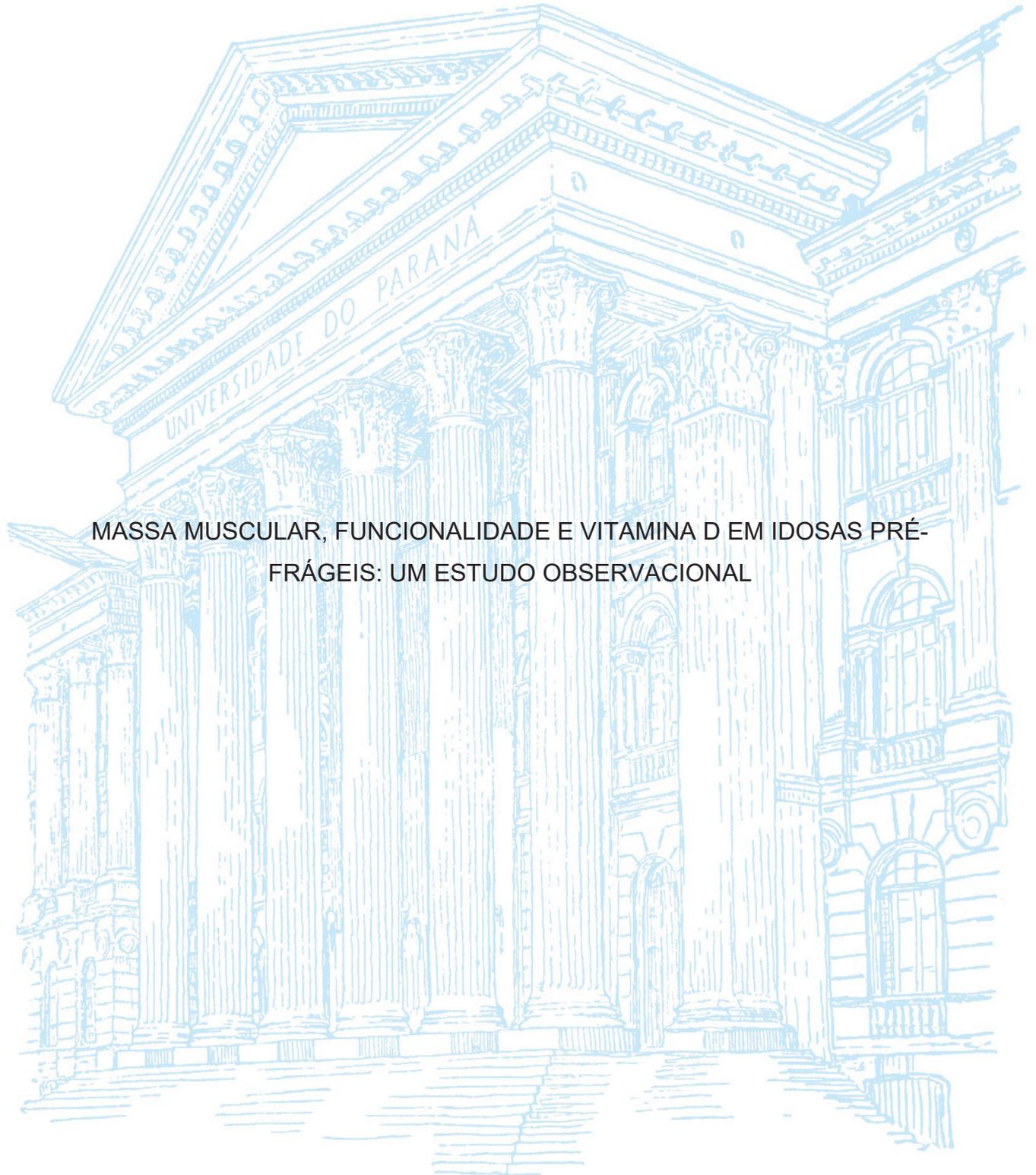


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA CAROLINA ROOS DE MENEZES FERREIRA



MASSA MUSCULAR, FUNCIONALIDADE E VITAMINA D EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS: UM ESTUDO OBSERVACIONAL

CURITIBA

2019

ANA CAROLINA ROOS DE MENEZES FERREIRA

MASSA MUSCULAR, FUNCIONALIDADE E VITAMINA D EM IDOSAS PRÉ-  
FRÁGEIS: UM ESTUDO OBSERVACIONAL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Setor de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Alimentação e Nutrição.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Estela Iraci Rabito

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Eliana Madalozzo Schieferdecker

CURITIBA

2019

Ferreira, Ana Carolina Roos de Menezes

Massa muscular, funcionalidade e vitamina D em idosas pré-frágeis [recurso eletrônico] : um estudo observacional / Ana Carolina Roos de Menezes Ferreira – Curitiba, 2019.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição. Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, 2019.

Orientadora: Professora Dra. Estela Iraci Rabito

Coorientadora: Professora Dra. Maria Eliana Madalozzo Schieferdecker

1. Idoso fragilizado. 2. Síndrome da fragilidade. 3. Vitamina D. 4. Força muscular. 5. Marcha. 6. Força da mão. I. Rabito, Estela Iraci. II. Schieferdecker, Maria Eliana Madalozzo. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 618.976399



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ALIMENTAÇÃO E  
NUTRIÇÃO - 40001016074P7

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de ANA CAROLINA ROOS DE MENEZES FERREIRA intitulada: **MASSA MUSCULAR, FUNCIONALIDADE E VITAMINA D EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS: UM ESTUDO OBSERVACIONAL**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 14 de Junho de 2019.

*Estela Iraci Rabito*  
ESTELA IRACI RABITO

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

*Cibele P. Kopruszynski*  
CÍBELE PEREIRA KOPRUSZYNSKI

Avaliador Externo (UFPR)

*Luiza Herminia Gallo*  
LUIZA HERMINIA GALLO

Avaliador Externo (null)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda inspiração e conhecimento, por ter me concedido esta grande oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

A minha mãe Ester, pelo esforço empreendido para que eu tivesse a oportunidade de conduzir meus estudos, também por ser minha maior incentivadora e encorajadora. Sem você não seria possível a concretização deste trabalho.

Ao meu irmão Gustavo, meu melhor amigo! Obrigada pelo seu carinho e também pela sua disposição em me ouvir e sempre ter palavras de conselho e incentivo para dar.

À minha avó Glacy e meu avô Jurandy e minha tia Raquel, por todo carinho, apoio e torcida em cada fase da minha vida.

Às minhas orientadoras Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Estela Iraci Rabito e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Eliana Madalozzo Schieferdecker pela disposição em me acompanharem durante este trajeto, sempre com paciência e orientações esclarecedoras.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anna Raquel Silveira Gomes responsável pela idealização e organização do projeto de pesquisa e também pela confiança e oportunidade concedida em me permitir fazer parte desse projeto. Aos colegas da equipe de pesquisa Audrin Said Wojciechowski, Jarbas Melo Filho e Simone Biesek pela acolhida no grupo, pelos ensinamentos e pela disposição em ajudar sempre. Sem falar da animação e bom humor, que tornaram todos os momentos muito mais divertidos.

Às alunas de iniciação científica e estagiárias: Aline Simões, Arami Martínez, Débora Vieira, Erika Mayumi, Fabiana Vieira, Gabriela Lazzaron, Júlia Kozow, Letícia Amancio, Rayane da Costa, Tatiane Santos e Thainá Perrot; às residentes Dayane Cristina Duda Bittencourt e Gabriela Macedo Fraiz e às mestrandas Jadiane Soares Moreira e Luciana Peixoto Franco por toda ajuda e dedicação nas coletas e tabulações de dados.

Aos funcionários do Laboratório de Análises Clínicas do CHC/UFPR e do Laboratório do Centro Universitário UniBrasil pela disponibilidade em auxiliar nas coletas e análises bioquímicas.

Um agradecimento especial às amigas queridas Ana Paula Hoffmann, Débora Vieira, Jéssica Alves Mariano e Larissa Siviero pela compreensão e apoio durante esta fase.

Às idosas pré-frágeis, razão maior dessa pesquisa, que me motivaram na busca pelo aperfeiçoamento de minha prática profissional e acadêmica. Agradeço pela disposição e boa vontade em participarem do estudo.

Às professoras Dr<sup>a</sup>. Cíbele Pereira Kopruszynski e Dr<sup>a</sup>. Luiza Herminia Gallo, que aceitaram o convite para compor essa banca examinadora, agradeço por oferecerem a rica oportunidade de debater e aprimorar esse trabalho.

## RESUMO

A Síndrome da Fragilidade compreende um estado clínico caracterizado pela redução de força, função e reservas corporais em idosos. Frequentemente, ligada à Síndrome da Fragilidade, é observada a insuficiência de vitamina D (25-hidroxivitamina D) que também se associa ao declínio de massa e função musculares. Assim o objetivo do presente trabalho foi investigar a associação entre vitamina D, massa muscular e funcionalidade em idosas pré-frágeis da comunidade. Trata-se de um estudo observacional transversal realizado com mulheres de idade igual ou superior a 65 anos e pré-frágeis. Foram avaliados: idade; massa corporal, altura; índice de massa corporal; consumo alimentar de vitamina D; consumo de suplemento ou polivitamínico contendo vitamina D; exame laboratorial de 25-hidroxivitamina D; espessura do músculo gastrocnêmio medial; circunferência da panturrilha; velocidade de marcha; força de preensão manual e força e potência funcional de membros inferiores. Variáveis categóricas foram analisadas por cálculo de frequência. Correlações entre as variáveis foram avaliadas pelo teste de *Spearman*. Diferenças entre grupos (classificações séricas de vitamina D e uso de suplementação em dose igual ou superior à ingestão dietética recomendada) foram analisadas pelo teste de *Mann-Whitney*. A análise de razão de chance (*Odds ratio*) foi realizada por meio de regressão logística binomial. As análises estatísticas foram executadas utilizando o programa SPSS 22 e  $p < 0,05$ . Oitenta e sete idosas [70,0 (mín. 65, máx. 85) anos;  $29,1 \pm 4,3 \text{kg/m}^2$ ] preencheram os critérios de inclusão e realizaram todas as avaliações necessárias. Apresentaram insuficiência de 25-hidroxivitamina D 69,0% ( $n=60$ ) das idosas ( $27,4 \pm 4,7 \text{ng/ml}$ ). As principais fontes alimentares de vitamina D para essa população foram os laticínios (47,8%), pescados e frutos do mar (21,1%) seguidos de carnes e ovos (18,6%). Nenhuma idosa atingiu a ingestão dietética recomendada apenas via alimentação [135,6 (mín. 26,0, máx. 454,1 UI)]. Apenas 16,1% ( $n=14$ ) atingiram a recomendação somando-se o uso de suplementação de vitamina D. A adequação de vitamina D via oral se apresentou como um fator de proteção contra baixa velocidade de marcha (*odds ratio*, 0,947, 95% IC, 0,898-0,999). Dentre as participantes que faziam uso de suplementação em dose igual ou superior à ingestão dietética recomendada foi possível observar correlação positiva com a força e potência funcional de membros inferiores [ $U= 275,000$ ,  $p=0,031$ ]. Não foram observadas correlações entre vitamina D sérica e espessura muscular ou critérios de funcionalidade. Neste estudo foi verificada relação entre força e funcionalidade de membros inferiores com consumo via oral de vitamina D, mas não relacionada ao status sérico dessa vitamina. A espessura muscular também não foi influenciada pelo status sérico ou ingestão de vitamina D.

**Palavras-Chave:** Idoso Fragilizado. Síndrome da Fragilidade. Vitamina D. Força Muscular. Marcha. Força de Mão.

## ABSTRACT

Frailty comprises a clinical state characterized by the reduction of strength, function and body reserves in the elderly. Often associated with frailty, the insufficiency of vitamin D (25-hydroxyvitamin D) is also associated with the decline of muscle mass and function. Thus, the objective of this study was to investigate the association between vitamin D, muscle mass and functionality in pre-frail elderly women in the community. This is a cross-sectional observational study with pre-frail women, aged 65 years and older. The following were evaluated: age; body mass, height; body mass index; dietary allowance of vitamin D; consumption of supplement or multivitamin containing vitamin D; laboratory examination of 25-hydroxyvitamin D; medial gastrocnemius muscle thickness; calf circumference; gait speed; handgrip strength and lower-limb strength and functional power. Categorical variables were analyzed by frequency calculation. Correlations between variables were evaluated by the Spearman's test. Differences between groups (serum vitamin D classifications and use of supplementation at an equal or higher dose than the recommended dietary allowance) were analyzed by the Mann-Whitney test. Odds ratio analysis was performed using binomial logistic regression. Statistical analyses were performed using SPSS 22 and  $p < 0.05$ . Eighty-seven elderly women [70.0 (min. 65, max. 85 years old);  $29.1 \pm 4.3 \text{ kg/m}^2$ ] met the inclusion criteria and performed all the necessary evaluations. There was 25-hydroxyvitamin D insufficiency in 69.0% ( $n = 60$ ) of the elderly women ( $27.4 \pm 4, 7 \text{ ng/ml}$ ). The main dietary sources of vitamin D for this population were dairy products (47.8%), fish and seafood (21.1%), followed by meat and eggs (18.6%). No elderly woman reached the recommended dietary allowance only through food [135.6 (min. 26.0, max. 454.1 IU)]. Only 16.1% ( $n=14$ ) reached the recommendation by adding the use of vitamin D supplementation. The adequacy of oral vitamin D was presented as a protection factor against low gait speed (odds ratio, 0.947, 95% CI, 0.898-0.999). Among the participants who used supplementation at an equal or higher dose than the recommended dietary allowance it was possible to observe a positive correlation with the lower-limb strength and functional power [ $U = 275.000, p = 0.031$ ]. No correlations were observed between serum vitamin D and muscle thickness or functionality criteria. In this study a relationship between lower-limb strength and functionality and the oral consumption of vitamin D was verified, but it was not related to the serum status of this vitamin. Muscle thickness was also not influenced by serum status or vitamin D intake.

**Keywords:** Frail Elderly. Frailty. Vitamin D. Muscle Strength. Gait. Hand Strength.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 – HIPÓTESE DO CICLO DA FRAGILIDADE COM AS ASSOCIAÇÕES E DEMONSTRAÇÕES DOS SINAIS CLÍNICOS E SINTOMAS DE FRAGILIDADE..... | 24 |
| FIGURA 2 – ESTRUTURAS QUÍMICAS DE FORMAS DIETÉTICAS NATURAIS DE VITAMINA D.....   | 29 |
| FIGURA 3 – ULTRASSONOGRRAFIA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL..   | 48 |
| FIGURA 4 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRIAGEM E SELEÇÃO DAS IDOSAS.....  | 52 |
| FIGURA 5 – TEMPO PARA EXECUTAR O TESTE DE SENTAR E LEVANTAR DE ACORDO COM A DOSE DE SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D.....              | 56 |
| FIGURA 6 – ESPESSURA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL DE ACORDO COM A DOSE DE SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D.....                      | 56 |
| FIGURA 7 – FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE ACORDO COM A DOSE DE SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D.....                                      | 56 |
| FIGURA 8 – VELOCIDADE DE MARCHA DE ACORDO COM A DOSE DE SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D.....  | 57 |
| FIGURA 9 – ESPESSURA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE VITAMINA D SÉRICA.....                       | 57 |
| FIGURA 10 – FORÇA DE PREENSÃO MANUAL LEVANTAR DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE VITAMINA D SÉRICA.....                             | 58 |
| FIGURA 11 – VELOCIDADE DE MARCHA DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE VITAMINA D SÉRICA.....  | 58 |
| FIGURA 12 – TEMPO PARA EXECUTAR O TESTE DE SENTAR E LEVANTAR DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE VITAMINA D SÉRICA.....              | 58 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 1 – CRITÉRIOS DE TRIAGEM DA FRAGILIDADE SEGUNDO FRIED ET AL. (2001)..... | 25 |
| QUADRO 2 – MODELOS VALIDADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DA SÍNDROME DA FRAGILIDADE..... | 25 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1 – VALORES DE FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE ACORDO COM IMC PARA MULHERES.....  | 49 |
| TABELA 2 – PONTOS DE CORTE PARA TEMPO DE EXECUÇÃO DO TESTE DE SENTAR E LEVANTAR DE UMA CADEIRA DE ACORDO COM A FAIXA ETÁRIA.....   | 50 |
| TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA DE IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS DA COMUNIDADE.....  | 53 |
| TABELA 4 – GRUPOS ALIMENTARES QUE CONTRIBUÍRAM PARA INGESTÃO DA VITAMINA D PELAS IDOSAS.....   | 55 |
| TABELA 5 – RESULTADOS DE VITAMINA D VIA ORAL E SÉRICA, ESPESSURA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL, FORÇA DE PREENSÃO MANUAL, VELOCIDADE DE MARCHA E FORÇA E POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES DESCRITOS EM QUARTIS..... | 59 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1,25(OH) <sub>2</sub> D | - Calcitriol  |
| 25(OH)D                 | - Calcidiol   |
| 25(OH)D <sub>3</sub>    | - 25-hidróxivitamina D <sub>3</sub>   |
| 7-DHC                   | - 7-Deidrocolesterol  |
| ANVISA                  | - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  |
| ATP                     | - Adenosina trifosfato  |
| AVC                     | - Acidente vascular cerebral  |
| CES-D                   | - <i>Center for Epidemiological Studies</i>   |
| CHC                     | - Complexo Hospital de Clínicas   |
| CHS                     | - <i>Cardiovascular Health Study</i>  |
| CP                      | - Circunferência da panturrilha   |
| DeCS                    | - Descritores em Ciência da Saúde   |
| DP                      | - Desvio Padrão   |
| DXA                     | - <i>Dual energy X-ray Absorptiometry</i> (Absortometria de raio X de dupla energia)  |
| EAR                     | - Estimated Average Requirement   |
| EM                      | - Espessura muscular  |
| ESCEO                   | - <i>Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis</i> |
| FPM                     | - Força de preensão manual  |
| g                       | - grama   |
| IBGE                    | - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                                     |
| IC                      | - Intervalo de confiança  |
| ICC                     | - <i>Intraclass correlation coefficients</i> (Coeficiente de correlação intraclasses) |
| IMC                     | - Índice de massa corporal  |
| kg                      | - Quilograma  |
| kg/m <sup>2</sup>       | - Quilograma por metro quadrado   |
| kWh                     | - Quilowatt-hora  |
| kWp                     | - Quilowatts pico   |
| m                       | - metro   |
| MDC                     | - <i>Minimal Detectable Change</i> (Mínimo de mudança detectável)                     |
| MeSH                    | - <i>Medical Subject Heading Terms</i>  |
| MMII                    | - Membros inferiores  |

|         |  |
|---------|--|
| m/s     | - metro por Segundo  |
| nm      | - Nanômetro  |
| OMS     | - Organização Mundial da Saúde   |
| OPAS    | - Organização Pan-Americana de Saúde                                     |
| oz      | - Onça   |
| PTH     | - Paratormônio   |
| R3d     | - Registro alimentar de três dias  |
| RDA     | - <i>Recommended Dietary Allowance</i> (Ingestão dietética recomendada)  |
| SBEM    | - Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia                   |
| SBPC/ML | - Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial        |
| SEM     | - <i>Standard Error of Measurement</i> (Erro padrão de medida)           |
| SPPB    | - <i>Short Physical Performance Battery</i>                              |
| TCLE    | - Termo de consentimento livre e esclarecido                             |
| TUG     | - <i>Timed up and go</i>   |
| UFPR    | - Universidade Federal do Paraná   |
| UI      | - Unidade internacional  |
| ULAC    | - Unidade do Laboratório de Análises Clínicas                            |
| UVB     | - Raios ultravioleta radiação B  |
| VDBP    | - <i>Vitamin D binding protein</i> (Proteína de ligação à vitamina D)    |
| VDR     | - <i>Vitamin D receptor</i> (Receptor de vitamina D)                     |
| VDRE    | - <i>Vitamin D response element</i> (Elementos de resposta à vitamina D) |
| VM      | - Velocidade de marcha   |
| µg      | - Micrograma   |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>16</b> |
| 1.1      | OBJETIVOS.....  | 17        |
| 1.1.1    | Objetivo geral.....   | 17        |
| 1.1.2    | Objetivos específicos.....  | 17        |
| 1.2      | HIPÓTESES.....  | 18        |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>  | <b>19</b> |
| 2.1      | O INDIVÍDUO IDOSO.....  | 19        |
| 2.1.1    | Alimentação e Nutrição .....  | 20        |
| 2.1.2    | Composição Corporal e Capacidade Funcional.....   | 20        |
| 2.2      | SÍNDROME DA FRAGILIDADE.....  | 23        |
| 2.3      | VITAMINA D.....   | 29        |
| 2.3.1    | Síntese, fontes alimentares e metabolismo .....   | 29        |
| 2.3.2    | Fisiologia da Vitamina D .....  | 32        |
| 2.3.3    | Deficiência de Vitamina D.....  | 33        |
| 2.3.4    | Valores de referência séricos para Vitamina D .....   | 34        |
| 2.3.5    | Recomendações de Ingestão Oral de Vitamina D.....   | 35        |
| 2.4      | VITAMINA D, MASSA E FUNÇÃO MUSCULAR EM IDOSOS.....  | 37        |
| <b>3</b> | <b>MASSA MUSCULAR, FUNCIONALIDADE E VITAMINA D EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS DA COMUNIDADE.....</b> | <b>41</b> |
| 3.1      | METODOLOGIA.....  | 41        |
| 3.1.1    | Origem do estudo, desenho e participantes .....   | 41        |
| 3.1.2    | Síndrome da fragilidade .....   | 42        |
| 3.1.3    | Avaliação antropométrica .....  | 43        |
| 3.1.4    | Uso de suplementação de vitamina D .....  | 44        |
| 3.1.5    | Consumo alimentar de vitamina D .....   | 44        |
| 3.1.6    | Avaliação laboratorial .....  | 46        |
| 3.1.7    | Espessura muscular .....  | 47        |
| 3.1.8    | Circunferência da panturrilha .....   | 48        |
| 3.1.9    | Velocidade da marcha.....   | 49        |
| 3.1.10   | Força de preensão manual.....   | 49        |
| 3.1.11   | Força e potência funcional.....   | 50        |
| 3.1.12   | Poder amostral .....  | 50        |
| 3.1.13   | Análises estatísticas .....   | 51        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.2      | RESULTADOS .....   | 52        |
| 3.3      | DISCUSSÃO .....  | 59        |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSÃO .....</b>   | <b>70</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>71</b> |
|          | <b>ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>  | <b>82</b> |
|          | <b>APÊNDICE 1 – CONTEÚDO DE VITAMINA D EM ALIMENTOS.....</b>   | <b>85</b> |
|          | <b>APÊNDICE 2 – FICHA DE REGISTRO ALIMENTAR.....</b>   | <b>87</b> |
|          | <b>APÊNDICE 3 – DOES VITAMIN D INFLUENCE PHYSICAL FUNCTION IN<br/>COMMUNITY-DWELLING PREFRAIL OLDER WOMEN? .....</b> | <b>89</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A Síndrome da Fragilidade compreende um estado clínico caracterizado por diminuição da força, resistência e função física em idosos associadas à diminuição das reservas fisiológicas, principalmente de massa corporal magra. Esse quadro tem como gatilhos a desnutrição, inatividade física, doenças crônicas, desequilíbrios metabólicos e polifarmácia. A fragilidade pode provocar o aumento de dependência, vulnerabilidade e mortalidade nesse grupo (FRIED et al., 2001; JEEJEEBHOY et al., 2012; MORLEY et al., 2013).

Considerada de grande importância para o setor de saúde pública, a síndrome da fragilidade exibe prevalência de 17,4% entre a população idosa de países de baixa e média renda (SIRIWARDHANA et al., 2018), sendo que as mulheres são as principais acometidas por essa síndrome (COLLARD et al., 2012; DENT et al., 2017; SIRIWARDHANA et al., 2018).

De acordo com os critérios estabelecidos por Fried *et al.* (2001), além de detectar indivíduos frágeis, é possível identificar aqueles com fenótipo de risco para o desenvolvimento da síndrome. A fragilidade e a pré-fragilidade podem ser reversíveis ou atenuadas por intervenções, como a manutenção de um adequado aporte energético-proteico, prática de atividades físicas e controle de doenças não crônicas (MORLEY et al., 2013; DENT et al., 2017).

Em indivíduos idosos, também são observados declínios físicos e funcionais próprios da idade, sendo que, os maiores danos ocorrem nos grupos musculares dos membros inferiores (BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019). Dentre eles destaca-se o músculo gastrocnêmio medial, por sua atuação na caminhada na manutenção do equilíbrio, principalmente em idosos (YOON, 2017; BORDONI, 2018).

Muitas vezes, associada à síndrome da fragilidade e aos declínios físicos, é observada a insuficiência de vitamina D (25-hidroxivitamina D). Com o avançar da idade, há redução da síntese cutânea desse micronutriente, o que intensifica ainda mais o problema da perda de massa e função muscular (EGLSEER et al., 2016; WINTERMEYER et al., 2016; DENT et al., 2017).

Pesquisas recentes têm investigado a função da vitamina D sobre a musculatura, apontando uma provável relação dessa vitamina com massa muscular, força e desempenho físico. Evidências sugerem que a redução dos níveis séricos de

vitamina D na senilidade estariam associados ao declínio de massa muscular, podendo levar, conseqüentemente, a diversos desfechos desfavoráveis como dor e fraqueza muscular, redução do equilíbrio e aumento de quedas (BEAUDART, 2014; WONG; FLICKER, 2015; EGLSEER et al., 2016; WINTERMEYER et al., 2016; MENG et al., 2017).

Sendo assim, é necessária a condução de mais estudos que busquem elucidar os efeitos do consumo via oral e status sérico de vitamina D sobre a massa muscular e funcionalidade de indivíduos com maiores riscos para perda de força, resistência e função física, como os idosos pré-frágeis. Desta maneira a pesquisa em questão busca responder algumas lacunas do conhecimento sobre a relação entre vitamina D, massa muscular e funcionalidade.

O presente trabalho compreenderá, portanto, um capítulo inicial de contextualização sobre indivíduo idoso, síndrome da fragilidade, vitamina D e a relação desta vitamina com massa e função muscular. Em seguida, no terceiro capítulo, é apresentado o estudo observacional sobre a massa muscular, funcionalidade e vitamina D em idosas pré-frágeis. Como complemento, no apêndice, é apresentado o artigo elaborado com base nos dados desta dissertação, e que será submetido à revista *Archives of Gerontology and Geriatrics*.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Investigar a associação entre vitamina D, massa muscular e funcionalidade em idosas pré-frágeis da comunidade.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- a) Investigar a prevalência de deficiência de vitamina D em idosas pré-frágeis da comunidade;
- b) Investigar a associação entre status sérico de vitamina D e massa muscular em idosas pré-frágeis;
- c) Investigar a associação entre status sérico de vitamina D e critérios de funcionalidade em idosas pré-frágeis;

- d) Investigar a associação entre consumo via oral de vitamina D e massa muscular em idosas pré-frágeis;
- e) Investigar a associação entre consumo via oral de vitamina D e critérios de funcionalidade em idosas pré-frágeis.

## 1.2 HIPÓTESES

H1- Idosas pré-frágeis apresentam insuficiência de vitamina D;

H2- A insuficiência de vitamina D sérica em idosas pré-frágeis está relacionada com baixa massa muscular;

H3- A insuficiência de vitamina D sérica em idosas pré-frágeis está relacionada com baixa funcionalidade;

H4- O baixo consumo via oral de vitamina D em idosas pré-frágeis está relacionado com baixa massa muscular;

H5- O baixo consumo via oral de vitamina D em idosas pré-frágeis está relacionado com comprometimento da funcionalidade.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são discutidos conceitos básicos sobre o processo de envelhecimento e seus impactos sobre o organismo. Em seguida é realizada a fundamentação teórica sobre a síndrome da fragilidade, suas características, modelos validados para sua identificação e prevalência entre a população. É apresentado um panorama sobre a vitamina D, desde sua obtenção e metabolismo até as atuais recomendações de valores séricos e de ingestão oral ideais. Por fim, é demonstrada a relação existente entre vitamina D e efeitos sobre a massa e função musculares.

### 2.1 O INDIVÍDUO IDOSO

A parcela da população constituída por pessoas idosas tem sido cada vez maior nos últimos anos. Dois motivos principais para essa mudança demográfica são os responsáveis por esse aumento, tanto em números absolutos quanto em relativos: o aumento da expectativa de vida e, concomitantemente, a redução da taxa de natalidade. Em países subdesenvolvidos, o ritmo acelerado do crescimento da população idosa pode representar um desafio à sociedade no sentido de acompanhar e se adaptar a essas mudanças (WHO, 2015). Dados da última projeção da população brasileira feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que, no ano de 2019, o Brasil deverá apresentar aproximadamente 13,9% da população composta por pessoas acima de 60 anos (IBGE, 2018). Já a projeção para a metade do século XXI é de que esse grupo represente aproximadamente 28% da população (WHO, 2015; IBGE, 2018).

Conforme a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), o envelhecimento pode ser conceituado como:

um processo sequencial, individual, acumulativo, irreversível, universal, não patológico e de deterioração de um organismo maduro, próprio a todos os membros de uma mesma espécie, de maneira que o tempo o torne menos capaz de fazer frente ao estresse do meio ambiente e, portanto, aumente sua possibilidade de morte. (OPAS, 2003, p.30).

Pode ser entendido também como um processo natural, senescente, que, em condições normais, não provoca doenças (OPAS, 2003). No entanto, diversas

alterações são verificadas com o avançar da idade, e, por isso, faz-se necessário atenção especial à saúde desse grupo. Dentre elas especial cuidado e acompanhamento da alimentação, alterações de massa e composição corporal e conseqüentemente da capacidade funcional.

### 2.1.1 Alimentação e Nutrição

Com relação à alimentação e nutrição, a partir dos 65 anos de idade podem ser apontados diversos fatores responsáveis pela redução na ingestão alimentar, como: mudanças hormonais, responsáveis por promoverem aumento no tempo de esvaziamento gástrico e, conseqüentemente, aumento da saciedade; mudanças no olfato, paladar e visão, que podem comprometer a satisfação em realizar refeições; e diminuição da taxa metabólica basal, restringindo a percepção de fome (BOER et al., 2013; MORLEY, 2017; SANFORD, 2017). Além disso, devem ser ressaltados outros fatores que podem impactar a alimentação, tais como: dificuldade em adquirir e preparar alimentos; vulnerabilidade econômica; depressão; isolamento social; viuvez e/ou o fato de morar sozinho (BOER et al., 2013; WHO, 2015; SANFORD, 2017). A baixa ingestão alimentar, também conhecida como anorexia do envelhecimento, é uma síndrome geriátrica que promove perda de peso, um importante sinal relacionado ao aumento do risco para o desenvolvimento de desnutrição, redução de massa magra e, conseqüentemente, ao aumento das taxas de complicações e à mortalidade em idosos (JEEJEEBHOY, 2012; SANFORD, 2017; VOLKERT et al., 2018; HERNÁNDEZ MORANTE et al., 2019).

### 2.1.2 Composição Corporal e Capacidade Funcional

O processo de envelhecimento é acompanhado por mudanças na composição corporal (BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019). Há aumento na proporção de gordura, concomitantemente ocorre mudança no local de depósito desse tecido, sendo reduzida a gordura subcutânea e aumentada a gordura visceral (BRADY et al., 2014; DAWSON; DENISSON, 2016).

No músculo pode ser observado decréscimo anual de 1 a 2% de sua massa e 1,5% de sua força a partir dos 50 anos, sendo que a redução pode alcançar 3% após os 60 anos (DAWSON; DENISSON, 2016). Além do declínio da massa, a

arquitetura do tecido muscular também sofre alterações, sendo infiltrado por gordura e colágeno. Também há perda de inervações, sendo parte das fibras musculares do tipo II, responsáveis por contração rápida, convertidas para fibras do tipo I, de contração lenta (DAWSON; DENISSON, 2016).

Apesar das transformações que ocorrem naturalmente na composição corporal do idoso, a perda de massa muscular pode se manifestar na forma de dois efeitos adversos fenotipicamente semelhantes, mas etiologicamente distintos: a sarcopenia e a fragilidade. Embora esses fenômenos, isolados ou combinados entre si, possam causar perda de massa muscular e comprometer a funcionalidade, não devem ser entendidos como a mesma condição clínica (JEEJEEBHOY, 2012; SANFORD, 2017).

A sarcopenia é caracterizada pela perda progressiva e generalizada de massa, força e/ou desempenho muscular (CRUZ-JENTOFT et al, 2010), podendo ser acompanhada do aumento de massa gorda (CRUZ-JENTOFT et al, 2010; MORLEY, 2017). Tal condição está relacionada com perda de independência, incapacidade, baixa de qualidade de vida e mortalidade (CRUZ-JENTOFT et al, 2010). A sarcopenia, muitas vezes, se sobrepõe à síndrome da fragilidade, sendo mais propícia a ocorrer em idosos frágeis do que naqueles considerados robustos (CRUZ-JENTOFT et al, 2010; MIJNARENDS et al., 2015).

Já a Síndrome da Fragilidade se assemelha à sarcopenia por também se caracterizar pela redução de massa muscular. Mas especificamente na fragilidade pode ser seguida da perda de outras reservas corporais e se diferencia por estar associada à redução da capacidade de o indivíduo reagir contra eventos estressores, mesmo pequenas injúrias, podendo estes precipitar uma deterioração significativa no estado geral de saúde (FRIED et al., 2001; JEEJEEBHOY, 2012; MORLEY et al., 2013; DAWSON; DENISSON, 2016; LANDI et al., 2018).

Alterações na massa, composição e força muscular se correlacionam, conseqüentemente, com limitações na capacidade funcional do idoso (DAWSON; DENISSON, 2016; LARSSON et al., 2019). O processo de envelhecimento muscular está associado com fraqueza, desaceleração dos movimentos e menor tempo de reação (BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019).

Apesar da perda de massa e função muscular ocorrer na maior parte dos grupos musculares do organismo, os maiores danos são observados nos membros inferiores (BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019). Tal fato é especialmente

importante porque a função destes membros representa maior impacto na qualidade de vida e independência na terceira idade em relação aos membros superiores (CRUZ-JENTOFT et al., 2010; BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019). Assim, além da alteração na agilidade e força, o déficit de massa e função muscular dos membros inferiores está relacionado com redução no equilíbrio, aumento da incidência de quedas e das injúrias relacionadas às elas, como, por exemplo, as fraturas (BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019).

Nesse sentido, pode ser apontada a velocidade de marcha como um indicador clínico capaz de prever o risco para declínio da saúde e funcionalidade, e também risco para futuras hospitalizações e sobrevivência em idosos (STUDENSKI et al., 2003; STUDENSKI et al., 2011). Esta medida tem sido recomendada por sua simplicidade de avaliação e acurácia semelhante a outros modelos multivariados complexos para predição do prognóstico em idosos (STUDENSKI et al., 2011; CLEGG et al., 2013). Outro relevante preditor de limitações físicas é o declínio de potência funcional dos membros inferiores (BRADY et al., 2014). Sua importância pode, inclusive, ser superior à força muscular, uma vez que para realizar diversas atividades de vida diária como subir escadas e realizar transferências de uma cadeira ou cama, por exemplo, é exigido maior uso de potência do que de força muscular (BRADY et al., 2014).

Dentre os músculos dos membros inferiores, o gastrocnêmio se destaca por sua atuação durante a caminhada, na primeira fase de apoio do pé e a fase de balanço. Além disso está relacionado com a postura, uma vez que afeta todo o membro inferior, o movimento do quadril e da região lombar (BORDONI, 2018). Em idosos, o gastrocnêmio apresenta papel importante por ser ativado durante a oscilação corporal, auxiliando na manutenção do equilíbrio (YOON, 2017).

Esse músculo também representa uma medida adicional para predição de déficit de massa muscular, complementando parâmetros antropométricos comumente utilizados, como a circunferência da panturrilha (KUYUMCU, 2016; WANG, 2018). A aferição de sua massa pode ser realizada por meio de ultrassonografia, método de fácil aplicação e indicado para avaliar diferentes compartimentos do sistema musculoesquelético em idosos (KUYUMCU, 2016; WANG, 2018).

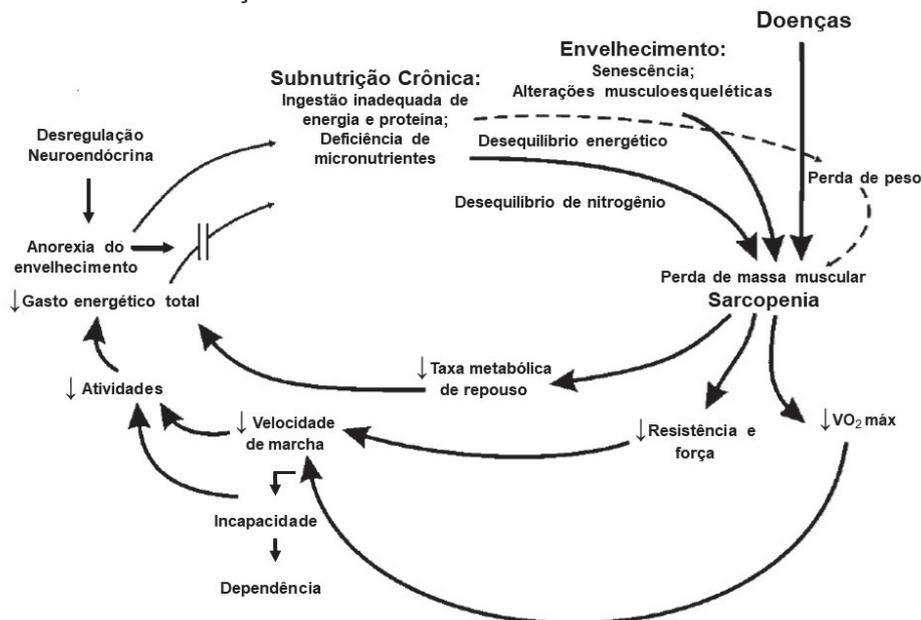
## 2.2 SÍNDROME DA FRAGILIDADE

A Síndrome da Fragilidade é caracterizada pelo declínio cumulativo de função ou reservas corporais, observada em idosos (FRIED et al., 2001; MORLEY et al., 2013). Os principais sinais verificados são redução de massa muscular, força, resistência, equilíbrio, desempenho de caminhada e baixo nível de atividade física associados ao avanço da idade (FRIED et al., 2001). Esse estado clínico aumenta a vulnerabilidade a desfechos desfavoráveis e mortalidade quando o indivíduo é exposto a um estressor, como: extremos de temperatura, infecções, cirurgias e até alterações de medicamentos devido à incapacidade de manter ou recuperar a homeostase após eventos desestabilizantes (FRIED et al., 2001; MORLEY et al., 2013; WONG; FLICKER, 2015; DAWSON; DENISSON, 2016; VOLKERT et al., 2018).

Os indivíduos mais susceptíveis a desenvolver a síndrome são aqueles que apresentam consumo energético-proteico insuficiente; desnutrição; inatividade física; usam cinco ou mais medicamentos por dia; são portadores de doenças crônicas e que apresentam desequilíbrios metabólicos (FRIED et al., 2001; JEEJEEBHOY, 2012; MORLEY et al., 2013; LANDI et al., 2018). Outras situações específicas como depressão, problemas visuais e auditivos, insuficiência cardíaca congestiva e declínio cognitivo podem ser apontadas como causas potenciais para o desenvolvimento da fragilidade (MORLEY et al., 2013).

Devido à dificuldade em distinguir a fragilidade de outros sinais presentes em idosos portadores de comorbidades, incapacidades ou com idade avançada, Fried et al. (2001) desenvolveram uma definição para a síndrome da fragilidade, assim como operacionalizaram o processo de identificação desse quadro clínico. A partir dos dados do estudo prospectivo de coorte *Cardiovascular Health Study* (CHS), em que 5.317 idosos de ambos os sexos foram acompanhados por um período de 4 a 7 anos, foi possível observar que condições como quedas associadas à idade avançada e diminuição de massa magra, força, resistência, equilíbrio, baixa atividade física e desempenho de caminhada foram fatores que se relacionaram com a definição de fragilidade. Esses fatores podem estar relacionados entre si e formar um ciclo que favorece o declínio de reservas e de energia, conforme apresentado na Figura 1.

FIGURA 1 – HIPÓTESE DO CICLO DA FRAGILIDADE COM AS ASSOCIAÇÕES E DEMONSTRAÇÕES DOS SINAIS CLÍNICOS E SINTOMAS DE FRAGILIDADE



FONTE: Traduzido de Fried & Walston (1998) apud Fried et al. (2001).

A partir do estudo das evidências científicas e dos dados obtidos no CHS, foi proposto o chamado “fenótipo da fragilidade”. Tal fenótipo foi elaborado a partir da identificação de sinais físicos auto relatados e mensuráveis (Fried et al., 2001), conforme descrito no Quadro 1.

Indivíduos sem nenhuma das características são considerados robustos, por apresentarem menores riscos de mortalidade (FRIED et al., 2001). Nos casos em que o indivíduo pontua em um ou dois critérios da triagem, é conferida a denominação “pré-frágil”, por se tratar de um estágio intermediário, no qual o risco de desenvolver a fragilidade num período de três a quatro anos é duas vezes maior do que em indivíduos robustos (FRIED et al., 2001; MORLEY et al. 2013; WONG; FLICKER, 2015). A fragilidade é atribuída àqueles que apresentam três ou mais características observadas na triagem. Esse estado é apontado como fator independente relacionado com piores desfechos em idosos, como aumento do risco de quedas e consequentes fraturas, incapacidade, declínio funcional, hospitalização, institucionalização e mortalidade (FRIED et al., 2001; MILTE; CROTTY, 2014).

QUADRO 1 – CRITÉRIOS DE TRIAGEM DA FRAGILIDADE SEGUNDO FRIED ET AL. (2001)

| <b>Critério</b>   | <b>Descrição</b>   |
|---|--|
| <b>1. Perda de peso</b>   | Perda involuntária de 4,5 kg ou $\geq 5\%$ do peso corporal no ano anterior.   |
| <b>2. Fadiga/exaustão</b>   | Auto relato de fadiga/exaustão ou de sentir-se fraco no mês anterior ao realizar atividades de vida diária.  |
| <b>3. Baixa atividade</b>   | Diminuição da frequência e duração de atividades físicas (caminhada, tarefas domésticas extenuantes, tarefas extenuantes ao ar livre, dança, exercício), resultando em diminuição do gasto energético semanal. |
| <b>4. Lentidão</b>  | Diminuição da velocidade da marcha de acordo com sexo e altura.  |
| <b>5. Fraqueza</b>  | Diminuição da força de preensão manual de acordo com o sexo e IMC.   |
| <b>Pontuação:</b> 0 = robusto; 1 a 2 = pré-frágil; $\geq 3$ = frágil. |  |

FONTE: Fried et al. (2001).

Existem diversos outros modelos validados para a identificação da síndrome da fragilidade (Quadro 2). Apesar disso, o fenótipo de fragilidade elaborado por Fried et al. (2001) é um dos métodos de avaliação mais frequentemente utilizados na literatura (CLEGG et al., 2013; DENT et al., 2017; SIRIWARDHANA et al., 2018).

QUADRO 2 – MODELOS VALIDADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DA SÍNDROME DA FRAGILIDADE

(continua)

| <b>Modelo</b>        | <b>Componentes</b>   | <b>Referência</b>      |
|----------------------|--|------------------------|
| <i>Frailty Index</i> | Avaliação de déficits encontrados nos domínios de: cognição, humor, motivação, comunicação, mobilidade, equilíbrio, função intestinal e da bexiga, atividades da vida diária, nutrição, recursos sociais e comorbidades. Fragilidade definida numa escala de 4 pontos. | Rockwood et al. (1999) |

QUADRO 2 – MODELOS VALIDADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DA SÍNDROME DA FRAGILIDADE

(continuação)

| <b>Modelo</b>                           | <b>Componentes</b>  | <b>Referência</b>            |
|---|---|------------------------------|
| CSHA<br><i>Clinical Frailty Scale</i>   | Avaliação de déficits encontrados nos domínios de: cognição, humor, motivação, comunicação, mobilidade, equilíbrio, função intestinal e da bexiga, atividades da vida diária, nutrição, recursos sociais e comorbidades. Fragilidade definida numa escala de 7 pontos.  | Rockwood et al. (2005)       |
| Edmonton Frail Scale - EFS              | Avaliação de cognição, estado geral de saúde, independência funcional, suporte social, uso de medicações, nutrição, humor, continência e desempenho funcional. Escala de 0 a 17 pontos, em que o escore máximo representa o mais alto nível de fragilidade.   | Rolfson et al. (2006)        |
| Escala de Fragilidade de Edmonton - EFE | Versão traduzida, adaptada culturalmente e validada para o Brasil da <i>Edmonton Frail Scale</i> .  | Fabrício-Wehbe et al. (2009) |
| SOF <i>Frailty Index</i>                | Avaliação de perda de peso não intencional; incapacidade de se levantar de uma cadeira sem o uso dos braços e autorrelato de redução do nível de energia.   | Keily et al. (2009)          |
| <i>Tilburg Frailty Index</i>            | Avaliação de domínios físicos (perda de peso involuntária, dificuldade na marcha, perda de força das mãos, cansaço, condição de saúde, equilíbrio, problemas de visão e/ou audição); domínios psicológicos (cognição, sintomas depressivos, ansiedade e enfrentamento); domínios sociais (morar sozinho, relações e suporte social). Escala de 0 a 15 pontos, em que o escore máximo representa o mais alto nível de fragilidade. | Gobbens et al. (2010)        |

QUADRO 2 – MODELOS VALIDADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DA SÍNDROME DA FRAGILIDADE  
(conclusão)

| <b>Modelo</b>                             | <b>Componentes</b>   | <b>Referência</b>           |
|---|--|-----------------------------|
| SHARE                                     | Avaliação de fadiga, perda de apetite, força de preensão manual, dificuldades funcionais e atividade física. Resultado de risco de fragilidade através de fórmula preditiva “ <i>D</i> Factor score”.  | Romero-Ortuno et al. (2010) |
| <i>Gérontopôle Frailty Screening Tool</i> | Avaliação de perda de peso involuntária, fadiga e dificuldade de mobilidade nos últimos 3 meses; baixa velocidade de marcha; dificuldade de memória e o fato de o paciente morar sozinho.  | Subra et al. (2012)         |
| <i>Groningen Frailty Indicator</i>        | Avaliação de perda de funções físicas (mobilidade, múltiplos problemas de saúde, visão e audição); cognição; isolamento social e psicossocial (humor depressivo e ansiedade). Escala de 0 a 15 pontos, em que o escores iguais ou superiores a 4 representam fragilidade moderada a grave. | Peters et al. (2012)        |

FONTE: A autora (2019).

Uma recente revisão sistemática investigou a prevalência de fragilidade e pré-fragilidade em países de baixa e média renda de todo o mundo. Foram incluídos 47 estudos na meta-análise de fragilidade, totalizando uma amostra de 75.133 idosos da comunidade; e incluídos 42 estudos na meta-análise de pré-fragilidade, totalizando uma amostra de 47.302 idosos da comunidade. Os resultados foram reunidos levando em consideração os efeitos aleatórios presentes entre os estudos (localidade, idade da amostra, métodos de avaliação da fragilidade e seus respectivos pontos de corte) e heterogeneidade das publicações ( $I^2$ ). Assim foi possível encontrar a prevalência de fragilidade por meio da combinação dos estudos (SIRIWARDHANA et al., 2018).

A prevalência combinada de fragilidade foi de 17,4% (95% de intervalo de confiança (IC), 14,4% a 20,7%,  $I^2=99,2\%$ ) e de pré-fragilidade de 49,3% (95% IC, 46,4% a 52,2%,  $I^2 = 97,5\%$ ), sendo a variação nas taxas de prevalência dos estudos explicada pelas diferentes definições operacionais, metodologias de avaliação e

regiões geográficas analisadas. No entanto, o fenótipo de fragilidade de Fried et al. (2001) foi o método mais utilizado entre os estudos (SIRIWARDHANA et al., 2018).

A prevalência combinada de fragilidade foi de 15,2% para mulheres (IC 95%, 12,5% a 18,1%,  $I^2=95,2\%$ ,  $P<0,001$ ) comparada com 11,1% para homens (IC 95%, 8,9% a 13,4%,  $I^2=91,4\%$ ,  $P<0,001$ ). A prevalência combinada de pré-fragilidade foi de 56,3% para mulheres (IC 95%, 54,0% a 58,7%,  $I^2=86,2\%$ ,  $P<0,001$ ) comparada com 53,8% para homens (IC 95%, 51,3% a 56,3%,  $I^2=80,9\%$ ,  $P<0,001$ ). Em ambas as comparações as diferenças foram estatisticamente significativas (fragilidade  $Z=-7,38$ ,  $P<0,001$ ; pré-fragilidade  $Z=-3,51$ ,  $P<0,001$ ) (SIRIWARDHANA et al., 2018).

O Brasil, segundo a revisão, foi o país que evidenciou maior proporção de idosos pré-frágeis, apresentando prevalência de 71,6%, quando feita a análise independentemente de metodologia utilizada, e 40,7% quando feita a análise apenas de estudos que utilizaram os critérios de Fried et al. (2001). Dentre os países incluídos no estudo destacam-se Cuba pela maior prevalência de idosos frágeis (51,4%), e também China e Tanzânia pelas menores prevalências de idosos frágeis (3,9%) e pré-frágeis (13,4%), respectivamente (SIRIWARDHANA et al., 2018).

As prevalências de fragilidade e pré-fragilidade tendem a aumentar gradualmente com o avançar da idade, e, também, são significativamente maiores nos países de baixa e média renda do que naqueles de maior renda (SIRIWARDHANA et al., 2018).

De acordo com o Consenso de Fragilidade elaborado por pesquisadores de sociedades europeias e norte-americanas, a fragilidade é uma condição gerenciável e pode ser potencialmente prevenida ou tratada com exercícios físicos, redução do número de fármacos utilizados, suplementação energético-proteica e de vitamina D (MORLEY et al, 2013).

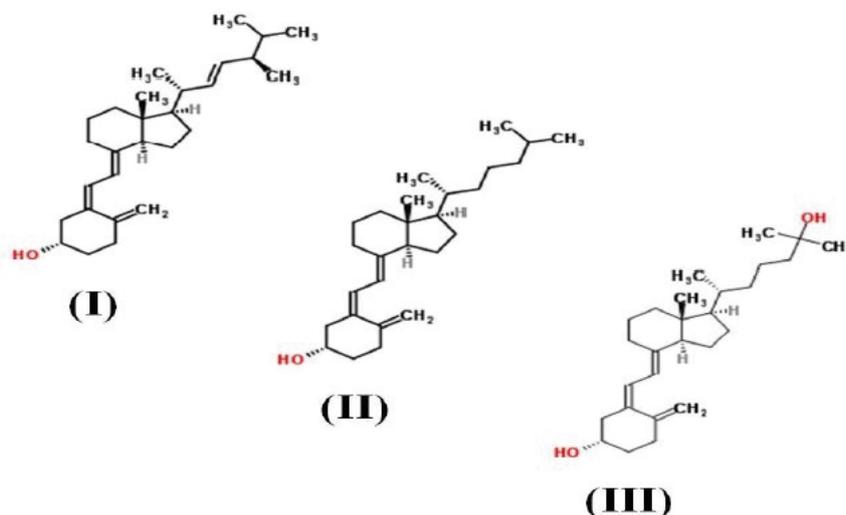
Embora não haja ensaios clínicos que comprovem que a vitamina D isoladamente possa auxiliar na prevenção ou no tratamento da fragilidade, há evidências de que essa vitamina seja importante em populações frágeis e deficientes em vitamina D por promover melhora na força e função muscular, e por consequência, redução de quedas (MUIR; MONTERO-ODASSO, 2011; MORLEY et al, 2013; DENT et al., 2017; WIMALAWANSA, 2018; HERNÁNDEZ MORANTE et al., 2019).

## 2.3 VITAMINA D

### 2.3.1 Síntese, fontes alimentares e metabolismo

Utiliza-se o nome genérico “vitamina D” para designar os compostos ergocalciferol (vitamina D2) e colecalciferol (vitamina D3), formados a partir de suas respectivas pró-vitaminas, ergosterol e 7-deidrocolesterol (BOREL et al., 2015; PLUDOWSKI et al., 2018). A vitamina D é uma substância lipossolúvel de estrutura complexa (WINTERMEYER et al., 2016; PLUDOWSKI et al., 2018), cujas diferentes apresentações podem ser visualizadas na Figura 2.

FIGURA 2 – ESTRUTURAS QUÍMICAS DE FORMAS DIETÉTICAS NATURAIS DE VITAMINA D



FONTE: Borel et al. (2015). LEGENDAS: (I) Ergocalciferol (Vitamina D2), (II) Colecalciferol (Vitamina D3), (III) 25-hidroxi-colecalciferol

A obtenção dessa vitamina é feita por meio de duas fontes: síntese cutânea e ingestão alimentar (MPANDZOU et al., 2016; WINTERMEYER et al, 2016; SBEM, 2017).

A porção mais significativa de vitamina D é derivada da síntese cutânea mediante exposição aos raios ultravioleta radiação B (UVB) (BOREL, 2015; MPANDZOU et al., 2016; WINTERMEYER, 2016; Bouillon, 2017; SBEM, 2017). O 7-deidrocolesterol (próvitamina D (7-DHC)), sintetizado pelo fígado, é convertido em 25-hidróxivitamina D3 (25(OH)D3) ao entrar em contato com raios UVB de comprimento de onda entre 290 e 315nm (WINTERMEYER et al., 2016; BOUILLON,

2017). Em seguida, sob a ação do calor, converte-se em vitamina D3 (colecalfiferol) (MPANDZOU et al., 2016; WINTERMEYER et al., 2016).

Este secosteróide de origem endógena pode sofrer alterações em seu processo de síntese por diversos fatores. De um lado, a exposição excessiva ao Sol pode promover a formação de subprodutos inativos, pela degradação da próvitamina D e vitamina D3 (WINTERMEYER et al., 2016). Por outro lado, a exposição solar insuficiente também pode ser causada por fatores socioculturais, hábitos de vestuário ou poluição ambiental. O uso de protetores solares, assim como a pigmentação da pele (maiores concentrações de melanina), igualmente, podem interferir na absorção dos raios UVB. Fatores como latitude, estações do ano, clima e horário do dia são outras condições que também podem afetar a exposição à luz solar (WACKER; HOLICK, 2013; MPANDZOU et al., 2016; WINTERMAYER et al., 2016; BOUILLON, 2017; SBEM, 2017).

Com relação à população geriátrica, faz-se necessário levar em consideração as barreiras que inibem a exposição aos raios solares, que vão desde as condições acima citadas até dificuldade de permanecer em contato com o ar livre por incapacidades físicas (ARIK; ULGER, 2016; DENT et al., 2017). Além disso, indivíduos com idade superior a 65 anos apresentam significativa redução na capacidade de síntese cutânea da vitamina (EGLSEER et al., 2016; WINTERMEYER et al., 2016; DENT et al., 2017).

Por consequência, a síntese endógena nem sempre é constante e/ou suficiente para atingir as necessidades nutricionais, justificando, assim, a relevância da vitamina D obtida pela dieta (BOREL et al., 2015; MPANDZOU et al., 2016).

Alimentos de origem animal como óleo de fígado de bacalhau, peixes frescos e enlatados (principalmente atum, salmão e sardinha), gema de ovo e manteiga são responsáveis por fornecer vitamina D3 (colecalfiferol). Alimentos de origem vegetal como cogumelos (em especial as espécies cultivadas sob a luz solar), óleos vegetais, cereais e vegetais verdes crus são exemplos de fontes de vitamina D2 (ergocalciferol) (HOLICK et al., 2011; WACKER; HOLICK, 2013; MPANDZOU et al., 2016; WINTERMEYER et al., 2016; PLUDOWSKI et al., 2018). Os alimentos com maiores teores de vitamina D em sua composição são os óleos de fígado de bacalhau ou salmão; salmão selvagem ou de criação; cogumelos secos ao Sol; leite e seus derivados (HANDS, 1999; HOLLICK, 2007; IBGE, 2011b; USDA,

2019). Contudo, a alimentação fornece menos de 10% do aporte desse micronutriente (ARIK; ULGER, 2016).

A fim de otimizar a ingestão oral de vitamina D, em alguns países, incluindo o Brasil, é adotada a estratégia da fortificação voluntária de alimentos. Laticínios, cereais, produtos panificados e fórmulas infantis são os principais alvos da fortificação por serem alimentos amplamente consumidos pela população (HOLICK et al., 2011; WACKER; HOLICK, 2013; BOUILLON, 2017). Ambas as formas da vitamina D podem ser utilizadas no processo de enriquecimento desses produtos (HOLICK et al., 2011). No Brasil a fortificação de alimentos é determinada pela Portaria n<sup>o</sup> 31, de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998).

O Apêndice 1 apresenta os valores de vitamina D presentes naturalmente em alimentos ou por processo de fortificação.

Tanto de origem animal quanto de origem vegetal, as duas formas alimentares de vitamina D apresentam biodisponibilidade semelhante, sendo facilmente absorvidas pelas células intestinais e pouco influenciadas pelo teor de gorduras ou fibras presentes no lúmen intestinal, bem como pelo *status* de vitamina D sérica. Indivíduos idosos também não apresentam absorção intestinal de vitamina D inferior quando comparados com indivíduos jovens (BOREL et al., 2015). Entretanto substâncias como poliésteres de sacarose (Olestra) e fármacos como tetraidrolipstatina (Orlistat), anticonvulsivantes, antirretrovirais e glicocorticóides podem afetar negativamente a absorção dessa vitamina (WACKER; HOLICK, 2013; BOREL et al., 2015).

As vitaminas D2 e D3 de origem alimentar e a vitamina D3 de origem endógena circulam pelo sangue ligadas à proteína específica de ligação da vitamina D (VDBP), que, por sua vez, transportam-nas para o fígado, onde as duas formas da vitamina D são hidroxiladas para produzir o calcidiol [25(OH)D], sendo, ainda, um produto biologicamente inativo (WACKER; HOLICK, 2013; MPANDZOU et al, 2016; WINTERMEYER et al., 2016; SBEM, 2017, WIMALAWANSA, 2018). Em idosos, os hepatócitos podem apresentar menor capacidade de hidroxilação das vitaminas D2 e D3, prejudicando a formação do calcidiol (BOREL, 2015).

Posteriormente, este metabólito inativo sofre nova hidroxilação por meio da ação da enzima calcidiol 1-hidroxilase. Essa última etapa, que acontece nos rins, produz a forma ativa de vitamina D: a 1,25-diidroxivitamina D [1,25(OH)2D] ou

calcitriol (WACKER; HOLICK, 2013; MPANDZOU et al, 2016; WINTERMEYER et al., 2016; SBEM, 2017, WIMALAWANSA, 2018).

Como mecanismo de regulação, o acúmulo de 25(OH)D e 1,25(OH)<sub>2</sub>D atua como *feed back* negativo, inibindo as reações de hidroxilação hepática e renal, respectivamente. O 25(OH)D e o 1,25(OH)<sub>2</sub>D em excesso são excretados pela bile. Outra via de regulação é por meio do armazenamento da vitamina D no tecido adiposo (MPANDZOU et al, 2016; WINTERMEYER et al., 2016).

### 2.3.2 Fisiologia da Vitamina D

Essa vitamina, que antigamente fora descrita como um “ingrediente desconhecido” ou “vitamina do Sol”, hoje é vista como um pré-hormônio, devido a sua ação em diversas vias metabólicas reguladas por seus próprios receptores (MAEDA et al., 2014; WINTERMEYER et al., 2016; FERREIRA et al., 2017).

O *vitamin D receptor* (VDR) é o responsável por modular as atividades fisiológicas em todas as células-alvo que possuem receptores específicos para vitamina D (CEGLIA, 2009; WONG; FLICKER, 2015; WACKER; HOLICK, 2013). Há indícios de receptores VDR localizados na membrana celular e no citosol, que seriam responsáveis por mediar ações não genômicas e, portanto, mais rápidas da di-hidroxitamina D. Contudo esses pressupostos ainda não estão totalmente esclarecidos (CEGLIA, 2009; GIRGIS et al., 2013; WACKER; HOLICK, 2013). Por outro lado, é conhecida a presença de VDR ligado à membrana nuclear. Nessa localização da célula ele é responsável por mediar ações genômicas (CEGLIA, 2009; GIRGIS et al., 2013; WACKER; HOLICK, 2013).

O VDR tem sido identificado em grande número de células como células do sistema nervoso,  $\beta$ -pancreáticas, fibroblastos, monócitos, macrófagos, osteoblastos, osteoclastos e miócitos (HOLICK, 2011; WACKER; HOLICK, 2013; MPANDZOU et al, 2016; WINTERMEYER et al, 2016). Sua ampla distribuição no organismo explica a variedade de funções fisiológicas da vitamina D (HOLICK, 2011; WACKER, HOLICK, 2013).

Dentre as funções da vitamina D, destaca-se a manutenção da homeostase do cálcio e fósforo, pois aumenta a capacidade de absorção intestinal desses minerais (HOLICK et al, 2011; WACKER; HOLICK, 2013; WINTERMEYER et al., 2016; BOUILLON, 2017; WIMALAWANSA, 2018). Assim, é reconhecida por seu

papel no desenvolvimento de ossos saudáveis desde a fase intrauterina, até na manutenção dos tecidos ósseos na fase adulta (WACKER; HOLICK, 2013).

Além de beneficiar a absorção intestinal de cálcio e fósforo, intermedia efeitos indiretos na homeostase do cálcio, regulando os níveis de paratormônio (PTH). Diante de baixas concentrações de cálcio, o PTH é secretado e aumenta a atividade da calcidiol 1-hidroxilase para produção de calcitriol, promovendo, então, a reestruturação dos estoques do mineral. O calcitriol, por sua vez, é responsável por inibir a secreção de PTH por *feed back* negativo (WACKER; HOLICK, 2013; WINTERMEYER et al., 2016).

Também é evidente o papel endócrino da vitamina D em alvos extra esqueléticos, como no sistema imunológico, cardiovascular, na modulação da inflamação e no controle da proliferação e diferenciação celulares. Outro aspecto recentemente investigado e que merece destaque é a relação da vitamina D com massa, força e desempenho muscular (WACKER; HOLICK, 2013; WINTERMEYER et al., 2016; BOUILLON, 2017). Por intermédio do VDR, a vitamina D está relacionada com o desenvolvimento de tecidos, participação no processo de contração muscular, manutenção da força e prevenção de atrofia das fibras musculares (CEGLIA, 2009; WACKER; HOLICK, 2013; SANDERS et al., 2014; GIRGIS et al., 2015; HALFON et al., 2015; WONG; FLICKER, 2015; WINTERMEYER et al., 2016; WIMALAWANSA, 2018). Mais detalhes sobre a relação entre a vitamina D massa e função muscular serão abordados no tópico 2.4.

### 2.3.3 Deficiência de Vitamina D

Reconhecida como um problema de proporção global, a deficiência de vitamina D apresenta importantes efeitos clínicos em diversos sistemas do organismo humano (WACKER; HOLICK, 2013; BOUILLON, 2017; SBEM, 2017).

Os problemas relacionados à mineralização dos ossos são sua manifestação mais conhecida. Em adultos se apresentam na forma de osteomalácia, e em idosos na forma de osteopenia ou osteoporose. Tais condições clínicas aumentam os riscos para fraturas, uma vez que os ossos exibem baixa resistência à pressão e aos impactos (WINTERMEYER et al., 2016; BOUILLON, 2017; SBEM, 2017, WIMALAWANSA, 2018).

A deficiência de vitamina D também pode ser relacionada com doenças autoimunes, como diabetes *mellitus* tipo I, doença de Crohn e esclerose múltipla; com doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes *mellitus* tipo II, hipertensão e hiperlipidemia; com doenças cardiovasculares; com alguns tipos de câncer, principalmente de cólon, mama e próstata e, também, com prejuízo na fertilidade (WACKER; HOLICK, 2013; WINTERMEYER et al., 2016; BOUILLON, 2017; PLUDOWSKI et al., 2018; WIMALAWANSA, 2018).

Outro agravante da deficiência de vitamina D é a sua associação com declínio de massa e força muscular, bem como declínio do desempenho físico (CEGLIA, 2009; HOLICK, 2011; WINTERMEYER et al., 2016; BOUILLON, 2017; SBEM, 2017; WIMALAWANSA, 2018). Nesse sentido, os idosos são os mais desfavorecidos por essas manifestações clínicas, visto que, naturalmente com o avançar da idade, apresentam declínio de massa e força muscular, com conseqüente redução da funcionalidade (BRADY et al., 2014; DAWSON; DENISSON, 2016).

#### 2.3.4 Valores de referência séricos para Vitamina D

Recentemente diversas sociedades científicas e pesquisadores que se dedicam ao estudo da vitamina D publicaram novos parâmetros de referência para essa vitamina (BOUILLON, 2017; SBEM, 2017; SBPC/ML & SBEM, 2018). De acordo com recente publicação que reúne recomendações de 40 países, observa-se que todas as diretrizes concordam em um ponto comum: valores séricos de 25(OH)D inferiores a 10 ng/mL (25 nmol/L) devem ser evitados em todas as idades devido ao alto risco para o desenvolvimento de raquitismo e osteomalácia (BOUILLON, 2017).

Apresentando grande prevalência entre a população, concentrações séricas de vitamina D variando de 10 a 20ng/mL (25 a 50nmol/L) são consideradas como um estado de insuficiência, necessitando correção (BOUILLON, 2017).

Ao contrário dos valores anteriormente estabelecidos (HOLICK et al., 2011), atualmente entende-se que valores séricos acima de 20ng/mL (50 nmol/L) são adequados. Para 97,5% da população geral tais valores não se manifestam como deficiência (BOUILLON, 2017; SBEM, 2017; PLUDOWSKI et al., 2018; SBPC/ML & SBEM, 2018).

Entretanto alguns grupos populacionais específicos apresentam maiores riscos para desenvolver deficiência de vitamina D, bem como suas consequências. Destacam-se: idosos ( $\geq 60$  anos); indivíduos que apresentam quedas e/ou fraturas recorrentes, osteoporose, doenças osteometabólicas, sarcopenia, síndromes de má absorção intestinal, que fazem uso de medicações que interferem no metabolismo da vitamina D; pacientes oncológicos, diabéticos, além de gestantes e lactantes. (SBPC/ML & SBEM, 2018). Para indivíduos que apresentam essas características, são recomendados valores séricos de vitamina D acima de 30ng/mL (75nmol/L) (BOUILLON, 2017; SBPC/ML & SBEM, 2018).

Segundo a *European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis* (ESCEO) e a *American Geriatrics Society Workgroup on Vitamin D Supplementation for Older Adults* esses mesmos valores devem ser almejados para idosos que apresentam a síndrome da fragilidade (RIZZOLI et al., 2013; AMERICAN GERIATRICS SOCIETY, 2014).

Para os grupos que apresentam recomendações específicas de vitamina D, concentrações séricas entre 30 e 50 ng/mL (75 e 125 nmol/L) são associadas com diversos benefícios à saúde e com menor risco de mortalidade (PLUDOWSKI et al., 2018).

A toxicidade, apesar de rara, pode ocorrer quando encontrados valores superiores a 100ng/mL (250nmol/L). Suas principais manifestações são hipercalcemia, cálculos renais e calcificação de tecidos moles e vasculares (BOUILLON, 2017; SBPC/ML & SBEM, 2018).

Para avaliação do status de vitamina D é recomendada a análise do metabólito 25-hidroxivitamina D (25(OH)D). Os métodos cromatográficos são considerados padrão-ouro para avaliação sérica. Entretanto, por se tratarem de métodos que dependem de maior custo, tempo e equipe especializada para sua execução, também são aceitos métodos como radioimunoensaio, ensaios enzimáticos, quimioluminescência ou eletroquimioluminescência (SBEM, 2017; SBPC/ML & SBEM, 2018).

### 2.3.5 Recomendações de Ingestão Oral de Vitamina D

Para manutenção de valores séricos adequados de 25(OH)D a dose diária varia de acordo com a idade e a condição clínica (PLUDOWSKI et al., 2018).

Indivíduos adultos e saudáveis devem atingir a ingestão dietética recomendada (RDA) de 600UI (15µg) ao dia (IOM, 2011; EFSA, 2017). Evidências indicam que não há necessidade em suplementar a população geral e com *status* adequado de vitamina D (MAEDA et al., 2014).

Indivíduos idosos de até 70 anos e suficientes em 25(OH)D devem apresentar ingestão diária de 600UI (15µg). A partir dos 70 anos a RDA passa a ser de 800UI (20µg) (IOM, 2011). No entanto, com o passar dos anos, a ingestão dietética pode ser afetada nessa população.

Quando verificada a deficiência de vitamina D, recomenda-se a suplementação (MAEDA et al., 2014; BOUILLON, 2017; PLUDOWSKI et al., 2018). Para isso, deve ser administrada dose terapêutica adequada à idade e condição clínica do paciente (MAEDA et al., 2014; PLUDOWSKI et al., 2018). Sugere-se que o tratamento seja realizado no período de um a três meses e que o primeiro monitoramento das concentrações séricas de 25(OH)D seja realizado dentro de 8 a 12 semanas após o início da intervenção (PLUDOWSKI et al., 2018).

As doses de vitamina D recomendadas para efeitos em alvos extra esqueléticos em idosos variam de acordo as diversas diretrizes existentes, podendo ser de 400 a 2.000 UI/dia (BOUILLON, 2017; PLUDOWSKI et al., 2018).

Contudo a escolha das recomendações a serem seguidas, além de levarem em consideração as particularidades do paciente, devem se basear nas diretrizes regionais ou nacionais (PLUDOWSKI et al., 2018).

Nesse sentido a Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) recomenda oferecer uma dose de ataque de 7.000 UI/dia ou 50.000 UI/semana de vitamina D por 6 a 8 semanas, podendo ser prescrito um novo ciclo caso não tenha sido atingida a meta de 25(OH)D (MAEDA et al., 2014). Após a intervenção deve ser estabelecida dose de manutenção, que varia de acordo com faixa etária, exposição solar e coloração da pele. Para idosos as doses recomendadas variam de 1.000 a 2.000UI/dia ou 7.000 a 14.000UI/semana. No caso de indivíduos obesos, usuários de anticonvulsivantes ou que apresentem má-absorção intestinal a dose de manutenção pode ser de duas a três vezes superior (MAEDA et al., 2014).

Embora o esquema de suplementação possa ser feito usando ambos os tipos de vitamina D, deve ser dada preferência à prescrição do colecalciferol (D3), pois apresenta maior tempo de meia vida no organismo, refletindo em melhor

efetividade na manutenção das concentrações séricas de 25(OH)D quando comparado ao metabólito ergocalciferol (D2) (MAEDA et al., 2014).

#### 2.4 VITAMINA D, MASSA E FUNÇÃO MUSCULAR EM IDOSOS

Há mais de três décadas, pesquisadores que investigavam pacientes deficientes em vitamina D deram início às primeiras descrições sobre a associação dessa vitamina com efeitos extra esqueléticos, com destaque para as miopatias (CEGLIA et al, 2009; HALFON et al, 2015; EGGLEESER et al., 2015). A hipótese sobre uma possível ligação entre hipovitaminose D e função muscular foi responsável pelo surgimento de diversos ensaios em torno da temática. Dessa maneira verificou-se que sintomas como fraqueza muscular proximal, perda de massa muscular e de equilíbrio seriam responsivos ao tratamento com suplementação de vitamina D. Contudo os mecanismos de ação da vitamina sobre a massa muscular ainda não estavam estabelecidos (CEGLIA et al, 2009; HALFON et al, 2015).

Posteriormente, em revisão realizada por Bischoff-Ferrari (2012), foram descritas quatro linhas de evidência sustentando o papel da vitamina D sobre a função muscular. Em primeiro lugar, dor e fraqueza muscular são manifestações clínicas conhecidas da deficiência de vitamina D. Segundo, o receptor específico da vitamina D (VDR) é expresso no tecido muscular e sua ativação pode promover a síntese de proteína para formação de novas fibras musculares. Em terceiro lugar, estudos sugerem relação entre níveis séricos de 25(OH)D e força e função de membros inferiores (MMII), principalmente em idosos. E em quarto lugar, a suplementação de vitamina D pode aumentar força e equilíbrio, assim como reduzir o risco de quedas em idosos.

Desde então houve um crescimento expressivo de evidências apontando os efeitos da vitamina D sobre o músculo esquelético (GIRGIS et al., 2013; BEAUDART et al., 2014; WINTERMEYER et al, 2016; WIMALAWANSA, 2018).

Na célula, a forma ativa de vitamina D, 1,25(OH)<sub>2</sub>D é capaz de exercer funções fisiológicas quando ligada ao seu receptor próprio (GIRGIS et al., 2013; WONG; FLICKER, 2015; WINTERMEYER et al., 2016; WIMALAWANSA, 2018). Especificamente nas células musculares o VDR ativado é responsável por auxiliar na regulação do cálcio intracelular, processo necessário para o influxo de cálcio que

acontece durante os movimentos de contração muscular (CEGLIA, 2009; WACKER; HOLICK, 2013; GIRGIS et al., 2013; ARIK; ULGER, 2016).

Esse receptor ativado também atua na captação de fosfato, substância essencial em processos metabólicos como produção de energia em forma de adenosina trifosfato (ATP), necessário para o adequado funcionamento das células musculares. Além disso, o fosfato captado serve de substrato para a síntese de nova proteína (GIRGIS et al., 2013; ARIK; ULGER, 2016).

Ainda, o VDR ligado à vitamina D facilita a proliferação e diferenciação de miócitos por meio de duas vias, a genômica, em que o complexo VDR-vitamina D modula a expressão de genes conhecidos como elementos de resposta à vitamina D (VDRE); e a não genômica, em que o complexo ativa diversas cascatas de sinalização para aumento da transcrição e da síntese proteica (CEGLIA, 2009; GIRGIS et al., 2013; WONG; FLICKER, 2015; ARIK; ULGER, 2016).

Tais ações da vitamina D sobre a função celular podem ser observadas ao nível histológico, influenciando a qualidade do tecido muscular. A hipovitaminose D em humanos é marcada pela atrofia de fibras musculares, principalmente do tipo II (CEGLIA, 2009; WACKER; HOLICK, 2013; GIRGIS et al., 2015; HALFON et al., 2015; WONG; FLICKER, 2015; WIMALAWANSA, 2018). Para os idosos o conhecimento desse fenômeno é de grande importância, uma vez que as fibras musculares do tipo II, caracterizadas por contração rápida, são as primeiras a serem recrutadas no reflexo para evitar uma queda (CEGLIA, 2009; ARIK; ULGER, 2016). A suplementação de vitamina D pode ter impacto positivo sobre a composição das fibras musculares (CEGLIA, 2009; CEGLIA et al., 2013; WINTERMEYER et al., 2016). Outro mecanismo pelo qual a deficiência de vitamina D afeta o tecido muscular é pela ativação de vias responsáveis pelo *turnover* proteico (GIRGIS et al., 2015).

Indivíduos deficientes em vitamina D também apresentam tecido muscular com espaços interfibrilares aumentados, infiltrados por gordura e fibrose, o que justifica os sintomas de dor muscular e redução de funcionalidade apresentados por esses pacientes (CEGLIA, 2009; GIRGIS et al., 2015; ARIK; ULGER, 2016; WIMALAWANSA, 2018).

O déficit de vitamina D parece estar associado com redução de massa muscular esquelética, enquanto idosos com status adequado da vitamina parecem não apresentar o mesmo efeito (SCOTT et al., 2010; ARIK; ULGER, 2016;

SANDERS et al., 2014). Contudo, apesar de estabelecidas algumas vias metabólicas pelas quais a vitamina D atua na qualidade da massa muscular, os principais achados da literatura fazem referência à associação dessa vitamina a outros desfechos como força e funcionalidade (BEAUDART et al., 2014; WONG; FLICKER, 2015; ARIK; ULGER, 2016; WINTERMEYER et al., 2016). De acordo com meta-análise que investigou 30 ensaios clínicos randomizados a respeito dos efeitos da vitamina D sobre o músculo esquelético, apenas 6 estudos abordaram o volume da massa muscular como desfecho. Entre eles, não foram identificados efeitos significativos da vitamina D sobre a massa muscular. Apesar disso, foram encontrados resultados significativamente favoráveis à melhora da força muscular, principalmente em indivíduos com menores estoques séricos da vitamina (<12 ng/mL ou <30 nmol/L) e com idade igual ou superior a 65 anos (BEAUDART et al., 2014).

Com o objetivo de investigar o papel da vitamina D sobre massa, força e função muscular, a revisão realizada por Arik & Ulger (2016) também destaca outros efeitos da vitamina D sobre a funcionalidade, como o aumento da força de membros inferiores e prevenção de quedas, não sendo o aumento da massa muscular o resultado de maior notoriedade da vitamina D.

Nessa perspectiva é ressaltada a importância da pesquisa sobre as implicações da vitamina D sobre a quantidade total de massa muscular, particularmente em idosos acometidos pela síndrome da fragilidade (WONG; FLICKER, 2015).

Apesar da heterogeneidade de populações e métodos de avaliação da função muscular entre os diversos estudos disponíveis, há evidências de que a vitamina D apresenta efeitos benéficos sobre a funcionalidade, particularmente em populações vulneráveis e com baixas concentrações de 25(OH)D (GIRGIS et al., 2013; EGLEESER et al., 2015; WONG; FLICKER, 2015).

Apontada como uma das mais características manifestações extra esqueléticas da hipovitaminose D, a fraqueza muscular aumenta a susceptibilidade de um idoso desenvolver incapacidades físicas (BISCHOFF-FERRARI et al., 2009; HOLICK et al., 2011, MUIR; MONTERO-ODASSO, 2011). Evidências demonstram a importância da vitamina D ligada ao seu receptor na otimização da força muscular e *performance* física (CEGLIA, 2009; EGLEESER et al., 2015; WINTERMEYER et al., 2016).

A baixa força muscular compromete, sobretudo, a função de MMII e associa-se com maior risco para desequilíbrio e quedas (MUIR; MONTERO-ODASSO, 2011; HOUSTON et al., 2013; ARIK; ULGER et al., 2016).

O equilíbrio é modulado também pelos receptores VDR, que participam da produção de proteínas estruturais de sinapses e propagação dos impulsos nervosos no sistema nervoso periférico (MUIR; MONTERO-ODASSO, 2011; MPANDZOU et al., 2016). Por isso a deficiência de vitamina D tem sido associada com dificuldade na coordenação neuromuscular, afetando o controle postural e, assim, contribuindo para as quedas (MUIR; MONTERO-ODASSO, 2011).

Prevenir quedas em idosos é uma questão de saúde pública, visto que cerca de 5 a 6% das ocorrências resulta em fraturas, que, por sua vez, associam-se com perda de independência e aumento do risco de mortalidade (BISCHOFF-FERRARI, 2009; CRUZ-JENTOFT et al., 2010). A manutenção de valores séricos de vitamina D superiores a 24 ng/ml (60 nmol/l) pode representar um fator de proteção contra quedas, conforme meta-análise (BISCHOFF-FERRARI, 2009).

Embora a vitamina D não seja o único foco de intervenção no tratamento de distúrbios musculares, sabe-se que ela se apresenta como uma ferramenta potencial no tratamento da fragilidade (MORLEY et al, 2013; ARIK; ULGER, 2016). Faz-se necessário ressaltar que a maioria dos critérios que definem seu fenótipo são relacionados à locomoção e força física. Portanto o déficit de vitamina D pode exercer papel crucial no desenvolvimento da fragilidade por meio dos efeitos negativos sobre a força e função musculares.

### **3 MASSA MUSCULAR, FUNCIONALIDADE E VITAMINA D EM IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS DA COMUNIDADE**

Este terceiro capítulo demonstra os passos percorridos e os meios utilizados para o desenvolvimento da pesquisa e está subdividido em quatro seções. A primeira apresenta a metodologia para recrutamento de voluntárias e coleta de dados. Em seguida, são exibidos os resultados obtidos. Na terceira seção é tecida a discussão destes resultados, e então, na quarta e última seção são apontadas as conclusões desta dissertação.

#### **3.1 METODOLOGIA**

##### **3.1.1 Origem do estudo, desenho e participantes**

Estudo observacional transversal, derivado do estudo intitulado “Efeitos de um programa de treinamento físico com jogos virtuais e suplementação proteica na função musculoesquelética e risco de quedas em idosos pré-frágeis”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Complexo Hospital de Clínicas (CHC) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) sob o número 58865916.8.0000.0096. Pesquisa conduzida entre janeiro de 2017 e dezembro de 2018. Dados coletados na cidade de Curitiba, localizada a 25° de latitude Sul e 934 metros de altitude.

O convite para participar do estudo foi veiculado no ambulatório de Saúde do Idoso do CHC/UFPR, nos departamentos de Oftalmo-Otorrino e Unidade de Cabeça e Pescoço do CHC/UFPR por meio do contato direto com os médicos responsáveis pelas unidades e com a concordância dos serviços envolvidos. A pesquisa também foi divulgada no Hospital do Idoso Zilda Arns e em Unidades Básicas de Saúde da cidade de Curitiba. Nesses locais o desenvolvimento da pesquisa foi aprovado sob os pareceres de números 934.629 e 1.254.580, respectivamente. O estudo também foi divulgado por meio de palestras e panfletos em grupos de terceira idade e de voluntariado, entre outros.

Pacientes que concordam em participar receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO 1) para leitura e posterior assinatura. Cada participante recebeu uma cópia do TCLE. Os pesquisadores

estiveram à disposição para informar sobre a metodologia, objetivos do estudo assim como esclarecer eventuais dúvidas.

Foram selecionados participantes que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: sexo feminino; idade igual ou superior a 65 anos; apresentaram-se como pré-frágeis de acordo com os critérios de triagem de fragilidade propostos e validados por Fried et al. (2001); apresentaram marcha independente por um percurso plano de 8 metros, com ou sem equipamento assistido. Não fizeram parte do estudo pacientes que: usavam medicações que pudessem afetar o metabolismo muscular como corticoides e hormônios; aquelas com doença aguda, crônica descompensada ou terminal; que apresentassem alterações cognitivas que impedissem a participante de responder adequadamente aos questionários e/ou preencher os registros de consumo alimentar, que não completaram todas as avaliações necessárias ou que apresentaram imagem de ultrassonografia de baixa qualidade.

Para a realização do presente estudo foram avaliados: idade; massa corporal; altura; índice de massa corporal (IMC), consumo alimentar de vitamina D; consumo de suplemento ou polivitamínico contendo vitamina D; exame laboratorial de 25-hidroxivitamina D; espessura do músculo gastrocnêmio medial; circunferência da panturrilha (CP); velocidade de marcha (VM), força de preensão manual (FPM), força e potência funcional de membros inferiores.

As entrevistas e as avaliações antropométricas e de espessura muscular foram realizadas na Unidade Metabólica do CHC/UFPR. A coleta de sangue foi realizada no Laboratório de Análises Clínicas da mesma instituição. Já as amostras foram analisadas no Departamento do curso de Biomedicina do Centro Universitário UniBrasil. Todas as atividades receberam a concordância dos serviços envolvidos e de seus respectivos responsáveis.

### 3.1.2 Síndrome da fragilidade

Para caracterização em relação ao nível da fragilidade, as voluntárias foram avaliadas por cinco critérios, de acordo com a proposição de Fried *et al.* (2001):

1. Perda de peso não intencional: questionado se as participantes apresentaram perda de  $\geq 4,5$  kg ou  $\geq 5\%$  do peso corporal no último ano.

2. Fadiga: questionando sobre a sensação de fadiga no último mês tomando como base as afirmativas “Senti que tive que fazer esforço para dar conta das minhas tarefas habituais” e “Não consegui levar minhas coisas adiante” extraídas da Escala de Depressão do *Center for Epidemiological Studies* (CES-D), como recomendado por Fried *et al.* (2001). As opções de resposta eram: nunca ou raramente (0 pontos); às vezes (1 ponto); maioria das vezes ou sempre (2 pontos). Se a participante atingisse 2 pontos em pelo menos uma das duas questões, pontuaria nesse critério.

3. Baixa atividade física/gasto energético: avaliada de acordo com o questionário Minnesota de Atividades Físicas, Esporte e Lazer, como recomendado por Fried *et al.* (2001). O gasto energético semanal foi calculado por meio da média do gasto energético das duas últimas semanas. Para pontuar nesse critério a voluntária deveria apresentar um gasto energético inferior à 270 Kcal/semana.

4. Fraqueza: avaliada por meio do teste de força de preensão manual (conforme metodologia descrita posteriormente).

5. Lentidão: determinada pela velocidade da marcha (conforme metodologia descrita posteriormente).

Somente as idosas classificadas como pré-frágeis, ou seja, que preencheram um ou dois dos cinco critérios citados, participaram do estudo.

### 3.1.3 Avaliação antropométrica

A massa corporal foi obtida por meio de balança digital (Plena®) com precisão de 100g e capacidade de 150Kg. A altura foi aferida com o auxílio de estadiômetro (Tonelli Gomes®) com subdivisão de 0,1cm e altura máxima de 2,2 metros. Para correta aferição da massa corporal e altura foi seguida a metodologia proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988).

O IMC foi calculado a partir dos dados de massa corporal (em quilos) e altura (em metros), utilizando a fórmula:

$$IMC = \frac{\text{massa corporal}}{\text{altura}^2}$$

A classificação do IMC seguiu os pontos de corte propostos pela OPAS, que é específica para a população latino-americana (incluindo a população brasileira),

sendo: baixo peso ( $IMC \leq 23 \text{kg/m}^2$ ), peso normal ( $23 < IMC < 28 \text{kg/m}^2$ ), sobrepeso ( $28 \leq IMC < 30 \text{kg/m}^2$ ) e obesidade ( $IMC \geq 30 \text{kg/m}^2$ ) (WHO, 2001).

#### 3.1.4 Uso de suplementação de vitamina D

As participantes foram consultadas sobre o uso de suplemento isolado, associado com cálcio e/ou polivitamínico contendo vitamina D. Quando desconheciam a posologia do suplemento, foi coletado o nome comercial do produto ou solicitada visualização da prescrição médica, se estivessem fazendo uso de suplemento manipulado. Foi registrado também o tempo de uso do suplemento.

#### 3.1.5 Consumo alimentar de vitamina D

Foi aplicado o método de Registro Alimentar de três dias (R3d). As pacientes foram instruídas sobre o preenchimento do R3d, que contemplou todos os alimentos e bebidas ingeridas, suas respectivas porções, tipos de preparações e horários referentes a dois dias de semana e um dia de final de semana (FISBERG; MARCHIONI, 2005; THOMPSON et al, 2015). Uma nutricionista da equipe explicou verbalmente o preenchimento do R3d, utilizando-se, também da apresentação de medidas caseiras (copos, caneca, xícara, colheres, pratos) e demonstração de imagens de alimentos no tamanho original para exemplificar a forma adequada de redigir o registro. Foram entregues fichas para o preenchimento do R3d (APÊNDICE 2).

No momento da entrega do R3d, a nutricionista responsável fez a conferência das anotações para corrigir eventuais erros de estimativa ou falhas no registro da quantidade de alimento ingerido, conforme sugerido por Thompson et al. (2015).

A análise da composição nutricional dos registros foi realizada de acordo com a seguinte metodologia:

1. Padronização das porções e medidas caseiras em gramas (g) ou mililitros (ml) de acordo com a Tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil (IBGE, 2011c), o Manual de críticas de inquéritos alimentares (CASTRO et al., 2013) e a Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras (PINHEIRO et al., 2004);

2. Tabulação dos dados de consumo alimentar na Plataforma Brasil-Nutri, um *software* específico para digitação de dados de recordatório 24 horas e registros alimentares. Sua base de dados de alimentos é proveniente da Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil (IBGE, 2011b). Para reduzir o risco de erros de digitação, essa etapa foi realizada em duplas. Quando finalizada a tabulação, os dados foram exportados do *software* em formato compatível com o programa Microsoft Excel® 2010 (MICROSOFT; 2010).

3. Obtidos os dados nessa base digital, foi realizada a comparação entre as informações sobre os alimentos consumidos, descritos em g ou ml, com as informações contidas na Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil (IBGE, 2011b) por meio do uso do programa SPSS *Statistics*® 22 versão Windows (IBM, 2016). Os valores de vitamina D obtidos, que estavam expressos em microgramas ( $\mu\text{g}$ ), foram convertidos para unidades internacionais (UI).

Os profissionais e acadêmicos envolvidos no registro dos consumos alimentares passaram previamente por treinamento a fim de padronizar a digitação das informações.

Nos casos das participantes que relataram fazer uso de suplementação, os valores referentes ao consumo alimentar de vitamina D foram somados à vitamina D proveniente do suplemento, sendo realizada a média diária nos casos de prescrições com doses semanais ou mensais.

A fim de minimizar os efeitos da variabilidade intrapessoal da dieta, os dados de consumo alimentar foram avaliados por meio do *Multiple Source Method* (MSM), que aplica transformação Box-Cox para obter uma distribuição próxima do normal. A inadequação do consumo foi calculada, então, pela distribuição z (teste z) consultando-se a tabela da curva z para verificar a que proporção corresponde o valor encontrado. Essa abordagem minimiza o erro do cálculo da prevalência de inadequação de nutrientes ao considerar as características aleatórias da dieta (HAUBROCK, 2011).

Para identificar os grupos alimentares responsáveis por contribuírem com a ingestão de vitamina D pelas idosas, foi realizada uma adaptação dos grupos alimentares apresentados na Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (IBGE, 2011b) com o intuito de destacar os alimentos fonte do nutriente em questão. Nesse sentido o grupo “pescados e frutos do mar” permaneceu da mesma maneira,

enquanto os grupos “carnes e vísceras”, “carnes industrializadas” e “aves e ovos” foram reunidos em “carnes e ovos” por fornecerem menores quantidades de vitamina D em relação ao primeiro grupo citado. Por outro lado, grupos alimentares que não representam fontes significativas de vitamina D foram reunidos, como no caso dos grupos “açúcar, mel e melado” e “doces e guloseimas” que passaram a compor os “doces e açúcares” e os grupos “miscelâneas” e algumas preparações compostas dentro dos grupos “panificados” e “farinhas, féculas e massas”, que passaram a constituir o grupo “alimentos compostos”. Os demais grupos permaneceram com classificação semelhante (cereais; frutas; leguminosas; tubérculos; hortaliças; sais e condimentos; laticínios; óleos e gorduras; bebidas não alcoólicas e infusões; bebidas alcoólicas).

### 3.1.6 Avaliação laboratorial

As amostras de sangue foram coletadas na Unidade do Laboratório de Análises Clínicas do CHC/UFPR (ULAC-CHC/UFPR) por um técnico do próprio setor.

Para a realização do exame laboratorial, as pacientes foram orientadas a permanecer em jejum nas 12 horas anteriores à coleta e foram orientadas também a absterem-se da ingestão de álcool nas 72 horas anteriores.

Foram coletados 10 ml de sangue venoso, puncionados de uma das veias da fossa anticubital das pacientes. As amostras foram armazenadas em tubos identificados com a numeração de cada participante e depositadas em caixa adequada para armazenamento e transporte desse tipo de material.

A análise bioquímica foi executada no laboratório do Centro Universitário UniBrasil. Conforme o posicionamento oficial da SBPC/ML e da SBEM, o método utilizado para mensuração da 25(OH)D foi o ensaio de quimioluminescência (SBPC/ML & SBEM, 2018).

Os procedimentos foram realizados seguindo as normas de segurança da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2003) e, ao término, os materiais foram descartados de acordo com a legislação vigente do Conselho Nacional de Saúde N° 441, de 12 de maio de 2011 e as normas de gerenciamento de resíduos (WHO, 2014).

O padrão de referência adotado para vitamina D (25-hidroxivitamina D) sérica esteve de acordo com o proposto por Bouillon (2017) e pelas Sociedades Brasileiras de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML) e SBEM (SBPC/ML & SBEM, 2018). Nesse sentido, para as pacientes idosas foram considerados valores  $\geq 30$  ng/mL como suficiência;  $\leq 29,9$  ng/mL como insuficiência e  $< 10$  ng/mL como deficiência grave.

### 3.1.7 Espessura muscular

A espessura do músculo gastrocnêmio medial foi avaliada por meio de um equipamento de ultrassonografia (Logiq Book XP, General Electric®) modo-B e um transdutor com arranjo linear (50mm, 11 MHz, General Electric®), com profundidade de coleta ajustada para 4 cm.

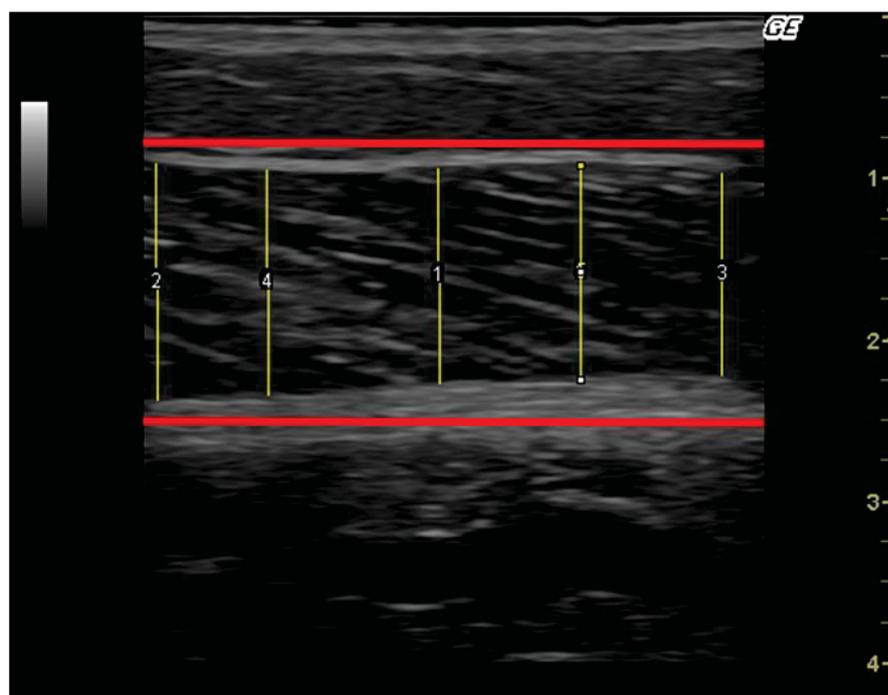
As participantes foram instruídas a não realizar atividade vigorosa nas 72 horas anteriores ao exame. Também permaneceram deitadas em supino e em repouso por 15 minutos previamente ao início da avaliação. Tais recomendações são necessárias para garantir a acomodação dos fluidos corporais.

Para a realização do exame a paciente permaneceu em posição de decúbito ventral. As imagens foram obtidas nessa posição com os joelhos totalmente estendidos e músculos relaxados (CADORE et al., 2013).

A fim de garantir a qualidade da imagem foi utilizado gel transmissor solúvel em água e o transdutor foi mantido sob a pele com o mínimo de pressão possível, evitando a compressão do tecido. O transdutor foi posicionado longitudinalmente às fibras musculares do gastrocnêmio medial da perna direita no ponto, previamente demarcado, a 30% da distância total da linha poplítea em direção ao maléolo medial. Foram coletadas três imagens da região demarcada.

As imagens foram analisadas por meio do *Software Image J*. Os valores finais foram calculados por meio da média de cinco medidas realizadas. A espessura muscular (EM) foi calculada, considerando a distância entre as aponeuroses superficial e profunda, sendo que para cada imagem essa distância foi marcada cinco vezes e realizada a média, como apresentado na Figura 3 (ALEGRE et al., 2006; BLAZEVIČH et al., 2007; LIMA; OLIVEIRA, 2013; BARONI et al., 2013).

FIGURA 3 – ULTRASSONOGRRAFIA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL



FONTE: A autora (2019). LEGENDA: Linhas verticais em amarelo indicam as cinco marcações realizadas para verificação da espessura muscular. Linhas horizontais em vermelho indicam as aponeuroses.

Foi considerada adequada espessura do músculo gastrocnêmio medial igual ou superior a 1,50 cm, conforme proposto por Kuyumcu et al. (2016).

Uma vez que o ultrassom é avaliador dependente, um único pesquisador esteve responsável pela coleta de todas as imagens. Foi calculado o *Intraclass Correlation Coefficients* (ICC) e o *Standard Error of Measurement* (SEM) para as imagens obtidas pela ultrassonografia de músculo gastrocnêmio medial. O grau de confiabilidade de ICC foi considerado como pobre a moderado quando  $\leq 0,74$ ; boa confiabilidade quando  $\geq 0,75$  e  $\leq 0,89$  e de excelente confiabilidade quando  $\geq 0,90$ . Para o cálculo do SEM foi utilizada a seguinte fórmula:

$$SEM = \text{Desvio Padrão} * \sqrt{(1 - ICC)}$$

### 3.1.8 Circunferência da panturrilha

A CP foi aferida com uso de fita antropométrica inelástica, medindo a maior proeminência da musculatura da panturrilha da perna direita da participante, que

permaneceu sentada, com os joelhos em ângulo de 90° e pés apoiados no chão durante a realização da medida (LOHMAN *et al.*, 1988). Considerou-se adequada a circunferência de panturrilha igual ou superior a 33 cm, conforme proposição feita por BARBOSA-SILVA *et al.* (2016) em um levantamento populacional transversal realizado com idosos do Sul do Brasil.

### 3.1.9 Velocidade da marcha

Para realizar essa avaliação a idosa caminhou em velocidade habitual por um percurso de 8 metros. Foram descontados os dois metros iniciais e finais a fim de desconsiderar a aceleração e desaceleração, sendo cronometrados em segundos apenas o percurso de 4 metros. Em mulheres com  $\leq 1,59$  m de altura o tempo necessário para realizar a atividade deveria ser  $\leq 7$  segundos e para aquelas com  $> 1,59$  m de altura  $\leq 6$  segundos (FRIED *et al.*, 2001).

### 3.1.10 Força de preensão manual

As voluntárias permaneceram sentadas com os pés apoiados no chão, e, quadris e joelhos a 90° de flexão. O cotovelo esteve posicionado a 90° de flexão, com o antebraço e punho em posição neutra. Com o uso de um dinamômetro, foi solicitada a execução de três movimentos máximos da mão dominante com 1 minuto de descanso entre eles. O resultado foi dado pela média das três tentativas, em quilograma (Kg), considerando o IMC, como apresenta a Tabela 1.

TABELA 1 - VALORES DE FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE ACORDO COM IMC PARA MULHERES

| ÍNDICE DE MASSA CORPORAL                | VALORES IDEAIS DE FORÇA |
|---|-------------------------|
| $\leq 23 \text{ kg/m}^2$                | $\geq 17 \text{ kg}$    |
| $\geq 23,1$ ou $\leq 26 \text{ kg/m}^2$ | $\geq 17,3 \text{ kg}$  |
| $\geq 26,1$ ou $\leq 29 \text{ kg/m}^2$ | $\geq 18 \text{ kg}$    |
| $\geq 29 \text{ kg/m}^2$                | $\geq 21 \text{ kg}$    |

FONTE: Cruz-Jentoft *et al.* (2010).

### 3.1.11 Força e potência funcional

A fim de avaliar a força e potência funcional dos membros inferiores foi aplicado o teste de levantar e sentar de uma cadeira (BOHANNON, 2012; SPOSITO et al., 2013). Utilizando uma cadeira com assento na altura de 45cm, encostada em uma parede, foi solicitado à participante que se levantasse e se sentasse cinco vezes o mais rápido possível, sem auxílio dos braços, estando esses cruzados na frente do corpo. O teste iniciava com a participante sentada e terminava com a participante em pé. A sequência foi repetida três vezes e cronometrada em segundos. Os resultados utilizados foram obtidos da média de tempo dispendido para a execução das três tentativas e classificado de acordo com os pontos de corte propostos por Bohannon (2012), conforme a Tabela 2.

TABELA 2 – PONTOS DE CORTE PARA TEMPO DE EXECUÇÃO DO TESTE DE SENTAR E LEVANTAR DE UMA CADEIRA DE ACORDO COM A FAIXA ETÁRIA

| FAIXA ETÁRIA | TEMPO ADEQUADO PARA EXECUÇÃO DO TESTE DE SENTAR E LEVANTAR |
|--------------|--|
| 60 a 69 anos | ≤11,4 segundos   |
| 70 a 79 anos | ≤12,6 segundos   |
| 80 a 89 anos | ≤12,7 segundos   |

FONTE: Bohannon (2012).

### 3.1.12 Poder amostral

Este estudo foi composto por 87 participantes. O poder da amostra foi calculado por meio de análise post hoc, considerando a amostra (n= 87), tamanho de efeito de 0,5 (efeito médio) e erro do tipo I (taxa de erro de 5%). Assim o poder amostral (1-  $\beta$ ) deste estudo foi de 0,99 ou seja, 99% de probabilidade de detectar diferenças com nível de significância de 95%. Para execução desse cálculo foi utilizado o programa G Power 3.1.9.2 (HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF, 2014).

### 3.1.13 Análises estatísticas

Os dados coletados foram testados quanto à normalidade de distribuição pelo teste de *Shapiro-Wilk*, antes da definição dos testes estatísticos. Para apresentar os resultados das características gerais da amostra foi utilizada a estatística descritiva, logo, os dados com distribuição paramétrica foram apresentados em forma de média e desvio-padrão (DP) e os dados com distribuição não paramétrica em forma mediana e de amplitude.

Variáveis categóricas foram analisadas por meio de cálculo de frequência. Enquanto as variáveis de natureza contínua com distribuição não paramétrica como: ingestão via oral de vitamina D, valores séricos de vitamina D, espessura do músculo gastrocnêmio medial, força de preensão manual, velocidade de marcha e força e potência funcional de membros inferiores foram correlacionados pelo teste de *Spearman*.

Para verificar a chance do consumo via oral de vitamina D apresentar-se como fator de proteção ou risco para adequação ou inadequação, respectivamente, dos resultados de espessura do músculo gastrocnêmio medial, FPM, VM e força e potência de MMII foi realizada a análise de razão de chance (*Odds ratio* - OR).

Para verificar diferença entre as médias das variáveis espessura do músculo gastrocnêmio medial, FPM, VM e força e potência de MMII entre participantes que faziam uso de suplementação em doses iguais ou superiores à RDA e as demais foi realizado o teste de Mann-Whitney, para médias de duas amostras independentes com distribuição não paramétrica. Os valores utilizados como referência para a dose de suplementação foram de 600UI/dia para participantes até 70 anos e 800UI/dia para participantes acima de 70 anos (IOM, 2011).

O mesmo teste também foi utilizado para verificar diferenças entre médias das variáveis supracitadas entre participantes classificadas como suficientes e insuficientes em vitamina D sérica. Médias de espessura do músculo gastrocnêmio medial, FPM, VM e força e potência de MMII foram descritas em quartis de acordo com a classificação de vitamina D sérica.

Por fim, para verificar a chance das classificações de vitamina D sérica apresentarem-se como fator de proteção ou risco para melhores ou piores resultados, respectivamente, de espessura do músculo gastrocnêmio medial, FPM,

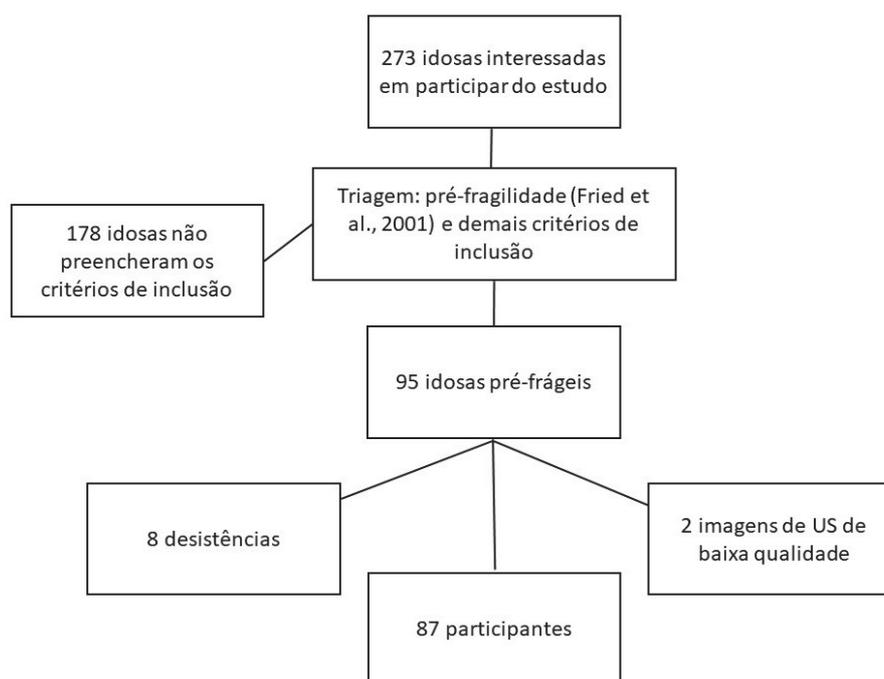
VM e força e potência funcional de MMII foi realizada a regressão logística binomial, sendo a classificação “suficiência em vitamina D” a categoria de referência.

Os dados coletados foram transcritos e organizados utilizando o programa Microsoft Excel® 2010 (MICROSOFT; 2010). As análises estatísticas foram executadas utilizando o programa SPSS *Statistics*® 22 versão Windows (IBM, 2016). O nível de significância das análises foi estabelecido em 95% ( $p < 0,05$ ).

### 3.2 RESULTADOS

A partir da divulgação da pesquisa, 273 idosas procuraram a equipe interessadas em fazer parte do estudo. A Figura 4 ilustra as etapas de seleção das idosas. Foram identificadas 95 idosas pré-frágeis. Ao final fizeram parte do estudo 87 participantes por terem realizado todas as avaliações.

FIGURA 4 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRIAGEM E SELEÇÃO DAS IDOSAS



FONTE: A autora (2019). Legenda: US (Ultrassom).

Através da triagem de Fried et al. (2001) observou-se que o principal critério responsável por caracterizar a pré-fragilidade foi a fraqueza, atingindo 54% da amostra ( $n=47$ ). Em seguida, 43,7% das idosas ( $n=38$ ) relataram a sensação de fadiga ou exaustão no último mês; 18,4% ( $n=16$ ) apresentaram perda de peso não

intencional no último ano, 3,4% (n=3) apresentaram baixo gasto energético semanal e 3,4% (n=3) apresentaram lentidão. Destas participantes, 77% (n=67) pontuaram em apenas um critério de fragilidade e 23% (n=20) pontuaram em dois critérios.

Entre as características da população estudada (Tabela 3) destaca-se IMC médio de 29,1kg/m<sup>2</sup> ( $\pm$  4,31), em que, juntas, as participantes que apresentam sobrepeso e obesidade totalizam 57,5% da amostra (n=50), sendo que apenas 6,9% (n=6) foram classificadas com baixo peso.

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA DE IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS DA COMUNIDADE

|  | Média ( $\pm$ DP) ou Mediana (mín. – máx.) |
|--|--|
| Idade (anos)                             | 70,0 (65 - 85)                             |
| Peso (kg)                                | 68,8 (46,9 – 103,8)                        |
| Altura (cm)                              | 155,0 (140,0 – 173,0)                      |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                 | 29,1 ( $\pm$ 4,3)                          |
| VM (m/s)                                 | 3,7 (2,4 – 9,7)                            |
| FPM (kg)                                 | 19,0 (1,0 – 34,3)                          |
| Força e potência de MMII (s)             | 10,9 (5,8 – 27,3)                          |
| CP (cm)                                  | 36,6 ( $\pm$ 3,79)                         |
| Espessura Muscular (cm)*                 | 1,3 (1,0 – 1,8)                            |
| 25(OH)D sérica (ng/ml)                   | 27,4 ( $\pm$ 4,7)                          |
| Ingestão alimentar de vitamina D (UI)    | 135,6 (26,0 – 454,1)                       |
| Ingestão oral total de vitamina D (UI)** | 180,4 (27,1 – 2275,8)                      |

FONTE: A autora (2019). LEGENDA: DP (Desvio Padrão), IMC (Índice de Massa Corporal), FPM (Força de Prensão Manual), VM (Velocidade de Marcha), CP (Circunferência da Panturrilha), 25(OH)D (25-hidroxivitamina D), UI (unidades Internacionais). \* n=85. \*\*Ingestão alimentar somada à ingestão de suplemento de vitamina D.

Conforme avaliação da VM foi possível constatar que a maioria das idosas (n=84; 96,6%) apresentaram desempenho adequado nesse critério, ou seja, velocidade de marcha igual ou superior aos valores propostos de acordo com a altura. Já no teste de FPM, 46,0% participantes (n=40) apresentaram força igual ou superior aos valores de referência.

Com relação à força e potência funcional de MMII, 62,1% das participantes (n=54) apresentaram força adequada aos pontos de corte propostos para suas respectivas idades.

Quando aferida a CP, pôde-se observar que 85,1% das pacientes (n=74) apresentaram medidas iguais ou superiores ao valor de adequação. No entanto, quando avaliada a espessura do músculo gastrocnêmio medial por ultrassonografia, o número de participantes que apresentaram valores iguais ou superiores ao valor de referência proposto passou para 28,2% (n=24)<sup>1</sup>. O exame de ultrassonografia apresentou boa confiabilidade intra-avaliador (ICC= 0,82).

A maior parte das idosas apresentou insuficiência (n=60, 69,0%), seguido de 31,0% das participantes (n=27) que apresentaram suficiência de 25(OH)D.

Dentre as idosas avaliadas, quando questionadas sobre o uso de suplementos: 58 (66,7%) negaram a ingestão de suplementos, enquanto 15 (17,2%) relataram utilizar suplemento de vitamina D3, 10 (11,5%) usam suplemento de cálcio e vitamina D3 e 4 (4,6%) ingerem polivitamínicos contendo vitamina D3. O tempo de uso variou de 1 a 60 meses (mediana de 12 meses).

Na análise do consumo alimentar pôde ser identificado que as principais fontes alimentares de vitamina D para essa população foram os laticínios (47,8%), peixes e frutos do mar (21,1%) e carnes e ovos (18,6%), sendo que os demais grupos alimentares, juntos, forneceram os 12,5% restantes da vitamina provenientes da dieta (Tabela 4). Os grupos alimentares de bebidas alcoólicas, frutas, leguminosas e oleaginosas não forneceram vitamina D alimentar.

Conforme estimativa do consumo alimentar usual de vitamina D, nenhuma idosa atingiu a ingestão dietética recomendada apenas via alimentação. Quando contabilizado o uso de suplementação de vitamina D a inadequação de consumo passou para 83,8% (n=73), visto que, entre aquelas que atingiram a ingestão dietética recomendada, 11 (12,6%) faziam uso de suplemento isolado de vitamina D3 e 3 (3,4%) faziam uso de suplementação de vitamina D associada com cálcio.

Quando considerada a ingestão via oral total de vitamina D não foram encontradas correlações significativas com espessura do músculo gastrocnêmio medial ( $r=0,111$ ,  $p=0,312$ ), VM ( $r=-0,091$ ,  $p=0,404$ ), FPM ( $r=0,154$ ,  $p=0,154$ ) ou força e potência de MMII ( $r=-0,151$ ,  $p=0,163$ ).

---

<sup>1</sup> Porcentagem de adequação da espessura do músculo gastrocnêmio medial referente às 85 participantes que apresentaram imagem de ultrassonografia de boa qualidade.

TABELA 4 – GRUPOS ALIMENTARES QUE CONTRIBUÍRAM PARA INGESTÃO DA VITAMINA D PELAS IDOSAS

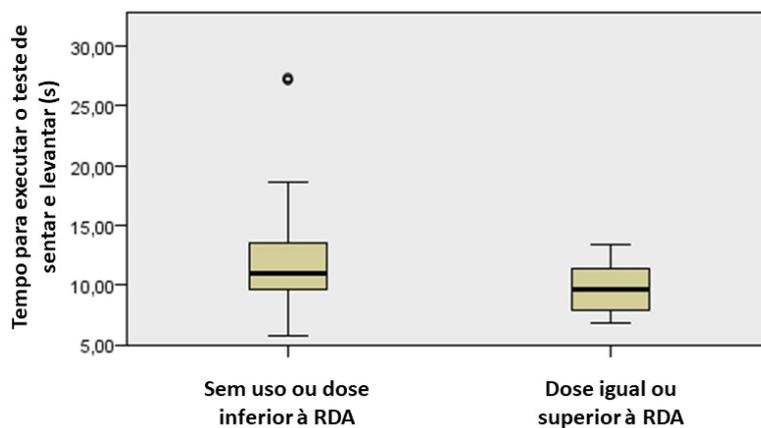
| Grupos Alimentares       | Distribuição |
|--------------------------|--------------|
| Laticínios               | 47,8%        |
| Pescados e frutos do mar | 21,1%        |
| Carnes e ovos            | 18,6%        |
| Preparações compostas    | 4,4%         |
| Cereais                  | 2,7%         |
| Doces e açúcares         | 1,8%         |
| Óleos e gorduras         | 1,8%         |
| Tubérculos               | 1,1%         |
| Bebidas não alcoólicas   | 0,6%         |
| Hortaliças               | 0,1%         |
| Sais e condimentos       | 0,1%         |

FONTE: A autora (2019). NOTA: os grupos alimentares de bebidas alcoólicas, frutas, leguminosas e oleaginosas não contribuíram para o consumo alimentar de vitamina D.

A adequação do consumo via oral se apresentou como um fator de proteção contra baixa VM (OR, 0,947, 95% IC, 0,898-0,999). Por outro lado, a inadequação do consumo via oral de vitamina D não se relacionou com aumento do risco para baixa espessura do músculo gastrocnêmio medial (OR, 2,571, 95% IC, 0,764-8,657), baixa FPM (OR, 0,860, 95% IC, 0,271-2,728) ou baixa força e potência de MMII (OR, 2,558, 95% IC, 0,657-9,958).

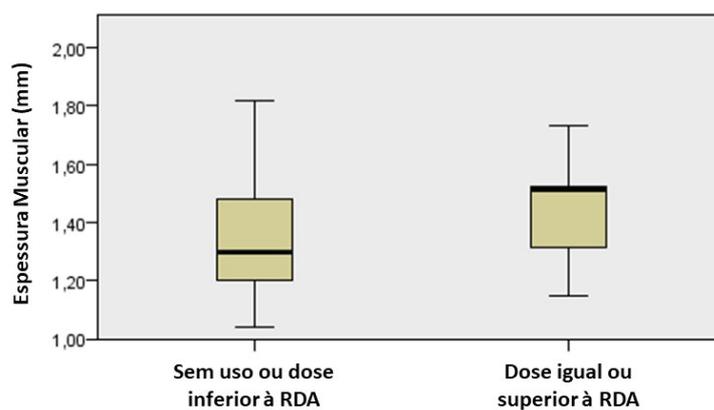
Sobre o uso de suplementação de vitamina D em dose igual ou superior à RDA, foi possível observar maior força e potência de MMII [U= 275,000, p=0,031] nas participantes que faziam uso da suplementação (Figura 5). Não foi detectada diferença significativa nas médias de espessura do músculo gastrocnêmio medial [U= 285,000, p=0,110] (Figura 6), FPM [U=401,000, p=0,546] (Figura 7) e VM [U= 396,500, p=0,510] (Figura 8) em relação ao quesito suplementação.

FIGURA 5 – TEMPO PARA EXECUTAR O TESTE DE SENTAR E LEVANTAR DE ACORDO COM A DOSE DE SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D



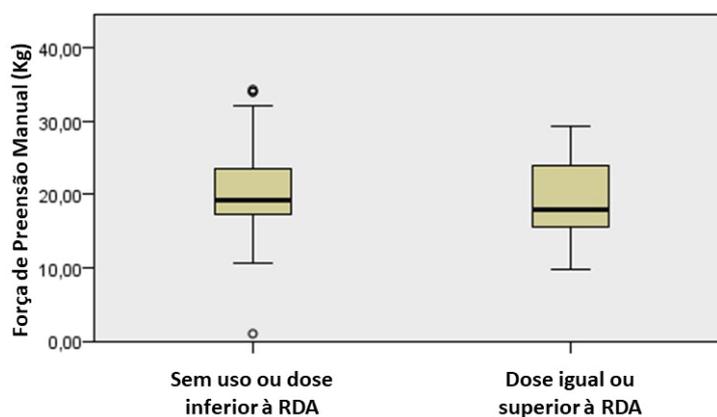
FONTE: A autora (2019). LEGENDA: Ponto (°) representa *outlier*.

FIGURA 6 – ESPESSURA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL DE ACORDO COM A DOSE DE SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D



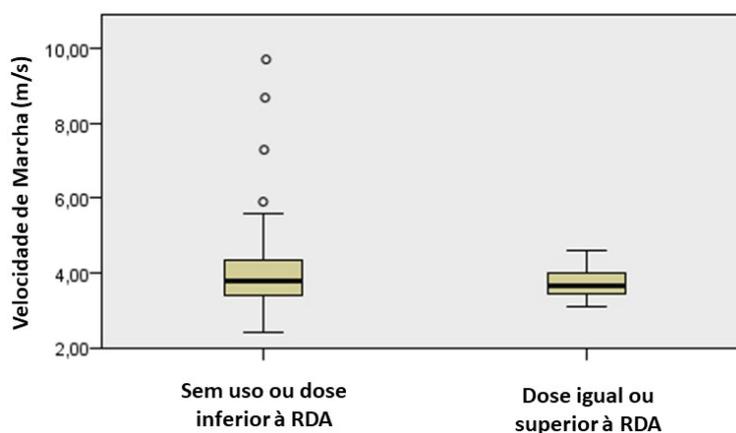
FONTE: A autora (2019).

FIGURA 7 – FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE ACORDO COM A DOSE DE SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D



FONTE: A autora (2019). LEGENDA: Pontos (°) representam *outliers*.

FIGURA 8 – VELOCIDADE DE MARCHA DE ACORDO COM A DOSE DE SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D

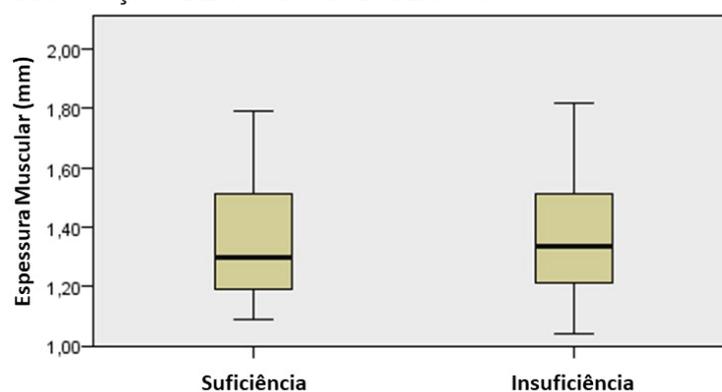


FONTE: A autora (2019). LEGENDA: Pontos (°) representam *outliers*.

Quando considerados os valores séricos de vitamina D não foram encontradas correlações significativas com consumo via oral de vitamina D ( $r=-,062$ ,  $p=0,569$ ), espessura do músculo gastrocnêmio medial ( $r=-0,070$ ,  $p=0,521$ ), VM ( $r=-0,007$ ,  $p=0,948$ ), FPM ( $r=0,063$ ,  $p=0,565$ ) ou força e potência de MMII ( $r=-0,002$ ,  $p=0,983$ ).

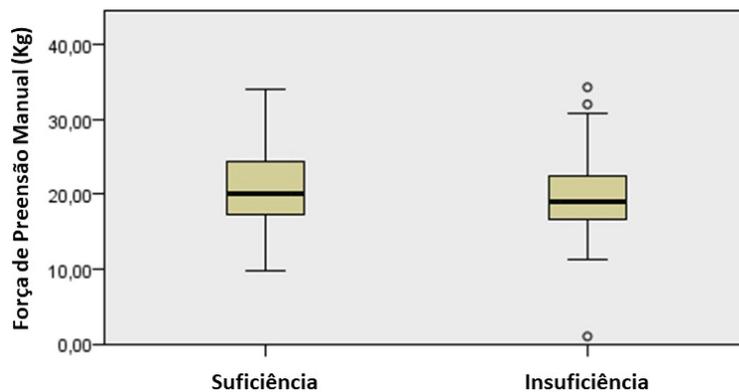
De maneira semelhante, quando comparadas as classificações de vitamina D sérica, não houve diferença entre médias de espessura de músculo gastrocnêmio medial [ $U=747,500$ ,  $p=0,737$ ] (Figura 9), FPM [ $U=750,000$ ,  $p=0,582$ ] (Figura 10), VM [ $U=745,500$ ,  $p=0,553$ ] (Figura 11) ou força e potência de MMII [ $U=773,000$ ,  $p=0,734$ ] (Figura 12) entre as participantes classificadas como suficientes ou insuficientes em vitamina D.

FIGURA 9 – ESPESSURA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE VITAMINA D SÉRICA



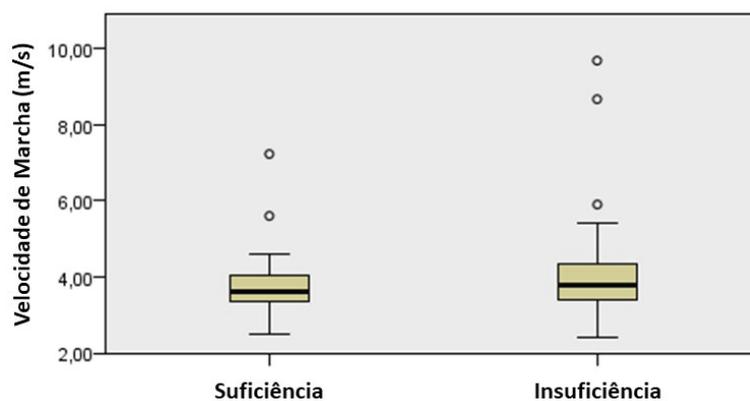
FONTE: A autora (2019).

FIGURA 10 – FORÇA DE PREENSÃO MANUAL DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE VITAMINA D SÉRICA



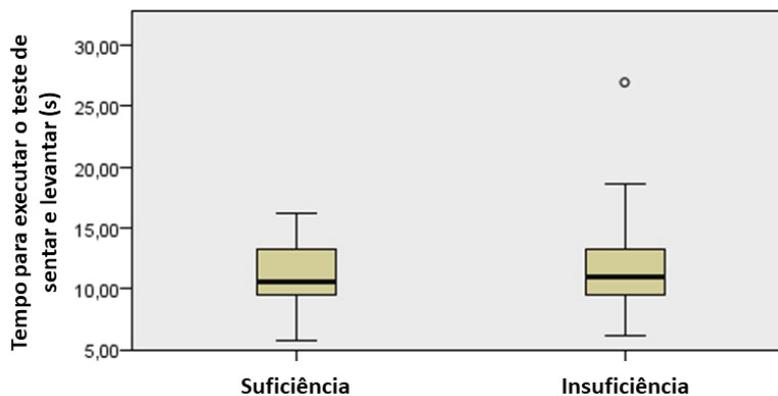
FONTE: A autora (2019). LEGENDA: Pontos (°) representam *outliers*.

FIGURA 11 – VELOCIDADE DE MARCHA DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE VITAMINA D SÉRICA



FONTE: A autora (2019). LEGENDA: Pontos (°) representam *outliers*.

FIGURA 12 – TEMPO PARA EXECUTAR O TESTE DE SENTAR E LEVANTAR DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE VITAMINA D SÉRICA



FONTE: A autora (2019). LEGENDA: Asterisco (\*) representa *outlier*.

As participantes insuficientes em vitamina D não apresentaram risco aumentado para menor espessura muscular (OR, 1,191, 95% IC, 0,119-11,969), baixa FPM (OR, 0,965, 95% IC, 0,889-1,047), baixa VM (OR, 1,160, 95% IC, 0,681-1,975) ou baixa força e potência de MMII (OR, 1,009, 95% IC, 0,851-1,197) quando comparadas com aquelas suficientes em vitamina D.

Os valores dos principais critérios avaliados também podem ser visualizados em mediana e quartis (Tabela 5).

TABELA 5 – RESULTADOS DE VITAMINA D VIA ORAL E SÉRICA, ESPESSURA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL, FORÇA DE PREENSÃO MANUAL, VELOCIDADE DE MARCHA E FORÇA E POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES DESCRITOS EM QUARTIS

|   | 1° quartil<br>P 25 | 2° quartil<br>P 50 | 3° quartil<br>P 75 |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ingestão alimentar de vitamina D (UI)       | 88,1               | 135,6              | 180,7              |
| Ingestão via oral total de vitamina D (UI)* | 105,5              | 180,4              | 514,4              |
| 25(OH)D sérica (ng/ml)                      | 23,8               | 27,0               | 32,0               |
| Espessura Muscular (cm)                     | 1,2                | 1,3                | 1,5                |
| FPM (kg)                                    | 16,7               | 19,0               | 24,0               |
| VM (m/s)                                    | 3,4                | 3,7                | 4,3                |
| Força e potência de MMII (s)                | 9,5                | 10,9               | 13,4               |

FONTE: A autora (2019). LEGENDA: 25(OH)D (25-hidroxivitamina D); UI (unidades Internacionais); FPM (Força de Preensão Manual), VM (Velocidade de Marcha), MMII (Membros inferiores). \*Ingestão alimentar somada à ingestão de suplemento de vitamina D.

### 3.3 DISCUSSÃO

O consumo via oral total de vitamina D adequado às recomendações nutricionais se apresentou como fator de proteção para velocidade de marcha. Para aquelas que usam suplementação em dose igual ou superior à RDA foi observada maior força e potência de membros inferiores. Não foram observadas correlações entre vitamina D sérica e espessura muscular ou critérios de funcionalidade. As idosas pré-frágeis avaliadas neste estudo apresentaram perfil de insuficiência de vitamina D sérica, sobrepeso e obesidade, baixa prevalência de uso de

suplementação de vitamina D, maior prevalência de adequação de velocidade de marcha e força e potência funcional de membros inferiores e menor prevalência de adequação de força de preensão manual e espessura do músculo gastrocnêmio medial.

Muitos idosos frágeis apresentam baixo peso, desnutrição e fraqueza, preocupantes componentes do fenótipo da fragilidade (PORTER STARR et al., 2014). Contudo, assim como ocorre o fenômeno de envelhecimento da população, há concomitantemente o aumento de peso em todas as faixas etárias, inclusive na terceira idade, dando origem a um cenário global constituído por doenças e incapacidades relacionadas à idade e a obesidade (BRADY et al., 2014; PORTER STARR et al., 2016; VOLKERT, 2018).

O chamado “paradoxo da obesidade” foi identificado a partir da observação do aumento de sobrevivência de pacientes idosos com sobrepeso e obesidade acometidos por doenças caracterizadas pela caquexia. A melhora na sobrevivência pode estar relacionada com as maiores reservas corporais de energia, em forma de gordura, maiores reservas de massa magra, como também um melhor estado nutricional geral (PORTER STARR et al., 2016). Por outro lado, embora a obesidade possa estar relacionada com sobrevivência, ela é um importante fator de risco para o desenvolvimento de comorbidades e outros efeitos adversos à saúde (PORTER STARR et al., 2016; VOLKERT, 2018). O excesso de peso em idosos aumenta o risco de limitações de mobilidade e de fragilidade, principalmente em indivíduos já afetados pela perda muscular, independentemente da massa corporal total (HUBBARD et al., 2010; BRADY et al., 2014; VOLKERT, 2018).

Em concordância com o presente estudo, em que houve prevalência de idosos pré-frágeis com índices de massa corporal acima dos valores de referência, em estudo longitudinal realizado com 3.055 idosos da comunidade com idade  $\geq 65$  anos, a fragilidade foi relacionada com IMCs muito baixos ou muito altos, sendo menos prevalentes em indivíduos com IMC ideal (HUBBARD et al., 2010). De maneira similar, conforme revisão e metanálise, foi verificado que indivíduos com  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  podem apresentar 1,60 vezes (OR 1,60, 95% IC, 1,43-1,80;  $I^2=67\%$ ) mais chances de manifestarem declínios funcionais do que indivíduos idosos com peso adequado (SHAAP et al., 2013).

Outro fator que liga o excesso de peso à fragilidade é o estado de inflamação sistêmica de baixo grau causado pelo acúmulo de gordura corporal

(HUBBARD et al., 2010; MILTE; CROTTY, 2014; PORTER STARR et al., 2014). Independente do IMC, o estresse oxidativo causado pelo excesso de gordura pode causar danos ao tecido muscular, e, conseqüentemente, promover declínio de força e funcionalidade (HUBBARD et al., 2010). Assim, os principais sinais e sintomas da fragilidade como exaustão e baixa força e função musculares podem ser observados diante do aumento de marcadores pró-inflamatórios (MILTE; CROTTY, 2014; PORTER STARR et al., 2014).

Somado ao perfil de sobrepeso e obesidade, a amostra analisada apresentou prevalência de status sérico insuficiente de vitamina D, comumente encontrado em idosos com o fenótipo de fragilidade (HALFON et al., 2015; WONG; FLICKER, 2015; ZHOU et al., 2016; BRUYÈRE et al., 2017; JU et al., 2018).

São diversos os fatores que podem prejudicar a síntese cutânea desta vitamina nos idosos (ARIK; ULGER, 2016; EGLSEER et al., 2016; WINTERMEYER et al., 2016; DENT et al., 2017; JU et al., 2018), especialmente nos frágeis (ZHOU et al., 2016; BRUYÈRE et al., 2017; DENT et al., 2017). Além disso, a síntese pode ter sido afetada pela incidência de raios solares da região pesquisada. Mesmo se situando em um país tropical, a incidência solar da cidade de Curitiba, que é de 1.319 kWh/kWp por ano, pode ser comparada à incidência de Sol de Detroit (1.346 kWh/kWp/ano), nos Estados Unidos e de San Marino (1.329 kWh/kWp/ano), na Itália (SWERA, 2019), cidades caracterizadas pelo céu encoberto e moderada a alta pluviosidade (WEATHER SPARK, 2019).

Em revisão sistemática e metanálise que investigou a associação entre deficiência de vitamina D e fragilidade foi observada maior chance para o desenvolvimento da fragilidade nos indivíduos com menores níveis de vitamina D sérica (OR 1,27, 95% IC 1,17-1,38,  $I^2= 59\%$ ), ainda que as definições para baixo nível de 25(OH)D adotadas entre os estudos fossem diferentes. Resultados similares foram encontrados entre baixos níveis de vitamina D e fragilidade definida pelo critério de Fried et al. (2001) (OR 1,25, 95% IC, 1,14-1,37) (ZHOU et al., 2016).

Quando realizada avaliação por subgrupos, as mulheres se evidenciam por apresentarem maiores riscos para o desenvolvimento de fragilidade associados a baixos níveis de 25(OH)D (HALFON et al., 2015; ZHOU et al., 2016).

A 25(OH)D apresenta efeitos favoráveis sobre a funcionalidade, sobretudo nos grupos vulneráveis e com baixas concentrações de vitamina D (GIRGIS et al., 2013; EGGLEESER et al., 2015; WONG; FLICKER, 2015), como as idosas da

pesquisa em questão. O déficit deste micronutriente pode ser fundamental no desenvolvimento da fragilidade por impactar negativamente força e função musculares (HALFON et al., 2015).

Revisões sistemáticas sobre status de vitamina D e força e função musculares em idosos têm reportado associação entre baixos níveis séricos da vitamina com redução de performance física e de força de membros inferiores (GIRGIS, 2014; WONG, FLICKER, 2015; ARIK; ULGER, 2016). Estes resultados são encontrados principalmente quando observados valores séricos de vitamina D iguais ou inferiores à 20ng/ml. No presente estudo não foram observadas associações entre níveis séricos de vitamina D com os critérios de força e funcionalidade avaliados. Contudo, o valor de referência adotado foi de  $\geq 30$ ng/ml (BOUILLON, 2017; SBPC/ML & SBEM, 2018). O mesmo valor de referência foi utilizado no estudo longitudinal em que foram comparados homens da comunidade com vitamina D sérica  $< 20$ ng/ml e com 25(OH)D  $\geq 30$ ng/ml. Participantes do grupo de  $\geq 65$  anos e com menores valores séricos de vitamina D apresentaram 1,6 mais chances (95% IC, 1,2–2,3) de terem maior limitação funcional e do que os participantes status sérico de referência ( $\geq 30$ ng/mL), e 2,0 vezes mais risco (95% IC, 1,1–3,5) de desenvolverem limitações funcionais após três anos (SOHL et al., 2013).

No estudo transversal que investigou a relação entre níveis séricos de 25(OH)D em pessoas com  $\geq 80$  anos e desempenho muscular, medidos pela velocidade de marcha e força de preensão manual, não foi observada associação entre desempenho físico prejudicado e baixos níveis de vitamina D, apesar da alta prevalência de insuficiência ( $\leq 30$ ng/ml) encontrada no grupo (MATHEÏ et al., 2013).

No presente estudo, que foi o primeiro a comparar 25(OH)D sérica com espessura do músculo gastrocnêmio medial em idosas pré-frágeis, não foram encontradas associações significativas entre estas variáveis. Muitos estudos utilizaram a massa muscular apendicular para avaliar a associação entre status de vitamina D e reserva muscular de idosos, encontrando efeito significativo desta vitamina sobre a massa muscular (SCOTT et al., 2010; TIELAND et al., 2013; ARIK; ULGER, 2016). Contudo, deve-se ressaltar que, ao contrário da presente pesquisa, esses estudos utilizaram os antigos valores de referência para classificação de vitamina D sérica. Em concordância com o presente estudo, quando considerado o

valor de  $\geq 30$ ng/ml como suficiência de vitamina D, não foi observada associação com massa muscular apendicular de idosos da comunidade (MENG et al., 2017).

Além da síntese cutânea, a outra forma de obtenção de vitamina D é por meio da dieta (ARIK; ULGER, 2016). Contudo, as idosas do presente estudo apresentaram 100% de inadequação do consumo alimentar desta vitamina de acordo com as recomendações de ingestão dietética (IOM, 2011; EFSA, 2017), sendo menor a inadequação quando contabilizado o uso de suplementos de vitamina D (83,9% de inadequação, n=73).

Apesar da limitação de estudos que estimem o consumo de vitamina D via oral, há indícios de que, na população idosa brasileira, as recomendações preconizadas sejam atingidas por uma parcela ínfima de indivíduos, em consonância com os resultados obtidos no presente estudo. Segundo a Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil, realizada através da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (IBGE, 2011a), foi observada 99,9% de inadequação do consumo de vitamina D em mulheres com idade igual ou superior a 60 anos em todas as regiões do país.

De maneira similar, em estudo que explorou os dados do Inquérito Nacional de Alimentação de 2008-2009 referente à população idosa, foi encontrada média de consumo diário de 116 UI (2,9 $\mu$ g) (IC 95%, 2,8-3,1), que representa um percentual de 99,0% de inadequação do consumo de vitamina D (IC 95%, 98,5-99,4) na população estudada. Quando analisada separadamente, a região Sul também apresentou percentual próximo a 100% (FISBERG et al., 2013).

Por outro lado, quando considerados estudos internacionais, resultados diferentes daqueles encontrados na presente pesquisa foram verificados. Em estudo com cidadãos norte-americanos não institucionalizados, observou-se que as mulheres com idade entre 50 e 70 anos apresentaram consumo usual de 156  $\pm$ 16UI/dia (3,9  $\pm$ 0,4 $\mu$ g/dia) de vitamina D de fontes alimentares e ingestão total de 404  $\pm$ 40UI/dia (10,1  $\pm$ 1,0 $\mu$ g/dia), quando considerado o uso de suplementação. Enquanto que o grupo de mulheres com idade igual ou superior a 71 anos apresentou consumo usual de 180  $\pm$ 8UI/dia (4,5  $\pm$ 0,2 $\mu$ g/dia) de vitamina D de fontes alimentares e ingestão total de 400  $\pm$ 20UI/dia (10,0  $\pm$ 0,5 $\mu$ g/dia). Os dados utilizados foram obtidos do NHANES 2003-2006 e a ingestão de vitamina D proveniente de alimentos e suplementos (BAILEY et al., 2010).

Em estudo que avaliou idosos frágeis e pré-frágeis não institucionalizados na Holanda, o consumo médio encontrado foi de  $184 \pm 120$  UI/dia ( $4,6 \pm 3,0 \mu\text{g}/\text{dia}$ ), com 94% da amostra apresentando inadequação do consumo (TIELAND et al., 2013). Semelhante ao presente estudo, o consumo alimentar foi obtido por R3d. Por outro lado, as fontes alimentares responsáveis por fornecerem a vitamina D e o uso de suplementação não foram avaliados.

Em estudo francês realizado com mulheres da comunidade com idade superior a 75 anos, foi encontrado consumo médio de  $311,3 \pm 120,2$  UI/dia ( $7,8 \pm 3,0 \mu\text{g}/\text{dia}$ ) de vitamina D conforme avaliação realizada por questionário de frequência alimentar. Destas, 73,86% (n=1.469) apresentaram ingestão inadequada de acordo com as recomendações para a população local, sendo de 400UI/dia ( $10 \mu\text{g}/\text{dia}$ ) (DUPUY et al., 2013).

Os maiores resultados de consumo de vitamina D foram observados em ensaio clínico conduzido com mulheres da comunidade com idade entre 70 e 80 anos na Finlândia, em que foi aplicado questionário de frequência alimentar validado no *baseline*. As participantes exibiram consumo médio de  $416 \pm 156$  UI/dia ( $10,4 \pm 3,9 \mu\text{g}/\text{dia}$ ) apenas de origem alimentar, uma vez que o uso prévio de suplementação de vitamina D era fator de exclusão do estudo (UUSI-RASI et al., 2015). No entanto, o método de avaliação de consumo difere-se do aplicado neste estudo com idosas pré-frágeis.

Destaca-se que o alto índice de inadequação de consumo de vitamina D em idosas pré-frágeis verificada no presente estudo foi semelhante aos estudos brasileiros. A média de consumo usual esteve próxima dos resultados encontrados na amostra de frágeis e pré-frágeis holandeses, apesar da falta de verificação do uso de suplementação no estudo mencionado, e inferior aos valores encontrados nos demais países.

Dados do estudo InCHIANTI, realizado com idosos da comunidade, no qual foi investigada a associação entre baixa ingestão de energia e nutrientes e fragilidade, apontou o risco aumentado para o desenvolvimento de fragilidade associado à baixa ingestão de vitamina D (OR 2,35, 95% IC, 1,48-3,73) (BARTALI et al., 2006).

O consumo via oral insuficiente de vitamina D pode ser decorrente do hábito alimentar da região onde foi realizada a coleta dos dados em questão, em que não é frequente o consumo rotineiro do grupo dos pescados e frutos do mar

(IBGE, 2011a), responsáveis pelo maior fornecimento de vitamina D alimentar (HANDS, 1999; HOLLICK, 2007; IBGE, 2011B; USDA, 2019). Conforme a Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil (IBGE, 2011a), na região Sul foi registrada a menor prevalência média e per capita do consumo de peixes frescos, em conserva, salgados e outros pescados quando comparado com as demais grandes regiões brasileiras. Em contrapartida, de acordo com a mesma pesquisa, a região Sul apresentou a maior prevalência média e per capita de consumo de leite integral e desnatado e preparações a base de leite, assim como maior prevalência per capita de consumo de queijos, iogurtes e outros laticínios (IBGE, 2011a). Leites e derivados, seguidos dos pescados e frutos do mar, são os segundos responsáveis pelo fornecimento de vitamina D alimentar (HANDS, 1999; HOLLICK, 2007; IBGE, 2011B; USDA, 2019) e, no presente estudo, forneceram quase a metade da vitamina D via oral. Em seguida, o terceiro grupo responsável pelo fornecimento de vitamina D nesta amostra foram as carnes e ovos, mesmo contendo menores teores desta vitamina em sua composição (HANDS, 1999; HOLLICK, 2007; IBGE, 2011b; USDA, 2019).

Os três grupos citados são também fontes importantes de proteína de alto valor biológico, ou seja, fontes contendo todo o espectro de aminoácidos essenciais (BAUER et al., 2013). A proteína da dieta é um dos principais estímulos anabólicos para síntese de proteína muscular, por exercer efeito sobre as principais proteínas reguladoras e fatores de crescimento envolvidos no crescimento muscular (RIZZOLI et al., 2014). Em decorrência deste papel, a proteína também está relacionada a manutenção da funcionalidade em idosos (PADDON-JONES, HEARTHER, 2014).

Diversos grupos de experts têm sugerido dietas ricas em proteína a fim de garantir a conservação da massa muscular, força e funcionalidade em pessoas idosas (BAUER et al., 2013; DEUTZ et al., 2014, RIZZOLI et al., 2014; VOLKERT et al., 2018). Melhores resultados são verificados na associação entre consumo adequado de proteína e vitamina D (MORLEY et al, 2013; RIZZOLI et al., 2014).

A ingestão dietética de vitamina D recomendada, que é de 600UI/dia (15µg/dia) para indivíduos até 70 anos e de 800UI/dia (20µg/dia) para indivíduos com idade superior a 70 anos (IOM, 2011) dificilmente é alcançada apenas com a alimentação regular (BRUYÈRE et al, 2017). Por isso, mesmo que ainda existam poucos estudos avaliando os efeitos da suplementação da vitamina D exclusivamente sobre a síndrome da fragilidade, a correção da carência de vitamina

D pode constituir um aspecto fundamental do tratamento desta condição geriátrica (WONG; FLICKER, 2015; BRUYÈRE et al, 2017). Apesar disso, a amostra analisada apresentou baixa prevalência de uso de suplementação.

No presente estudo o consumo via oral adequado de vitamina D se apresentou como fator de proteção contra baixa velocidade de marcha. Este achado mostra-se importante pois, conforme estudo brasileiro realizado idosos da comunidade, quando comparados indivíduos robustos e pré-frágeis, os pré-frágeis apresentaram diferente padrão de marcha, sendo a velocidade significativamente inferior ( $p= 0,019$ ). Foi encontrada, ainda, maior prevalência de quedas em pré-frágeis (38,4%,  $n=16$ ) quando comparados aos idosos robustos (14,2%,  $n=6$ ) (FREIRE JUNIOR et al., 2016).

Até o momento foram encontrados apenas dois estudos observacionais relacionando consumo via oral de vitamina D com massa muscular e funcionalidade em idosos da comunidade. Em concordância com a presente pesquisa, em estudo que avaliou apenas mulheres acima de 75 anos foi observada associação positiva e significativa entre ingestão inadequada de vitamina D e baixa velocidade de marcha (OR 1,33, 95% IC, 1,05-1,69) (DUPUY et al., 2013). No outro estudo que avaliou idosos frágeis e pré-frágeis foi observada associação entre ingestão adequada de vitamina D e desempenho físico medido pelo *Short Physical Performance Battery* (SPPB) ( $\beta= 0,180$ ,  $p= 0,038$ ), e também com o teste de velocidade de marcha, quando avaliado separadamente ( $\beta= -0,160$ ,  $p= 0,041$ ) (TIELAND et al., 2013).

Diferente deste estudo, grande número de investigações relacionadas aos efeitos vitamina D via oral sobre funcionalidade foram realizadas em forma de intervenção com uso de suplementação (GRADY et al., 1991; KENNY et al., 2003; SATO et al., 2005; BUNOUT et al., 2006; PFEIFER et al., 2009; ZHU et al., 2010; LAGARI et al., 2013; UUSI-RASI et al., 2015; ENGLUND et al., 2017; LEVIS; GÓMES-MARÍN, 2017; BRAY et al., 2018; EL HAJJ et al. 2018; VAES et al., 2018).

Dentre os estudos que investigaram a velocidade de marcha como desfecho (KENNY et al., 2003; BUNOUT et al., 2006; LAGARI et al., 2013; UUSI-RASI et al., 2015; BRAY et al., 2018), apenas dois observaram relação entre melhor desempenho no teste de VM e suplementação de vitamina D. Num deles, o consumo diário de 400UI de vitamina D3 durante 9 meses por idosos >70 anos com limitações físicas e vitamina D sérica  $\leq 16$  ng/ml aumentou a VM independente da associação ou não com treinamento físico (BUNOUT et al., 2006). Em outro as

mudanças na VM relacionadas à suplementação foram observadas nos indivíduos frágeis e insuficientes em vitamina D, ao contrário do observado nos pré-frágeis ou suficientes em vitamina D (BRAY et al., 2018).

Quando comparados a indivíduos jovens, indivíduos com idade avançada apresentam força muscular e potência funcional reduzidas, principalmente em membros inferiores (BRADY et al., 2014; DAWSON; DENISSON, 2016), aumentando o risco de incapacidade (BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019).

Na pesquisa em questão mais da metade das idosas (62,1%, n=54) apresentou força e potência funcional de membros inferiores adequados às suas respectivas idades quando avaliadas pelo teste de sentar e levantar de uma cadeira. Contudo, destaca-se que os melhores resultados de força e potência de membros inferiores foram observados nas participantes que fizeram uso de suplementação de vitamina D em dose igual ou superior à RDA.

Em estudos que avaliaram força de membros inferiores em idosos suplementados com vitamina D (GRADY et al., 1991; KENNY et al., 2003; BUNOUT et al., 2006; PFEIFER et al., 2009; ZHU et al., 2010; LAGARI et al., 2013; UUSI-RASI et al., 2015; ENGLUND et al., 2017; BRAY et al., 2018; VAES et al., 2018) resultados favoráveis foram demonstrados em apenas dois (PFEIFER et al., 2009; ZHU et al., 2010). Apesar de ambos utilizarem diferentes referências para classificação de vitamina D sérica, as intervenções foram direcionadas à indivíduos insuficientes e contaram com doses de 400 e 1.000UI/dia de vitamina D durante o período de 12 meses.

Apesar da força e função de membros inferiores apresentarem maior impacto na qualidade de vida de idosos (CRUZ-JENTOFT et al, 2010; BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019), a força de membros superiores, medida pela força de preensão manual, também é um importante marcador de status funcional (RUSSEL, 2015), sendo utilizada como o marcador de fraqueza na identificação do fenótipo de fragilidade (FRIED et al, 2001). Sua relevância na avaliação do status funcional se deve à sua forte correlação com a potência muscular de membros inferiores, torque de extensão de joelho e área muscular da panturrilha (CRUZ-JENTOFT et al, 2010).

Baixa força de preensão manual se correlaciona com menor qualidade de vida, menor independência para execução de atividades de vida diária (RUSSEL, 2015) e deterioração de mobilidade (CRUZ-JENTOFT et al, 2010). Este fator

também é considerado como um marcador mais adequado para predição de desfechos clínicos do que baixa massa muscular (CRUZ-JENTOFT et al, 2010).

Na presente amostra, a fraqueza se apresentou como o principal critério responsável por caracterizar a síndrome da fragilidade. Pouco menos da metade das participantes analisadas (46,0%, n=40) apresentou força de preensão manual igual ou superior às referências propostas de acordo com o IMC. Entretanto, mesmo o grupo apresentando perfil de baixa ingestão de vitamina D, não foram observadas correlações entre tais variáveis. No estudo conduzido por Tieland et al (2013) com idosos com fenótipo de fragilidade, a ingestão de vitamina D também não se correlacionou com força de preensão manual ( $p=0,797$ ).

Assim como no presente estudo, na maior parte dos ensaios que avaliaram FPM e ingestão de vitamina D em forma de suplementação também não foram encontradas associações entre tais variáveis (GRADY et al., 1991; KENNY et al., 2003; BUNOUT et al., 2006; GLENDENNING et al., 2012; LEVIS; GÓMES-MARÍN, 2017; EL HAJJ et al. 2018), com exceção de um estudo que observou aumento da FPM em mulheres frágeis suplementadas diariamente com 4.000UI de vitamina D3 e 1.200mg de cálcio por 4 meses (BRAY et al., 2018).

Junto da perda de força e função, na síndrome da fragilidade há perda de reservas corporais em forma de massa muscular (FRIED et al., 2001; JEEJEEBHOY, 2012; MORLEY et al., 2013; DAWSON; DENISSON, 2016; LANDI et al., 2018), principalmente nos membros inferiores, prejudicando a agilidade na caminhada e o equilíbrio (BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019). Por exercer tais papéis (YOON, 2017; BORDONI, 2018), neste estudo o músculo selecionado como representante de músculo dos membros inferiores foi o gastrocnêmio medial.

Poucas idosas avaliadas apresentaram espessura muscular adequada aos valores de referência (28,2%, n=24), ao mesmo tempo em que houve grande prevalência de inadequação do consumo via oral total de vitamina D. Apesar disso, neste estudo, o consumo via oral de vitamina D não se correlacionou com a espessura do músculo gastrocnêmio medial. Resultados semelhantes foram observados em estudos que avaliaram consumo alimentar de vitamina D com massa muscular, medida pela massa muscular apendicular (DUPUY et al., 2013; TIELAND et al., 2013).

Da mesma forma não foi observada correlação entre uso de suplementação em dose igual ou superior à RDA com a espessura muscular das idosas avaliadas.

O uso de suplementação de vitamina D não demonstra ter impacto significativo sobre a massa muscular (BEAUDART et al, 2014; ARIK; ULGER, 2016), sendo a melhora na força e função musculares seus principais benefícios (BEAUDART et al, 2014; WONG, FLICKER, 2015; ARIK; ULGER, 2016).

Em relação aos resultados positivos encontrados nesta pesquisa, ainda faltam evidências que sustentem a ação da vitamina D sobre a melhora na velocidade de marcha e força e potência de membros inferiores. Em relação à força e funcionalidade, os principais achados têm sido relacionados com a melhora do equilíbrio (BUNOUT et al., 2006; PFEIFER et al., 2009; MUIR; MONTERO-ODASSO, 2011) e prevenção de quedas (SATO et al., 2005; BISCHOFF-FERRARI et al, 2009; PFEIFER et al., 2009; UUSI-RASI et al., 2015). Por outro lado, é possível ressaltar que as fontes alimentares responsáveis por fornecerem vitamina D são também fontes de proteína de alto valor biológico, fator que pode ter contribuído para associação com melhores desfechos de força e funcionalidade encontrados.

Neste estudo, a falta de avaliação da adesão e frequência de uso dos suplementos podem limitar a avaliação dos resultados, apesar de verificados os respectivos períodos de uso e posologias. Diante da dificuldade em avaliar o papel isolado da vitamina D, é reforçada a necessidade de elaboração de pesquisas futuras que busquem estabelecer com maior clareza o efeito desse micronutriente sobre força e funcionalidade de idosos.

Contudo o presente estudo destaca-se por ser o primeiro a avaliar o consumo via oral de vitamina D exclusivamente em idosas pré-frágeis, relacionando com critérios de funcionalidade e espessura muscular. Ainda, o presente estudo possui algumas características metodológicas que devem ser consideradas. A avaliação de consumo alimentar de vitamina D é escassa na literatura, sendo que, nos estudos que fizeram essa avaliação, não foram identificadas as fontes alimentares responsáveis pelo fornecimento da vitamina D na dieta. Além disso, outro importante aspecto consiste no ajuste da ingestão oral da vitamina D pela variabilidade intrapessoal, abordagem que minimiza o erro no cálculo da prevalência de adequação ao considerar as características aleatórias da dieta, mesmo quando utilizados métodos de avaliação de curto prazo, como é o caso do registro alimentar de três dias. Assim, o presente estudo preservou o rigor metodológico ao fazer uso de procedimentos estatísticos validados para a estimativa da prevalência da

adequação do consumo. Por fim destaca-se que este estudo utilizou a referência mais atualizada para avaliar os níveis séricos da vitamina D.

#### **4 CONCLUSÃO**

Foi verificada grande prevalência de insuficiência de vitamina D sérica e baixa adequação do consumo de vitamina D via oral nas idosas pré-frágeis avaliadas. Houve relação entre força e funcionalidade de membros inferiores com consumo via oral de vitamina D, mas não relacionada ao status sérico dessa vitamina. A espessura do músculo gastrocnêmio medial também não foi influenciada pelo status sérico ou ingestão de vitamina D.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN GERIATRICS SOCIETY. Recommendations abstracted from the american geriatrics society consensus statement on Vitamin D for prevention of falls and their consequences – American Geriatrics Society Workgroup on Vitamin D Supplementation for Older Adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York City, v. 62, n. 1, p. 147–152, jan. 2014.
- ALEGRE, L. et al. Effects of dynamic resistance training on fascicle length and isometric strength. **Journal of Sports Sciences**, Toledo, v. 24, n. 5, p. 501–508, feb. 2006.
- ARIK, G.; ULGER, Z. Vitamin D in sarcopenia: Understanding its role in pathogenesis, prevention and treatment. **European Geriatric Medicine**, v. 7, n. 3, p. 207-213, jun. 2016.
- BARBOSA-SILVA, T. G. et al. Prevalence of sarcopenia among community-dwelling elderly of a medium-sized South American City: results of the COMO VAI? Study. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 136-143, jun. 2016.
- BAILEY, R. L. et al. Estimation of total usual calcium and vitamin D intakes in the United States. **The Journal of nutrition**, Bethesda, v. 140, n. 4, p. 817-822, apr. 2010.
- BARTALI, B. et al. Low nutrient intake is an essential component of frailty in older persons. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, Ithaca, v. 61, n. 6, p. 589–593, jun. 2006.
- BAUER, J. et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE study group. **Journal of the American Medical Directors Association**, Oldenburg, v. 14, n. 8, p. 542-559, jul. 2013.
- BEAUDART, C. et al. The effects of vitamin D on skeletal muscle strength, muscle mass, and muscle power: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. Liège, v. 99, n. 11, p. 4336–4345, jul. 2014.
- BISCHOFF-FERRARI, H. A. et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. **British Medical Journal**, Zurich, v. 339:b, n. 3692, p.1-11, jun. 2009.
- BISCHOFF-FERRARI, H. A. Relevance of vitamin D in muscle health. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, Zurich, v. 13, n. 1, p. 71–77, oct. 2012.
- BLAZEVIČH, A. J. et al. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. **Journal of Applied Physiology**, Uxbridge, v. 103, n. 5, p. 1565–1575, aug. 2007.

BOER, A. et al. Physiological and psychosocial age-related changes associated with reduced food intake in older persons. **Ageing Research Reviews**, Groningen, v.12, n. 1, p. 316-328, sep. 2013.

BOHANNON, R. W. Are hand-grip and knee extension strength reflective of a common construct? **Percept Mot Skills**, Storrs, v. 114, n. 2, p. 514-518, apr. 2012.

BORDONI, B.; VARACALLO, M. **Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Gastrocnemius Muscle**. StatPearls Publishing, Milano, nov. 2018.

BOREL, P; CAILLAUD, D.; CANO, N J. Vitamin D bioavailability: State of the art. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, v. 55, n. 9, p. 1193-1205, mar. 2015.

BOUILLON, R. Comparative analysis of nutritional guidelines for vitamin D. **Nature Reviews Endocrinology**, Leuven, v. 13, n. 8, p.466-479, apr. 2017.

BRADY, A.O.; STRAIGHT, C.R.; EVANS, E.M. Body composition, muscle capacity, and physical function in older adults: an integrated conceptual model. **Journal of Aging and Physical Activity**, Athesn, v. 22, n.3, p. 441-52, jul. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada a Assistência à Saúde**. Modulo 1: Biossegurança e Manutenção de Equipamentos em Laboratório de Microbiologia Clínica. Brasília, DF, 2013. 44 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS/MS). Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos adicionados de nutrientes essenciais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de jan. de 1998.

BRAY, N. W.; DOHERTY, T. J.; MONTERO-ODASSO, M. The effect of high dose vitamin D3 on physical performance in frail older adults. A feasibility study. **The Journal of Frailty & Aging**, London, v. 7, n. 3, p. 155-161, jul. 2018.

BRUYÈRE, O. et al. Relevance of vitamin D in the pathogenesis and therapy of frailty. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, Liege, v. 20, n.1, p. 26-29, jan. 2017.

BUNOUT D. et al. Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. **Experimental Gerontology**, Santiago, v. 41, n 8, p 746-52, aug. 2006.

CADORE, E. L. et al. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **Age**, Porto Alegre, v. 35, n.3, p. 891-903, jun. 2013.

CASTRO, M. A.; MARCHIONI, D. M. L.; FISBERG, R. M. **Manual de críticas de inquéritos alimentares**. Grupo de Pesquisa de Avaliação de Consumo Alimentar – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

CEGLIA L. et al. A randomized study on the effect of vitamin D3 supplementation on skeletal muscle morphology and vitamin D receptor concentration in older women. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Boston, v. 98, n. 12, p. 1927-1935, dec. 2013.

CEGLIA, L. Vitamin D and its role in skeletal muscle. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, Boston, v. 12, n. 6, p. 628-633, nov. 2009.

CLEGG A, et al. Frailty in elderly people. **The Lancet**, Leeds, v. 381, n. 9868, p. 752-762, jul. 2013.

COLLARD, R. M. et al. Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: a systematic review. **Journal of the American Geriatrics Society**, Nijmegen, v. 60, n. 8, p. 1487-1492, aug. 2012.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, Madrid, v. 39, n. 4, p.412-423, apr. 2010.

DAWSON, A.; DENNISON E. Measuring the musculoskeletal aging phenotype. **Maturitas**, Wellington, v. 93, p. 13-17, may. 2016.

DENT, E. et al. The asia-pacific clinical practice guidelines for the management of frailty. **Journal of the American Medical Directors Association**, Brisbane, v.18, n. 7, p. 564-575, jul. 2017.

DEUTZ, N. E. et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. **Clinical Nutrition**, College Station, v. 33, n. 6, p. 929-936, dec. 2014.

DUPUY, C. et al. Dietary vitamin d intake and muscle mass in older women. Results from a cross-sectional analysis of the EPIDOS study. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, Toulouse, v. 17, n. 2, p. 119-124, feb. 2013.

European Food Safety Authority (EFSA). **Dietary Reference Values for nutrients Summary report**. Parma: EFSA Supporting Publication, dec. 2017. Technical Report.

EGLSEER, D.; POGLITSCH, R.; ROLLER-WIRNSBERGER, R. E. Z. Muscle power and nutrition. **Gerontologie und Geriatrie**, Graz, v. 49, n. 2, p. 115-119, feb. 2015.

EL HAJJ, C. et al. Vitamin D supplementation and muscle strength in pre-sarcopenic elderly Lebanese people: a randomized controlled trial. **Archives of Osteoporosis**, Beirut, v. 14, n. 1, p. 1-11, dec. 2018.

ENGLUND, D. A. et al. Nutritional supplementation with physical activity improves muscle composition in mobility-limited older adults, the VIVE 2 Study: a randomized,

double-blind, placebo-controlled trial. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Boston, v. 73, n. 1, p. 95-101, dec. 2017.

FABRÍCIO-WEHBE, S. C. et al. Crosscultural adaptation and validity of the “Edmonton Frail Scale – EFS” in a Brazilian elderly sample. **Revista Latino Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 17, n. 6, p. 1043–1049, nov./dec. 2009.

FERREIRA, C. E. et al. Consensus – reference ranges of vitamin D [25(OH)D] from the Brazilian medical societies. Brazilian Society of Clinical Pathology/Laboratory Medicine (SBPC/ML) and Brazilian Society of Endocrinology and Metabolism (SBEM). *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 6, p. 377-381, nov. 2017.

FISBERG, R. M. et al. Ingestão inadequada de nutrientes na população de idosos do Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 222s-230s, feb. 2013.

FISBERG, R. M.; SALTER, B.; MARCHIONI, D. M. L.; MARTINI, L. A. **Inquéritos alimentares: métodos e bases científicas**. Barueri: Manole, 2005.

FREIRE JUNIOR, R. C. et al. Spatial and temporal gait characteristics in pre-frail community-dwelling older adults. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 16, n. 10, p. 1–7, oct. 2016.

FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **Journals of Gerontology Series a Biological Sciences and Medical Sciences**, Maryland, v. 56, n. 3, p. 146-156, mar. 2001.

GIRGIS C. M. et al. The roles of vitamin d in skeletal muscle: form, function, and metabolism – Review. **Endocrine Reviews**, Sydney, v. 34. n. 1, p. 33–83, feb. 2013.

GIRGIS C. M. Vitamin D and muscle function in the elderly: the elixir of youth? **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**, Sydney. v. 17. n. 6, p. 546–550, nov. 2014.

GLENDENNING, P. et al. Effects of three-monthly oral 150,000 IU cholecalciferol supplementation on falls, mobility, and muscle strength in older postmenopausal women: a randomized controlled trial. **Journal of Bone and Mineral Research**, Perth, v. 27, n. 1, p. 170-176, jan. 2012.

GOBBENS, R. J. et al. The Tilburg frailty indicator: psychometric properties. **Journal of the American Medical Directors Associations**, Tilburg, v. 11, n. 5, p. 344-355, may. 2010.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. 1<sup>st</sup> ed. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 3-8.

GRADY, D. et al. 1,25-Dihydroxyvitamin D3 and muscle strength in the elderly: a randomized controlled trial. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, San Francisco, v. 73, n. 5, p. 1111-1117, nov. 1991.

HALFON, M., PHAN, O., TETA D. Vitamin D: a review on its effects on muscle strength, the risk of fall, and frailty - Review article. **BioMed Research International**, Lausanne, v. 2015, p. 1-11, apr. 2015.

HANDS, E. S. Nutrients in foods. **Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins**, 1999.

HAUBROCK, J. et al. Estimating usual food intake distributions by using the multiple source method in the EPIC-Potsdam calibration study. **The Journal of Nutrition**. Nuthetal, v. 141, n. 5, p. 914-920, mar. 2011.

HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF (HHU). **G Power**, versão 3.1.9.2. Düsseldorf, 2014.

HERNÁNDEZ MORANTE, J. J.; GÓMEZ MARTÍNEZ, C.; MORILLAS-RUIZ, J. M. Dietary factors associated with frailty in old adults: a review of nutritional interventions to prevent frailty development. **Nutrients**, Murcia, v. 11, n.1, p. 1-13, jan 2019.

HOLICK, M. F. et al. Clinical practice guideline: evaluation, treatment and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Boston, v. 96, n. 7, p. 1911-1930, jul. 2011.

HOUSTON, D. K. et al. Low 25-hydroxyvitamin D predicts the onset of mobility limitation and disability in community-dwelling older adults: the health ABC study. **Journals of Gerontology Series a Biological Sciences and Medical Sciences**, Winston-Salem, v. 68, n. 2, p. 181-187, feb. 2013.

HUBBARD, R. E. et al. Frailty, body mass index, and abdominal obesity in older people. **The Journals of Gerontology: Medical Sciences**, Halifax, v. 65, n. 4, p. 377-381, apr. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009** - Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**. Tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 2011b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**. Tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 2011c.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeções da População do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade: 2010-2060 – Tabelas 2018**. Rio de Janeiro, IBGE, 2018.

IBM. **SPSS 22**, versão 22.0. Chicago, 2016.

Institute of Medicine (IOM). **DRI's: Dietary Reference Intakes for calcium and vitamin D**. Washington, D.C., National Academy Press, 2011.

JEEJEEBHOY, K. N. Malnutrition, fatigue, frailty, vulnerability, sarcopenia and cachexia: overlap of clinical features. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, Toronto, v. 15, n. 3, p. 213-219, may. 2012.

JU, S. Y.; LEE, J. L. Y., KIM, D. H. Low 25-hydroxyvitamin D levels and the risk of frailty syndrome: a systematic review and dose-response meta-analysis. **BMC geriatrics**, Seoul, v. 18, n. 1, sep. 2018.

KENNY, A. M. et al. Effects of vitamin D supplementation on strength, physical function, and health perception in older, community-dwelling men. **Journal of the American Geriatrics Society**, Connecticut, v. 51, n. 12, p. 1762-1767, dec. 2003.

KIELY, D. K. et al. Validation and comparison of two frailty indexes: the MOBILIZE Boston Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, Boston, v. 57, n. 9, p. 1532-1539, sep. 2009.

KUYUMCU M. E. et al. Ultrasonographic evaluation of the calf muscle mass and architecture in elderly patients with and without sarcopenia. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Ankara, v. 65, p. 218–224, Jul-Aug. 2016.

LAGARI, V.; GÓMEZ-MARÍN, O.; LEVIS, S. The role of vitamin D in improving physical performance in the elderly. **Journal of Bone and Mineral Research**, Miami, v. 28, n. 10, p. 2194-2210, apr. 2013.

LANDI, F. et al. Nutritional intervention in sarcopenia: report from the international conference on frailty and sarcopenia research task force. **The Journal of Frailty & Aging**, Rome, v. 7, n. 4, p. 247-252, sep. 2018.

LARSSON, L. et al. Sarcopenia: aging-related loss of muscle mass and function. **Physiological Reviews**, Stockholm, v. 99, n. 1, p. 427-511, jan. 2019.

LEVIS, S.; GÓMEZ-MARÍN, O. Vitamin D and physical function in sedentary older men. **Journal of the American Geriatrics Society**, Miami, v. 65, n. 2, p. 323-331, feb, 2017.

LEBRÃO, M. L.; DUARTE, Y. A. O. **Saúde, Bem-Estar e Envelhecimento: o projeto SABE no município de São Paulo**: uma abordagem inicial. 1ª ed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988.

MAEDA S. S. et al. Brazilian Society of Endocrinology and Metabology (SBEM): recommendations of the Brazilian Society of Endocrinology and Metabology (SBEM) for the diagnosis and treatment of hypovitaminosis D. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, vol. 58, n. 5, p. 411-433, jun. 2014.

MATHEÏ, C. et al. No relation between vitamin D status and physical performance in the oldest old: results from the Belfrail Study. **Age and Ageing**, Leuven, v. 42, n. 2, p. 186–190, jan. 2013.

MENG, L. et al. Serum 25-hydroxyvitamin D and elderly skeletal muscle mass and function in urban north China. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, Beijing, v. 26, n. 5, p. 849-855, 2017.

MICROSOFT. **Excel 2010**, versão 14.0. Redmond, 2010.

MIJNARENDS, D. M. et al. Instruments to assess sarcopenia and physical frailty in older people living in a community (care) setting: similarities and discrepancies. **The Society for Post-Acute and Long-Term Care Medicine**, Maastricht, v.16, n. 4, p. 301-308, dec. 2015.

MILTE, R.; CROTTY, M. Musculoskeletal health, frailty and functional decline. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, Adelaide, v. 28, n. 3, p. 395-410, jun. 2014.

MOLNÁR, A. et al. Special nutrition intervention is required for muscle protective efficacy of physical exercise in elderly people at highest risk of sarcopenia. **Physiology International**, Budapest, v. 103, n. 3, p. 368-376, sep. 2016.

MORLEY, J. E. Anorexia of ageing: a key component in the pathogenesis of both sarcopenia and cachexia. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, Saint Louis, v. 8, n. 4, p. 523-526, aug. 2017.

MORLEY, J. E. et al. Frailty consensus: a call to action. **Journal of the American Medical Directors Association**, Saint Louis, v. 14, n. 6, p. 392-397, jun. 2013.

MPANDZOU G. et al. Vitamin D deficiency and its role in neurological conditions: a review. **Revue neurologique**, Rabat, v. 172, n. 2, p. 109-122, feb. 2016.

MUIR, S. W.; MONTERO-ODASSO, M. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, London, v. 59, n. 12, p. 2291-2300, dec. 2011.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPAS). **Guía Clínica para Atención Primaria a las Personas Mayores**. 3ª ed. Washington: Organización Panamericana de la Salud, 2003.

PADDON-JONES, D.; HEATHER, L. Dietary protein and muscle in older people. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 17, n. 1, p. 5-11, jan. 2014.

PETERS, L. L. et al. Measurement properties of the Groningen frailty indicator in home-dwelling and institutionalized elderly people. **Journal of the American Medical Directors Association**, Groningen, v. 13, n. 6, p. 546-551, may. 2012.

PFEIFER, M. et al. Effects of a long-term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. **Osteoporosis International**. Bad Pyrmont, v. 20, n. 2, p. 315-22, feb. 2009.

PINHEIRO, A. B. V. et al. **Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras**. 5ª ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

PLUDOWSKI, P. et al. Vitamin D supplementation guidelines. **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, Warsaw, v. 175, p. 125-135, jan. 2018.

PORTER STARR, K. N.; MCDONALD, S. R.; BALES, C. W. Obesity and physical frailty in older adults: a scoping review of lifestyle intervention trials. **Journal of the American Medical Directors Association**, Durham, v. 15, n. 4, p. 240-50, may. 2014.

PORTER STARR, K. N.; MCDONALD, S. R.; WEIDNER, J. A.; BALES, C. W. Challenges in the management of geriatric obesity in high risk populations. **Nutrients**, Durham, v. 8, n. 5, p. E262, may. 2016.

RIZZOLI R. et al. The role of dietary protein and vitamin D in maintaining musculoskeletal health in postmenopausal women: a consensus statement from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). **Maturitas**, Geneva, v. 79, n. 1, p. 122-132, jul. 2014.

RIZZOLI, R. et al. Vitamin D supplementation in elderly or postmenopausal women: a 2013 update of the 2008 recommendations from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). **Current Medical Research Opinion**, Geneva, v. 29, n. 4, p. 305-313, apr. 2013.

ROCKWOOD, K. et al. A brief clinical instrument to classify frailty in elderly people. **Lancet**, Halifax, v. 353, n. 9148, p. 205-206, jan. 1999.

ROCKWOOD, K. et al. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. **Canadian Medical Association Journal**, Halifax, v. 173, n. 5, p. 489-95, aug. 2005.

ROLFSON, D. B.; MAJUMDAR, S. R.; TSUYUKI, R. T.; TAHIR, A.; ROCKWOOD, K. Validity and reliability of the Edmonton Frail Scale. **Age Ageing**, Alberta, v. 35, n. 5, p. 526-529, jun. 2006.

ROMERO-ORTUNO, R. et al. A frailty instrument for primary care: findings from the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE). **BMC Geriatrics**, Dublin, v. 10, n. 57, p.1-12, aug. 2010.

SANDERS, K. M.; SCOTT, D.; EBELING, P.R. Vitamin D deficiency and its role in muscle-bone interactions in the elderly. **Current Osteoporosis Reports**, Victoria, v. 12, n. 1, p. 74-81, mar. 2014.

SANFORD, A. M. Anorexia of aging and its role for frailty. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, Saint Louis, v. 20, n. 1, p. 54-60, jan. 2017.

SATO, Y. et al. Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. **Cerebrovascular Diseases**, lizuka, v. 20, n. 3, p. 187-92, jul. 2005.

Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML) e Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM). Posicionamento Oficial da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial e da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia – Intervalos de referência da Vitamina D - 25(OH)D – Atualização 2018. **SBPC/ML & SBEM**, p. 1-8, abr. 2018.

SCHAAP, L. A.; KOSTER, A.; VISSER, M. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. **Epidemiologic Reviews**, Amsterdam, v. 35, n. 1, p. 51-65, jan. 2013.

SCOTT, D. et al. A prospective study of the associations between 25-hydroxyvitamin D, sarcopenia progression and physical activity in older adults. **Clinical Endocrinology**, Launceston, v. 73, n. 5, p. 581-587, nov. 2010.

SIRIWARDHANA, D. D. et al. Prevalence of frailty and prefrailty among community-dwelling older adults in low-income and middleincome countries: a systematic review and meta-analysis. **British Medical Journal**, London, v. 8, p. 1-17, mar. 2018.

SOHL, E. et al. Vitamin D status is associated with functional limitations and functional decline in older individuals. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**. Amsterdam, v. 98, n. 9, p. 1483-1490, sep. 2013.

SPOSITO, L. A. C. et al. Experiência de treinamento com Nintendo Wii sobre a funcionalidade, equilíbrio e qualidade de vida de idosas. **Motriz**, Rio Claro, v. 19, n. 2, p. 532-540, abr./jun. 2013.

STUDENSKI, S. et al. Gait speed and survival in older adults. **JAMA**, v. 305, n. 1, p. 50-58, jan. 2011.

STUDENSKI, S. et al. Physical performance measures in the clinical setting. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 3, p. 314-322, mar. 2003.

SUBRA, J. et al. The integration of frailty into clinical practice: preliminary results from the Gérontopôle. **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, Toulouse, v. 16, n. 8, p. 714-720, aug. 2012.

SWERA. **Global Solar Atlas**. Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA). United States Department of Energy and NREL, feb. 2019. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/>>

Thompson, F. E. et al. The National Cancer Institute's dietary assessment primer: a resource for diet research. **Journal of the academy of Nutrition and dietetics**. Bethesda, v. 115, n. 12, p. 1986-1995, dec 2015.

TIELAND, M. et al. Low vitamin D status is associated with reduced muscle mass and impaired physical performance in frail elderly people. **European Journal of Clinical Nutrition**, Wageningen, v. 67, n. 10, p. 1050–1055, oct. 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Agricultural Research Service. USDA Food Composition Databases. Disponível em: <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>>. Acesso em: 27/02/2019.

UUSI-RASI, K. et al. Exercise and vitamin D in fall prevention among older women: a randomized clinical trial. **JAMA Internal Medicine**. Tampere, v. 175, n. 5, p. 703-711, may. 2015.

VAES, A. M. M. et al. Cholecalciferol or 25-hydroxycholecalciferol supplementation does not affect muscle strength and physical performance in prefrail and frail older adults. **The Journal of Nutrition**, Wageningen, v. 148, n. 5, p. 712-720, may, 2018.

VOLKERT D. et al. ESPEN guideline on clinical nutrition and hydration in geriatrics - Article in press. **Clinical Nutrition**, Nuremberg, p. 1-38, jun. 2018.

WACKER, M.; HOLICK, M. F. Vitamin D - effects on skeletal and extraskeletal health and the need for supplementation. **Nutrients**, Boston, v. 5, n. 1, p. 111-148, jan. 2013.

WANG, J.; HU, Y.; TIAN, G. Ultrasound measurements of gastrocnemius muscle thickness in older people with sarcopenia. **Clinical Interventions in Aging**, Zhejiang, v. 13, p. 2193-2199, oct. 2018.

WEATHER SPARK. **The Typical Weather Anywhere on Earth**. Cedar Lake Ventures, Inc. United States, feb. 2019. Disponível em: <<https://weatherspark.com/>>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Anales da 36ª reunião del comité asesor de investigaciones en salud**. Encuesta multicéntrica: salud, bien estar y envejecimiento (SABE) en América Latina y el Caribe. Washington (DC): World Health Organization, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Safe management of wastes from health-care activities**. 2nd ed. Geneva: World Health Organization, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World Report on Ageing and Health**. Geneva: World Health Organization, 2015.

WIMALAWANSA, S. J. Non-musculoskeletal benefits of vitamin D. **Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology**, Trenton, v. 175, p. 60-81, jan. 2018.

WINTERMEYER, E. et al. Crucial role of vitamin D in the musculoskeletal system - Review. **Nutrients**, Tübingen, v. 8, n. 6, jun. 2016.

WONG, Y. E.; FLICKER, L. Hypovitaminosis D and frailty: epiphenomenon or causal? Review article. **Maturitas**, Crawley, v. 82, n. 4, p. 328-35, dec. 2015.

YOON, S. W. Analysis of the muscular activities of the tibialis anterior and gastrocnemius muscles in functional reach. **Journal of physical therapy science**, Gwangju, v. 29, n. 5, p. 851-853, may, 2017.

ZHU, K. et al. A randomized controlled trial of the effects of vitamin d on muscle strength and mobility in older women with vitamin d insufficiency. **Journal of the American Geriatrics Society**, Perth, v. 58, n. 11, p. 2063-2068, nov. 2010.

ZHOU, J. et al. Association of vitamin D deficiency and frailty: a systematic review and meta-analysis. **Maturitas**, Chengdu, v. 94, p. 70-76, sep. 2016.

## ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Anna Raquel Silveira Gomes, pesquisadora da Universidade Federal do Paraná, estou convidando o(a) senhor(a), com pré-fragilidade e/ou sarcopenia a participar de um estudo intitulado “EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO COM JOGOS VIRTUAIS E SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA NA FUNÇÃO MUSCULOESQUELÉTICA E RISCO DE QUEDAS EM IDOSOS PRÉ-FRÁGEIS”. Esse programa de treinamento físico através dos jogos virtuais associado ou não a suplementação proteica visa melhorar sua condição física, funcional e nutricional, e, como consequência diminuir seu risco de quedas e nível de fragilização. O objetivo desta pesquisa é verificar os efeitos do treinamento físico através dos jogos virtuais e da suplementação proteica na massa e função dos músculos dos membros inferiores e a associação com o risco de quedas.

Caso você participe da pesquisa, será necessário realizar uma avaliação contendo testes e questionários físicos e funcionais, avaliações antropométricas, nutricionais, exames de sangue e de imagens. Estas avaliações serão divididas em sete dias, sendo necessário permanecer aproximadamente por uma hora e meia em cada dia de avaliação. Em seguida, o(a) senhor(a) será sorteado(a) para participar de um dos seguintes grupos: Grupo treinamento físico com jogos virtuais; Grupo treinamento físico com jogos virtuais associado a suplementação proteica; Grupo suplementação proteica; Grupo Suplementação Isoenergética (carboidrato) ou Grupo controle (manter atividades habituais), por um período de 12 semanas, com o direito de trocar de grupo na sequência. E, por fim, será novamente avaliado(a) da mesma forma que no início do estudo.

Para tanto o(a) senhor(a) deverá comparecer na Unidade Metabólica do HC-UFPR, na Rua Padre Camargo, 280 (rua dos fundos do HC), Alto da Glória, Curitiba-PR, para realizar a avaliação física, funcional, antropométrica, nutricional, de imagem (ultrassonografia), coleta de sangue e urina em três dias alternados permanecendo aproximadamente por uma hora e meia cada. Comparecer no Serviço de Reabilitação e Fisioterapia do HC-UFPR, na Rua General Carneiro, 181, Alto da Glória, Curitiba-PR, para avaliação da marcha, do equilíbrio, força e atividade elétrica em um único dia permanecendo por aproximadamente uma hora e meia, e para realizar o treinamento neste mesmo local durante 12 semanas, 2 vezes na semana, por 50 minutos cada treinamento, quando sorteado no Grupo treinamento físico com jogos virtuais ou no Grupo treinamento físico com jogos virtuais associado a suplementação proteica. Comparecer também no Serviço de Endocrinologia e Metabologia – SEMPR, HC-UFPR, na Avenida Agostinho Leão Junior, 285, Alto da Glória, Curitiba-PR, para realização do exame de densitometria óssea por aproximadamente uma hora. Comparecer no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, na Rua Coração de Maria, 92, Jardim Botânico, Curitiba-PR para avaliação da força muscular por aproximadamente 40 minutos. Comparecer no Laboratório de Otoneurologia da Clínica de Fonoaudiologia da Universidade Tuiuti do Paraná, na Rua Sydnei Antonio Rangel Santos, 238, Santo Inácio, Curitiba-Pr. E, por fim, receber em seu domicílio os pesquisadores do estudo para avaliação dos fatores de risco de quedas domiciliares em um único dia por aproximadamente vinte minutos. Para a suplementação proteica o(a) senhor(a)

Rubricas:

Participante da Pesquisa e /ou responsável legal \_\_\_\_\_

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE \_\_\_\_\_

receberá o produto gratuitamente e deverá ingerir a quantidade orientada cinco dias por semana (de segunda a sexta-feira) por 12 semanas consecutivas.

O material biológico (sangue e urina) será coletado pela Unidade do Laboratório de Análises Clínicas do Complexo Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, transportado por um dos pesquisadores do estudo até o Centro Universitário – UniBrasil para análise bioquímica e em seguida esse material será descartado.

Nenhuma das avaliações e intervenções citadas acima terá custo para o(a) Senhor(a).

É possível que o(a) senhor(a) experimente algum desconforto, principalmente relacionado a agulhada na coleta de sangue. Para verificar a atividade elétrica do seu músculo, serão colocados eletrodos de superfície na parte da frente e de trás da coxa, na panturrilha e na parte da frente da sua perna, os quais não provocarão incomodo nem dor. Se o(a) senhor(a) sentir algum sinal ou sintoma desconfortável como dor, cansaço, fadiga, tontura, falta de ar ou eventualmente uma queda durante ou após a realização dos testes e/ou exercícios com jogos virtuais e/ou suplementação proteica, a atividade será interrompida e o(a) senhor(a) será primeiramente atendido(a) por nossa equipe e, caso necessário, será encaminhado(a) para atendimento no Sistema Único de Saúde (SUS) ou, caso o(a) senhor(a) possua, ao atendimento pelo seu convênio de saúde. O (a) senhor(a) receberá assistência gratuitamente pelo tempo que for necessário.

Alguns riscos podem relacionados ao estudo podem ser: quedas, dores musculares, aumento ou diminuição da pressão arterial, cansaço, constrangimento ao responder aos questionários, insatisfação com os resultados dos testes e/ou com o desempenho no exercício, dificuldade em realizar a prática dos exercícios, mal-estar após ingerir a suplementação proteica, dificuldade em se adaptar ao uso da suplementação proteica. Caso alguma injúria anteriormente citada venha a ocorrer o(a) senhor(a) será atendido prontamente por um profissional habilitado da equipe do projeto e, se necessário, será encaminhado para receber atendimento no Sistema Único de Saúde (SUS) ou, se possuir convênio médico, em local de sua preferência.

Os benefícios esperados com essa pesquisa são: 1) Melhora no equilíbrio; 2) Aumento da força muscular; 3) Aumento da massa muscular; 4) Diminuição dos riscos de quedas; 5) Melhora geral da função dos músculos dos membros inferiores; 6) Diminuição do nível de fragilidade e sarcopenia.

No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico.

Um método alternativo para o(a) senhor(a) obter os benefícios esperados do estudo em relação a suplementação proteica seria por meio do aumento da ingestão proteica por meio de maior consumo diário de produtos de origem animal.

O(A) senhor(a) poderá ter acesso aos resultados dos exames bioquímicos realizados, bem como de todos os outros procedimentos que o(a) senhor(a) será submetido(a).

Rubricas:

Participante da Pesquisa e /ou responsável legal \_\_\_\_\_

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE \_\_\_\_\_



O pesquisador Jarbas Melo Filho, Fisioterapeuta e assistente do projeto, ficará responsável e poderá ser contatado para esclarecer eventuais dúvidas que o Senhor ou a Senhora possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo, pessoalmente no endereço Rua Coração de Maria, 92, Jardim Botânico, Curitiba – PR, de segunda a sexta-feira das 8:00 às 18:00 horas ou a qualquer momento por meio do telefone (41) 9725-9493 ou pelo e-mail jarbasmf@hotmail.com.

Se o(a) senhor(a) tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, o(a) senhor(a) pode contatar Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/HC/UFPR pelo telefone 3360-1041. O CEP trata-se de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

A sua participação neste estudo é voluntária e se o(a) senhor(a) não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

As despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, suplementos, etc.) não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo o(a) senhor(a) não receberá qualquer valor em dinheiro. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, \_\_\_\_\_ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão. Eu fui informado(a) que serei atendido(a) sem custos para mim se eu apresentar algum problema dos relacionados acima. Declaro ainda que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Eu, \_\_\_\_\_, estou ciente que as imagens (exames, fotografias e filmagens) registradas durante o estudo poderão ser utilizadas para fins acadêmicos e científicos, sendo preservada a minha identidade quando estas forem divulgadas.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo e autorizo o uso das imagens.

\_\_\_\_\_  
(Nome e Assinatura do participante da pesquisa ou responsável legal)

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo e NÃO autorizo o uso das imagens.

\_\_\_\_\_  
(Nome e Assinatura do participante da pesquisa ou responsável legal)

Curitiba, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante ou representante legal para a participação neste estudo.

\_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura da Pesquisadora ou quem aplicou o TCLE

Curitiba, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_.

Rubricas:

Participante da Pesquisa e /ou responsável legal \_\_\_\_\_

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 1 – CONTEÚDO DE VITAMINA D EM ALIMENTOS

(continua)

| Alimento   | Porção | Conteúdo aproximado de Vitamina D por porção |
|--|--------|--|
| Achocolatado em pó fortificado <sup>a</sup>                  | 100 g  | 268 UI de vitamina D3                        |
| Achocolatado em pó não fortificado <sup>a</sup>              | 100 g  | 40 UI de vitamina D3                         |
| Atum em conserva <sup>b</sup>                                | 100 g  | 230 UI de vitamina D3                        |
| Bacalhau <sup>a</sup>  | 100 g  | 44 UI de vitamina D3                         |
| Bebida de soja fortificada (qualquer sabor) <sup>c</sup>     | 100 ml | 49 UI de vitamina D*                         |
| Bebida de soja não fortificada (qualquer sabor) <sup>c</sup> | 100 ml | 16 UI de vitamina D2                         |
| Camarão cozido <sup>a</sup>                                  | 100 g  | 143 UI de vitamina D3                        |
| Carne bovina <sup>d</sup>                                    | 100 g  | 7 UI de vitamina D3                          |
| Carnes (frango, peru, porco) e vísceras <sup>d</sup>         | 100 g  | 12 UI de vitamina D3                         |
| Cavala em conserva <sup>b</sup>                              | 100 g  | 250 UI de vitamina D3                        |
| Cereal matinal fortificado <sup>b</sup>                      | 100 g  | 333 UI de vitamina D3, usualmente            |
| Cogumelos frescos <sup>b</sup>                               | 100 g  | 100 UI de vitamina D2                        |
| Cogumelos secos ao Sol <sup>b</sup>                          | 100 g  | 1.600 UI de vitamina D2                      |
| Farinha láctea fortificada <sup>a</sup>                      | 100 g  | 200 UI de vitamina D*                        |
| Gema de ovo <sup>b</sup>                                     | 100 g  | 100 UI de vitamina D3                        |
| logurte fortificado <sup>b</sup>                             | 100 ml | 44 UI de vitamina D3, usualmente             |
| logurte não fortificado <sup>c</sup>                         | 100 ml | 8 UI de vitamina D3                          |
| Leite de coco fortificado <sup>c</sup>                       | 100 ml | 42 UI de vitamina D2                         |
| Leite de vaca desnatado não fortificado <sup>a</sup>         | 100 ml | 41 UI de vitamina D3                         |
| Leite de vaca fortificado <sup>b</sup>                       | 100 ml | 44 UI de vitamina D3, usualmente             |
| Leite de vaca integral não fortificado <sup>a</sup>          | 100 ml | 40 UI de vitamina D3                         |
| Macarrão fortificado (massa seca) <sup>c</sup>               | 100 g  | 11 UI de vitamina D*                         |
| Manteiga convencional <sup>a,c</sup>                         | 100 g  | 56 UI de vitamina D3                         |
| Manteiga fortificada <sup>b</sup>                            | 100 g  | 50 UI de vitamina D3, usualmente             |

(conclusão)

| <b>Alimento</b>                                 | <b>Porção</b> | <b>Conteúdo aproximado de Vitamina D por porção</b> |
|---|---------------|---|
| Manteiga <i>light</i> <sup>a</sup>              | 100 g         | 27 UI de vitamina D3, usualmente                    |
| Margarina fortificada <sup>b</sup>              | 100 g         | 430 UI de vitamina D3, usualmente                   |
| Óleo de fígado de bacalhau <sup>b</sup>         | 100 ml        | 8.000 a 20.000 UI de vitamina D3                    |
| Óleo de fígado de salmão <sup>d</sup>           | 100 ml        | 4.030 UI de vitamina D3                             |
| Ostras cruas <sup>d</sup>                       | 100 g         | 320 UI de vitamina D3                               |
| Ovo de galinha (inteiro, cozido) <sup>a</sup>   | 100 g         | 56 UI de vitamina D3                                |
| Pão fortificado <sup>c</sup>                    | 100 g         | 516 UI de vitamina D*                               |
| Peixe de água doce (cozido) <sup>a</sup>        | 100 g         | 41 UI de vitamina D3                                |
| Pudim industrializado <sup>a</sup>              | 100 g         | 41 UI de vitamina D*                                |
| Pudim industrializado <i>light</i> <sup>a</sup> | 100 g         | 49 UI de vitamina D*                                |
| Salmão de criação <sup>b</sup>                  | 100 g         | 100 a 250 UI de vitamina D3                         |
| Salmão selvagem <sup>b</sup>                    | 100 g         | 600 a 1.000 UI de vitamina D3                       |
| Sardinha em conserva <sup>b</sup>               | 100 g         | 300 UI de vitamina D3                               |
| Suco de laranja fortificado <sup>c</sup>        | 100 ml        | 42 UI de vitamina D*                                |

FONTE: A autora (2019). a IBGE (2011b); b Hollick (2007); c USDA (2019); d Hands (1999). NOTAS: conversão dos valores descritos em oz (onças) em Hollick (2007) para g (gramas). Conversão dos valores descritos em µg (microgramas) em IBGE (2011b) para UI (unidades internacionais). Asteriscos (\*) indicam que não foi informado o tipo de vitamina D adicionada ao produto. Alimentos como cereal matinal, leite de coco, macarrão (massa seca), margarina, pão e suco de laranja em suas versões convencionais contém 0 UI de vitamina D.

## APÊNDICE 2 – FICHA DE REGISTRO ALIMENTAR



Ministério da  
Educação



Nome completo: \_\_\_\_\_

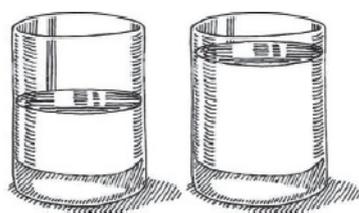
Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Dia da semana: \_\_\_\_\_

### Observações gerais:

- Registrar os tipos de preparação dos alimentos (Ex.: assado, cozido, frito, grelhado);
- Sobre os laticínios anotar se é integral, semidesnatado ou desnatado;
- Anotar o consumo de balas, chicletes, chocolates, outros doces;
- Não se esquecer de anotar a quantidade de açúcar ou adoçante em bebidas;
- Anotar se o pão é branco, integral, com ou sem miolo;
- Anotar os temperos utilizados nas preparações e saladas (vinagre, azeite, sal, pimenta, molhos);
- Saladas podem ser descritas como: rodela(s) (fina, média, grossa), ramo(s) (pequeno, médio, grande). No caso de vegetais folhosos (ex.: alface) também descrever o número de folhas;
- Frutas podem ser descritas em unidade(s) ou fatia(s) (pequena, média, grande).

### Exemplos de medidas caseiras:



Copo ½ cheio

Copo cheio



Xícara de chá



Xícara de café



Escumadeira

Concha  
média

Concha  
grande



Colher  
de arroz



Colher  
de sopa



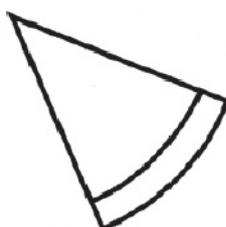
Colher  
de  
sobremesa



Colher  
de chá



Colher  
de café



Fatia grande



Fatia média



Fatia pequena



### APÊNDICE 3 – DOES VITAMIN D INFLUENCE PHYSICAL FUNCTION IN COMMUNITY-DWELLING PREFRIL OLDER WOMEN?

Este último apêndice apresenta o artigo que será traduzido e submetido à Revista *Archives of Gerontology and Geriatrics* como produto desta dissertação.

Autores:

Ana Carolina Roos de Menezes Ferreira<sup>1</sup>, Audrin Said Wojciechowski<sup>2</sup>, Simone Biesek<sup>2</sup>, Jarbas Melo Filho<sup>3</sup>, Anna Raquel Silveira Gomes<sup>4</sup>, Maria Eliana Madalozzo Scheferdecker<sup>5</sup>, Estela Iraci Rabito<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição – Universidade Federal do Paraná

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Educação Física – Universidade Federal do Paraná

<sup>3</sup> Doutor em Educação Física – Universidade Federal do Paraná

<sup>4</sup> Departamento de Prevenção e Reabilitação em Fisioterapia – Universidade Federal do Paraná

<sup>5</sup> Departamento de Nutrição – Universidade Federal do Paraná

#### Resumo

**Objetivo:** Os efeitos extraesqueléticos da insuficiência de vitamina D podem estar relacionados com declínio de força e função musculares. O objetivo do estudo foi investigar a associação entre vitamina D e funcionalidade em idosas pré-frágeis da comunidade.

**Métodos:** Estudo observacional transversal realizado com mulheres de idade  $\geq 65$  anos, pré-frágeis de acordo com os critérios de Fried et al. (2001). A ingestão alimentar foi obtida por registro alimentar de três dias e o consumo usual ajustado pelo Multiple Source Method. A vitamina D sérica de referência foi  $\geq 30$ ng/ml. Os critérios de função física avaliados foram: força de preensão manual, velocidade de marcha e força e potência funcional de membros inferiores. Foram realizadas correlações pelo teste de *Spearman*, comparação entre grupos por *Mann-Whitney* e análise de razão de risco por regressão logística binomial.

**Resultados:** Foram avaliadas 87 idosas com idade de 70,0 (65-85) anos. Foi verificada grande prevalência de insuficiência de vitamina D sérica e baixa adequação do consumo de vitamina D via oral nas idosas pré-frágeis avaliadas. Consumo via oral total de vitamina D adequado às recomendações nutricionais se apresentou como fator de proteção para velocidade de marcha (OR 0,947, 95% IC 0,898-0,999). Para aquelas que usam suplementação em dose igual ou superior à RDA foi observada maior força e potência funcional de membros inferiores [U = 275,000,  $p=0,031$ ]. Não foram observadas correlações entre vitamina D sérica e os critérios de funcionalidade investigados.

**Conclusão:** A maior parte da amostra foi classificada com insuficiência de vitamina D. Houve relação entre força e funcionalidade de membros inferiores com consumo via oral de vitamina D, mas não relacionada ao status sérico dessa vitamina.

**Palavras-chaves:** Vitamina D, Fragilidade, força de preensão manual, velocidade de marcha

## Introdução

A Síndrome da Fragilidade compreende um estado clínico caracterizado pelo declínio cumulativo de função ou reservas corporais, observada em idosos (FRIED et al., 2001; MORLEY et al., 2013), sendo decorrente de cinco componentes: fadiga, baixo nível de atividade física, redução involuntária de massa corporal, de força muscular e do desempenho de caminhada associados ao avanço da idade (FRIED et al., 2001). Este quadro está associado à redução da capacidade do indivíduo reagir contra eventos estressores, podendo estes precipitar uma deterioração significativa no estado geral de saúde (FRIED et al., 2001; JEEJEEBHOY, 2012; MORLEY et al., 2013; DAWSON; DENISSON, 2016; LANDI et al., 2018). Considerada de grande importância para o setor de saúde pública, a síndrome da fragilidade exibe prevalência de 17,4% entre a população idosa de países de baixa e média renda (SIRIWARDHANA et al., 2018), sendo que as mulheres são as principais acometidas (COLLARD et al., 2012; DENT et al., 2017; SIRIWARDHANA et al., 2018).

Atenuar a gravidade da fragilidade é uma estratégia que pode promover benefícios importantes aos indivíduos idosos e a toda sociedade (BRYÈRE et al.,

2017). Nesse sentido ganha destaque a hipovitaminose D e seu possível papel no desenvolvimento da fragilidade (HALFON et al., 2015; WONG; FLICKER, 2015). Evidências sugerem que os efeitos extraesqueléticos da insuficiência de vitamina D podem estar relacionados com declínio de força e função musculares (CEGLIA, 2009; HOLICK, 2011; WINTERMEYER et al., 2016; BOUILLON, 2017; SBEM, 2017; WIMALAWANSA, 2018). No entanto não havia um consenso quanto ao valor de corte para a definição de “suficiência em vitamina D” (MAEDA et al., 2014), sendo os valores de referência recentemente modificados (BOUILLON, 2017; SBPC/ML & SBEM, 2018).

Sendo assim, é necessária a condução de mais estudos que busquem elucidar os efeitos do consumo via oral e status sérico de vitamina D sobre a funcionalidade de indivíduos com maiores riscos para perda de força e função física, como mulheres idosas pré-frágeis. Desta maneira o objetivo do presente estudo observacional foi investigar a associação entre vitamina D e funcionalidade em idosas pré-frágeis da comunidade, por meio da avaliação da ingestão via oral e vitamina D sérica, força de prensão manual, velocidade de marcha e força e potência funcional de membros inferiores. A hipótese deste estudo foi de que idosas pré-frágeis apresentam insuficiência sérica de vitamina D e baixa ingestão via oral desta vitamina. Em consequência deste perfil, idosas pré-frágeis com baixo aporte e estoques insuficientes de vitamina D sofrem comprometimento da funcionalidade.

## **Materiais e Métodos**

Estudo observacional transversal derivado do estudo *The WiiProtein Study* (VOJCIECHOWSKI et al., 2018) realizado na cidade de Curitiba, localizada no Sul do Brasil, com latitude de 25°S e a 934 metros de altitude. Estudo aprovado pelo CEP/HC/UFPR.CAAE: 58865916.8.0000.0096. Dados coletados entre janeiro de 2017 e dezembro de 2018. As participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Foram selecionados participantes do sexo feminino; com idade  $\geq 65$  anos; classificadas como pré-frágeis, ou seja, que preencheram um ou dois dos cinco critérios de acordo com o fenótipo de fragilidade propostos por Fried et al. (2001). Foram excluídas as participantes que: usavam medicações que pudessem afetar o metabolismo muscular como corticoides e hormônios e aquelas com doença aguda,

crônica descompensada ou terminal; além das que apresentassem alterações cognitivas que impedissem a participante de responder adequadamente aos questionários e/ou preencher os registros de consumo alimentar, que não completaram todas as avaliações necessárias.

A massa corporal foi obtida por meio de balança digital (Plena®) com precisão de 0,1kg e a altura foi aferida com auxílio de estadiômetro (Tonelli Gomes®) com precisão de 0,1cm. O índice de massa corporal (IMC) seguiu os pontos de corte propostos pela OPAS, sendo: baixo peso ( $IMC \leq 23 \text{kg/m}^2$ ), peso normal ( $23 < IMC < 28 \text{kg/m}^2$ ), sobrepeso ( $28 \leq IMC < 30 \text{kg/m}^2$ ) e obesidade ( $IMC \geq 30 \text{kg/m}^2$ ) (LEBRÃO; DUARTE, 2003).

As participantes foram consultadas sobre o uso de suplemento isolado, associado com cálcio e/ou polivitamínico contendo vitamina D quanto a dose e tempo de uso. Para que os valores suplementados (média diária) fossem então somados consumo alimentar de vitamina D.

A quantificação da ingestão de vitamina D foi realizada aplicando-se o método de Registro Alimentar de três dias (R3d). As participantes foram orientadas por uma nutricionista sobre o preenchimento do R3d, que contemplou todos os alimentos e bebidas ingeridas, suas respectivas porções, tipos de preparações e horários referentes a dois dias de semana e um dia de final de semana (FISBERG; MARCHIONI, 2005; THOMPSON et al, 2015). A nutricionista responsável conferiu as anotações do R3d junto da participante no momento da entrega para corrigir eventuais erros de estimativa ou falhas no registro (THOMPSON et al., 2015).

Todas as porções de alimentos e bebidas descritas em forma de medidas caseiras foram padronizadas em gramas (g) ou mililitros (ml) tendo como base tabelas validadas para este fim (PINHEIRO et al., 2004; IBGE, 2011c; CASTRO et al., 2013). Os dados de consumo alimentar foram tabulados em duplicata no *software* Brasil-Nutri, cuja base de dados de alimentos é proveniente da Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil (IBGE, 2011b). Após a tabulação, foi realizada a comparação entre as informações sobre os alimentos consumidos, com a composição nutricional da tabela de referência (IBGE, 2011b) por meio do uso do programa SPSS *Statistics*® 22 versão Windows. Os valores de vitamina D obtidos, que estavam expressos em microgramas ( $\mu\text{g}$ ), foram convertidos para unidades internacionais (UI). A equipe envolvida na avaliação e tabulação dos

R3d passou previamente por treinamento a fim de padronizar a digitação das informações.

Para identificar os grupos alimentares que contribuíram para a ingestão de vitamina D, foi realizada uma adaptação dos grupos alimentares apresentados na Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (IBGE, 2011b) com o intuito de destacar os alimentos fonte do nutriente em questão. Os grupos “carnes e vísceras”, “carnes industrializadas” e “aves e ovos” foram reunidos em “carnes e ovos”. Aqueles grupos alimentares que não representam fontes significativas de vitamina D: “açúcar, mel e melado” e “doces e guloseimas” passaram a compor os “doces e açúcares”. O grupo “alimentos compostos” foi criado para reunir os grupos: “miscelâneas” e algumas preparações compostas dentro dos grupos “panificados” e “farinhas, féculas e massas”. Ao fim os alimentos foram classificados nos seguintes grupos: cereais; frutas; leguminosas; hortaliças; sais e condimentos; laticínios; óleos e gorduras; bebidas não alcoólicas e infusões; bebidas alcoólicas; pescados e frutos do mar; carnes e ovos; doces e açúcares e alimentos compostos.

A fim de minimizar os efeitos da variabilidade intrapessoal da dieta, os dados de consumo alimentar foram avaliados por meio do *Multiple Source Method* (MSM), que aplica transformação Box-Cox para obter uma distribuição próxima do normal. A inadequação do consumo foi calculada, então, pela distribuição z (teste z) consultando-se a tabela da curva z para verificar a que proporção corresponde o valor encontrado. Essa abordagem minimiza o erro do cálculo da prevalência de inadequação de nutrientes ao considerar as características aleatórias da dieta (HAUBROCK, 2011).

Para a avaliação de vitamina D sérica, amostras de sangue venoso em jejum (10 ml) foram obtidas e analisadas por ensaio de quimioluminescência (SBPC/ML & SBEM, 2018). A faixa de referência considerada para 25(OH)D foi  $\geq 30$  ng/mL como suficiência;  $\leq 29,9$  ng/mL como insuficiência e  $< 10$  ng/mL como deficiência grave (BOUILLON, 2017; SBPC/ML & SBEM, 2018).

Com o uso de dinamômetro, a força de preensão manual foi avaliada com as participantes sentadas e com o cotovelo posicionado a 90° de flexão. Também foram instruídas a segurar o dinamômetro na mão dominante e usar força máxima. Foram realizadas três medidas com período mínimo de repouso de um minuto entre cada aferição. O resultado foi obtido pela média das três tentativas, em quilogramas (kg). Os pontos de corte considerados foram: FPM  $\geq 17$ kg para IMC  $\leq 23$  kg/m<sup>2</sup>; FPM  $\geq 17,3$ kg para IMC entre  $\geq 23,1$  e  $\leq 26$  kg/m<sup>2</sup>; FPM  $\geq 18$  kg para IMC entre  $\geq 26,1$  e  $\leq 29$  kg/m<sup>2</sup> e FPM  $\geq 21$  kg para IMC  $\geq 29$  kg/m<sup>2</sup> (Cruz-Jentoft et al., 2010).

Para avaliar a velocidade de marcha, as participantes caminharam em velocidade usual por um percurso de 8 metros. Foram descontados os dois metros iniciais e finais a fim de desconsiderar a aceleração e desaceleração, sendo cronometrados em segundos apenas o percurso de 4 metros. Em mulheres com  $\leq 1,59$  m de altura o tempo necessário para realizar a atividade deveria ser  $\leq 7$  segundos e para aquelas com  $> 1,59$  m de altura  $\leq 6$  segundos (CRUZ-JENTOFT, et al. 2010).

A fim de avaliar a força e potência funcional dos membros inferiores (MMII) foi aplicado o teste de levantar e sentar de uma cadeira (BOHANNON, 2012; SPOSITO et al., 2013). Utilizando uma cadeira com assento na altura de 45cm, encostada em uma parede, foi solicitado à participante que se levantasse e se sentasse cinco vezes o mais rápido possível, sem auxílio dos braços, estando esses cruzados na frente do corpo. O teste iniciava com a participante sentada e terminava com a participante em pé. A sequência foi repetida três vezes e cronometrada em segundos. Os resultados utilizados foram obtidos da média de tempo dispendido para a execução das três tentativas e classificado de acordo com os pontos de corte propostos por Bohannon (2012), em que o tempo para executar o teste deve ser:  $\geq 11,4$  segundos para idosas entre 60 e 69 anos;  $\geq 12,6$  segundos para idosas entre 70 e 79 anos e  $\geq 12,7$  segundos para idosas entre 80 e 89 anos.

Este estudo foi composto por 87 participantes. Utilizando o programa G Power 3.1.9.2, o poder da amostra foi calculado por meio de análise post hoc considerando: a amostra (n= 87), tamanho de efeito de 0,5 (efeito médio) e erro do tipo I (taxa de erro de 5%). O poder amostral ( $1 - \beta$ ) obtido foi de 0,99.

Variáveis categóricas foram analisadas por cálculo de frequência. Correlações entre as variáveis foram realizadas pelo teste de Spearman. Diferenças entre grupos (classificações séricas de vitamina D e uso de suplementação em dose igual ou

superior à ingestão dietética recomendada) foram analisadas pelo teste de Mann-Whitney. A análise de razão de risco (Odds ratio) foi realizada por meio de regressão logística binomial. As análises estatísticas foram executadas utilizando o programa SPSS 22 e nível de significância como  $p < 0,05$ .

## Resultados

Foram avaliadas 273 mulheres idosas. Destas, 178 não preencheram os critérios de inclusão. Posteriormente, 8 voluntárias desistiram de participar da pesquisa ou não completaram todas as avaliações necessárias. Fizeram parte do estudo 87 idosas pré-frágeis. Entre as características da população estudada (Tabela 1) destaca-se que juntas, as participantes que apresentam sobrepeso e obesidade totalizam 57,5% da amostra ( $n=50$ ), sendo que apenas 6,9% ( $n=6$ ) foram classificadas com baixo peso.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DE IDOSAS PRÉ-FRÁGEIS DA COMUNIDADE

|  | Média ( $\pm$ DP) ou Mediana (mín. – máx.) |
|--|--|
| Idade (anos)   | 70,0 (65 - 85)                             |
| Peso (kg)  | 68,8 (46,9 – 103,8)                        |
| Altura (m)   | 1,55 (1,40 – 1,73)                         |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                             | 29,1 ( $\pm$ 4,31)                         |
| VM (m/s)   | 3,70 (2,4 – 9,7)                           |
| FPM (kg)   | 19,00 (1,0 – 34,3)                         |
| Força e potência funcional de membros inferiores (s) | 10,9 (5,8 – 27,3)                          |
| 25(OH)D sérica (ng/ml)                               | 27,41 ( $\pm$ 4,68)                        |
| Ingestão alimentar de vitamina D (IU)                | 135,63 (26,00 – 454,13)                    |
| Ingestão oral total de vitamina D (IU)*              | 180,35 (27,13 – 2275,84)                   |

LEGENDA: DP (Desvio Padrão), IMC (Índice de Massa Corporal), FPM (Força de Preensão Manual), VM (Velocidade de Marcha), CP (Circunferência da Panturrilha), 25(OH)D (25-hidroxivitamina D), UI (unidades Internacionais). \*Ingestão alimentar somada à ingestão de suplemento de vitamina D.

Conforme avaliação da VM foi possível constatar que a maioria das idosas (n=84; 96,6%) apresentaram desempenho adequado nesse critério. Já no teste de FPM, apenas 46,0% participantes (n=40) apresentaram força adequada aos valores de referência. Com relação à força e potência de membros inferiores, 62,1% das participantes (n=54) apresentaram força adequada aos pontos de corte propostos para suas respectivas idades.

A maior parte das idosas apresentou insuficiência (69,0%, n=60), seguido de 31,0% das participantes (n=27) que apresentaram suficiência de 25(OH)D sérica.

Dentre as idosas avaliadas, 15 (17,2%) relataram utilizar suplemento de vitamina D3, 10 (11,5%) usaram suplemento de cálcio e vitamina D3 e 4 (4,6%) ingeriam polivitamínicos contendo vitamina D3. O tempo de uso variou de 1 a 60 meses (mediana de 12 meses).

Na análise do consumo alimentar pôde ser identificado que as principais fontes alimentares de vitamina D para essa população foram os laticínios (47,8%), peixes e frutos do mar (21,1%) e carnes e ovos (18,6%). Os demais grupos alimentares, juntos, forneceram os 12,5% restantes.

Conforme estimativa do consumo alimentar usual de vitamina D, nenhuma idosa atingiu a ingestão dietética recomendada apenas via alimentação. Quando contabilizado o uso de suplementação de vitamina D por parte de algumas participantes, 14 idosas (16,1%) atingiram a ingestão dietética recomendada.

Quando considerada a ingestão via oral total de vitamina D não foram encontradas correlações significativas com velocidade de marcha ( $r=-0,091$ ,  $p=0,404$ ), força de preensão manual ( $r=0,154$ ,  $p=0,154$ ) ou força e potência de membros inferiores ( $r=-0,151$ ,  $p=0,163$ ). Da mesma maneira, quando considerados os valores séricos de vitamina D não foram encontradas correlações significativas com consumo via oral de vitamina D ( $r=-0,062$ ,  $p=0,569$ ), velocidade de marcha ( $r=-0,007$ ,  $p=0,948$ ), força de preensão manual ( $r=0,063$ ,  $p=0,565$ ) ou força e potência de membros inferiores ( $r=-0,002$ ,  $p=0,983$ ).

A adequação do consumo via oral se apresentou como um fator de proteção contra baixa velocidade de marcha (OR, 0,947, 95% IC, 0,898-0,999). Por outro lado, adequação de consumo via oral de vitamina D e a suficiência de vitamina D sérica não se apresentaram como fatores de proteção para os demais critérios de funcionalidade avaliados, conforme apresentado na Tabela 2.

TABELA 2 – ASSOCIAÇÃO ENTRE SUFICIÊNCIA DE 25(OH)D E ADEQUAÇÃO DE INGESTÃO DE VITAMINA D COM PERFORMANCE FÍSICA

|   | 25(OH)D Suficiente<br>$\beta$ (95% IC) | Adequação da ingestão de<br>vitamina D<br>$\beta$ (95% IC) |
|---|--|--|
| Velocidade de marcha<br>(m/s)                 | 1,16 (0,681-1,975)                     | 0,947 (0,898-0,999)  |
| Força de preensão<br>manual (kg/f)            | 0,965 (0,889-1,047)                    | 0,860 (0,271-2,728)  |
| Força e potência de<br>membros inferiores (s) | 1,009 (0,851-1,197)                    | 2,558 (0,657-9,958)  |

NOTA: Avaliação de razão de chance (Odds Ratio). Asterisco (\*) indica diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Observou-se maior força e potência funcional de membros inferiores [U= 275,000,  $p=0,031$ ] nas participantes que faziam uso de suplementação em dose igual ou superior à RDA. Não foram detectadas diferenças significativas nas médias velocidade de marcha ou força de preensão manual em relação ao quesito suplementação. De maneira semelhante, quando comparadas as classificações de vitamina D sérica, não houve diferença entre médias de força de preensão manual, velocidade de marcha ou força e potência funcional de membros inferiores entre as participantes classificadas como suficientes ou insuficientes em vitamina D, como apresentado na Tabela 3.

TABELA 3 – INFLUÊNCIA DA CLASSIFICAÇÃO DE 25(OH)D SÉRICA E USO DE SUPLEMENTAÇÃO SOBRE OS CRITÉRIOS DE FUNCIONALIDADE AVALIADOS

|  | 25(OH)D Sérica |              | <i>p</i> | Suplementação |       | <i>p</i> |
|--|----------------|--------------|----------|---------------|-------|----------|
|  | Suficiente     | Insuficiente |          | ≥ RDA         | < RDA |          |
| FPM (kg/f)   | 20,00          | 19,00        | 0,582    | 18,00         | 19,30 | 0,546    |
| VM (m/s)   | 3,60           | 3,80         | 0,553    | 3,80          | 3,65  | 0,510    |
| Força e potência funcional de membros inferiores (s) | 10,60          | 11,01        | 0,734    | 9,64          | 11,03 | 0,031*   |

NOTA: Teste Mann-Whitney (diferença entre postos). Asterisco (\*) indica diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

## Discussão

Consumo via oral total de vitamina D adequado às recomendações nutricionais se apresentou como fator de proteção contra baixa velocidade de marcha. Para aquelas que faziam uso de suplementação em dose igual ou superior à RDA foi observada maior força e potência funcional de membros inferiores. Não foram observadas correlações entre vitamina D sérica e os critérios de funcionalidade investigados. As idosas avaliadas neste estudo apresentaram perfil de sobrepeso e obesidade, adequação de velocidade de marcha e força e potência funcional de membros inferiores, menor prevalência de adequação de força de preensão manual, insuficiência de vitamina D sérica e baixa prevalência de uso de suplementação oral de vitamina D.

A vitamina D apresenta efeitos favoráveis sobre a funcionalidade, em especial nos grupos vulneráveis e com baixas concentrações de vitamina D (GIRGIS et al., 2013; EGGLEESER et al., 2015; WONG; FLICKER, 2015). O déficit deste micronutriente pode comprometer o desenvolvimento da fragilidade por impactar negativamente força e função musculares (HALFON et al., 2015).

Revisões sistemáticas sobre status de vitamina D e força e função musculares em idosos têm reportado associação entre baixos níveis séricos da vitamina com redução de performance física e de força de membros inferiores (GIRGIS, 2014; WONG, FLICKER, 2015; ARIK; ULGER, 2016). Estes resultados são encontrados principalmente quando observados valores séricos de vitamina D iguais ou inferiores à 20ng/ml. No presente estudo não foram observadas associações entre níveis séricos de vitamina D com os critérios de força e funcionalidade avaliados. Contudo, o valor de referência adotado foi de  $\geq 30$ ng/ml (Bouillon, 2017, SBPC/ML & SBEM, 2018). O mesmo valor de referência foi utilizado no estudo longitudinal em que foram comparados homens da comunidade com vitamina D sérica  $< 20$ ng/ml e com 25(OH)D  $\geq 30$ ng/ml. Participantes do grupo de  $\geq 65$  anos e com menores valores séricos de vitamina D apresentaram 1,6 mais chances (95% IC, 1,2–2,3) de terem maior limitação funcional e do que os participantes status sérico de referência ( $\geq 30$ ng/mL), e 2,0 vezes mais risco (95% IC, 1,1–3,5) de desenvolverem limitações funcionais após três anos (SOHL et al., 2013).

A vitamina D apresenta duas fontes: síntese cutânea e ingestão alimentar (MPANDZOU et al., 2016; WINTERMEYER et al, 2016; SBEM, 2017). A porção mais significativa de vitamina D é derivada da síntese cutânea mediante exposição aos raios UVB (BOREL, 2015; MPANDZOU et al., 2016; WINTERMEYER, 2016; Bouillon, 2017; SBEM, 2017).

Neste estudo a síntese endógena de vitamina D das idosas avaliadas pode ser reduzida devido a incidência de raios solares da região pesquisada. Mesmo se situando em um país tropical, a incidência solar da cidade de Curitiba, que é de 1.319 kWh/kWp por ano, pode ser comparada à incidência de Sol de Detroit (1.346 kWh/kWp/ano), nos Estados Unidos e de San Marino (1.329 kWh/kWp/ano), na Itália (SWERA, 2019), cidades caracterizadas pelo céu encoberto e moderada a alta pluviosidade (WEATHER SPARK, 2019).

Outra forma de obtenção de vitamina D é por meio da dieta, contudo, está restrita a uma variedade limitada de alimentos, sendo alcançado cerca de um décimo do aporte dessa vitamina pela alimentação (ARIK; ULGER, 2016). As idosas do presente estudo apresentaram 100% de inadequação do consumo exclusivamente alimentar desta vitamina de acordo com as recomendações de ingestão dietética (IOM, 2011; EFSA, 2017), sendo menor a inadequação quando contabilizado o uso de suplementos de vitamina D (83,9% de inadequação).

Apesar da limitação de estudos que estimem o consumo de vitamina D via oral, estudos de abrangência nacional apontam consumo médio de 116 UI/dia (IC 95%, 2,8-3,1) de vitamina D e taxas de inadequação variando entre 99,0 a 99,9% nos idosos de todas as regiões do país (IBGE, 2011a; FISBERG et al., 2013). Destaca-se que a baixa ingestão média de vitamina D em idosas pré-frágeis verificada no presente estudo foi semelhante aos estudos brasileiros, diferente dos valores encontrados em outros países. Dados do estudo InCHIANTI, realizado com idosos da comunidade, no qual foi investigada a associação entre baixa ingestão de energia e nutrientes e fragilidade apontou o risco aumentado para desenvolvimento de fragilidade associado a baixa ingestão de vitamina D (Odds Ratio = 2,35; 95% IC, 1,48–3,73) (BARTALI et al., 2006).

Por outro lado, no NHANES 2003-2006, observaram consumo usual de  $156 \pm 16$ UI/dia e  $180 \pm 8$ UI/dia de vitamina D de fontes alimentares e ingestão total de  $404 \pm 40$ UI/dia e  $400 \pm 20$ UI/dia, quando considerado o uso de suplementação para mulheres com idade entre 50 e 70 anos e superior a 71 anos, respectivamente (BAILEY et al., 2010). Semelhante ao estudo holandês que avaliou frágeis e pré-frágeis, no qual o consumo alimentar médio encontrado foi de  $184 \pm 120$  UI/dia, com 94% da amostra em inadequação conforme *Estimated Average Requirement* EAR (400UI/dia) (TIELAND et al., 2013).

Em estudo francês realizado com mulheres da comunidade com idade superior a 75 anos, 73,86% (n=1469) apresentaram ingestão inadequada de vitamina D (DUPUY et al., 2013). Enquanto apenas as participantes do estudo Finlandês, de 70 a 80 anos exibiram consumo médio de  $416 \pm 156$ UI/dia apenas de origem alimentar (UUSI-RASI et al., 2015).

O consumo via oral insuficiente de vitamina D pode ser decorrente do hábito alimentar da região onde foi realizado o estudo, onde não é frequente o consumo de alimentos do grupo dos pescados e frutos do mar. Em contrapartida, nesta região há a maior prevalência média e per capita de consumo de laticínios, carnes e ovos (IBGE, 2011a). Os três grupos citados são também fontes importantes de proteína de alto valor biológico, ou seja, fontes contendo todo o espectro de aminoácidos essenciais (BAUER et al., 2013). Diversos grupos de experts têm sugerido dietas ricas em proteína a fim de garantir a conservação da massa muscular, força e funcionalidade em pessoas idosas (BAUER et al., 2013; DEUTZ et al., 2014, RIZZOLI et al., 2014; VOLKERT et al., 2018). Melhores resultados são

verificados na associação entre consumo adequado de proteína e vitamina D (MORLEY et al, 2013; RIZZOLI et al., 2014).

No presente estudo o consumo via oral total adequado em vitamina D se apresentou como fator de proteção contra baixa velocidade de marcha. A velocidade de marcha é um indicador clínico capaz de predizer o risco para declínio da funcionalidade, como também risco para futuras hospitalizações e prognóstico de idosos (STUDENSKI et al., 2003; STUDENSKI et al., 2011).

Até o momento foram encontrados apenas dois estudos observacionais relacionando consumo via oral de vitamina D com massa muscular e funcionalidade em idosos da comunidade. Em concordância com a presente pesquisa, em estudo que avaliou apenas mulheres acima de 75 anos foi observada associação positiva e significativa entre ingestão inadequada de vitamina D e baixa velocidade de marcha (OR=1,33; IC 95%,1,05-1,69) (DUPUY et al., 2013). No segundo, que avaliou idosos frágeis e pré-frágeis, foi observada associação entre ingestão adequada de vitamina D e desempenho físico medido pelo *Short Physical Performance Battery* (SPPB) ( $\beta=0,180$ ,  $p=0,038$ ), e também com o teste de velocidade de marcha, quando avaliado separadamente ( $\beta=-0,160$ ,  $p=0,041$ ) (TIELAND et al., 2013).

Diferente deste estudo, as investigações relacionadas aos efeitos vitamina D via oral sobre funcionalidade foram realizadas em forma de intervenção com uso de suplementação (GRADY et al., 1991; KENNY et al., 2003; SATO et al., 2005; BUNOUT et al., 2006; PFEIFER et al., 2009; ZHU et al., 2010; LAGARI et al., 2013; UUSI-RASI et al., 2015; ENGLUND et al., 2017; LEVIS; GÓMES-MARÍN, 2017; EL HAJJ et al. 2018).

Dentre os estudos que investigaram a velocidade de marcha como desfecho (KENNY et al., 2003; BUNOUT et al., 2006; LAGARI et al., 2013; UUSI-RASI et al., 2015), somente um observou relação entre melhor desempenho no teste de velocidade de marcha (idosos > 70 anos, com limitações físicas e vitamina D sérica  $\leq 16$  ng/ml) e suplementação com vitamina D (400 UI de vitamina D3/dia durante 9 meses). A adequação do consumo via oral total, independentemente de origem alimentar ou de suplementação, se apresentou como um fator de proteção contra baixa velocidade de marcha (BUNOUT et al., 2006).

O uso de suplementação de vitamina D em dose igual ou superior à RDA também apresentou relação com melhores resultados de força e potência de membros inferiores nas idosas pré-frágeis. Embora a perda de força das

extremidades inferiores aumente o risco de incapacidade e imobilidade (BRADY et al., 2014; LARSSON et al., 2019), a perda de potência muscular é importante por relacionar-se com diversas atividades de vida diária é exigido maior uso de potência do que de força (BRADY et al., 2014).

Em estudos que avaliaram força de membros inferiores em idosos suplementados com vitamina D (GRADY et al., 1991; KENNY et al., 2003; BUNOUT et al., 2006; PFEIFER et al., 2009; ZHU et al., 2010; LAGARI et al., 2013; UUSI-RASI et al., 2015; ENGLUND et al., 2017) resultados favoráveis foram demonstrados em apenas dois ensaios (PFEIFER et al., 2009; ZHU et al., 2010). Apesar de ambos utilizarem diferentes referências para classificação de vitamina D sérica, as intervenções foram direcionadas à indivíduos insuficientes e contaram com doses de 400UI/dia e 1.000UI/dia de vitamina D durante o período de 12 meses.

Assim como no presente estudo não houve relação entre consumo via oral total ou uso de suplementação de vitamina D com força de membros superiores, em ensaios que avaliaram este critério também não foram encontradas associações neste sentido (GRADY et al., 1991; KENNY et al., 2003; BUNOUT et al., 2006; GLENDENNING et al., 2012; LEVIS; GÓMES-MARÍN, 2017; EL HAJJ et al. 2018).

Em relação à velocidade de marcha e força e potência funcional de membros inferiores ainda faltam evidências que sustentem a ação da vitamina D sobre esses critérios. Os principais achados têm sido relacionados com a melhora do equilíbrio (BUNOUT et al., 2006; PFEIFER et al., 2009) e prevenção de quedas (SATO et al., 2005; PFEIFER et al., 2009; UUSI-RASI et al., 2015). Por outro lado, é possível ressaltar que as fontes alimentares responsáveis por fornecerem vitamina D são também fontes de proteína de alto valor biológico, fator que pode ter contribuído para associação com melhores desfechos de força e funcionalidade encontrados.

Neste estudo, a falta de avaliação do equilíbrio e prevalência de quedas da amostra em questão podem limitar a avaliação dos resultados. Contudo o presente estudo destaca-se por ser o primeiro a avaliar o consumo via oral de vitamina D em idosas pré-frágeis, relacionando com critérios de funcionalidade. Além de considerar o uso de suplementação por parte de algumas participantes, o estudo contou com metodologia específica para avaliação de consumo usual e utilizou a referência mais atualizada para avaliar os níveis séricos da vitamina D.

## Conclusão

Foi verificada grande prevalência de insuficiência de vitamina D sérica e baixa adequação do consumo de vitamina D via oral nas idosas pré-frágeis avaliadas. Houve relação entre força e funcionalidade de membros inferiores com consumo via oral de vitamina D, mas não relacionada ao status sérico dessa vitamina. Diante da dificuldade em avaliar o papel isolado da vitamina D, é reforçada a necessidade de elaboração de pesquisas futuras que busquem estabelecer com maior clareza o efeito desse micronutriente sobre força e funcionalidade de idosos.

## Referências

ARIK, G.; ULGER, Z. Vitamin D in sarcopenia: Understanding its role in pathogenesis, prevention and treatment. **European Geriatric Medicine**, v. 7, n. 3, p. 207-213, 2016.

BAILEY, R. L.; DODD, K. W.; GOLDMAN, J. A. et al. Estimation of total usual calcium and vitamin D intakes in the United States. **The Journal of nutrition**, Bethesda, v. 140, n. 4, p. 817-822, Apr. 2010.

BARTALI, B.; FRONGILLO, E. A.; BANDINELLI, S.; LAURETANI, F.; SEMBA, R. D.; FRIED, L. P.; FERRUCCI, L. Low nutrient intake is an essential component of frailty in older persons. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, Ithaca, v. 61, n. 6, p. 589–593, Jun. 2006.

BAUER, J.; et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE study group. **Journal of the American Medical Directors Association**, Oldenburg, v. 14, p. 542-559, 2013.

BOHANNON, R., W. Are hand-grip and knee extension strength reflective of a common construct? *Percept Mot Skills*, v.114, p. 514-518, 2012.

BOREL, P; CAILLAUD, D.; CANO, N J. Vitamin D bioavailability: State of the art. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, v. 55, p. 1193-1205, 2015.

BOUILLON, R. Comparative analysis of nutritional guidelines for vitamin D. **Nature Reviews Endocrinology**. Leuven, v. 13, n. 8, p.466-479, Apr. 2017.

BRADY, A.O.; STRAIGHT, C.R.; EVANS, E.M. Body composition, muscle capacity and physical function in older adults: an integrated conceptual model. **J AgingPhysAct**, v. 22, p. 441-52, 2014.

BRUYÈRE, O.; CAVALIER E.; BUCKINX, F.; REGINSTER, J. Y. Relevance of vitamin D in the pathogenesis and therapy of frailty. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, Liege, v. 20, n.1, p. 26-29, Jan. 2017.

BUNOUT D. et al. Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. **Experimental Gerontology**, Santiago, v. 41, n 8, p 746-52. Aug. 2006.

CASTRO, M. A.; MARCHIONI, D. M. L.; FISBERG, R. M. **Manual de críticas de inquéritos alimentares**. Grupo de Pesquisa de Avaliação de Consumo Alimentar – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

CEGLIA, L. Vitamin D and its role in skeletal muscle. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, Boston, v. 12, n. 6, p. 628-633, Nov. 2009.

COLLARD, R. M. et al. Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: a systematic review. **Journal of the American Geriatrics Society**, Nijmegen, v. 60, n. 8, p. 1487-1492, 2012.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, Madrid, v. 39, n. 4, p.412-423, Apr. 2010.

DAWSON, A.; DENNISON E. Measuring the musculoskeletal aging phenotype. **Maturitas**, Wellington, v. 93, p. 13-17, May. 2016.

DENT, E. et al. The asia-pacific clinical practice guidelines for the management of frailty. **Journal of the American Medical Directors Association**, Brisbane, v.18, n. 7, p. 564-575, 2017.

DEUTZ NE, BAUER JM, BARAZZONI R, BIOLO G, BOIRIE Y, BOSY-WESTPHAL A, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr* 2014;33(6): 929e36.

DUPUY, C.; LAUWERS-CANCES, V.; ABELLAN VAN KAN, G.; GILLETTE, S.; SCHOTT, A. M.; et al. Dietary vitamin d intake and muscle mass in older women. Results from a cross-sectional analysis of the EPIDOS study. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, Toulouse, v. 17, n. 2, p. 119-124, Feb. 2013.

EFSA. European Food Safety Authority. **Dietary Reference Values for nutrients Summary report**. EFSA supporting publication, Parma, Italy. Dec. 2017.

EGLSEER, D.; POGLITSCH, R.; ROLLER-WIRNSBERGER, R. E. Z. Muscle power and nutrition. **Gerontologie und Geriatrie**, Graz, v. 49, n. 2, p. 115-119, Feb. 2015.

EL HAJJ, C.; FARES, S.; CHARDIGNY, J. M. et al. Vitamin D supplementation and muscle strength in pre-sarcopenic elderly Lebanese people: a randomized controlled trial. **Archives of Osteoporosis**, Beirut, v. 14, n.4, Dec. 2018.

ENGLUND, D. A. et al. Nutritional Supplementation With Physical Activity Improves Muscle Composition in Mobility-Limited Older Adults, The VIVE2 Study: A

Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Boston, v. 73, n. 1, p. 95-101. Dec. 2017.

FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L.; DE CASTRO, M. A. et al. Ingestão inadequada de nutrientes na população de idosos do Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 222s-230s, Feb. 2013.

FISBERG, R. M.; SALTER, B.; MARCHIONI, D. M. L.; MARTINI, L. A. **Inquéritos alimentares: métodos e bases científicas**. Barueri: Manole, 2005.

FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **Journals of Gerontology Series a Biological Sciences and Medical Sciences**, Maryland, v. 56, n. 3, p. 146-156, Mar. 2001.

GIRGIS C. M. et al. the roles of vitamin d in skeletal muscle: form, function, and metabolism – Review. **Endocrine Reviews**, Sydney, v. 34. n. 1, p.: 33–83. Feb. 2013.

GIRGIS C. M. Vitamin D and muscle function in the elderly: the elixir of youth? **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**, Sydney. v. 17. n. 6, p.: 546–550. Nov. 2014.

GLENDENNING, P. et al. Effects of Three-Monthly Oral 150,000 IU Cholecalciferol Supplementation on Falls, Mobility, and Muscle Strength in Older Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Bone and Mineral Research**, Perth, v. 27, n. 1, p. 170-176, Jan. 2012.

GRADY, D. et al. 1,25-Dihydroxyvitamin D3 and Muscle Strength in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, San Francisco, v. 73, n. 5, p. 1111-1117, Nov. 1991.

HALFON, M., PHAN, O., TETA D. Vitamin D: a review on its effects on muscle strength, the risk of fall, and frailty - Review article. **BioMed Research International**, Lausanne, v. 2015, p. 1-11, 2015.

HAUBROCK, J. et al. Estimating usual food intake distributions by using the multiple source method in the EPIC-Potsdam Calibration Study. **The Journal of Nutrition**. Nuthetal, v. 141, n. 5, p. 914-920, May, 2011.

HOLICK, M. F. et al. Clinical practice guideline: evaluation, treatment and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Boston, v. 96, n. 7, p. 1911-1930, Jul. 2011.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**. Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011a.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**. Tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil [Internet]. Rio de Janeiro, RJ. 2011b.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**. Tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil. [Internet]. Rio de Janeiro, RJ. 2011c.

IOM. Institute of Medicine. **DRI's: Dietary Reference Intakes for calcium and vitamin D**. Nacional Academy Press, Washington, D.C. 2011.

JEEJEEBHOY, K. N. Malnutrition, fatigue, frailty, vulnerability, sarcopenia and cachexia: overlap of clinical features. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, Toronto, v. 15, n. 3, p. 213-219, May. 2012.

KENNY, A. M. et al. Effects of vitamin D supplementation on strength, physical function, and health perception in older, community-dwelling men. **Journal of the American Geriatrics Society**, Connecticut, v. 51, n. 12, p. 1762-1767. Dec. 2003.

LAGARI, V.; GÓMEZ-MARÍN, O.; LEVIS, S. The role of vitamin D in improving physical performance in the elderly. **Journal of Bone and Mineral Research**, Miami, v. 28, n. 10, p. 2194-2210. Apr. 2013.

LANDI, F. et al. Nutritional intervention in sarcopenia: report from the international conference on frailty and sarcopenia research task force. **The Journal of Frailty & Aging**, Rome, v. 7, n. 4, p. 247-252, Sep. 2018.

LARSSON, L.; DEGENS, H.; LI, M.; SALVIATI, L.; LEE, Y. I.; THOMPSON, W.; KIRKLAND, J. L.; SANDRI M. Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function. **Physiological Reviews**, Stockholm, v.99, n.1, p. 427-511, Jan. 2019.

LEVIS, S.; GÓMEZ-MARÍN, O. Vitamin D and Physical Function in Sedentary Older Men. **Journal of the American Geriatrics Society**, Miami, v. 65, n. 2, p. 323-331, Feb, 2017.

LEBRÃO, M. L.; DUARTE, Y. A. O. Saúde, Bem-Estar e Envelhecimento: o projeto sabe no município de São Paulo: uma abordagem inicial. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Brasília, 2003.

MORLEY, J. E. et al. Frailty consensus: a call to action. **Journal of the American Medical Directors Association**, Saint Louis, v. 14, n. 6, p.392-397, Jun. 2013.

MPANDZOU G. et al. Vitamin D deficiency and its role in neurological conditions: A review. **Revue neurologique**, Rabat, v. 15, p. 109-122, Feb. 2016.

PFEIFER, M. et al. Effects of a long-term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. **Osteoporosis International**. Bad Pyrmont, v. 20, n. 2, p. 315-22, Feb. 2009.

PINHEIRO, A. B. V.; LACERDA, E. M. A.; BENZECRY, E. H. GOMES, M. C. S.; COSTA, V. M. **Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras**. São Paulo: Atheneu, 2004.

RIZZOLI R, STEVENSON JC, BAUER JM, VAN LOON LJ, WALRAND S, KANIS JA, et al. The role of dietary protein and vitamin D in maintaining musculoskeletal health in postmenopausal women: a consensus statement from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Maturitas* 2014;79(1):122e32

SATO, Y. et al. Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. **Cerebrovascular Diseases**, Iizuka, v. 20, n. 3, p. 187-92, Jul. 2005.

SBPC/ML & SBEM. Consensus – reference ranges of vitamin D [25(OH)D] from the Brazilian medical societies. Brazilian Society of Clinical Pathology/Laboratory Medicine (SBPC/ML) and Brazilian Society of Endocrinology and Metabolism (SBEM). **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 53, n. 6, p. 377-381, Dec. 2017.

SBPC/ML & SBEM. Posicionamento Oficial da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial e da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia – Intervalos de referência da Vitamina D - 25(OH)D – Atualização 2018. **Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML) e Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM)**, p. 1-8, 2018. Disponível em: <<http://bibliotecasbpc.org.br/pags/pgBoxAcervo.php?ID=1763>>. Acesso em: 01/09/2018.

SIRIWARDHANA, D. D. et al. Prevalence of frailty and prefrailty among community-dwelling older adults in low-income and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. **British Medical Journal**, London, v.8, p.1-17, Mar. 2018.

SOHL, E.; VAN SCHOOR, N. M.; DE JONGH, R. T. et al. Vitamin D status is associated with functional limitations and functional decline in older individuals. **J The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**. Amsterdam, v. 98, n. 9, p. 1483-1490, Sep. 2013.

SPOSITO, L. A. C. et al. Experiência de treinamento com Nintendo Wii sobre a funcionalidade, equilíbrio e qualidade de vida de idosas. **Motriz**, Rio Claro, v. 19, n. 2, p.532-540, 2013.

STUDENSKI, S.; PERERA, S.; PATEL, K.; MD, M. P. H.; et al. Gait speed and survival in older adults. **JAMA**, v. 305, n. 1, p. 50–58, 2011.

STUDENSKI, S.; PERERA, S.; WALLACE, D., et al. Physical performance measures in the clinical setting. **J Am Geriatr Soc**, v. 51, p. 314-322, 2003.

SWERA. **Global Solar Atlas**. Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA). United States Department of Energy and NREL, feb. 2019. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/>>

Thompson, F. E. et al. The National Cancer Institute's Dietary Assessment Primer: a resource for diet research. **Journal of the academy of Nutrition and dietetics**. Bethesda, v. 115, n. 12, p. 1986-1995, Dec 2015.

TIELAND, M.; BROUWER-BROLSMA, E. M.; NIENABER-ROUSSEAU, C. et al. Low vitamin D status is associated with reduced muscle mass and impaired physical performance in frail elderly people. **European Journal of Clinical Nutrition**, Wageningen, v. 67, n. 10, p. 1050–1055, Oct. 2013.

UUSI-RASI, K. et al. Exercise and Vitamin D in Fall Prevention Among Older Women: a Randomized Clinical Trial. **JAMA Internal Medicine**. Tampere, v. 175, n. 5, p. 703-711, May. 2015.

VOJCIECHOWSKI, A.S.; BIESEK, S.; MELO FILHO, J.; RABITO, E.I.; DO AMARAL, M.P.; GOMES, A.R.S. Effects of physical training with the Nintendo Wii Fit Plus((R)) and protein supplementation on musculoskeletal function and the risk of falls in pre-frail older women: Protocol for a randomized controlled clinical trial (theWiiProtein study). **Maturitas** 2018, 111, 53–60.

VOLKERT D. et al. ESPEN guideline on clinical nutrition and hydration in geriatrics - Article in press. **Clinical Nutrition**, Nuremberg, p. 1-38, Jun. 2018.

WEATHER SPARK. **The Typical Weather Anywhere on Earth**. Cedar Lake Ventures, Inc. United States, Feb. 2019. Disponível em: <<https://weatherspark.com/>>

WIMALAWANSA, S. J. Non-musculoskeletal benefits of vitamin D. **Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology**, Trenton, v. 175, p. 60-81, 2018.

WINTERMEYER, E. et al. Crucial role of vitamin D in the musculoskeletal system. Review. **Nutrients**, Tübingen, v. 8, n. 6, p. 319, Jun. 2016.

WONG, Y. E.; FLICKER, L. Hypovitaminosis D and frailty: epiphenomenon or causal? Review article. **Maturitas**, Crawley, v. 82, n. 4, p. 328-35, Dec. 2015.

ZHU, K. et al. A Randomized Controlled Trial of the Effects of Vitamin D on Muscle Strength and Mobility in Older Women with Vitamin D Insufficiency. **Journal of the American Geriatrics Society**, Perth, v. 58, n. 11, p. 2063-2068, Nov. 2010.

ZHOU, J.; HUANG, P.; LIU, P.; HAO, Q.; CHEN, S.; DONG, B.; WANG, J. Association of vitamin D deficiency and frailty: A systematic review and meta-analysis. **Maturitas**, Chengdu, v. 94, p. 70-76, Sep. 2016.