBELL, W. W. Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. **The Journal of Nutrition**, v. 123, suppl. 2, p. 465-468, 1993.
16. NEWMAN, A. B.; HAGGERTY, C. L.; GOODPASTER, B., HARRIS, T.; KRITCHEVSKY, S., NEVITT, M.; HEALTH, T. Strength and Muscle Quality in a Well-Functioning Cohort of Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 3, p. 323-330, 2003.
17. ROSENBERG I. H. Sarcopenia: origins and clinical relevance. **J Nutr**, v. 127, n. 5, p. S-991S, 1997.
18. GOODPASTER, B. H.; PARK, S. W.; HARRIS, T. B.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEVITT, M.; SCHWARTZ, A. V.; SIMONSICK, E. M.; TYLAVSKY, F. A.; VISSER, M.; NEWMAN, A. B. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The Health, Aging and Body Composition Study. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 61, n. 10, p. 1059-64, out. 2006.
19. DELMONICO M. J.; HARRIS T. B.; VISSER M.; PARK S. W.; CONROY M. B.; VELASQUEZ-MIEYER, P. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **Am J Clin Nutr**, v. 90, n. 6, p. 1579–85, 2009.
20. FRONTERA, W. R.; HUGHES, V. A.; FIELDING, R. A.; FIATARONE, M. A.; EVANS, W. J.; ROUBENOFF R. Aging of skeletal muscle: A 12-yr longitudinal study. **J Appl Physiol**, v. 88, p. 1321–1326, 2000.
21. VISSER, M.; GOODPASTER, B. H.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEWMAN, A. B.; NEVITT, M.; RUBIN, S. M.; SIMONSICK, E. M.; HARRIS, T. B. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictor of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 60, n. 3, p. 72-77, mar. 2005.
22. NEWMAN, A. B.; KUPELIAN, V.; VISSER, M.; SIMONSICK, E. M.; GOODPASTER, B. H.; KRITCHEVSKY, S. B.; TYLAVSKY, F. A.; RUBIN, S. M.; HARRIS, T. B. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the Health, Aging and Body Composition Study cohort. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 61, n. 1, p. 72-7, jan. 2006.

23. MENANT, J. C. et al. Strength measures are better than muscle mass measures in predicting health-related outcomes in older people: time to abandon the term sarcopenia? **Osteoporosis International**, v. 28, n. 1, p. 59–70, jan. 2017.
24. CRUZ-JENTOFT, A. J.; BAEYENS, J. P.; BAUER, J. M.; BOIRIE, Y.; CEDERHOLM, T.; LANDI, F.; MARTIN, F. C.; MICHEL, J. P.; ROLAND, Y.; SCHNEIDER, S. M. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 39, n. 4, p. 412-23, jul. 2010.
25. STUDENSKI, S. A.; PETERS, K. W.; ALLEY, D. E. The FNIH Sarcopenia Project: Rationale, Study Description, Conference Recommendations, and Final Estimates. **J Gerontol A BiolSci Med Sci**. v. 69, n. 5, p. 547-58, mai. 2014.
26. AL SNIH, S.; MARKIDES, K.; OTTENBACHE R, K. J.; RAJI, M. A. Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 16, n. 6, p. 481-86, dez. 2004.
27. ALEXANDRE. T. S.; DUARTE, Y. A. O.; SANTOS, J. L. F.; WONG, R.; LEBRÃO, M. L. Sarcopenia according to the European Working Group on Sarcopenia in older people (EWGSOP) versus dynapenia as a risk factor for disability in the elderly. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 18, p. 547-553, 2014.
28. JANSSEN, I. Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the Cardiovascular Health Study. **J Am Geriatr Soc**, v. 54, n.1, p. 56-62, jan. 2006.
29. RANTANEN, T.; GURALNIK, J. M; FOLEY, D.; MASAKI, K.; LEVEILLE, S.; CURB, J. D.; WHITE, L. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. **Journal of American Medical Association**, v. 281, n. 6, p. 558-60, jan. 1999.
30. SCHAAP, L. A.; KOSTER, A.; VISSER, M. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. **Epidemiologic reviews**, v. 35, n. 1, p. 51-65, 2013.
31. YANG, M. et al. Disability associated with obesity, dynapenia and dynapenic-obesity in chinese older adults. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 15, n. 2, p. 150-11, 2014.
32. MORELAND, J. D.; RICHARDSON, J. A.; GOLDSMITH, C. H.; CLASE, C. M. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 52, n. 7, p. 1121-1129, 2004.
33. HICKS, G. E.; SHARDELL, M.; ALLEY, D. E.; MILLER, R. R.; BANDINELLI, S.; GURALNIK, J.; FERRUCCI, L. Absolute strength and loss of strength as predictors of

mobility decline in older adults: the InCHIANTI study. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, p. glr055, 2011.

34. LAURENTANI, F.; RUSSO, C.; BANDINELLI, S.; BARTALI, B.; CAVAZZINI, C.; DI IORIO, A.; CORSI, A. M.; RANTANEN, T. et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. **Journal Applied Physiology**, v. 95, n. 5, p. 1851-60, nov. 2003.

35. MANINI, T. M.; VISSER, M.; WON PARK, S.; PATEL, K. V.; STROTMAYER, E. S.; CHEN, H.; HARRIS, T. B. Knee extension strength cut points for maintaining mobility. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 55, n. 3, p. 451-457, 2007.

36. AL SNIH, S.; MARKIDES, K.; RAY, L.; OS TIR, G. V.; GOODWIN, J. S. Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 50, n. 7, p. 1250-56, jul. 2002.

37. ALEXANDRE, T. S.; DUARTE, Y. A. O.; SANTOS, J. L. F.; WONG, R.; LEBRÃO, M. L. Sarcopenia according to the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) versus dynapenia as a risk factor for mortality in the elderly. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 18, p. 751-756, 2014.

38. ARANGO-LOPERA, V. E.; ARROYO, P.; GUTIERREZ-ROBLEDO, L. M.; PEREZ-ZEREDA, M. U.; CESARI, M. Mortality as an adverse outcome of Sarcopenia. **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 17, n. 3, p. 259-62, mar. 2013.

39. CAROLINA, H. Y. et al. Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. **Canadian Medical Association Journal**, fev. 2010.

40. RANTANEN, T.; VOLPATO, S.; FERRUCI, L.; HEIKKINEN, E.; FRIED, L. P.; GURALNICK, J. M. Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 5, p. 636-41, mai. 2003.

41. MUSCARITOLI, M.; ANKER, S. D.; ARGILÉS, J.; AVERSA, Z.; BAUER, J. M.; BIOLO, G.; BOIRIE, Y.; BOSAEUS, I.; CEDERHOLM, T.; COSTELLI, P.; FEARON, K. C.; LAVIANO, A.; MAGGIO, M.; FANELLI, F. R. et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: Joint document elaborated by Special Interest Groups "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". **Clinical Nutrition**, v. 29, n. 2, p. 154-59, abr. 2010.

42. STENHOLM, S.; TIAINEN, K.; RANTANEN, T.; SAINIO, P.; HELIÖVAARA, M.; IMPIVAARA, O.; KOSKINEN, S. Long-term determinants of muscle strength decline:

prospective evidence from the 22-year mini-Finland follow-up survey. **J Am Geriatr Soc.** v. 60, n. 1, p. 77-85, jan. 2012.

43. ZAMBONI, M. et al. Body composition changes in stable-weight elderly subjects: the effect of sex. **Aging Clin Exp Res**, v. 15, p. 321–327, 2003.

44. DING, J.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEWMAN, A. B. et al. Effects of birth cohort and age on body composition in a sample of community-based elderly. **Am J Clin Nutr.** 2007, v. 85, n. 2, p. 405–410, 2007.

45. GOODPASTER, B. H.; CARLSON, C. L.; VISSER, M. et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. **J Appl Physiol**, v. 90, p. 2157–2165, 2001.

46. NOPPA, H.; ANDERSSON, M.; BENGTSSON, C.; BRUCE, A.; ISAKSSON, B. Longitudinal studies of anthropometric data and body composition. The population study of women in Gotenberg, Sweden. **Am J Clin Nutr**, v. 33, p. 155–162, 1980.

47. DYCK, D.; HEIGENHAUSER, G.; BRUCE, C. The role of adipokines and regulators of skeletal muscle fatty acid metabolism and insulin sensitivity. **Acta Physiol.** v. 186, p. 5-16, 2006.

48. HUNG, J.; MCQUILLAN, B. M.; THOMPSON, P. L.; BEILBY, J. P. Circulating adiponectin levels associate with inflammatory markers, insulin resistance and metabolic syndrome independent of obesity. **Int J Obes (Lond)**, v. 32, p. 772–779, 2008.

49. KEEVIL, V. L. et al. Cross-sectional associations between different measures of obesity and muscle strength in men and women in a British cohort study. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 19, n. 1, p. 3–11, jan. 2015.

50. FANZANI, A.; CONRAADS, V. M.; PENNA, F.; MARTINET, W. Molecular and cellular mechanisms of skeletal muscle atrophy: an update. **J Cachexia Sarcopenia Muscle.** vol. 3, n. 3, p. 163–79, set. 2012.

51. KERSHAW, E. E.; FLIER, J. S. Adipose tissue as an endocrine organ. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 89, n. 6, p. 2548-2556, 2004.

52. VISSER, M.; PAHOR, M.; TAAFFE, D. R.; GOODPASTER, B. H.; SIMONSICK, E. M.; NEWMAN, A. B.; HARRIS, T. B. Relationship of interleukin-6 and tumor necrosis factor- $\alpha$  with muscle mass and muscle strength in elderly men and women The Health ABC Study. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 57, n. 5, p. 326-332, 2002.

53. SCHAAP, L. A. et al. Inflammatory Markers and Loss of Muscle Mass (Sarcopenia) and Strength. **The American Journal of Medicine**, v. 119, n. 6, p. 526.e9-526.e17, jun. 2006.
54. AAGAARD, P.; SUETTA, C.; CASEROTTI, P.; MAGNUSSON, S. P.; KJAER, M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. **Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports**, v. 20, n. 1, p. 49-64, 2010.
55. CORONA, L. P. et al. Weight Gain Among Elderly Women as Risk Factor for Disability: Health, Well-Being and Aging Study (SABE Study). **Journal of Aging and Health**, v. 25, n. 1, p. 119–135, fev. 2013.
56. STENHOLM, S. et al. Association between Obesity History and Hand Grip Strength in Older Adults--Exploring the Roles of Inflammation and Insulin Resistance as Mediating Factors. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 1 mar. 2011. v. 66A, n. 3, p. 341–348.
57. JANSSEN, I.; KATZMARZYK, P. T.; & ROSS, R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 379-384, 2004.
58. SÉNÉCHAL, M.; DIONNE, I. J.; BROCHU, M. Dynapenic abdominal obesity and metabolic risk factors in adults 50 years of age and older. **Journal of Aging and Health**, v. 24, n. 5, p. 812–826, ago. 2012.
59. BOUCHARD, D. R.; JANSSEN, I. Dynapenic-Obesity and Physical Function in Older Adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 65A, n. 1, p. 71–77, 1 jan. 2010.
60. CHENG, F. W. et al. Obesity as a risk factor for developing functional limitation among older adults: A conditional inference tree analysis: Obesity and Functional Decline Among Older Adults. **Obesity**, v. 25, n. 7, p. 1263–1269, jul. 2017.
61. YANG, M. et al. Dynapenic Obesity and Lower Extremity Function in Elderly Adults. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 1, p. 31–36, jan. 2015.
62. KOSTER, A. et al. Waist Circumference and Mortality. **American Journal of Epidemiology**, v. 167, n. 12, p. 1465–1475, 29 abr. 2008.
63. TRIANA-REINA, H. R.; RAMÍREZ-VÉLEZ, R. Asociación de la fuerza muscular con marcadores tempranos de riesgo cardiovascular en adultos sedentarios. **Endocrinología y Nutrición**, v. 60, n. 8, p. 433–438, out. 2013.

64. ANIANSSON, A.; SPERLING, L.; RUNDGREN, A.; LEHNBERG, E. Muscle function in 75-year-old men and women. A longitudinal study. **Scand J Rehabil Med Suppl.** v. 9, p. 92-102, 1983.
65. RANTANEN, T.; MASAKI, K. T.; FOLEY, D. et al. Grip strength changes over 27-yr in Japanese-American men. **J Appl Physiol.** Vol. 85, p. 2047–53, 1998.
66. RANTANEN, T.; ERA, P.; HEIKKINEN, E. Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. **J Am Geriatr Soc**, v. 45, n. 12, p. 1439-45, dez, 1997.
67. RANTANEN, T.; HEIKKINEN, E. The role of habitual physical activity in preserving muscle strength from age 80 to 85 years. **J Aging Phys Act**, v. 6, p. 121-32, 1998.
68. HUGHES, V. A.; FRONTERA, W. R.; WOOD, M.; EVANS, W. J.; DALLAL, G. E.; ROUBENOFF, R.; SINGH, M. A. F. Longitudinal muscle strength changes in older adults influence of muscle mass, physical activity, and health. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 56, n. 5, p. B209-B217, 2001.
69. FORREST, K. Y.; ZMUDA, J. M.; CAULEY, J. A. Patterns and correlates of muscle strength loss in older women. **Gerontology**, v. 53, p. 140–147, 2007.
70. STEPTOE, A. et al. Cohort Profile: The English Longitudinal Study of Ageing. **International Journal of Epidemiology**, v. 42, n. 6, p. 1640–1648, 1 dez. 2013.
71. MARMOT, M.; NAZROO, J.; BANKS, J.; BLUNDELL, R.; ERENS, B.; LESSOF, C.; HUPPERT, FA. **English Longitudinal Study of Ageing: Wave 0 (1998, 1999 and 2001) and Waves 1-4 (2002-2009)** [computer file]. 15th Edition. UK Data Archive [distributor]; Colchester, Essex: 2011. SN: 5050
72. MARMOT, M.; BANKS, J.; BLUNDELL, R.; LESSOF, C. **Health, Wealth and Lifestyles of the Older Population in England: The 2002 English Longitudinal Study of Ageing.** London: Institute for Fiscal Studies, 2003.
73. MELZER, D. et al. **Chapter 6: Measured physical performance.** In: BANKS, J.; BREEZE, E.; LESSOF, C.; NAZROO, J., editors. Retirement, health and relationships of the older population in England: THE 2004 ENGLISH LONGITUDINAL STUDY OF AGEING (Wave 2) Disponível em: <http://www.elsa-project.ac.uk/reportWave2>.
74. PIERCE, M. et al. **Chapter 5: Measured physical health.** In: BANKS, J.; BREEZE, E.; LESSOF, C.; NAZROO, J., editors. Retirement, health and relationships

of the older population in England: THE 2004 ENGLISH LONGITUDINAL STUDY OF AGEING (Wave 2) Disponível em: <http://www.elsa-project.ac.uk/reportWave2>.

75. ROLLAND, Y.; LAUWERS-CANCES, V.; COURNOT, M.; NOURHASHEMI, F.; REYNISH, W.; RIVIERE D. Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 8, p. 1120-4, ago. 2003.

76. BOHANNON, R. W.; MAGASI, S. Identification of dynapenia in older adults through the use of grip strength t-scores. **Muscle & Nerve**, v. 51, n. 1, p. 102-105, 2015.

77. SPIRDUSO, W. W.; FRANCIS, K. L.; MACRAE, P. G. Physical dimensions of aging (2 ed.). Champaign, IL: **Human Kinetics**, 2005.

78. NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: the evidence report [published correction appears in *Obesity Research*, v. 6, p. 464, 1998]. **Obesity Research**, v. 6 (suppl 2), p. 51S–209S, 1998.

79. JOINT HEALTH SURVEYS UNIT. **Health Survey for England physical activity validation study: substantive report**. Information Centre for Health and Social Care; Leeds: 2007.

80. WHO. **A global brief on hypertension: silent killer, global public health crisis**. Women, 2015.

81. WHO. **Use of glycated haemoglobin (HbA1c) in diagnosis of diabetes mellitus**: abbreviated report of a WHO consultation. 2011.

82. WHO. **Iron deficiency anemia**. Geneva, 2001.

83. WHO. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. Report of a WHO consultation, Geneva, 3-5 Jun 1997. Geneva: World Health Organization, 1998. (WHO/NUT/98.1.)

84. RADLOFF L. S. The CES-D scale: a self-report depression scale for research in the general population. **Applied Psychological Measurement**, v. 1, p. 385–401, 1977.

85. GALLAGHER, D.; KISS, A.; LANCTOT, K.; HERRMANN, N. Depressive symptoms and cognitive decline: a longitudinal analysis of potentially modifiable risk factors in community dwelling older adults. **J Affect Disord**. v. 190, p. 235–240, 2016.

86. STEEL, N.; HUPPERT, F. A.; MCWILLIAMS, B. M. D. **Physical and cognitive function**. In: MARMOT, M.; BANKS, J.; BLUNDELL, R.; LESSOF, C.; NAZROO, J., editors. Health, wealth and lifestyles of the older population in England: the 2002 English Longitudinal Study of Ageing. Institute of Fiscal Studies; London, UK. p. 249-30, 2003.
87. GRAIG, R.; DEVERILL, C.; PICKERING, K. **Quality control of blood, saliva and urine analytes**. In: SPRONSTON, K.; MINDELL, J., editors. Health Survey for England 2004, methodology and documentation. The Information Centre; London, UK. v. 2, p. 34-41, 2006.
88. GRUNDY, S. et al. Detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). **Circulation-Hagertown**, v. 106, n. 25, p. 3143, 2002.
89. PEARSON, T. A.; MENSAH, G. A. et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease; application to clinical and public health practice: a statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. **Circulation**, v. 107, p. 499–511, 2003.
90. LINEAR CHEMICALS S.L. Fibrinogen Clauss Method, 2016. Disponível em: [http://www.linear.es/ficheros/archivos/764\\_3510301Fibrinogen\(35021\)ing.pdf](http://www.linear.es/ficheros/archivos/764_3510301Fibrinogen(35021)ing.pdf)
91. ORMEL, J.; RIJSDIJK, F. V.; SULLIVAN, M.; VAN SONDEREN, E.; KEMPEN, G. I. J. M. Temporal and Reciprocal Relationship Between IADL/ADL Disability and Depressive Symptoms in Late Life. **J Gerontol B Pshycol Sci Soc Sci**, v. 67B, n. 4, p. 338–347, 2002.
92. LIANG, K.; ZEGER, S. L. Longitudinal data analysis using generalized linear models. **Biometrics**, vol. 73. n.1, p. 13-22, 1986.
93. ZEGER, S. L.; LIANG, K. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. **Biometrics**, vol. 42, n. 1, p. 121-30, 1986.
94. CUTHBERTSON, D. J. et al. Dynapenic obesity and the risk of incident Type 2 diabetes: the English Longitudinal Study of Ageing. **Diabetic Medicine**, v. 33, n. 8, p. 1052–1059, ago. 2016.
95. BLEW, R. et al. Assessing the validity of body mass index standards in early postmenopausal women. **Obesity Research**, v. 10, n. 8, p. 799-808, ago 2002.
96. CERVI, A.; FRANCESCHINI, S. D. C. C.; PRIORE, S. E. Análise crítica do uso do índice de massa corporal para idosos. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 6, p. 765-775, 2005.

97. ZAMBONI, M., MAZZALI, G.; ZOICO, E.; HARRIS, T. B.; MEIGS, J. B.; DI FRANCESCO, V.; BOSELLO, O. Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. **International Journal of Obesity**, v. 29, n. 9, p. 1011-1029, 2005.
98. PRENTICE, A. M.; JEBB, S. A. Beyond body mass index. **Obes Rev**, v. 2, p. 141–147, 2002.
99. BEAUFRÉRE, B.; MORIO, B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. **Eur J Clin Nutr**, v. 54, p. 48–S53, 2000.
100. SORKIN, J. D.; MULLER, D. C.; ANDRES, R. Longitudinal change in height of men and women: implications for interpretation of the body mass index: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. **Am J Epidemiol**, v. 150, p. 969–977, 1999.
101. OKORODUDU, D. O. et al. Diagnostic performance of bodymass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. **Int J Obes (Lond)**, v. 34, p. 791–799, 2010.
102. STENHOLM, S. et al. The Mediating Role of C-Reactive Protein and Handgrip Strength Between Obesity and Walking Limitation: [See Editorial Comments by Drs. Hermes Florez and Bruce R. Troen, pp 558–560]. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 56, n. 3, p. 462–469, mar. 2008.
103. KOSTER, A.; DING, J.; STENHOLM, S.; CASEROTTI, P.; HOUSTON, D. K.; NICKLAS, B. J.; HARRIS, T. B. Does the amount of fat mass predict age-related loss of lean mass, muscle strength, and muscle quality in older adults? **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 66, n. 8, p. 888-895, 2011.
104. VIDONI, M. L. et al. Relationship between Homocysteine and Muscle Strength Decline: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. **The Journals of Gerontology: Series A**, 2017.
105. PISCHON, T.; BOEING, H.; HOFFMANN, K. et al. General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. **N Engl J Med**, v. 359, p. 2105–2120, 2008.
106. MANOLOPOULOS, K. N.; KARPE, F.; FRAYN, K. N. Gluteofemoral body fat as a determinant of metabolic health. **Int J Obes (Lond)**, v. 34: 949–959, 2010.
107. NIELSON, S.; GUO, Z. K.; JOHNSON, M.; HENSRUD, D. D.; JENSEN, M. D. Splanchnic lipolysis in human obesity. **J Clin Invest**, n. 113, p. 1582–1588, 2004.

108. MITTENDORFER, B. Sexual dimorphism in human lipid metabolism. **J Nutr**, n. 135, p. 681–686, 2005.
109. MACOTELA, Y.; BOUCHER, J.; TRAN, T. T.; KAHN, C. R. Sex and depot differences in adipocyte insulin sensitivity and glucose metabolism. **Diabetes**, v. 58, p. 803–812, 2009.
110. LOVEJOY, J. C.; SAINSBURY, A.; THE STOCK CONFERENCE 2008 WORKING GROUP. Sex differences in obesity and the regulation of energy homeostasis. **Obesity Reviews**, v. 10, n. 2, p. 154–167, mar, 2009.
111. POWER, M. L.; SCHULKIN, J. Sex differences in fat storage, fat metabolism, and the health risks from obesity: possible evolutionary origins. **British Journal of Nutrition**, v. 99, n. 05, maio 2008.
112. KARASTERGIOU, K.; SMITH, S.R.; GREENBERG, A. S.; FRIED, S. K. Sex differences in human adipose tissues — the biology of pear shape. **Biol Sex Differ**, v. 3, p. 13, 2012.
113. RACETTE, S. B.; HAGBERG, J. M.; EVANS, E. M.; HOLLOSZY, J. O.; WEISS, E. P. Abdominal obesity is a stronger predictor of insulin resistance than fitness among 50–95 year olds. **Diabetes Care**, n. 29, p. 673–678, 2006.
114. KARELIS, A. D.; ST-PIERRE, D. H.; CONUS. F.; RABASA-LHORET, R.; POEHLMAN, E. T. Metabolic and body composition factors in subgroups of obesity: what do we know? **J Clin Endocrinol Metab**, n. 89, p. 2569–2575, 2004.
115. PARK, S. W.; STROTMEYER, E. S.; DE REKENEIRE, N.; HARRIS, T. B.; SCHWARTZ, A. V.; GOODPASTER, B. H. et al. Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. **Diabetes**, v. 55, p. 1813–1818, 2006.
116. BARBAT-ARTIGAS, S. et al. Muscle Quantity Is Not Synonymous With Muscle Quality. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 11, p. 852.e1-852.e7, nov. 2013.
117. SAYER, A. A. et al. Type 2 diabetes, muscle strength, and impaired physical function. **Diabetes care**, v. 28, n. 10, p. 2541–2542, 2005.
118. HU, D.; HANNAH, J.; GRAY, RD. et al. Effects of obesity and body fat distribution on lipids and lipoproteins in nondiabetic American Indians: The Strong Heart Study. **Obes Res**, v. 8, n. 6, p. 411-421, set. 2000.

119. POULIOT, M.-C. et al. Visceral obesity in men: associations with glucose tolerance, plasma insulin, and lipoprotein levels. **Diabetes**, v. 41, n. 7, p. 826–834, 1992.
120. SLAWIK, M.; VIDAL-PUIG, A. J. Lipotoxicity, overnutrition and energy metabolism in aging. **Ageing Res Rev**, v. 5, n. 2, p. 144–164, 2006.
121. VISSER, M., KRITCHEVSKY, S. B.; GOODPASTER, B. H. et al. Leg Muscle Mass and Composition in Relation to Lower Extremity Performance in Men and Women Aged 70 to 79: The Health, Aging and Body Composition Study. **J Am Geriatr Soc**, v. 50, p. :897–904, 2002.
122. KUK, J. L.; LEE, S. J.; HEYMSFIELD, S. B., ROSS, R. Waist circumference and abdominal adipose tissue distribution: influence of age and sex. **Am J Clin Nutr**, n. 81, p. 1330–1334, 2005.
123. HE, H.; NI, Y.; CHEN, J. et al. Sex difference in cardiometabolic risk profile and adiponectin expression in subjects with visceral fat obesity. **Transl Res**, v. 155, p. 71–77, 2010.
124. BROOKS, V. L. et al. Obesity-induced increases in sympathetic nerve activity: Sex matters. **Autonomic Neuroscience**, v. 187, p. 18–26, jan. 2015.
125. MAUVAIS-JARVIS, F.; CLEGG, D. J.; HEVENER, A. L. The role of estrogens in control of energy balance and glucose homeostasis. **Endocr Ver**, v. 34, p. 309–338, 2013.
126. GARG, A. Regional Adiposity and Insulin Resistance. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 89, n. 9, p. 4206–4210, set. 2004.
127. JENSEN, M. D. Is visceral fat involved in the pathogenesis of the metabolic syndrome? Human model. **Obesity**, v. 14, n. S2, 2006.
128. KOUTSARI, C.; JENSEN, M. D. Thematic review series: Patient-Oriented Research. Free fatty acid metabolism in human obesity. **Journal of Lipid Research**, v. 47, n. 8, p. 1643–1650, ago. 2006.
129. PRICE, G. M. et al. Weight, shape, and mortality risk in older persons: elevated waist-hip ratio, not high body mass index, is associated with a greater risk of death. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 2, p. 449–460, 2006.

## ANEXO – Quadro de variáveis.

Tipo de informação	Variável	Categorias	Tipo
Variável dependente	Força de preensão manual	-	Variável quantitativa contínua
Variável de interesse	Obesidade abdominal	0 = Não obeso abdominal ( $\leq 102$ cm ♂ e $\leq 88$ cm ♀) 1 = Obeso abdominal ( $> 102$ cm ♂ e $> 88$ cm ♀)	Variável qualitativa nominal
Sociodemográficos	Sexo	0 = Feminino 1 = Masculino	Variável qualitativa nominal
	Idade	-	Variável quantitativa contínua
	Estado Civil	0 = Com vida conjugal 1 = Sem vida conjugal	Variável qualitativa nominal
	Renda (quintis)	0 = Quinto quintil (maior) 1 = Quarto quintil 2 = Terceiro quintil 3 = segundo quintil 4 = Primeiro quintil (menor) 5 = Não declarado	Variável qualitativa ordinal
	Escolaridade (classificação inglesa)	0 = Avançado ( $\geq 14$ anos de estudo) 1 = Intermediário (12 – 13 anos de estudo) 2 = Sem qualificação formal (0 - 11 anos de estudo)	Variável qualitativa ordinal
Hábitos de vida	Tabagismo	0 = Não fumante 1 = Ex-fumante 2 = Fumante	Variável qualitativa ordinal
	Etilismo	0 = Nunca ou raramente 1 = Frequentemente 2 = Diariamente 3 = Não declarado	Variável qualitativa ordinal
	Nível de atividade física	0 = Vigoroso 1 = Moderado 2 = Baixo 3 = Sedentário	Variável qualitativa ordinal

<b>Condições de saúde</b>	Acidente Vascular Encefálico	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Artrite	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Câncer	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Doença cardíaca (infarto, angina, insuficiência e murmúrio cardíaco)	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Doença pulmonar (asma, bronquite e efisema)	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Osteoporose	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Queda nos últimos 12 meses	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Hipertensão Arterial Sistêmica	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Diabetes	0 = Não 1 = Sim	Variável qualitativa nominal
	Anemia	0 = Não ( $\geq 12$ mg/dl ♀ e $\geq 13$ mg/dl ♂) 1 = Sim ( $< 12$ mg/dl ♀ e $< 13$ mg/dl ♂)	Variável qualitativa nominal
<b>Neuropsiquiátricos</b>	Cognição (0 – 20 pontos)	-	Variável quantitativa discreta
	Sintomas depressivos (CES-D, 8 itens)	0 = < 4 pontos 1 = $\geq 4$ pontos	Variável qualitativa nominal
<b>Funcionalidade</b>	Comprometimentos em ABVDs (0 a 6 pontos)	-	Variável quantitativa discreta
	Comprometimentos em AIVDs (0 a 7 pontos)	-	Variável quantitativa discreta

<b>Medidas sanguíneas</b>	Triglicérides	0 = < 150 mg/dl 1 = ≥ 150 mg/dl	Variável qualitativa nominal
	Colesterol total	0 = < 200 mg/dl 1 = ≥ 200 mg/dl	Variável qualitativa nominal
	LDL	0 = < 100 mg/dl 1 = ≥ 100 mg/dl	Variável qualitativa nominal
	HDL	0 = ≥ 40 mg/dl ♂ ≥ 50 mg/dl ♀ 1 = < 40 mg/dl ♂ < 50 mg/dl ♀	Variável qualitativa nominal
	Proteína C reativa	0 = < 3 mg/l 1 = ≥ 3 mg/l	Variável qualitativa nominal
	Fibrinogênio	0 = ≤ 3,8 g/l 1 = > 3,8 g/l	Variável qualitativa nominal
	Ferritina	0 = ≥ 39 ng/ml ♀ ≥ 62 ng/ml ♂ 1 = < 39 ng/ml ♀ < 62 ng/ml ♂	Variável qualitativa nominal