

**Universidade de São Paulo**  
**Faculdade de Saúde Pública**

**Relação entre determinantes do estilo de vida e hábito  
de exposição solar no estado nutricional de crianças  
portuguesas**

**Elizabete Alexandre dos Santos**

**Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação  
em Nutrição em Saúde Pública da Universidade de  
São Paulo para obtenção do título de Doutor em  
Ciências.**

**Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública**  
**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Assoc. Lígia Araújo Martini  
Cavalheiro**  
**Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Cristina Maria  
Proença Padez**

**São Paulo**

**2023**

**Relação entre determinantes do estilo de vida e hábito de  
exposição solar no estado nutricional de crianças  
portuguesas**

**Elizabete Alexandre dos Santos**

**Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação  
em Nutrição em Saúde Pública da Universidade de  
São Paulo para obtenção do título de Doutor em  
Ciências.**

**Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Assoc. Lígia Araújo Martini  
Cavalheiro  
Co-Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dra. Cristina Maria  
Proença Padez**

**Versão revisada  
São Paulo  
2023**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)  
Bibliotecária da FSP/USP: Maria do Carmo Alvarez - CRB-8/4359

Alexandre dos Santos, Elizabete  
Relação entre determinantes do estilo de vida e hábito  
de exposição solar no estado nutricional de crianças  
portuguesas / Elizabete Alexandre dos Santos; orientadora  
Lígia Araújo Martini Cavalheiro; coorientadora Cristina  
Maria Proença Padez. -- São Paulo, 2023.  
194 p.

Tese (Doutorado) -- Faculdade de Saúde Pública da  
Universidade de São Paulo, 2023.

1. Tempo de exposição solar. 2. Obesidade infantil . 3.  
Estilo de vida em crianças. 4. Padrões alimentares. I.  
Araújo Martini Cavalheiro, Lígia , orient. II. Maria Proença  
Padez, Cristina , coorient. III. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, sob os processos 88887.483176/2020-00 (Bolsa de Doutorado – Programa de Excelência Acadêmica - PROEX) e 88887.694597/2022-00 (Programa de Internacionalização – PrInt/ Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior – PDSE).

*Ao longo dos meus 35 anos a minha mãe, Izabel, é a pessoa que sempre esteve presente na minha vida em todos os momentos, com seu amor, carinho, ensinamentos e conselhos livres de julgamentos. É minha mãe e minha melhor amiga também...*

*Sempre muito compreensiva, minha confidente, minha conselheira. É a pessoa que eu sei que posso contar sempre, independente das circunstâncias e que eu sei que sempre estará comigo aonde quer que estejamos...*

*Minha mãe sempre me ensina a parar, refletir, me acalmar, a fazer "uma coisa de cada vez"... Me incentiva a correr atrás dos meus sonhos e a viver minha vida independente das circunstâncias.*

*Uma dedicatória é muito pouco comparada a tudo que essa mulher forte e guerreira já fez por mim e muito pouco também para expressar a gratidão e o amor que eu sinto... Mas, isso precisava ficar registrado e eternizado... Te amo muito mãe!*

## AGRADECIMENTOS

Esta tese é fruto de um período intenso, de muito trabalho, de momentos desafiadores e de muita gratidão. Eu venho de uma família, cuja história reflete diversos momentos em que as oportunidades de estudo muitas vezes foram negadas. Não é à toa que eu sou (por enquanto) a única de uma família imensa, a concluir um Doutorado e ainda na USP! Como mulher negra, filha de pais que estudaram somente até a quarta série, eu tenho muito orgulho da minha trajetória acadêmica e profissional e de tudo que conquistei até este momento. Tenho muito orgulho também dos meus ancestrais, os quais tiveram que passar por inúmeras dificuldades e que abriram os caminhos para que eu chegasse até aqui. Muito obrigada!

Agradeço muito à Deus, meu alicerce, por me dar a fé e a força necessária nos momentos difíceis e à todas as pessoas e instituições que contribuíram de alguma forma para que esse trabalho fosse concluído.

À minha orientadora Lígia Martini, a qual serei eternamente grata por ter me recebido e me acolhido em seu grupo de pesquisa, quando nem mesmo me conhecia pessoalmente. Desde o início me considero muito sortuda, por ter encontrado uma orientadora tão acolhedora, paciente e compreensiva. Ao longo desses anos entre mestrado e doutorado, tive oportunidade de aprender muito com suas críticas construtivas e principalmente pelo seu exemplo, que contribuíram muito para o meu crescimento (pessoal e profissional) neste período. Agradeço imensamente ainda por ter me aberto as portas para a Universidade de Coimbra e intermediado o contato com minha co-orientadora no exterior! Muito obrigada por tudo Li!

À minha querida co-orientadora Cristina Padez, coordenadora do Centro de Investigação em Antropologia e Saúde (CIAS) da Universidade de Coimbra, que desde o início do meu doutorado sempre foi muito receptiva nas nossas conversas via e-mail e/ou por vídeo e que durante o meu doutorado sanduíche me recebeu no seu grupo de pesquisa com extremo carinho, gentileza e atenção. Um grande exemplo de pessoa e pesquisadora. Agradeço imensamente por todos os ensinamentos, por compartilhar tanto conhecimento, pela disponibilidade e pela confiança em permitir a utilização dos dados do seu projeto para esta tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Código de Financiamento 001) pelo auxílio financeiro, que foi essencial para realização deste trabalho.

À minha família, o bem mais precioso na minha vida, minha base, sempre me apoiando em todos os momentos. Ao meu pai, por tantos anos de luta e de trabalho para proporcionar às suas filhas o estudo que ele não teve, pelo apoio e por me incentivar sempre a estudar e a correr atrás dos meus objetivos e alcançar aquilo que ele não pôde. Às minhas irmãs Luciana e Lucilene, minhas amigas, por toda a ajuda que dispensam a mim, de diversas formas, por me incentivarem, por colocarem meus pés no chão e por serem meu exemplo de dedicação.

À minha grande amiga Talita Rosa, companheira de lutas, de danças desestressantes e que compartilha comigo as alegrias da vida acadêmica desde quando iniciamos o mestrado juntas na USP. Amiga para todas as horas e que evoluiu pessoal e profissionalmente junto comigo ao longo de todos esses anos de amizade. Foi maravilhoso ter alguém junto comigo, passando pelas mesmas coisas que eu durante esses anos.

À Elizabeth Mendes, amiga-irmã, agradeço muito pela amizade, risadas, apoio e encorajamento, ouvindo meus desabafos e acreditando em mim naqueles momentos em que nem eu mesma acreditava.

Às minhas amigas Lilian Lopes e Mariana Valim, por todo carinho, pelos passeios para distrair a mente, pelas conversas, desabafos e por sempre externarem orgulho pela minha trajetória e me incentivarem sempre.

Ao meu amigo Gilvo Vicente, grande amigo que fiz durante o doutorado e que compartilhou comigo as loucuras das aulas de epidemiologia e estatística, agradeço pelo apoio e pelas risadas no bandeirão & cia, que me davam dor de barriga de tanto rir.

Aos meus amigos Ana Carolina Lavio Rocha, Iolanda Mota, Salete Pereira, Danilo Henrique, Keila Santos, Juliana Pereira, Renata Habiro, que estiveram comigo ao longo desses quatro anos, me apoiando na vida, nos meus projetos pessoais e profissionais, me distraindo com longas conversas, pelos passeios e por estarem sempre por perto, mesmo que nem sempre fisicamente.

À Daniela Rodrigues do CIAS, que se tornou uma grande amiga e que, desde nossas conversas via e-mail e depois pessoalmente, sempre foi muito atenciosa, me auxiliou durante toda a escrita da minha tese e foi fundamental para o resultado final deste trabalho.

À todos dos CIAS, que participaram da coleta dos dados utilizados aqui e que gentilmente fizeram suas contribuições nos estudos realizados.

Às alunas da Prof<sup>a</sup> Lígia, Natasha França, Kelly Giudice (minha co-orientadora durante o mestrado), Marcela Menah, Mariana de Pádua e Barbara Peters por todos os momentos de reuniões e risadas que compartilhamos na sala da Lígia, pelos almoços e por dividirem comigo tantos conhecimentos diferentes e contribuírem com a minha vontade de ser uma pesquisadora melhor a cada dia. Saudades de vocês!

Aos amigos que fiz durante o doutorado sanduíche, Tomíris Barcelos, Daniele Lima, Lorena Schettino, Samir Bichara, Lilian Walker, Débora Oliveira e Vitor Pitz. Essas pessoas estiveram comigo literalmente desde o início, foram essenciais nos meses que se passaram e se tornaram amigos que quero levar para a vida. Agradeço pelas risadas, pelo apoio nos momentos difíceis e por compartilharem comigo as alegrias e os desafios de morar em outro país. Saudades imensas dessa malta reunida!

À nutricionista Mieke Banneel pelo convite e a toda equipe do Zee Preventorium em De Haan na Bélgica, que me receberam de forma muito acolhedora e prepararam dois dias intensos de visita em que pude conhecer um novo olhar para o tratamento da obesidade infantil.

À Universidade de São Paulo e a Faculdade de Saúde Pública que nesses 8 anos de trajetória, me acolheram e tornaram aquele meu sonho antigo do Ensino Médio, de estudar na USP, realidade. Vou sentir muita falta de andar pelos corredores da Universidade, da biblioteca e de caminhar por todos os seus espaços e apresentar com orgulho minha carteirinha da USP. Deixo aqui também o meu agradecimento aos funcionários da FSP, em especial à Alessandra e à Cidinha, da secretaria de Pós- Graduação, sempre muito atenciosas, pacientes e solícitas.

À Universidade de Coimbra, que me recebeu de braços abertos, fez eu me sentir em casa, permitiu que eu realizasse o sonho de fazer o meu doutorado sanduíche e me deixou encantada com seus lugares mágicos em uma cidade tão linda e acolhedora! Faltam palavras para expressar minha gratidão por ter podido viver tantas coisas incríveis!



*“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça”.*

*Isaías 41:10*

## RESUMO

Santos EA. **Relação entre determinantes do estilo de vida e hábito de exposição solar no estado nutricional de crianças portuguesas.** [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2023.

**Introdução:** Diante da alta prevalência de obesidade infantil, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas sobre intervenções que sejam econômicas e acessíveis. Assim, sugere-se que uma dessas intervenções possa ser a exposição segura à luz solar ou radiação ultravioleta (UVR), tendo em vista que a exposição solar parece ter um importante efeito indireto contra o desenvolvimento da obesidade por meio da síntese de vitamina D. **Objetivo:** Investigar as relações entre o tempo de exposição solar, os hábitos de vida e a presença de excesso de peso em crianças portuguesas. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal realizado com crianças de ambos os sexos participantes do projeto *“Inequalities in childhood obesity: the impact of the socioeconomic crisis in Portugal from 2009 to 2015”*. Entre 2016 e 2017 foram coletados dados nas cidades de Coimbra (n = 2980), Lisboa (n = 3066) e Porto (n = 2426). No presente estudo, foram utilizados apenas os dados coletados de crianças entre 3 e 11 anos que tinham informações sobre o tempo de exposição solar (TES). Também foram coletadas informações sobre tempo de tela, tempo destinado às brincadeiras ativas e à prática de atividade física, consumo alimentar e nível socioeconômico (NSE), por meio de questionários padronizados. Profissionais treinados realizaram medidas de circunferência da cintura, dobras cutâneas e de peso e estatura, obtendo-se o Índice de Massa Corporal (IMC) para classificação do estado nutricional de acordo com os pontos de corte estabelecidos pela *International Obesity Task Force – IOTF*. Foram realizados testes de diferenças entre as médias (Mann-Whitney-Wilcoxon/Ranksum e Kruskal-Wallis), Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis*) e análises de regressão linear múltipla. **Resultados:** Foram analisadas 4.755 crianças com média de idade de 7,11 ± 1,91 anos, 58,14% do sexo feminino (n = 2.384). Dentre os avaliados, 6,01% foram classificados com baixo peso, 72,09% como eutróficos, 16,50% com sobrepeso e 5,38% com obesidade, sem diferença significativa no TES (média de 210 ± 45 minutos por dia) de acordo com o estado nutricional ou sexo. Além de estar associado com o maior NSE (p < 0,001), o TES apresentou associação negativa com o IMC ( $\beta = -0,09, 95\% \text{ IC: } -0,18; -0,003; p = 0,042$ ), com a % de

gordura corporal ( $\beta = - 0,31$ , 95%; IC: - 0,54; - 0,07;  $p = 0,010$ ) e com o tempo no computador ( $\beta = - 0,08$ , 95% IC: - 0,12; - 0,05;  $p < 0,0001$ ); e associação positiva com o tempo destinado às brincadeiras ativas ( $\beta = 0,22$ , 95% IC: 0,17; 0,27;  $p < 0,0001$ ) e prática de atividade física ( $\beta = 10,01$ , 95% IC: 4,52; 15,20;  $p < 0,0001$ ). O padrão alimentar '*Fast food*' foi o único que apresentou associação negativa com o TES em todos os NSE ( $p = 0,002$ ;  $p < 0,001$ ;  $p < 0,001$  nos NSE baixo, médio e alto, respectivamente). **Conclusões:** Os resultados reforçam a necessidade de orientações futuras sobre o tempo ideal de exposição solar, principalmente em crianças, que são um grupo de risco para deficiência de vitamina D.

**Palavras-chave:** exposição solar, crianças, obesidade infantil, hábitos de vida, padrões alimentares.

## ABSTRACT

Santos EA. **Relationship between lifestyle determinants and sun exposure habits on the nutritional status of Portuguese children.** [Nutrition in Public Health Thesis]. São Paulo: Public Health School of São Paulo University; 2023.

**Background:** In view of the high prevalence of childhood obesity, it is necessary to develop research on interventions that are affordable and accessible. Thus, it is suggested that one of these interventions may be safe exposure to sunlight or ultraviolet radiation (UVR), given that sun exposure seems to have an important indirect effect against the development of obesity through vitamin D synthesis. **Aim:** To investigate the relationships among sun exposure time, lifestyle habits and the presence of overweight in Portuguese children. **Methods:** This is a cross-sectional study carried out with children of both sexes participants of the project “*Inequalities in childhood obesity: the impact of the socioeconomic crisis in Portugal from 2009 to 2015*”. Between 2016 and 2017, data were collected in the cities of Coimbra (n = 2980), Lisbon (n = 3066) and Porto (n = 2426). In the present study, only the data collected from children between 3 and 11 years old who had information about sun exposure time (SET) were used. Information was also collected about screen time, time devoted to active play and physical activity, food consumption and socioeconomic status (SES), through standardized questionnaires. Trained professionals performed measurements of waist circumference, skinfolds and weight and height, obtaining the Body Mass Index (BMI) for classifying the nutritional status according to the cutoff points established by the *International Obesity Task Force – IOTF*. Difference tests were performed between the means (Mann-Whitney-Wilcoxon/Ranksum e Kruskal-Wallis), Principal Component Analysis (PCA) and multiple linear regression analysis. **Results:** A total of 4,755 children with a mean age of  $7.11 \pm 1.91$  years, 58.14% female (n = 2,384) were analyzed. Among those assessed, 6.01% were classified as underweight, 72.09% as normal weight, 16.50% with overweight and 5.38% with obesity, with no significant difference in SET (mean  $210 \pm 45$  minutes per day) according to nutritional status or sex. In addition to being associated with the highest SES ( $p < 0.001$ ), SET was negatively associated with BMI ( $\beta = -0.09$ , 95% CI: -0.18; -0.003;  $p = 0.042$ ), with the body fat percentage ( $\beta = -0.31$ , 95% CI: -0.54; -0.07;  $p = 0.010$ ) and time on computer ( $\beta = -0.08$ , 95% CI: -0.12; -0.05;  $p < 0.0001$ ); and was positively associated with the time devoted

to active play ( $\beta = 0.22$ , 95% CI: 0.17; 0.27;  $p < 0.0001$ ) and physical activity practice ( $\beta = 10.01$ , 95% CI : 4.52; 15.20;  $p < 0.0001$ ). The 'Fast food' eating pattern was the only one that showed a negative association with SET in all SES ( $p = 0.002$ ;  $p < 0.001$ ;  $p < 0.001$  in low, medium and high SES, respectively). **Conclusion:** The results reinforce the need for future guidelines on the ideal time for sun exposure time, especially in children, who are a risk group for vitamin D deficiency.

**Keywords:** sun exposure, children, childhood obesity, life habits, eating patterns.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO DA TESE</b> .....	22
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	23
1.1 EXCESSO DE PESO NA INFÂNCIA E ESTILO DE VIDA.....	23
1.1.1 Definição e Epidemiologia da Obesidade Infantil.....	23
1.1.2 Determinantes da Obesidade Infantil.....	24
1.1.3 Causas e Consequências da Obesidade Infantil.....	25
1.1.4 Intervenções para o Tratamento da Obesidade Infantil.....	27
1.2 INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO SOLAR NO EXCESSO DE PESO.....	29
1.2.1 Exposição Solar e Vitamina D.....	29
1.2.2 Ingestão de Vitamina D.....	35
1.2.3 Vitamina D e Obesidade.....	36
1.3 A CRISE ECONÔMICA EM PORTUGAL.....	40
1.4 JUSTIFICATIVA.....	41
1.5 HIPÓTESES DO ESTUDO.....	42
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	43
2.1 OBJETIVO GERAL.....	43
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	43
<b>3. MÉTODOS</b> .....	44
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	44
3.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	44
3.3 ASPECTOS ÉTICOS.....	44
3.4 LOCAL E POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	45
3.5 FORMAÇÃO DA AMOSTRA E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	45
3.5.1 Formação das amostras populacionais.....	45
3.5.2 Critérios de inclusão e exclusão.....	46
3.6 VARIÁVEIS DO ESTUDO E INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	47
3.6.1 Tempo de exposição solar (TES).....	47
3.6.2 Tempo de tela e brincadeiras ativas ao ar livre.....	47
3.6.3 Tempo destinado à prática de atividade física.....	48
3.6.4 Consumo alimentar e uso de suplementos.....	48
3.6.5 Nível socioeconômico (NSE).....	49

3.6.6 Variáveis Antropométricas e seus Métodos de Mensuração.....	49
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	53
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>55</b>
4.1 ARTIGO 1: <i>Influence of vitamin D intake on the Body Mass Index of children and adolescents: A Systematic Review</i> .....	56
4.2 ARTIGO 2: <i>Is more prolonged sun exposure associated with healthier life habits and obesity indicators in Portuguese children?</i> .....	83
4.3 ARTIGO 3: <i>Are sun exposure time, dietary patterns and vitamin D intake related to socioeconomic status of Portuguese children?</i> .....	119
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>146</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>148</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>160</b>
ANEXO I: AUTORIZAÇÃO – USO DE FIGURA.....	161
ANEXO II: AUTORIZAÇÃO DO PROJETO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA COMISSÃO NACIONAL DE PROTEÇÃO DE DADOS – PORTUGAL.....	167
ANEXO III: TERMO DE CONSENTIMENTO.....	170
ANEXO IV: CARTA DE ANUÊNCIA – UTILIZAÇÃO DE DADOS SECUNDÁRIOS	173
ANEXO V: INQUÉRITO.....	174
ANEXO VI: PONTOS DE CORTE IOTF – SEXO MASCULINO E FEMININO.....	181
ANEXO VII: COMPROVANTE DE SUBMISSÃO ARTIGO 1.....	187
ANEXO VIII: COMPROVANTE DE SUBMISSÃO ARTIGO 2.....	188
<b>CURRÍCULO LATTES.....</b>	<b>191</b>
CURRÍCULO LATTES: ELIZABETE ALEXANDRE DOS SANTOS.....	192
CURRÍCULO LATTES: LÍGIA ARAÚJO MARTINI CAVALHEIRO.....	193
CURRÍCULO CIÊNCIA VITAE: CRISTINA MARIA PROENÇA PADEZ.....	194

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO

<b>Figura 1.</b>	Modelo socioecológico dos preditores da obesidade infantil.....	25
<b>Figura 2.</b>	Metabolismo da vitamina D.....	30
<b>Figura 3.</b>	Representação gráfica das hipóteses do estudo.....	42

### MÉTODOS

<b>Figura 4.</b>	Fluxograma de seleção dos participantes para a tese de doutorado.....	46
------------------	-----------------------------------------------------------------------	----

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### ARTIGO 1

<b>Figure 1</b>	PRISMA flow chart for selection of studies.....	79
-----------------	-------------------------------------------------	----

#### ARTIGO 2

<b>Figure 1.</b>	Graphic representation of the study hypothesis.....	117
<b>Figure 2.</b>	Flowchart for selection of participants.....	118

#### ARTIGO 3

<b>Figure 1.</b>	Sun exposure time in Portuguese children according to socioeconomic status (SES).....	145
<b>Figure 2.</b>	Monthly frequency of consumption of food sources of vitamin D.....	145



## LISTA DE TABELAS

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### ARTIGO 1

<b>Table 1.</b> Included studies that evaluated the association between vitamin D intake and obesity in children and adolescents. 2005-2020.....	80
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

#### ARTIGO 2

<b>Table 1.</b> General characterization of the sample, according to sex.....	109
<b>Table 2.</b> General characterization of the sample, according to age.....	111
<b>Table 3.</b> Obesity indicators and lifestyle habits according to sun exposure time.....	113
<b>Table 4.</b> Multiple Linear Regression - Model 1.....	115
<b>Table 5.</b> Multiple Linear Regression - Model 2.....	116

#### ARTIGO 3

<b>Table 1.</b> Factor-loading matrix for the eight dietary patterns identified among Portuguese children.....	141
<b>Table 2.</b> The eight food groups used in the dietary pattern analysis.....	142
<b>Table 3.</b> General characteristics of the Portuguese children studied.....	143
<b>Table 4.</b> Results of adjusted linear regression analysis ( $\beta$ -coefficient), and 95% confidence interval of the dietary patterns (score values) and sun exposure time, according to socioeconomic status.....	144

## LISTA DE QUADROS

### INTRODUÇÃO

- Quadro 1.** Objetivos do programa de intervenção para prevenção e tratamento da obesidade infantil IDEFICS..... 28
- Quadro 2.** Fontes alimentares de Vitamina D..... 35

### MÉTODOS

- Quadro 3.** Resumo das variáveis do estudo..... 52

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

% – Porcentagem / *percentage*

< – Menor que / *less than*

> – Maior que / *greater than*

µg – Microgramas / *microgram*

α-MSH – Hormônio alfa-melanócito estimulante / *Alpha-melanocyte stimulating hormone*

β – *Beta*

1,25(OH)<sub>2</sub>D – 1,25-di-hidroxivitamina D

25(OH)D – 25-hidroxivitamina D

7-DHC – 7-deidrocolesterol

AI – Ingestão adequada / *adequate intake*

APS – Atenção Primária à Saúde

BF – *Body fat*

C/EBP α – Proteína Alfa Intensificadora de Ligação CCAAT / *CCAAT Binding Enhancer Alpha Protein*

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de *Nível Superior* / *Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel*

CART – Transcrito regulado pela cocaína e anfetamina / *Cocaine and amphetamine-regulated transcript*

CC – Circunferência da Cintura

CDC – Centers for Disease Control and Prevention

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CI – *Confidence Interval*

CIAS – Centro de Investigação em Antropologia e Saúde

cm – Centímetro/ *centimeter*

CNPD – Comissão Nacional de Proteção de Dados / *Committee of the National Data Protection Commission*

CORM - A1 – Molécula liberadora de monóxido de carbono- A1 / *Carbon Monoxide Releasing Molecule-A1*

COSI – *Childhood Obesity Surveillance Initiative*

COVID -19 – *Corona Virus Disease*

DCNT – Doenças Crônicas Não Transmissíveis

DCSE – Dobra Cutânea Subescapular

DCT – Dobra Cutânea Tricipital

DGIDC – Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular / *Directorate General for Innovation and Curriculum Development*

DRI – Ingestão Dietética de Referência / *Dietary Reference Intakes*

DSCSI – Dobra Cutânea Suprailíaca

DVDs – Discos de Vídeo Digital

EAR – Necessidade Média Estimada / *Estimated Average Requirement*

ENANI – Estudo Nacional de Alimentação Infantil

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura / *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia

FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

FFQ – Food Frequency Questionnaire

FNB – *Food and Nutrition Board*

FPS – Fator de Proteção Solar

FSP – Faculdade de Saúde Pública / *School of Public Health*

GC – Gordura Corporal

g – gramas

IAN-AF – Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física

IC95% – Intervalo de confiança de 95%

IDEFICS – Identificação e prevenção de efeitos na saúde induzidos por dieta e estilo de vida em crianças e bebês / *Identification and prevention of dietary and lifestyle-induced health effects in children and infants*

IL – Interleucina 10

IMC – Índice de Massa Corporal

IOM – Instituto de Medicina / *Institute of Medicine*

IOTF – *International Obesity Task Force*

IQWiG – *Institute for Quality and Efficiency in Health Care*

IU - *International Unit*

kcal – Quilocaloria / *kilocalorie*

kg – Quilograma / *kilogram*

m – Metro / *meter*

MC3R – receptores de melanocortina 3

MC4R – receptores de melanocortina 4

M/F – Male / Female

m<sup>2</sup> – Metros quadrados

ml – Mililitro

NASEM – National Academies of Sciences, Engineering and Medicine

NCD-RisC – *Noncommunicable diseases Risk Factor Collaboration*

ng/mL – Nanograma por mililitro

NICE – *National Institute for Health and Care Excellence*

NIH – *National Institute of Health*

Nmol/L – Nanomol por litro

nm - Nanômetro

NPY – Neuropeptídeo Y

NSE – Nível Socioeconômico

OMS – Organização Mundial de Saúde

PBM – *Peak Bone Mass*

PC – *Personal Computers*

PCA – Análise de Componentes Principais / *Principal Component Analysis*

POMC – Pró-Opiomelanocortina

PPAR- $\gamma$  – receptor ativado por proliferador de peroxissoma  $\gamma$  / *Peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$*

PR – *Participation Rates*

PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses checklist*

PROSERO – Prospective Register of Systematic Reviews

PROTEJA – Estratégia Nacional de Prevenção e Atenção à Obesidade Infantil

PSDV – Portuguese Society of Dermatology and Venereology

PSP – *Portuguese Society of Pediatrics*

QFA – Questionário de Frequência Alimentar

R24h – Recordatório Alimentar de 24 horas / *24-hour food recall*

RDA – Ingestão Diária Recomendada / *Recommended Dietary Allowances*

SD – *Standard Deviation*

SE – *Standard Error*

SES – *Socioeconomic Status*

SET – *Sun Exposure Time*

SNAP – *S-Nitroso-N-acetylpenicillamine*

SPF – *Sun Protection Factor*

SPP – *Sociedade Portuguesa de Pediatria*

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

STATA – *Statistical Software Package*

STROBA – *Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*

TAB – *Tecido Adiposo Branco*

TES – *Tempo de Exposição Solar*

TV – *Televisão/ Television*

UI – *Unidades Internacionais*

UL – *Limite máximo tolerável de ingestão / tolerable upper intake level*

UNICEF – *Fundo das Nações Unidas para a Infância / United Nations Children's Fund*

USA – *United States of America*

USDA – *Departamento de Agricultura dos Estados Unidos / United States Department of Agriculture*

USP – *Universidade de São Paulo / University of São Paulo*

UV - *Ultravioleta / ultraviolet*

UVA – *Ultravioleta A / ultraviolet A*

UVB – *Ultravioleta B / ultraviolet B*

UVC – *Ultravioleta C / ultraviolet C*

UVR – *Radiação Ultravioleta/ ultraviolet radiation*

VDPB – *Proteína ligadora da vitamina D / vitamin D binding protein*

VDR – *Vitamin D receptor*

WC – *Waist Circumference*

WHO – *World Health Organization*

WOF – *World Obesity Federation*

## APRESENTAÇÃO DA TESE

Esta tese é apresentada no formato de artigo científico, de acordo com a deliberação da Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP) em sua sessão 9ª/2008 de 05/06/2008, respeitando as normas de apresentação de teses defendidas na FSP e publicadas no Guia de Apresentação de Teses da FSP/USP (2ª edição atualizada 2017).

Este documento está organizado segundo as seções: **(1) Introdução** – contempla uma revisão da literatura acerca do assunto. São abordados nesta seção: Excesso de peso na infância e estilo de vida (definição e epidemiologia da obesidade infantil, determinantes da obesidade infantil, causas e conseqüências da obesidade infantil, intervenções para o tratamento da obesidade infantil); Influência da exposição solar no excesso de peso (exposição solar e vitamina D, ingestão de vitamina D, vitamina D e obesidade); Justificativa e Hipóteses do estudo; **(2) Objetivos** do estudo; **(3) Métodos** – apresenta de forma detalhada todos os procedimentos empregados durante a coleta, tratamento e análise estatística dos dados; **(4) Resultados e Discussão** – são estruturados em três manuscritos originais, os quais contemplam todos os resultados das análises estatísticas, bem como a discussão de todos os dados apresentados, comparando-os aos achados da literatura. Os artigos são apresentados no idioma original de publicação nos respectivos periódicos científicos aos quais foram e serão submetidos (inglês); **(5) Considerações finais** – contempla a síntese dos principais resultados encontrados, assim como contribuições do estudo para o meio científico e para o campo da Saúde Pública, incluindo sugestões de intervenções futuras **(6) Referências bibliográficas** – consultadas para a elaboração do estudo; **Anexos** – inclui todos os documentos para aprovação e autorização para uso dos dados do estudo, questionários utilizados para a coleta de dados e outros documentos de interesse; Primeira página do **Currículo Lattes** da autora, orientadora e co-orientadora (CiênciaVitae).

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 EXCESSO DE PESO NA INFÂNCIA E ESTILO DE VIDA

### 1.1.1 Definição e Epidemiologia da Obesidade Infantil

A obesidade é definida como uma doença multifatorial caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo e é influenciada por fatores genéticos e ambientais. Seu início decorre principalmente devido ao baixo gasto energético associado com a alta ingestão calórica (RUPÉREZ *et al.*, 2014). Com a globalização e a urbanização, a exposição ao ambiente obesogênico está aumentando tanto nos países de alta quanto nos de baixa e média renda e em todos os grupos socioeconômicos (WHO, 2016).

De acordo com dados publicados pela Federação Mundial de Obesidade (*World Obesity Federation* – WOF) em 2019, no primeiro Atlas da Obesidade Infantil, aproximadamente 158 milhões de crianças e adolescentes entre 5 e 19 anos no mundo estão com obesidade (definida como a proporção de crianças com valores de escore-z por peso maior que 2 e 3 desvios-padrão, respectivamente, de acordo com as curvas de crescimento da Organização Mundial de Saúde (OMS 2006). Além disso, estima-se que em 2030 esta população corresponda a 254 milhões nesta faixa etária: no Brasil esse valor corresponde a mais 7 milhões de crianças e adolescentes, e em Portugal a mais de setenta mil.

Entre os países europeus, as taxas de obesidade infantil apresentam uma variação considerável: podem chegar a 39% na Grécia ou 38% em Malta e de 13 a 15% entre meninos irlandeses, dinamarqueses e holandeses, por exemplo. Portugal apresenta uma das maiores taxas: no ano de 2002, 31,6% das crianças entre 7 e 10 anos estavam com obesidade. No ano de 2009 esse valor apresentou uma discreta redução: 30,5%, na mesma faixa etária (LOBSTEIN *et al.*, 2007; KNAI *et al.*, 2012). Em 2019, dados do *Childhood Obesity Surveillance Initiative* (COSI) Portugal (RITO *et al.*, 2019), sistema de vigilância nutricional das crianças em idade escolar (seis aos oito anos), mostram que entre 2008 e 2019, a prevalência de sobrepeso infantil diminuiu de 37,9% para 29,7% e a de obesidade baixou de 15,3% para 11,9%. Este fator pode ser decorrente de iniciativas realizadas no país, incluindo ações envolvendo a redução da quantidade de açúcar em bebidas e a queda nas vendas destes



produtos, bem como o estímulo à prática de atividade física (FIGUEIRA *et al.*, 2020; DIREÇÃO-GERAL DA EDUCAÇÃO, 2021).

Embora o excesso de peso seja muitas vezes visto como uma questão apenas em países ricos, a alta prevalência de obesidade infantil é um problema crescente em países de baixa e média renda. Na Europa Oriental e na Ásia Central, por exemplo, quase 1 em cada 7 crianças menores de 5 anos está acima do peso (UNICEF, 2019).

### 1.1.2 Determinantes da Obesidade Infantil

Nos últimos anos mudanças consideráveis ocorreram no estilo de vida e nas atividades realizadas durante a infância. As crianças tornaram-se mais sedentárias e não brincam rotineiramente fora do lar por longos períodos. Dessa forma, com menor tempo destinado a atividades ao ar livre, apresentam menor tempo de exposição solar (HAIMI e KREMER, 2015; WHO, 2016). Espaços disponíveis para a prática de atividade física, tanto dentro quanto fora das escolas, foram reduzidos e maior tempo é despendido em atividades sedentárias, com mais horas “em tela”, termo este que refere-se ao uso de celulares, televisão (TV), tablets, videogames e computadores (WHO, 2016). Devido ao rápido aumento no uso de tela pelas crianças, promovido pela vasta gama de dispositivos de mídia eletrônica disponíveis, o tempo de tela emergiu como um importante fator de risco modificável para a obesidade infantil (DOMINGUES-MONTANARI, 2017).

A relação entre alimentação e tempo de tela foi avaliada pela Iniciativa Européia de Vigilância da Obesidade Infantil da OMS (*European Childhood Obesity Surveillance Initiative - COSI*), por meio de um estudo transversal com mais de 10.000 crianças de 6 a 9 anos de cinco países europeus. Uma hora adicional do tempo de tela (assistir TV ou discos de vídeo digital (DVDs) e usar computador, exceto para o dever de casa), foi associada com o aumento do consumo de alimentos ricos em gorduras e açúcares e diminuição do consumo de hortaliças e frutas (BÖRNHORST *et al.*, 2015). Um estudo realizado em Portugal comparou crianças que assistiam TV por mais de 2 horas com aquelas que assistiam por menos de 2 horas. As crianças que ficavam mais tempo assistindo TV, eram mais frequentemente do sexo masculino, mais velhas, tinham maior proporção de pais com menos de 9 anos de estudo e estes consideravam a área de moradia mais insegura. Além disso, também eram mais propensas a terem maior Índice de Massa Corporal (IMC), maior somatório de dobras

cutâneas, comerem alimentos considerados não saudáveis com mais frequência e menos porções de frutas por dia (STAMATAKIS *et al.*, 2013).

### 1.1.3 Causas e Consequências da Obesidade Infantil

As causas da obesidade têm início de forma precoce, sendo assim é importante conhecer os fatores associados para que dessa forma intervenções eficazes de prevenção primária possam ser feitas ainda na infância (AHRENS *et al.*, 2014). Por ser uma doença multifatorial, a obesidade é uma condição complexa, influenciada por fatores genéticos e não genéticos, dentre os quais incluem-se a ingestão nutricional, o nível de atividade física e fatores socioeconômicos e ambientais (incluindo fatores intrauterinos e pós-natais, como o aleitamento materno) e pelas relações entre todos esses (PLOURDE 2006; HAN *et al.*, 2010; GÜNGÖR, 2014; GURNANI *et al.*, 2015).

De acordo com os modelos socioecológicos, a obesidade infantil desenvolve-se a partir de uma complexa rede de interações envolvendo a forma como a criança interage no contexto familiar e escolar, os quais são influenciados por características da comunidade e da sociedade como um todo (DAVISON & BIRCH, 2001). Isto é possível observar na figura a seguir:

**Figura 1.** Modelo socioecológico dos preditores da obesidade infantil.



Fonte: Adaptado de DAVISON & BIRCH (2001) (uso autorizado – ANEXO I).

O atual ambiente obesogênico é um fator que contribuiu de forma significativa com o aumento da prevalência da obesidade infantil. Estes são ambientes promotores ou facilitadores de escolhas alimentares não saudáveis e de comportamentos sedentários, os quais dificultam não só a adoção, mas também a manutenção de hábitos alimentares saudáveis e a prática regular de atividade física (BRASIL, 2022). Esse ambiente é caracterizado pelo aumento da disponibilidade e consumo de bebidas açucaradas, doces, *fast foods* contendo excesso de gordura, grandes porções e alimentos com alto índice glicêmico e alimentos ultraprocessados em geral, os quais contribuem com o aumento do consumo calórico (KUMAR *et al.*, 2017).

Dados do Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física (IAN-AF) (LOPES *et al.*, 2017) realizado em Portugal entre os anos de 2015 e 2016 mostram que 52,7% dos indivíduos não cumprem a recomendação da OMS de ingestão de mais de 400 g de frutas por dia (equivalente a 5 ou mais porções diárias). Entre as crianças, 68,9% não atingem a recomendação. As crianças apresentam ainda consumo inferior de hortaliças quando comparadas com os adultos e idosos. Em relação ao consumo de proteínas de origem animal, o maior consumo nesta faixa etária é de carne vermelha e frango (93g/dia), seguido pelos peixes (32g/dia) e ovos (10g/dia). Além de, juntamente com os adolescentes, serem o grupo etário que mais consome leite e derivados.

Soma-se às questões ambientais a falta de acesso a espaços verdes recreativos e disponíveis para a prática de atividade física, além de questões relacionadas às configurações do assentamento (expansão urbana e capacidade de caminhar, por exemplo) (CONGDON, 2022).

A obesidade pode ter efeitos diretos na saúde e na qualidade de vida e estima-se que mais de 60% das crianças com excesso de peso antes da puberdade estarão acima do peso no início da vida adulta: aproximadamente um terço dos pré-escolares com obesidade e cerca da metade das crianças com obesidade em idade escolar tornam-se adultos com obesidade (SERDULA *et al.*, 1993; WHO, 2016). O elevado IMC é sabidamente um importante fator de risco para Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), tais como doenças cardiovasculares, diabetes e alguns tipos de câncer, como colorretal, renal e esofágico (EZZATI *et al.*, 2004; *WORLD CANCER RESEARCH FUND*, 2007). A obesidade infantil associa-se também com uma redução significativa na qualidade de vida e um maior risco de *bullying* e isolamento social (LOBSTEIN *et al.*, 2004; WILLIAMS *et al.*, 2005; TSIROS *et al.*, 2009).

Deve-se mencionar ainda o impacto econômico que a obesidade ocasiona, pois quanto mais tempo uma pessoa convive com esta doença, maiores serão os custos relacionados com as comorbidades associadas (ALBRECHT & IYENGAR, 2021). A longo prazo estima-se que em comparação com adultos que apresentavam peso normal durante a infância, os custos esperados do excesso de peso ao longo da vida para adultos com sobrepeso ou obesidade na infância sejam de 8.471 euros para homens e 9.473 euros para mulheres (SONNTAG, 2017).

#### 1.1.4 Intervenções para o Tratamento da Obesidade Infantil

Tendo em vista as causas e consequências da obesidade infantil, é de suma importância que intervenções efetivas sejam realizadas. Para tanto, estas devem envolver: a comunidade, referindo-se a criação de políticas e estratégias com foco na redução do risco populacional da obesidade por meio de leis, alterações no ambiente construído, provisão de recursos acessíveis, mudanças nos incentivos econômicos, preços reduzidos e subsídios alimentares; a escola, incluindo a promoção da prática de atividade física nas aulas de educação física e no recreio e oferta de melhores opções nutricionais nas cantinas escolares, além de atividades que envolvam a educação sobre estilo de vida saudável; a família, a qual desempenha um papel integral na dieta, na atividade física, no tempo de tela e no sono (BLEICH *et al.*, 2013; ICKES *et al.*, 2014). Nesse sentido, os pais têm papel crucial devendo, por exemplo, estabelecer limites em relação ao tempo de tela, estimular a prática de atividade física e participar em brincadeiras ativas com os filhos, fornecendo um ambiente saudável e de apoio; e por fim, intervenções que envolvam a Atenção Primária à Saúde (APS), dentre as quais incluem-se programas de promoção à saúde ou controle de peso, os quais são conduzidos dentro ou em estreita coordenação com o sistema de atenção primária à saúde (DAVIS *et al.*, 2007; SMITH *et al.*, 2018).

O estudo IDEFICS (*Identification and prevention of dietary- and lifestyle-induced health effects in children and infants/ Identificação e prevenção de efeitos na saúde induzidos por dieta e estilo de vida em crianças e bebês*) aponta que o nível socioeconômico deve ser considerado como um fator importante na prevenção da obesidade infantil. Além disso, a prática de atividade física, os hábitos alimentares e comportamentos relacionados ao estresse estão associados ao desenvolvimento desta condição (VERBESTEL *et al.*, 2011). Dessa forma, são considerados como objetivos de intervenção:

**Quadro 1.** Objetivos do programa de intervenção para prevenção e tratamento da obesidade infantil IDEFICS.

<b>Atividade física</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aumentar os níveis diários de atividade física;</li><li>2. Diminuir o tempo assistindo televisão.</li></ol>
<b>Dieta</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aumentar o consumo diário de frutas e vegetais;</li><li>2. Aumentar o consumo diário de água.</li></ol>
<b>Estresse</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Fortalecer as relações entre pais e filhos;</li><li>2. Estabelecer padrões adequados de duração do sono.</li></ol>

Fonte: Adaptado de VERBESTEL *et al.*, 2011 (uso livre).

Em alguns países existem ainda políticas de marketing de alimentos para crianças e políticas para reduzir a inatividade física e a alimentação não saudável relacionada às DCNT (WOF, 2019). Em Portugal, em abril de 2019, foi aprovada a Lei nº 30/2019 que restringe a publicidade de alimentos com elevado valor energético, teor de sal, açúcar, ácidos graxos saturados e trans, que sejam dirigidos a menores de 16 anos (PORTUGAL, 2019). Existem ainda recomendações sobre a comercialização de alimentos em cantinas, máquinas de venda automática e refeitórios escolares, imposto especial sobre as bebidas açucaradas desde 2017 e campanhas que incentivam a prática de atividade física, bem como a redução do tempo em tela, especialmente durante as férias (FIGUEIRA *et al.*, 2020; DIREÇÃO-GERAL DA EDUCAÇÃO, 2021).

Diante da alta prevalência de obesidade, torna-se necessário então o desenvolvimento de pesquisas sobre intervenções que sejam econômicas e prontamente acessíveis. Assim, sugere-se que uma dessas intervenções possa ser a exposição segura (baixa dose) à luz solar ou radiação ultravioleta (UVR) (FLEURY *et al.*, 2016), tendo em vista que a exposição solar parece ter um importante efeito indireto contra o desenvolvimento da obesidade por meio do estímulo da síntese de vitamina D (GELDENHUYS *et al.*, 2014; FLEURY *et al.*, 2016).

## 1.2 INFLUÊNCIA DA EXPOSIÇÃO SOLAR NO EXCESSO DE PESO

### 1.2. 1 Exposição Solar e Vitamina D

A luz solar é composta por três grandes bandas de comprimento de onda: luz visível (comprimentos de onda de 400 a 800 nm), UVR (comprimento de onda de 100 a 400 nm) e radiação infravermelha (comprimentos de onda > 800 nm). Os comprimentos de onda da UVR são divididos em três categorias principais: UVA (315-400 nm) e UVB (280-315 nm), que perfazem, respectivamente, 95% e 5% dos raios ultravioleta (UV) que atingem a superfície da Terra e UVC (100-280 nm), que é impedida de atingir a superfície da Terra pela camada de ozônio (VAN DER LEUN *et al.*, 2004). A quantidade de raios UVR que atingem a superfície terrestre é influenciada por fatores como: horário do dia, estação do ano, latitude geográfica, altitude, cobertura de nuvens e tipo de superfície (LUCAS *et al.*, 2015).

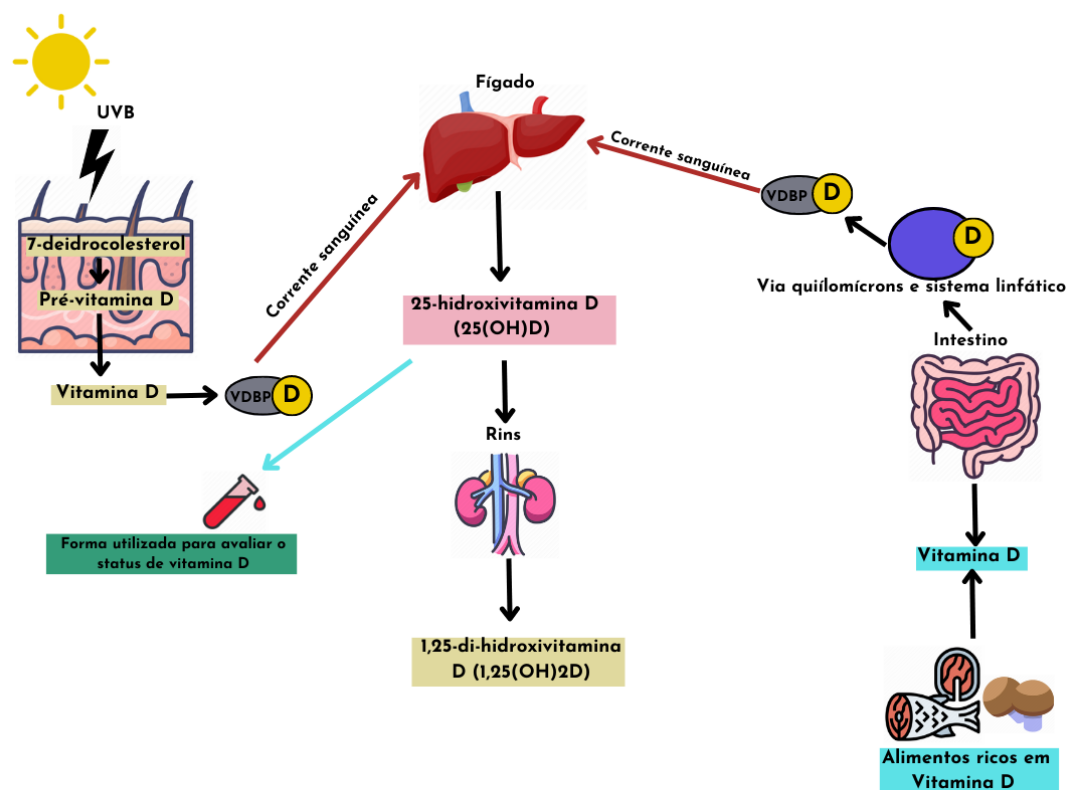
Estudos mostram que os efeitos benéficos da UVR ocorrem por meio da síntese de vitamina D na pele (HANSEN *et al.*, 2016; CARDOSO *et al.*, 2017). A síntese cutânea é a principal fonte desta vitamina, embora a exposição ao sol possa ser limitada pelo clima e pela cultura, por exemplo. Além disso, a eficácia da síntese de vitamina D na pele exposta pode ser modificada se a UVR for bloqueada ou parcialmente bloqueada com o uso de cosméticos que fornecem Fator de Proteção Solar (FPS). Ademais, o estilo de vida sedentário também pode tornar essa fonte menos viável (COLAPINTO *et al.*, 2014, KIFT *et al.*, 2018).

A vitamina D corresponde a um grupo de secosteróides solúveis em gordura que agem como um hormônio no corpo, sendo essencial para a manutenção da saúde humana. Apresenta um importante papel no metabolismo ósseo, sendo necessária para a manutenção da homeostase do cálcio e fósforo. Existem duas formas de vitamina D fisiologicamente importantes: vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferol), produzida pelas plantas (e também encontrada em suplementos) e vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol) que é produzida endogenamente por meio da exposição à luz solar e obtida em menores quantidades por meio da ingestão de alguns alimentos de origem animal (HOLLICK, 2007; ANDERSON *et al.*, 2012; FLEURY *et al.*, 2016). Para a maioria dos indivíduos, a radiação UVB é a principal fonte dessa vitamina, sendo que somente cerca de 10% a 20% da vitamina D necessária para o funcionamento adequado do organismo provém da dieta (CASTRO, 2011; OLIVER *et al.*, 2023).

A produção cutânea ocorre através da ação da irradiação UVB que converte a 7-deidrocolesterol (7-DHC), a pré-vitamina D<sub>3</sub>, na epiderme da pele. Como a vitamina D obtida, seja pela epiderme ou pela dieta são biologicamente inativas esta é então transportada no sangue, ligada a uma proteína de ligação (proteína ligadora da vitamina D / *vitamin D binding protein* - VDBP), e sofre um processo de hidroxilação que primeiramente resulta na formação da 25-hidroxivitamina D<sub>3</sub>(25(OH)D) no fígado (calcidiol). A 25(OH)D é a principal forma circulante utilizada para avaliar o status de vitamina D no organismo. Contudo, esta tem pouca atividade biológica, sendo assim em seguida ela é convertida nos rins a sua forma ativa: 1,25-di-hidroxivitamina D (1,25(OH)<sub>2</sub>D), também conhecida como calcitriol (HOLLICK, 2007; BIKLE, 2009; HOSSEIN-NEZHAD e HOLLICK 2013; COLAPINTO *et al.*, 2014).

O metabolismo da vitamina D pode ser observado na figura a seguir:

**Figura 2.** Metabolismo da vitamina D.



Fonte: Adaptado de FLEURY *et al.* (2016) (uso livre).

Quase todos os tecidos do corpo têm capacidade de produzir a forma ativa da vitamina D, contudo a maior parte da 1,25(OH)<sub>2</sub>D, é produzida nos rins. Por ser uma vitamina

lipossolúvel seu principal local de armazenamento é o tecido adiposo (HOLLICK, 2007; BIKLE, 2009; HOSSEIN-NEZHAD e HOLLICK 2013; COLAPINTO *et al.*, 2014).

A importância dos raios UVR para a síntese de vitamina D já é bastante conhecida, sendo a exposição regular ao sol considerada uma medida preventiva contra a deficiência deste nutriente (OLIVER *et al.*, 2023). Por outro lado, sabe-se que a exposição excessiva a raios UVR ocasiona efeitos negativos, incluindo queimaduras, aumento do risco de câncer de pele (melanoma) e de doenças oculares (catarata, pterígio, ceratite ultravioleta e neoplasia conjuntival) (GALLAGHER e LEE, 2006). Dessa forma, preocupações quantos aos riscos da exposição solar são comuns especialmente em crianças, o que pode contribuir com o menor tempo de exposição solar neste grupo (DAY *et al.*, 2017; THOONEN *et al.*, 2021a; THOONEN *et al.*, 2021b)

Somente alguns minutos de exposição solar são necessários para que ocorra a síntese de vitamina D: de 12 a 15 minutos por dia, variando de acordo com o tom de pele. Deve-se ressaltar que a melanina, o pigmento que dá cor à pele, pode interferir na síntese de vitamina D. A melanina age como um filtro absorvendo os raios UVR, que iniciam a síntese e, portanto, diminui a vitamina produzida por meio da exposição solar (WEBB *et al.*, 2018). Assim, indivíduos com pele mais escura apresentam maior risco de deficiência e necessitam de maior tempo de exposição solar, quando comparados com indivíduos de pele mais clara. A maior quantidade de melanina na pele reduz então a capacidade de sintetizar vitamina D, resultando em níveis mais baixos de 25(OH)D nestes indivíduos, o que já foi evidenciado por diferentes estudos (FARRAR *et al.*, 2011; LIBON *et al.*, 2013; KIFT *et al.*, 2013; WEISHAAR *et al.*, 2016). Em pessoas de pele muito clara a radiação UV pode levar a queimaduras solares em 10 minutos e nas de pele mais escura em até 60 minutos (MEAD, 2008; IQWiG, 2018).

Ainda não existe um consenso sobre qual seria o tempo de exposição solar ideal para crianças. A Sociedade Portuguesa de Pediatria (SPP 2019), recomenda que a exposição solar direta em bebês deve ser evitada. A partir do primeiro ano de vida é recomendada a prática de atividade física ao ar livre com exposição solar adequada. A SPP segue a recomendação da Academia Espanhola de Pediatria em que a exposição solar adequada compreende tomar sol no rosto, mãos e parte dos braços sem proteção, entre 10 e 15 horas, durante 10 a 15 minutos (antes da pele ficar vermelha) na primavera, verão e outono. Todavia não devem ser esquecidas as medidas de proteção solar para prevenção do câncer de pele, incluindo o uso de filtro solar com no mínimo FPS 15 (BALK, 2011; SPP, 2019). Para adultos, já foi proposto



por HOLLICK (2012) uma estimativa de qual seria o tempo de exposição solar ideal, de acordo com o período do dia e estação do ano.

De acordo com o *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE, 2016) a intensidade dos raios solares irá variar de acordo com os seguintes fatores:

- Localização geográfica: tendo em vista que os níveis de UV aumentam mais perto do equador e em altitudes mais altas;
- Época do ano, sendo de março a outubro (primavera e verão em países europeus) o período em que os raios UVB mais contribuem para síntese de vitamina D na pele, contudo a exposição excessiva pode ocasionar queimaduras solares. Os níveis de UV solar são mais altos durante o verão e mais intensos no final de junho;
- Hora do dia: os níveis de UV solar são mais altos no meio do dia, quando o sol está mais alto no céu;
- Condições climáticas: os níveis de raios UV solar podem ser reduzidos pela cobertura de nuvens, contudo mesmo nesse caso deve-se ter cautela, pois ainda podem ser intensos o suficiente para causar queimaduras solares;
- Reflexão: a luz do sol reflete superfícies como neve, areia, concreto e água, o que pode aumentar o risco de queimaduras solares e lesões oculares, mesmo em áreas sombreadas.

A maior parte da radiação UVB (290-320 nm) é absorvida pela camada de ozônio e aproximadamente 0,1% atinge a superfície da Terra ao meio-dia no equador no verão. Assim, a radiação UVB é maior em locais próximos ao Equador, tais como Flórida, Tailândia, América Central, Austrália e Nova Zelândia, pois estão próximos do buraco da camada de ozônio acima da Antártica. E quanto mais fina a camada de ozônio, mais fortes serão os níveis de radiação UV. Pessoas que vivem em locais com maiores latitudes, tais como Reino Unido e Estados Unidos (EUA) podem apresentar menor exposição solar. Porém, em um território vasto como os EUA, por exemplo, a exposição solar poderá variar de acordo com a região (IQWiG, 2018; HOLLICK, 2016; OLIVER *et al.*, 2023). De qualquer forma, estudos mostram que a deficiência de vitamina D está presente em todas as latitudes, em todas as idades, sendo considerado, portanto um problema global (BITTAR *et al.*, 2018; LARA ALVAREZ *et al.*, 2019; BEYITLER *et al.*, 2018; OSHIRO *et al.*, 2022).

A medida da intensidade da radiação UVB em um determinado local é realizada por meio do índice UV, que fornece um indicador da força do sol para um determinado local, data e hora. Essa medida quando associada ao tipo e comportamento da pele, pode ser usada para

avaliar o risco de queimaduras solares. Quanto maior o índice UV, maiores os níveis de radiação e maior a probabilidade de sofrer queimaduras (IQWiG, 2018; NICE, 2016). Expor áreas da pele comumente descobertas, como antebraços e mãos, por curtos períodos, quando sob luz solar intensa já é o suficiente para a obtenção de vitamina D. Em pessoas de pele mais escura pode ser necessário maior tempo de exposição solar (NICE 2016).

O estilo de vida, cada vez mais restrito a ambientes fechados, aliado às preocupações com o aumento das taxas de câncer de pele especialmente em populações de pele clara, resultou em decréscimos concomitantes na exposição solar, sendo a deficiência de vitamina D comum mesmo em países ensolarados e com baixa latitude, tais como Brasil, Indonésia, Congo, Quênia e Equador, onde em geral supõe-se que a radiação UVB seja adequada para prevenir a deficiência desta vitamina (LUCAS *et al.*, 2013; PALACIOS e GONZALEZ, 2014).

Alterações na síntese de vitamina D induzida por UV incluem os fatores acima descritos e aspectos individuais como, por exemplo, os genéticos (FLEURY *et al.*, 2016). Além disso, especialmente no inverno, as diferentes concentrações de 25(OH)D podem refletir a influência de fatores intrínsecos como a cor da pele, além de fatores comportamentais potencialmente modificáveis em pessoas saudáveis, como tempo e atividade externa, roupas usadas, medidas fotoprotetoras e dieta. Contudo, restrições sociais e culturais podem influenciar tais comportamentos (KIFT *et al.*, 2018).

Em 2015 VOORTMAN *et al.* relataram que crianças que passam menos tempo em atividades ao ar livre apresentam concentrações séricas mais baixas de vitamina D. No Porto, situado no norte de Portugal, 48% da população estudada (indivíduos entre 18 e 67 anos) apresentou níveis compatíveis com insuficiência de vitamina D (abaixo de 20 ng/ml) e no inverno esse valor atingiu 74% (BETTENCOURT *et al.*, 2018). Um outro estudo também conduzido no Porto, uma coorte que acompanhou crianças dos 4 aos 10 anos, mostrou que as concentrações de 25(OH)D foram inferiores a 30 ng/mL em 65,1% da amostra avaliada (SILVA *et al.*, 2021). No país, a insuficiência de vitamina D na população pediátrica é definida quando as concentrações plasmáticas encontram-se entre 12-20 ng/mL e a deficiência quando as concentrações são inferiores a 12 ng/ml (DIREÇÃO-GERAL DA SAÚDE, 2019).

Um recente estudo de base populacional nacional realizado em Portugal, mostrou que 66% dos adultos apresentavam insuficiência ou deficiência de vitamina D. Em adultos a insuficiência de vitamina D é definida quando as concentrações plasmáticas encontram-se entre 20-30 ng/mL e a deficiência quando abaixo de 20 ng/ml (DIREÇÃO-GERAL DA SAÚDE, 2019). A área de residência foi considerada um forte preditor de deficiência que

pode estar relacionada com as diferentes latitudes do país. Concentrações deficientes ou insuficientes de 25(OH)D foram menos prevalentes no Algarve (45%) e bastante semelhantes no resto do território continental de Portugal e Ilha da Madeira (58,7 – 69,4%). A prevalência de baixas concentrações foi maior nos arquipélagos dos Açores, onde estima-se que 82% da população apresente níveis de 25(OH)D < 20 ng/mL, o que os autores referem que poderia estar associado com a nebulosidade relativamente intensa da região. Os pesquisadores referem que a importância da radiação UV é apoiada também pelas diferenças sazonais observadas, com uma concentração significativamente maior de 25(OH)D no verão e mais baixa no inverno e na primavera. Contudo, outros fatores podem estar por trás da disparidade geográfica observada, incluindo o estilo de vida e a suplementação de vitamina D, os quais não foram avaliados no estudo. Além disso, a obesidade, a inatividade física e o tabagismo foram associados a uma maior probabilidade de concentrações de 25(OH)D ≤ 10 ng/mL (DUARTE *et al.*, 2020).

No Brasil, dados do Estudo Nacional de Alimentação Infantil - ENANI (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2019) realizado com crianças menores de 5 anos, mostraram que a insuficiência de vitamina D (25(OH)D sérica < 20 ng/ml) nessa faixa etária não é atualmente um problema de saúde pública: a prevalência de insuficiência de vitamina D foi de 4,3% no Brasil, sendo maior nas regiões Sul (7,8%) e Sudeste (6,9%) e menor nas regiões Nordeste (0,9%), Norte (1,2%) e Centro-Oeste (2,2%). Um estudo conduzido com crianças e adolescentes saudáveis (entre 0 e 19 anos) atendidas em um ambulatório na região Sul do Brasil, mostrou que a prevalência geral de hipovitaminose D (insuficiência e deficiência) foi de 42,7%, sendo que 12,3% das crianças avaliadas apresentavam deficiência e 30,4% insuficiência. Verificou-se que a prevalência de hipovitaminose D foi maior entre os adolescentes, quando comparados aos pré-escolares e escolares (SILVA, 2016).

Concentrações de 25(OH)D inferiores a 12 ng/ml estão associados com maior risco de raquitismo e osteomalácia, enquanto concentrações entre 20 e 50 ng/ml parecem ser seguras e suficientes na população em geral no que concerne à saúde óssea (SEMPOS *et al.*, 2018). Fatores como idade, sexo, nível de atividade física, exposição ao sol, cor da pele, dieta e ingestão de suplementos devem ser considerados ao avaliar o *status* de vitamina D, além da genética individual (DIX *et al.*, 2017). Em crianças, determinantes importantes da deficiência de vitamina D incluem a maior idade, maior tempo assistindo televisão, menor tempo em brincadeiras ao ar livre, alterações na forma de se locomover até a escola (não ir de bicicleta,

por exemplo), menor idade materna, menor renda familiar, multiparidade e maior IMC materno (VOORTMAN *et al.*, 2015).

### 1.2.2 Ingestão de Vitamina D

Embora a exposição solar seja a principal fonte de vitamina D, esta também pode ser obtida em menores quantidades por meio da ingestão de alimentos enriquecidos, óleo de fígado de bacalhau, cogumelos e alguns alimentos de origem animal, como peixes gordurosos (sardinha, salmão, arenque e atum) e gema de ovo, os quais contribuem com o consumo diário de vitamina D na população portuguesa (HOLLICK *et al.*, 2011; COLAPINTO *et al.*, 2014; FLEURY *et al.*, 2016; INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, 2017).

**Quadro 2.** Fontes alimentares de Vitamina D.

<b>Alimento</b>	<b>Porção</b>	<b>Conteúdo de vitamina D por porção</b>
<b>Salmão selvagem</b>	100g	≈ 600 – 1000 UI de vitamina D <sub>3</sub>
<b>Salmão de criação</b>	100g	≈ 100 – 250 UI de vitamina D <sub>3</sub>
<b>Sardinha em conserva</b>	100g	≈300 UI de vitamina D de vitamina D <sub>3</sub>
<b>Cavala em conserva</b>	100g	≈ 250 UI de vitamina D <sub>3</sub>
<b>Atum em conserva</b>	100g	≈230 de vitamina D <sub>3</sub>
<b>Óleo de fígado de bacalhau</b>	5 ml	≈ 400 – 1000 UI de vitamina D <sub>3</sub>
<b>Gema de ovo</b>	1 unidade	≈20 UI de vitamina D <sub>3</sub>
<b>Cogumelos frescos</b>	100g	≈ 100 UI de vitamina D <sub>2</sub>
<b>Cogumelos secos ao sol</b>	100g	≈1600 UI de vitamina D <sub>2</sub>

40 UI = 1 mcg de vitamina D

Fonte: Adaptado de MAEDA *et al.* (2014) (uso livre).

Sabe-se que hábitos alimentares inadequados contribuem significativamente com o aumento da prevalência de obesidade em crianças. Atualmente muitas crianças estão crescendo em um ambiente obesogênico que incentiva o ganho de peso e a obesidade. Dietas

não saudáveis contendo alimentos ricos em gorduras saturadas, ácidos graxos trans, açúcares livres ou sal e baixo consumo de alimentos saudáveis tais como frutas e hortaliças, fazem parte do padrão alimentar de muitas crianças (WHO, 2012, 2016).

Dados do IAN-AF (LOPES *et al.*, 2017) mostram que em relação aos micronutrientes a ingestão de vitamina D encontra-se de acordo com a necessidade média em todos os grupos etários. Isso pode ser evidenciado pela presença de importantes fontes alimentares desta vitamina na dieta portuguesa. Em crianças é frequente ainda a suplementação de multivitamínicos sendo a vitamina D a mais comumente utilizada. Naquelas com idade inferior a 3 anos, 81,7% já utilizou alguma vez suplementação, e destas 95,2% utiliza a vitamina D (LOPES *et al.*, 2017).

De acordo com a SPP (2019), é recomendada a suplementação oral com 400 UI por dia de vitamina D durante o primeiro ano de vida a todos os bebês independentemente do tipo de alimentação, tendo em vista que a exposição solar direta não é recomendada. A partir do primeiro ano de vida não existe recomendação para manter a suplementação, porém hábitos de vida saudáveis devem ser incentivados incluindo o consumo de alimentos ricos em cálcio e vitamina D, além da prática de atividade física ao ar livre, conforme mencionado anteriormente. A suplementação será recomendada após o primeiro ano de vida para crianças com doenças crônicas digestivas ou renais e sob tratamento com alguns medicamentos tais como anticonvulsivantes, glicocorticóides e antiretrovirais, tendo em vista que nestas condições há maior risco de deficiência de vitamina D (SPP, 2019).

### 1.2.3 Vitamina D e Obesidade

Estudos têm mostrado que concentrações reduzidas de 25(OH)D circulantes estão associados à obesidade e existem várias possíveis razões para que ocorra essa diminuição em pessoas com obesidade, incluindo hábitos que evitem o sol, tais como maior tempo em ambientes fechados e uso de roupas que cubram a maior parte da superfície corporal (CARLIN *et al.*, 2006; KULL *et al.*, 2009; OLSON *et al.*, 2012).

A obesidade e a deficiência de vitamina D têm atingido níveis epidêmicos em todo o mundo e nos últimos anos houve um aumento exponencial de pesquisas correlacionando ambas as condições (POURSHAHIDI, 2015). PEREIRA-SANTOS *et al.* (2015) realizaram uma metanálise para avaliar a associação entre obesidade e deficiência de vitamina D. Os

autores verificaram que a prevalência de deficiência de vitamina D foi 35% maior nos indivíduos com obesidade comparados aos eutróficos e 24% maior do que no grupo de indivíduos com sobrepeso. A deficiência de vitamina D foi associada à obesidade, independentemente da idade ou da latitude. Em uma coorte com 147 indivíduos com sobrepeso e obesidade, os níveis de 25(OH)D foram negativamente correlacionados com o IMC, com a circunferência da cintura e com a massa gorda. Os autores referem que o acúmulo de tecido adiposo é o principal fator responsável por concentrações mais baixas de vitamina D em indivíduos com obesidade, possivelmente devido à maior captação de vitamina D pela massa gorda (DE PERGOLA *et al.*, 2019). Ainda, em uma avaliação de 310 crianças e adolescentes com obesidade (entre 6 e 17 anos) a hipovitaminose D foi frequentemente observada e baixas concentrações de 25(OH)D foram associados à resistência à insulina (GUL *et al.*, 2017).

Embora durante a infância a exposição solar seja o mais importante fator relacionado com desenvolvimento de câncer de pele do que a exposição na idade adulta, a deficiência de vitamina D desde a juventude pode acarretar efeitos profundos na saúde na vida adulta, tornando-se um sério problema de saúde pública (KHLAT *et al.*, 1992; WHITEMAN *et al.*, 2001; WANG *et al.*, 2018).

No estudo conduzido por VOORTMAN *et al.* (2015) as concentrações séricas de 25(OH)D foram significativamente menores nos indivíduos com obesidade em comparação aos eutróficos e concentrações mais elevadas foram observados no verão em comparação com o inverno. No estudo conduzido por BETTENCOURT *et al.* (2018) no Norte de Portugal, os autores referem que a deficiência de vitamina D é prevalente nesta área, afetando quase metade da população, e que o IMC e a estação do ano são preditores de concentrações mais baixas de 25(OH)D.

Um recente estudo conduzido por DUSTMANN *et al.* (2022) concluiu que cem horas a mais de exposição solar nos primeiros seis meses após o nascimento pode reduzir o risco de sobrepeso aos seis anos em 1,1% e de obesidade grave aos seis anos em 6%, provavelmente devido ao aumento das concentrações séricas de vitamina D. Em contrapartida, o aumento do tempo de exposição solar na segunda metade do primeiro ano de vida da criança ou mais não teve impacto detetável no sobrepeso ou obesidade grave aos seis anos de idade. Os autores referem que o aumento da exposição solar no último trimestre da gravidez também tende a reduzir o risco de adiposidade subsequente, contudo esse efeito é menor em magnitude quando comparado aos primeiros seis meses de vida e estatisticamente significativo apenas em algumas situações específicas (DUSTMANN *et al.*, 2022). Embora este estudo tenha

obtido resultados significativos, é importante considerar que as atuais diretrizes não recomendam a exposição solar direta antes dos seis meses de vida (SPP, 2019).

Existem alguns fatores que poderiam explicar a relação entre vitamina D e obesidade: a vitamina D (na forma de 1,25(OH)<sub>2</sub>D) atua modulando negativamente a adipogênese por meio do seu receptor nuclear VDR (*Vitamin D receptor*), inibindo a expressão de componentes moleculares importantes para a adipogênese, como o receptor ativado por proliferador de peroxissoma  $\gamma$  (PPAR  $-\gamma$ ) assim como a proteína alfa intensificadora de ligação CCAAT (C/EBP  $\alpha$ ); atua no combate à inflamação e polimorfismos de nucleotídeo único do gene do VDR; age em vias metabólicas que interagem com as estações do ano e que regulam o peso corporal e o gasto energético: o hipotálamo sinaliza a queda nas concentrações de 25(OH)D e estimula um aumento no ponto de equilíbrio do peso corporal. Em seguida, a ativação de neurotransmissores orexígenos (proteína relacionada ao gene do agouti- AgRP, neuropeptídeo Y- NPY) e inibição de neuropeptídeos anorexígenos (pró-opiomelanocortina – POMC e transcrito regulado pela cocaína e anfetamina – CART) levam ao acúmulo de energia resultante do aumento do apetite e redução do gasto energético. Posteriormente, adaptações metabólicas que favorecem a resistência ao frio seriam estimuladas, uma vez que a massa de gordura abdominal ou visceral atingisse um limiar (YE *et al.*, 2001; WOOD, 2008; FOSS, 2009; MUUT *et al.*, 2014; GIUDICI *et al.*, 2018). WRZOSEK *et al.* (2018) sugerem ainda que a deficiência de vitamina D esteja associada com um nível aumentado de impulsividade e hábitos alimentares não saudáveis que conseqüentemente levariam ao aumento de peso em candidatos à cirurgia bariátrica.

Parece haver outros caminhos, além da vitamina D, pelos quais a exposição à radiação UV poderia atuar no desenvolvimento da obesidade:

- Via POMC, polipeptídeo secretado pela glândula pituitária, células da pele e neurônios. A POMC passa por um processo de clivagem que resulta em diferentes peptídeos, incluindo o hormônio alfa-melanócito estimulante ( $\alpha$ -MSH), a  $\beta$ -endorfina e a adrenocorticotrofina, os quais apresentam expressão aumentada na pele, soro e hipotálamo após a exposição à radiação UVA (HIRAMOTO, 2009; HIRAMOTO, YAMATE e SATO, 2016; SKOBWIAT e SLOMINSKI, 2015, 2016; FELL *et al.*, 2014). Em estudo realizado com camundongos, após a exposição da pele à radiação UVA, houve aumento na expressão de  $\alpha$ -MSH e do receptor de melanocortina 4 (MC4R) no núcleo arqueado do hipotálamo (SKOBWIAT e SLOMINSKI, 2016). Assim, o  $\alpha$ -MSH estaria relacionado com a prevenção da obesidade por meio da supressão do apetite e aumentando os sinais catabólicos, que promovem o consumo de

energia através dos receptores de melanocortina 3 (MC3R) e 4 (MARTIN-GRONERT e OZANNE, 2012; WARDLA, 2011). Enquanto o  $\alpha$ -MSH suprime o apetite, a  $\beta$ -endorfina apresenta ação contrária (DUTIA *et al.*, 2012). Contudo, os efeitos da exposição à UVR no apetite e na ingestão de alimentos não são claramente conhecidos (FLEURY *et al.*, 2016).

- Por meio da liberação de óxido nítrico. A liberação de óxido nítrico induzida pela exposição à UVR pode ter efeitos positivos no controle da disfunção cardiometabólica associada à obesidade (FLEURY *et al.*, 2016). Camundongos alimentados com uma dieta rica em gordura e que receberam tratamento tópico duas vezes por semana com um doador de óxido nítrico (S-nitroso-N-acetilpenicilamina - SNAP) apresentaram redução no peso corporal e na resistência à insulina (GELDENHUYS *et al.*, 2014). Além disso, um estudo realizado com roedores propõe que o nitrato dietético leve ao escurecimento do tecido adiposo branco (TAB) e aumente a expressão de genes relacionados à termogênese, responsáveis pela produção de calor, no tecido adiposo marrom (ROBERTS *et al.*, 2015).
- Via heme-oxigenase, enzima liberada em resposta ao estresse celular, incluindo o induzido após a exposição à UVR. A heme-oxigenase é responsável por catalisar a degradação do heme em ferro, monóxido de carbono e biliverdina (GORMAN *et al.*, 2015; GOZZELINO *et al.*, 2010). Foi relatado que em camundongos o tratamento crônico com monóxido de carbono injetado via intraperitoneal (CORM-a1) atenuou o desenvolvimento da obesidade (HOSICK *et al.*, 2014). Além disso, a biliverdina pode apresentar efeito antioxidante levando à diminuição da bilirrubina, que responde aos radicais livres de oxigênio produzindo mais bilirrubina, dando continuidade ao ciclo. (GOZZELINO *et al.*, 2010; MCDONAGH, 2010; JANSEN e DAIBER, 2012). Em outro estudo, também realizado com camundongos, o tratamento intravenoso com bilirrubina reduziu o peso corporal, os níveis de glicose no sangue e os níveis de colesterol total (LIU *et al.*, 2015).
- A partir da atividade supressora de células T reguladoras, promovendo efeitos sistêmicos antiinflamatórios (GORMAN *et al.*, 2007). As células T reguladoras no tecido adiposo branco melhoram a sensibilidade à insulina de forma dependente de interleucina 10 (IL-10) (CHATZIGEORGIOU, 2012). Os efeitos da UVR crônica no TAB podem não apenas se limitar às células T reguladoras, mas também a outras populações de células T, contudo o seu papel na modulação da inflamação tecidual e da resistência à insulina no TAB precisa ser elucidado (FLEURY *et al.*, 2016).



Conforme exposto, a maior parte dos estudos realizados utilizou modelos animais e, portanto, os resultados ainda são inconclusivos.

Embora a ingestão de fontes de vitamina D seja comum na alimentação portuguesa, tendo em vista que estudos ainda mostram deficiências dessa vitamina em crianças e adultos, a exposição solar pode ser uma importante e eficiente estratégia para garantir o *status* adequado desta vitamina (CARDOSO *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2017; BETTENCOURT *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2021).

### 1.3 A CRISE ECONÔMICA EM PORTUGAL

Portugal foi um dos países europeus mais afetados pela crise econômica mundial, também chamada de Grande Recessão, ocorrida entre os anos de 2008 a 2012. O início desta crise ocorreu nos EUA em decorrência de uma série de fatores, tais como crédito barato, baixas taxas de juros, grande número de empréstimos bancários, concedidos a clientes sem comprovação de renda e com histórico de crédito inadequado, dentre outros (EVANS, 2011; SZCZEPANSKI, 2019). Em setembro de 2008, a falência do banco Lehman Brothers (sediado nos EUA), importante banco de investimento global, foi o auge da crise econômica e culminou em uma reação em cadeia que teve um impacto significativo na Europa (KARANIKOLOS *et al.*, 2016). Como consequência, os mercados de ações em todo o mundo sofreram um colapso decorrente da considerável perda de confiança entre os investidores. Dessa forma, ocorreram reduções significativas no comércio global, que refletiram negativamente no crescimento econômico em todo o mundo, aumento da dívida do setor público e, em países como Portugal, Grécia e Irlanda, resgates de credores internacionais (Fundo Monetário Internacional, Banco Central Europeu e à Comissão Europeia) (KARANIKOLOS *et al.*, 2013).

Assim como em outros países, em Portugal a crise econômica teve impactos profundos com o aumento na taxa de desemprego e maior número de pessoas em risco de pobreza (PEDROSO, 2014; CORREIA, 2016). O país foi afetado não somente pelos efeitos diretos da crise financeira na saúde da população, mas também pelas barreiras ao acesso à saúde, impostas pelas políticas de austeridade introduzidas pelos governos para saldar a dívida pública (SCHEPISI *et al.*, 2021).

Os efeitos da crise no acesso aos cuidados de saúde e a alimentos saudáveis, com a diminuição da qualidade da alimentação durante e após este período, já foram relatados por alguns autores (ALVES e PERELMAN, 2014; NUNES *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2022a). Essas alterações sensibilizaram de maneira significativa o estado nutricional de crianças, grupo mais vulnerável às mudanças decorrentes do aumento da pobreza e exclusão social (RAJMIL *et al.*, 2014, 2020; AGUAYO *et al.*, 2016). Sendo assim, investigações mostraram que após a crise econômica houve aumento expressivo de crianças com sobrepeso e obesidade (PEREIRA *et al.*, 2021; RODRIGUES *et al.*, 2022b).

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Diferentes vias podem estar relacionadas com os benefícios advindos da exposição solar segura. Dentre estas vias a vitamina D apresenta maior destaque tendo em vista que múltiplas associações têm sido observadas entre a sua deficiência e a presença de obesidade em crianças. Sabe-se que a infância é uma fase em que ocorre uma série de mudanças que podem influenciar diretamente no crescimento e no estado nutricional, e adicionalmente poucos estudos avaliam o impacto que a exposição solar segura poderia ocasionar no estado nutricional e conseqüentemente na prevenção da obesidade infantil. Na infância os efeitos deletérios do excesso de peso estão associados com maior risco para o desenvolvimento de DCNT. Sendo assim, é importante conhecer os fatores de risco modificáveis para que intervenções eficazes de prevenção primária possam ser realizadas ainda na infância (AHRENS *et al.*, 2014; UNICEF, 2019).

Evidências mostram que fatores socioeconômicos podem influenciar negativamente a prevalência de excesso de peso em crianças (PAN *et al.*, 2013; SILVA e NUNES, 2015). Assim, o estudo sobre fatores relacionados com a obesidade infantil, no período pós-crise econômica em Portugal, permite o melhor entendimento sobre o impacto que os fatores socioeconômicos exercem no desenvolvimento da obesidade e amplia nosso olhar frente a esse problema em países economicamente menos desenvolvidos tais como o Brasil.

Diante do atual panorama obesogênico caracterizado pelo sedentarismo, hábitos alimentares inadequados, alterações no estilo de vida, incluindo menor tempo de exposição solar (exacerbado após o início da pandemia da COVID- 19) a investigação da presença de

associações entre esses fatores em crianças torna-se necessária a fim de que medidas de prevenção possam ser estimuladas, proporcionando assim um desenvolvimento adequado pautado em hábitos de vida saudáveis.

### 1.5 HIPÓTESES DO ESTUDO

O presente estudo levanta a hipótese de que a exposição solar segura está associada com a menor prevalência de excesso de peso e hábitos de vida saudáveis em crianças portuguesas. Assim, especula-se que o maior tempo de exposição solar relaciona-se com maior tempo destinado a brincadeiras ativas e à prática de atividade física e menor tempo sendo gasto em atividades sedentárias, como maior tempo de tela, fatores que estão relacionados com o excesso de peso (Figura 3). Além disso, especula-se que o maior tempo de exposição solar está associado com um padrão alimentar mais saudável que inclua maior frequência na ingestão de fontes de vitamina D, seja por meio de alimentos ou suplementos, fator que também poderia contribuir para a menor prevalência de excesso de peso em crianças.

**Figura 3.** Representação gráfica das hipóteses do estudo.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Investigar as relações entre o tempo de exposição solar, os hábitos de vida e a presença de excesso de peso em crianças portuguesas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar quais hábitos de vida da criança estão relacionados com o tempo de exposição solar;
- Investigar se em crianças a ingestão de alimentos fonte de vitamina D exerce influência no Índice de Massa Corporal;
- Identificar padrões alimentares e verificar associação destes com o tempo de exposição solar e nível socioeconômico.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo é oriundo do projeto “*Inequalities in childhood obesity: the impact of the socioeconomic crisis in Portugal from 2009 to 2015*”. Este projeto é coordenado pela Prof<sup>a</sup> Dra. Cristina Maria Proença Padez do Centro de Investigação em Antropologia e Saúde (CIAS) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, e financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) (Referência: PTDC/DTP-SAP/152082014).

Em 2016 foi iniciado um novo estudo em seguimento a outros dois projetos (2002: POCTI/ESP/43238/2001; 2009: FCOMP-01-0124-FEDER-007483) conduzidos a nível nacional, a fim de investigar a prevalência de obesidade infantil em Portugal e a influência dos ambientes obesogênicos (PADEZ *et al.*, 2004, 2011). Escolas primárias e pré-primárias (correspondentes às escolas de ensino fundamental I e pré-escola no Brasil, respectivamente) nos distritos de Porto, Coimbra e Lisboa (três dos maiores distritos a nível nacional, incluindo a capital do país) foram convidadas a participar. O objetivo do projeto é desenvolver estudos comparativos sobre as mudanças no comportamento das famílias e nas infraestruturas ambientais entre 2009 a 2017, o período da crise econômica, e subsequente implementação de medidas de apoio à economia, avaliando o seu impacto na obesidade infantil.

#### 3.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo observacional do tipo transversal com crianças portuguesas entre 2 e 11 anos.

#### 3.3 ASPECTOS ÉTICOS

O estudo obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPd; Ref. 745/2017), aprovado pela Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC), entidade do Ministério da Educação (ANEXO II). Os

pais/responsáveis legais forneceram termo consentimento assinado para participação (ANEXO III).

Foi obtida uma Carta de Anuência permitindo a utilização dos dados secundários para elaboração desta tese (ANEXO IV).

### 3.4 LOCAL E POPULAÇÃO DO ESTUDO

Entre 2016 e 2017 foram coletados dados de 2980 crianças entre 2 e 11 anos, de ambos os sexos em Coimbra, 3066 crianças em Lisboa e 2426 no Porto, nas mesmas escolas avaliadas em 2002 e 2009.

### 3.5 FORMAÇÃO DA AMOSTRA E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

#### 3.5.1 Formação das amostras populacionais

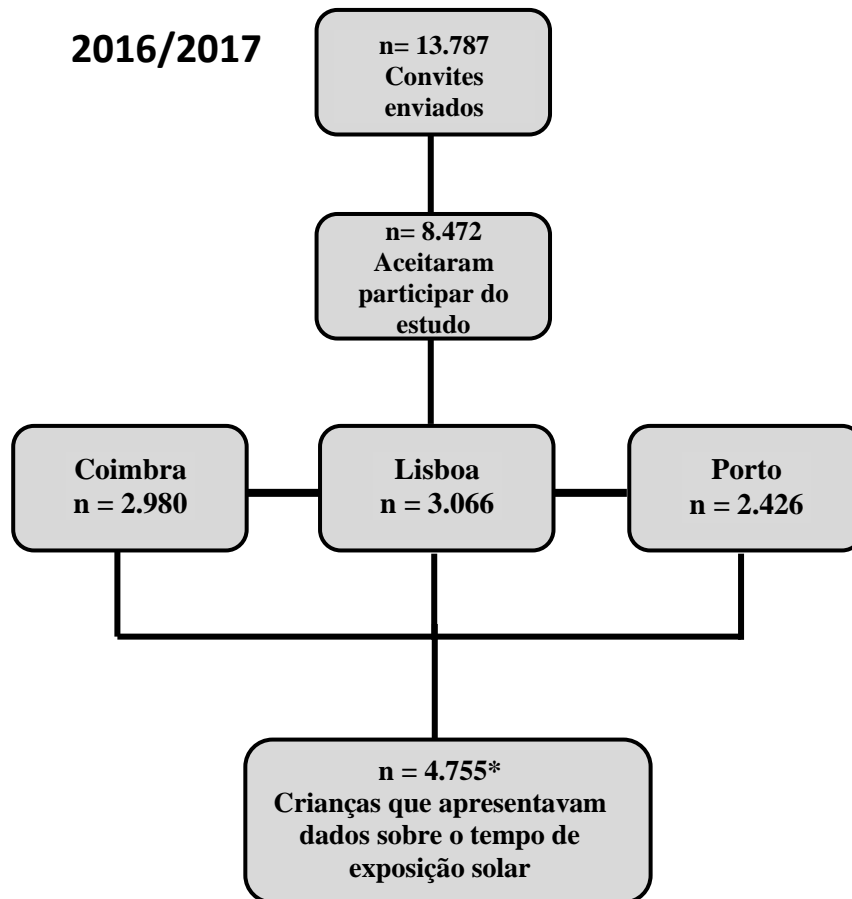
Entre novembro de 2016 e abril de 2017, foram enviados por e-mail e carta 13.787 convites para todos os alunos das 118 escolas públicas e privadas dos três distritos selecionados. As escolas foram responsáveis pelo envio dos convites aos responsáveis pela educação de cada criança, juntamente com uma breve explicação sobre o estudo e os seus objetivos. O termo de consentimento informado e assinado pelos responsáveis legais das crianças foi recebido por um total de 8.472 crianças em idade pré-escolar e escolar na faixa etária entre 2 e 11 anos, sendo 50,8% do sexo masculino e 49,2% do sexo feminino. As taxas de participação foram de 58% em Coimbra, 67% em Lisboa e 60% no Porto.

No presente estudo, apenas foram utilizados os dados coletados de crianças que tinham informações sobre o tempo de exposição solar (crianças entre 3 e 11 anos; n= 4.755) (Figura 4).

### 3.5.2 Critérios de inclusão e exclusão

Todas as crianças que frequentavam as 118 escolas foram convidadas a participar do estudo. Apenas as crianças com consentimento informado e autorização escrita dos pais/responsáveis pela educação foram aceitas. As crianças puderam recusar participar do estudo em qualquer momento e o seu consentimento oral foi obtido em cada etapa.

**Figura 4.** Fluxograma de seleção dos participantes para a tese de doutorado.



\*Coimbra: n = 2.298; Lisboa: n = 1.462; Porto: n = 995

### 3.6 VARIÁVEIS DO ESTUDO E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Os dados do projeto foram coletados através de um inquérito parental e de observações diretas. Dados sobre a criança (idade, sexo), sobre os seus comportamentos (dieta e uso de suplementos, tempo de exposição solar, tempo de tela e atividades físicas) e informações sobre a situação socioeconômica familiar foram reportadas pelos pais através de um inquérito validado (ANEXO V). Os pais preencheram o inquérito em casa e devolveram após uma semana, juntamente com o termo de consentimento assinado de forma a que se desse início à segunda fase da coleta de dados com a aferição das medições antropométricas das crianças. Mais informação sobre as variáveis coletadas (Quadro 2) são apresentadas abaixo.

#### 3.6.1 Tempo de Exposição Solar (TES)

Os dados sobre exposição solar foram obtidos por meio de um questionário adaptado de HANWELL *et al.* (2010). O questionário contempla questões sobre o hábito de exposição solar durante o verão de acordo com o tempo de exposição à luz do sol reportada pelos pais (pelo menos 15 minutos, cerca de 1 hora, cerca de 2 horas ou mais de 2 horas) e as partes do corpo expostas ao sol (rosto, mãos, braços e pernas). Também foram obtidos dados sobre o uso de protetor solar (se usa e com qual frequência: sempre, às vezes, durante o verão ou na praia) e se a criança viajou para local com muito sol no último ano.

A variável ‘etnia/cor da pele’ não foi utilizada, pois os dados coletados não apresentavam qualidade suficiente para análises posteriores.

#### 3.6.2 Tempo de Tela e Brincadeiras Ativas ao Ar Livre

Foi avaliado o tempo que a criança permanece em atividades sedentárias: TV, computador, jogos eletrônicos, smartphones e tablets e o tempo destinado a brincadeiras ativas (realizadas ao ar livre). A presença desses hábitos foi reportada pelos pais, através do preenchimento de um questionário que contemplava questões sobre o tempo de tela e brincadeiras ativas de acordo com o dia (durante a semana, aos sábados e aos domingos) e horas (nenhuma, até 1 hora, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, mais de 4 horas).



### 3.6.3 Tempo Destinado à Prática de Atividade Física

O tempo total de prática de atividade física em minutos por semana foi obtido por meio de um questionário com informações sobre as atividades realizadas fora da escola, nomeadamente: o tempo despendido na prática de alguma atividade desportiva, realizada em um clube ou outra associação desportiva. Em caso de resposta afirmativa, o responsável deveria responder detalhadamente o tipo de atividade, o número de vezes por semana e o tempo total destinado à prática (horas/min), de acordo com o dia da semana (segunda a sexta-feira, aos sábados e aos domingos).

### 3.6.4 Consumo Alimentar e Uso de Suplementos

O consumo alimentar foi coletado por meio de uma adaptação do questionário padronizado de BEL-SERRAT *et al.* (2014) respondido pelos pais, de acordo com a frequência de consumo diário e semanal (2 a 3 vezes/dia; 1 vez/dia; 2 a 3 vezes/semana; 1 vez/semana, nunca/raramente) dos seguintes alimentos e bebidas: refrigerantes (coca-cola, sucos com gás, etc.), chá gelado, sucos de frutas do tipo néctar, bolos/biscoitos, chocolates/balas/gomas, batatas fritas, hambúrgueres, pizzas, sopa de legumes, saladas, leite puro, leite com achocolatado e cereais matinais.

O consumo de alimentos fontes de vitamina D foi obtido por meio de um questionário adaptado de NUCCI *et al.* (2013) também respondido pelos pais. Foram coletadas informações sobre a frequência de consumo mensal dos seguintes alimentos: salmão, sardinha, cavala, atum, peixe branco (bacalhau, pescada etc) e cogumelos. Os dados de consumo mensal foram coletados de acordo com a frequência: nunca, 1 vez/mês, 2 vezes/mês, 3 vezes/mês, 4 vezes/mês e mais de 4 vezes/mês.

Os pais também responderam a perguntas (sim ou não) sobre o consumo de outros produtos lácteos além do leite (iogurtes e queijos) e sobre o uso de suplementos de cálcio e vitamina D nos últimos três meses.

### 3.6.5 Nível Socioeconômico (NSE)

O nível de escolaridade do pai foi utilizado como medida *proxy* para o nível socioeconômico, tendo em vista que em Portugal não existe uma medida oficial desta variável. A escolaridade foi classificada em onze categorias: Não sabe ler, nem escrever; Ensino básico (4<sup>a</sup> classe); Ciclo preparatório (6 anos); Ensino secundário (9 anos); Ensino complementar (11 anos); Outro (Curso Profissionalizante); Ensino complementar (12 anos); Licenciatura; Bacharelado; Mestrado; Doutorado. Em seguida foi considerado: 9 anos ou menos de estudo, como ensino sub-secundário; 10 a 12 anos, ensino secundário, e acima de 12 de estudo, ensino superior. Os três níveis de escolaridade/socioeconômicos foram definidos respectivamente, como: 1 = Baixa escolaridade; 2 = Ensino Médio e 3 = Ensino Superior.

### 3.6.6 Variáveis Antropométricas e seus Métodos de Mensuração

Durante visitas às escolas, foram realizadas as medidas de peso, estatura, e dobras cutâneas por profissionais previamente treinados que adotaram um protocolo padronizado.

#### 3.6.6.1 Peso e Estatura

O peso foi aferido em balança digital portátil calibrada da marca SECA220®, com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 0,1 kg, e a estatura em estadiômetro de parede da marca SECA200®, com precisão 0,1 cm. As medidas foram realizadas em duplicata, tendo sido utilizada a média dos valores encontrados. Posteriormente, o Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado de acordo com a equação proposta por KEYS *et al.* (1972):

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Estatura (m)} \times \text{Estatura (m)}}$$

A classificação do estado nutricional da criança foi realizada de acordo com os pontos de corte estabelecidos pela *International Obesity Task Force – IOTF* (COLE e LOBSTEIN, 2000; 2012) (ANEXO VI).

#### 3.6.6.2 Circunferência da Cintura (CC)

A circunferência da cintura foi obtida na menor circunferência do abdômen no plano horizontal com uso de uma fita antropométrica inelástica, com precisão de 0,1 cm da marca SECA®. A medida foi realizada em duplicata, tendo sido utilizada a média a média dos valores encontrados.

#### 3.6.6.3 Dobras cutâneas

Foram realizadas as medidas das dobras cutâneas tricipital, subescapular e suprailíaca com o auxílio de um adipômetro (também chamado de plicômetro) da marca GIMA®. Todas as medidas foram realizadas em duplicata. Para os cálculos, foram utilizadas as médias dos valores encontrados.

##### 3.6.6.3.1 Dobra Cutânea Tricipital (DCT)

A dobra cutânea tricipital foi realizada no braço direito, no ponto médio entre o acrômio e o olécrano, com a dobra ligeiramente separada (pele mais gordura subcutânea), descolando-a do tecido muscular e aplicando o adipômetro em ângulo reto com o braço relaxado e estendido ao lado o corpo.

##### 3.6.6.3.2 Dobra Cutânea Subescapular (DCSE)

A medida da dobra cutânea subescapular foi feita no lado direito do corpo, marcando-se o ponto imediatamente abaixo do ângulo inferior da escápula. A pele foi levantada 1 cm

abaixo do ângulo inferior da escápula, obtendo-se um ângulo de 45° entre ela e a coluna vertebral. O adipômetro foi utilizado com o indivíduo em pé, com braços e ombros relaxados.

#### 3.6.6.3.3 Dobra Cutânea Suprailíaca (DCSI)

A dobra cutânea suprailíaca foi realizada no lado direito do corpo, obliquamente em relação ao eixo longitudinal, entre o último arco costal e a crista ilíaca, sobre a linha axilar média.

#### 3.6.6.3.4 Estimativa da Porcentagem de Gordura Corporal (% GC)

As dobras cutâneas tricipital e subescapular foram utilizadas para estimativa da porcentagem de gordura corporal por meio das seguintes fórmulas propostas por SLAUGHTER *et al.* (1988):

$$\% \text{ GC} - \text{Sexo Masculino} = 1.21 (\text{dobra cutânea tricipital} + \text{dobra cutânea subescapular}) - 0.008 (\text{dobra cutânea tricipital} + \text{dobra cutânea subescapular})^2 - 1.7$$

$$\% \text{ GC} - \text{Sexo Feminino} = 1.33 (\text{dobra cutânea tricipital} + \text{dobra cutânea subescapular}) - 0.013 (\text{dobra cutânea tricipital} + \text{dobra cutânea subescapular})^2 - 2.5$$

**Quadro 3.** Resumo das variáveis do estudo.

<b>Tipo</b>	<b>Variáveis</b>
<b>Sociodemográficas</b>	Sexo
	Idade
	NSE
<b>Estilo de vida</b>	TES
	Tempo destinado às brincadeiras ativas
	Tempo de atividade física
	Consumo alimentar
<b>Antropométricas</b>	Peso
	Estatura
	IMC
	CC
	DCT
	DCSE
	DCSI
	% GC

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, todas as variáveis categóricas (TES, tempo destinado à brincadeiras ativas e tempo de tela) foram convertidas em variáveis contínuas, obtendo-se assim uma média das categorias às quais as crianças pertenciam.

Em relação ao tempo destinado às brincadeiras ativas e aos tempos de tela, foram obtidas as médias do tempo semanal e aos finais de semana (sábado e domingo) e também os tempos totais (durante os sete dias da semana), de acordo com cada dispositivo eletrônico. Por fim, foi obtido também o tempo de tela total, correspondente à soma do tempo de tela em todos os dispositivos eletrônicos (durante a semana e aos finais de semana).

Posteriormente, os valores obtidos em horas foram convertidos para minutos, conforme exemplo abaixo:

$$2,5 \text{ horas} = 2 \text{ horas} + (0,5 \times 60) = 150 \text{ minutos}$$

Para caracterização da amostra foi realizada análise estatística descritiva, por meio de medidas de tendência central com os dados apresentados em médias e desvio-padrão ou frequências relativas (%). Todas as variáveis contínuas tiveram sua distribuição avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk.

Avaliações de diferenças entre as médias de acordo com a idade, sexo, NSE e TES foram realizadas por meio dos testes de Mann-Whitney-Wilcoxon (Ranksum) e Kruskal-Wallis, tendo em vista que as variáveis não apresentaram distribuição normal.

Análises de regressão linear múltipla foram realizadas para avaliar a presença de associações entre as variáveis do estudo. Na investigação sobre a presença de associações entre o TES, indicadores de obesidade e hábitos de vida, a variável TES foi utilizada como variável independente e as variáveis dependentes foram: peso, IMC, CC, DCT, DCSE, DCSI, % GC, tempo de TV, tempo de computador, tempo de videogame, tempo de smartphone, tempo de tablet, tempo de tela total, tempo em brincadeiras ativas e tempo destinado à prática de atividade física. No modelo 1, a idade, o sexo e o uso de FPS foram utilizados como variáveis de ajuste. No modelo 2, a idade, o sexo, o uso de FPS e o NSE foram utilizados como variáveis de ajuste.

No estudo sobre a associação entre padrões alimentares, TES e NSE foi realizada a Análise de Componentes Principais (*PCA - Principal Component Analysis*). Para esta análise inicialmente as informações sobre consumo alimentar foram padronizadas e os dados foram convertidos para frequência mensal em: nunca/raramente, 4 vezes/mês e mais de 4 vezes/mês.

Análises de regressão linear foram realizadas com a amostra estratificada por NSE. A variável TES foi utilizada como variável independente, as variáveis dependentes foram os padrões alimentares identificados; as variáveis idade e sexo foram utilizadas como variáveis de ajuste do modelo.

Para realização das análises foi utilizado o *software* STATA versão 13 (StataCorp LP®). A Análise de Componentes Principais foi realizada com o *software* SPSS, versão 27.0 (SPSS, Chicago, IL, EUA). O nível de significância foi estabelecido em 5% ( $\alpha=0,05$ ), sendo, portanto considerado como estatisticamente significativo os resultados com valores de  $p < 0,05$ .

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os Resultados e a Discussão são apresentados nesta tese sob a forma de artigos científicos, sendo uma revisão sistemática e dois manuscritos com dados originais.



## **4.1. ARTIGO 1**

### **Influence of vitamin D intake on the Body Mass Index of children and adolescents: A Systematic Review**

**Artigo de Revisão**

Elizabete A. dos Santos, Lígia Araújo Martini Cavalheiro, Daniela Rodrigues, Aristides Machado-Rodrigues, Maria-Raquel Silva, Helena Nogueira, Cristina Padez.

Submetido à revista *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Anexo VII)

**Title:** Influence of vitamin D intake on the Body Mass Index of children and adolescents: A Systematic Review

**Short Title:** Vitamin D intake and obesity in youth

Authors: Elizabete A. dos Santos<sup>1</sup>, Lígia Araújo Martini Cavaleiro<sup>1</sup>, Daniela Rodrigues<sup>2</sup>, Aristides Machado-Rodrigues<sup>3</sup>, Maria-Raquel Silva<sup>2,4,5</sup>, Helena Nogueira<sup>6</sup>, Cristina Padez<sup>2</sup>.

1. Nutrition Department. School of Public Health. University of São Paulo, 01246-904 São Paulo, Brazil.
2. Research Centre for Anthropology and Health, Department of Life Sciences, University of Coimbra, 3000-456 Coimbra, Portugal.
3. Faculty of Sport Sciences and Physical Education, University of Coimbra, 3040-156 Coimbra, Portugal.
4. Faculty of Health Sciences, University Fernando Pessoa, 4200-150 Porto, Portugal
5. Comprehensive Health Research Centre-Group of Sleep, Chronobiology and Sleep Disorders-Nova Medical School, University of Lisbon, 1150-090 Lisbon, Portugal.
6. Research Centre for Anthropology and Health, Department of Geography and Tourism, University of Coimbra, 3004-53 Coimbra, Portugal.

### **Authors' Contributions**

Elizabete A. dos Santos and Lígia Araújo Martini Cavaleiro searched databases, extracted data, and wrote the draft of the article. Daniela Rodrigues, Aristides Machado-Rodrigues, Helena Nogueira, Maria-Raquel Silva and Cristina Padez participated in and critical review of the draft, structure of the review, and English edition. Daniela Rodrigues and Aristides Machado-Rodrigues carried out the final review of the article. All authors critically reviewed the manuscript and approved the final version submitted for publication and declare that the content has not been published elsewhere.

### **Corresponding author**

Elizabete A.dos Santos. Nutrition Department. School of Public Health. University of São Paulo. Avenida Doutor Arnaldo, 715 / CEP 01246-904 / Cerqueira César, São Paulo, SP, Brazil. Tel.: +55 11 30617859

Fax: +55 11 30617130

E-mail: elizabete.nutri21@gmail.com

**Abstract**

The aim of this study was to carry out a systematic review of the main scientific evidence about the relationship between vitamin D intake and Body Mass Index of children and adolescents. Inclusion criteria were cross-sectional, longitudinal and cohort studies that assessed Body Mass Index and vitamin D intake through diet in samples of children and adolescents. Were searched PubMed/MedLine, Science Direct and SciELO databases for articles published from inception until November 10<sup>st</sup>, 2021 using the combined terms: “vitamin D intake”, “children” and “adolescents” associated with the descriptors: “obesity”, “weight” or “Body Mass Index”. A total of 11 studies published between 2005 and 2020 were identified, most of them with a cross-sectional design, and only one non-randomized controlled before-and-after study. Four studies showed an inverse association between higher vitamin D intake and obesity in children and adolescents, one found a positive association and six found no associations. The results showed that strategies should be studied in order to guarantee the adequate supply of vitamin D in this population in view of the limitations imposed by sun exposure, especially among children and adolescents with obesity, group at higher risk of disability.

**Keywords:** vitamin D, childhood obesity, obesity, youth.

## Introduction

Considerable changes have occurred in lifestyle and activities carried out during childhood, and children and adolescents have become more sedentary and they do not routinely play outdoors for long periods (Gray et al. 2015; Hidding et al. 2017; Poulain et al. 2020). Less time devoted to outdoor activities has been associated with multiple negative health outcomes, including vitamin D deficiency given that this group are less exposed to sunlight (Poulain et al. 2020; Beyer et al. 2018; Haimi and Kremer 2017; Wadolowska et al. 2018).

Vitamin D corresponds to a group of fat-soluble secosteroids that act as a hormone in the body, being essential for the maintenance of human health (Anderson, Turner, and Morris 2012; Fleury, Geldenhuys, and Gorman 2016). This vitamin plays a fundamental role in the homeostasis of calcium and phosphorus, through intestinal absorption and renal reabsorption of these minerals, being an essential determinant for the development of bones and teeth in children and adolescents, and bone health at all stages of life (Antonucci et al. 2018; Castro 2011). In addition, vitamin D also functions in extra-skeletal tissues, playing an important role in the immune system, in cell differentiation and proliferation, in controlling glucose metabolism in the brain and in several other tissues that express the vitamin D receptor (Hewison 2010; Wimalawansa 2018).

There are two physiologically important forms of vitamin D: vitamin D<sub>2</sub> (ergocalciferol), produced by plants, and vitamin D<sub>3</sub> (cholecalciferol), produced endogenously through the exposure to sunlight (Anderson, Turner, and Morris 2012; Fleury, Geldenhuys, and Gorman 2016). The vitamin D obtained - either by sun exposure or diet - is biologically inactive and is then transported in the blood stream linked to a binding protein (vitamin D binding protein), and undergoes a hydroxylation process that first results in the formation of the 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> (25(OH)D) in the liver (calcidiol). The 25(OH)D is the main circulating form used to assess vitamin D status, but due to its small biological activity, it is converted in kidneys into its active form: 1,25-dihydroxyvitamin D (1,25(OH)<sub>2</sub>D), also known as calcitriol. Almost all body tissues are able to produce the active form of vitamin D, however most of the 1,25(OH)<sub>2</sub>D is produced in kidneys. As a fat-soluble vitamin, its

main storage location is the adipose tissue (Holick 2007; Bikle 2009; Hossein-nezhad and Holick 2013; Colapinto et al. 2014).

According to the World Health Organization (WHO 2021), in 2020, 39 million children under the age of 5 were with overweight or obesity. A study carried out by the NCD-RisC group (2017) analyzed body weight and height changes in nearly 130 million people, including 31.5 million children and adolescents aged 5-19 years old, and found that obesity increased tenfold: from 11 million in 1975 to 124 million in 2016. The evaluation of insufficiency of vitamin D in children and adolescents with overweight and obesity presents a wide variation between countries, ranging from 36% in Mexico and 48.6% in China to 76% in Canada, and 96.0% in Germany (Zakharova et al. 2019).

Although skin synthesis is the main source of vitamin D, exposure to the sunlight can be limited by climate, culture, age and lifestyle. In addition, the effectiveness of vitamin D synthesis on exposed skin can be modified if the Ultraviolet Radiation (UVR) is blocked or partially blocked with the use of cosmetics or clothes that provide Sun Protection Factor (SPF) (Colapinto et al. 2014; Kift et al. 2018). Thus, the intake of vitamin D rich-source food becomes essential. This can be obtained in smaller amounts through natural sources such as cod liver oil and some foods of animal origin, such as fatty fish (sardines, salmon, herring and tuna), cheese, egg yolk and also certain sources of fungi that contain vitamin D<sub>2</sub> (Fleury, Geldenhuys, and Gorman 2016; Colapinto et al. 2014; Holick et al. 2011). Thus, in addition to natural sources, fortified foods and dietary supplements are essential for maintaining adequate circulating concentrations of 25(OH)D (Fleury, Geldenhuys, and Gorman 2016; Holick 2007, 2011; Colapinto et al. 2014).

Many studies have evaluated the association between vitamin D status and obesity in children and adolescents (Gul et al. 2017; De Pergola et al. 2019). However, few have investigated the relationship between vitamin D intake and Body Mass Index (BMI) in this population. Therefore, there is no other literature review that addresses this topic. Thus, the aim of this systematic review is to summarize the main scientific evidence about the relationships between vitamin D intake and BMI in individuals aged between 1 and 19 years.

## Materials & Methods

The protocol of this systematic review was registered with the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO; Registration no. CRD 42021282688). This review was conducted following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses checklist (PRISMA) (Moher et al. 2015).

The guiding question was: Is vitamin D intake associated with the Body Mass Index of children and adolescents?

We searched PubMed/MedLine, Science Direct and SciELO databases for articles published from inception until November 10<sup>st</sup>, 2021. The following combined terms were used: “vitamin D intake”, “children” and “adolescents” associated with the descriptors: “obesity”, “weight” or “Body Mass Index”. Detailed MeSH terms are provided in Supplementary Appendix Table A1.

Terms “weight” and “Body Mass Index” were used instead of “nutritional status” in searches, as in general this term found articles that addressed the status of vitamin D (25(OH)D), which was not the purpose of this review. Studies published in English, Portuguese and Spanish were considered for the analysis. Finally, reference lists of the included articles were also consulted in order to identify any other study that had not been previously considered.

Inclusion criteria were as follows: cross-sectional, longitudinal and cohort studies that assessed the BMI and vitamin D intake through diet (using the Food Frequency Questionnaire - FFQ or 24-hour Food Record - R24h). Studies with samples of children and adolescents aged 1 to 19 years and published before November 10<sup>st</sup>(2021) in English, Portuguese and Spanish were considered.

Articles were excluded from the initial screening if the title and abstract did not address the topic of interest and if they addressed vitamin D intake specifically in children/adolescents with some pathology, such as bipolar spectrum disorder, leukemia, cystic fibrosis, lupus erythematosus, celiac disease, autism spectrum disorder or sickle cell disease. Review articles were excluded because the purpose of this review was to evaluate and synthesize the results presented in original articles. Articles that comprised laboratory analyses, letters to the editor, studies conducted on animals and research which did not involve children or adolescents also were excluded. Duplicate studies were also removed by title and abstract screening.

After full text reading, articles that did not include the assessment of vitamin D intake, either through natural food sources, enriched foods or supplements, as well as articles in which the BMI determination had not been carried out were also excluded.

The articles were selected in three phases. In phase 1, two researchers reviewed the titles and abstracts independently. At this stage, any article that did not meet the eligibility criteria previously described were excluded. In phase 2, considering the established criteria, the full text of the article was read to determine inclusion in the next phase and then, the two authors together determined which articles would be included. In phase 3 the following data were extracted from the documents: authors and year of publication, study design, country of study, population (according to BMI classification: e.g., underweight, normal weight, overweight, obesity), sex, age (years), number of individuals studied, assessment of food intake (e. g., food recall or food frequency questionnaire), study findings (e.g., observations, conclusions and hypotheses of the authors). Data was extracted by one author and checked by another and, in case of disagreement, discussed with the other researchers.

For the assessment of the methodological quality of the studies the JBI-MAStARI (Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI: Systematic Reviews. Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies 2017) was used given that our previous search identified that most studies had a cross-sectional design. This tool consists of eight questions that must be answered with “yes”, “no”, “unclear”, or “not applicable”. Quality assessment was done by two authors separately and any disagreement was solved by consensus and discussed with other researchers. Using this tool, the studies were classified into: High quality (more than 5 or equal 5 "yes" responses); Moderate quality (between 3 and 4 "yes" responses) and Low quality (between 0 and 2 "yes" responses).

Detailed information about the assessment of the methodological quality of the studies are provided in Supplementary Appendix Table A2.

## **Results**

We identified 77,817 records through database searches. Around 128 remained

after removing duplicate publications and removing publications for other reasons (e.g.: studies conducted on animals or letters to the editor). After titles and abstracts were screened, 64 records were excluded and 64 full-text screening were obtained. After this stage, the full-text of these articles were reviewed and 31 full-text articles were assessed for eligibility. Finally, 20 full-text articles were excluded (Fig. 1).

The systematic review resulted of the 11 studies on the topic published between 2005 and 2020. Among the studies, most had a cross-sectional design, with only one non-randomized controlled before-and-after study. Four studies were carried out in Europe (two in Spain and two in Poland), five in North America (three in Canada and two in USA), one in Central America (Mexico) and one in South America (Peru).

When analyzing the results of the studies, four studies showed an inverse association between higher vitamin D intake and obesity in children and adolescents, one found a positive association and six found no associations (Table1).

In a study conducted by Gillis et al. (2005), children and adolescents with obesity had a lower intake of vitamin D when compared to individuals with normal weight:  $5.7 (\pm 3.8)$  vs.  $6.2 (\pm 3.6)$   $\mu\text{g}/\text{day}$  ( $p < 0.05$ ) (1  $\mu\text{g}$  of cholecalciferol = 40 IU of vitamin D). The percentage of children and adolescents below the Adequate Intake (AI) was 46 and 44%, respectively. Similar results were found by Rajkumar et al. (2008) in an open label non-randomized pre-post comparison of the effect of vitamin D supplementation (400 IU daily for 1 month) among African-American pre-adolescent with obesity vs. normal weight aged 6 – 10 years. The authors found that the girls with obesity had a significantly lower dietary intake of vitamin D than girls with normal weight ( $218.1 \pm 112$  IU/day vs.  $339 \pm 153$  IU/day,  $p = 0.007$ ). Furthermore, vitamin D intake was below the dietary reference intake for age ( $< 200$  IU/day) in 12/21 (57%) girls with obesity vs. 5/20 (25%) girls with normal weight ( $p=0.058$ ).

In 2012, Ortega Anta et al. (2012) analyzed 903 children of both sexes aged 7 to 11 years, and found a higher vitamin D intake in children with normal body weight ( $2.52 \pm 0.60$   $\mu\text{g}/\text{day}$ ) when compared with children with obesity ( $2.35 \pm 0.56$   $\mu\text{g}/\text{day}$ ), indicating an inverse association between vitamin D and obesity ( $p < 0.05$ ). When analyzing the dietary origin of vitamin D intake, it was found that most of it came



from eggs (28.12%), cereals (24.23%), fish (20.06%) and dairy products (14.42%), without significant differences according to sex.

When an older group was evaluated (8-18 years), Keast et al. (2015) found that the thickness of the subscapular skinfold was the only measure of adiposity that showed significant inverse associations with the intake of vitamin D and calcium ( $p < 0.05$ ). In addition, the group of the high tertile of vitamin D intake ( $n = 1170$ ) had a lower prevalence of overweight or obesity compared to the group of low vitamin D intake tertile ( $n = 1370$ ) after adjusting for energy intake, chronological age and race-ethnicity (Model 1), and physical activity, poverty income level, television (TV)/video/computer use, alcohol use, and tobacco use (Model 2). Furthermore, intake of yogurt and dairy products with a high calcium and vitamin D content was associated with a lower prevalence of overweight or obesity ( $p < 0.05$ ).

On the other hand, Colapinto et al. (2014) found no differences in dietary intake of vitamin D in different categories of BMI in Canadian children ( $n = 8958$ ). However, participants who consumed at least one glass of milk per day, an important source of vitamin D, were more likely to present obesity than those who drank two or more glasses of milk per day, after adjusting for standardized energy intake and demographic variables. Those authors pointed out that approximately 80% of the children did not reach the Estimated Average Requirement (EAR) of 400 IU/day. In addition, those in the lowest income group were less likely to achieve EAR for vitamin D, which may be due to a lack of access to adequate sources. Furthermore, the consumption of fried foods less frequently and higher levels of physical activity was positive associated with the highest vitamin D intake, indicating that promoting healthy lifestyle habits can support improved vitamin D intake (Colapinto et al. 2014).

Also, among Canadian children, Munasinghe et al. (2015) hypothesized that physically active and children with normal weight are more likely to meet the Dietary Reference Intakes (DRI) recommendation for vitamin D. However, when vitamin D was evaluated according to BMI no difference was found between the groups. The percentage of students meeting the EAR of 400 IU/d was 44.82% in under/normal weight group, 44.08% in students with overweight and 43.34% in students with obesity ( $p = 0.951$ ). The percentage of children meeting the Reference Daily Allowances (RDA)

of 600 IU/day was 22.73% in under/normal weight group, 19.75% in children with overweight and 17.07% in children with obesity ( $p = 0.245$ ). The median vitamin D intake solely from the diet were: 167, 173 and 143 (IU/day) in children with under/normal weight, with overweight and with obesity, respectively. The median vitamin D intake both from the diet and supplements were: 356, 359 and 332 (IU/day) in children with under/normal weight, with overweight and with obesity, respectively.

Among of preschoolers (Dylağ et al. 2014), the main sources of vitamin D in the diet of children with obesity and with normal weight were fortified milk formulas, eggs and fish. Although diets of children with normal weight contained more vitamin D ( $4.7 \pm 5.4 \mu\text{g}$  vs.  $3.2 \pm 2.7 \mu\text{g}$  in children with obesity), the difference was not significant and the average of vitamin D intake was insufficient in both groups. Corroborating the afore-mentioned results of preschoolers, Strucińska et al. (2015) also evaluated vitamin D intake in the first 3 years of life and found similar results: vitamin D intake was twice as low in the diet of children with obesity compared with children with normal weight ( $2.0 \mu\text{g}/80 \text{ IU}$  vs  $4.0 \mu\text{g}/160 \text{ IU}$ ), with no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ). However, the risk of deficient vitamin D intake was observed in 94.7% of children with obesity and 82.4% in the control group that did not reach the standard EAR.

Among Peruvian adolescents, Pajuelo et al. (2016) found a mean vitamin D intake of  $1.8 \mu\text{g}/72 \text{ IU}$  (CI = 1.4 to 2.2) in females without obesity and  $1.7 \mu\text{g}/68 \text{ IU}$  (CI = 1.4 to 2.1) in females with obesity, without statistically significant difference ( $p = 0.93$ ). The authors point out that few foods contain vitamin D and this is one of the reasons why food fortification is chosen, especially milk. Another contribution of vitamin D is provided by dietary supplements and formulas. In this study, 18.2% consumed some type of supplement, but none contained vitamin D.

In Spain, Correa-Rodríguez et al. (2020) found that among youth aged 9 to 19 years, the average vitamin D intake was  $200.8 \pm 400.9 \text{ IU/day}$ . When vitamin D intake was analyzed, there was no significant association with any adiposity index (including BMI) after adjusting for confounding factors (i.e., fat mass, percentage of fat mass and fat-free mass).

Contrary to previously mentioned studies, Flores et al. (2017) found that vitamin D intake was higher among children with overweight or obesity compared to children with normal body weight, both in preschoolers and school-aged children

(159.9 and 119.1 IU/Day vs. 133.1 and 110.4 UI/day, respectively). However, the highest prevalence of vitamin D deficiency was observed among older children (9 - 11 years), particularly girls and those with overweight or obesity. Milk was the main source of vitamin D in diet and only 1.5% of preschoolers and 2.3% of school-aged children consumed a supplement containing vitamin D, and their intake was positively associated with socioeconomic status.

## **Discussion**

Although it is well established that there is a relationship between vitamin D status and obesity, there is a scarcity of studies that address this issue in children and adolescents focusing on the intake of this vitamin. This can be evidenced by the limited number of studies that this review has included. Even so, present findings raise important considerations, namely: the low intake of vitamin D was very prevalent in most study groups, but especially among young people with obesity, the different forms of assessment of intake, the relationship between vitamin D intake and socioeconomic status and the association between consumption of vitamin D and a healthier lifestyle.

The relationship between obesity and 25(OH)D deficiency has already been proven and among the main associated factors are the low sun exposure and the decreased vitamin D bioavailability due to its “sequestration” in adipose tissue. However, the exact mechanism by which vitamin D deficiency increases the risk of obesity is not yet known. Some studies suggest that it occurs through the modulation of catabolic and anabolic activity of adipocytes (Holick 2006). Moreover, it is still controversial whether vitamin D deficiency is a consequence or a predisposing factor to pediatric obesity (Dyląg et al. 2014; Strucińska et al. 2015). However is important to consider that since body weight and adiposity are highly multifactorial variables, it is unlikely that dietary vitamin D is the only factor underlying lower BMI and fat mass (Correa-Rodríguez et al. 2020).

Although sun exposure is the main source of vitamin D, some factors can influence the intensity of the sun's rays and consequently the synthesis of vitamin D<sub>3</sub> in the skin, such as: geographic location, time of day, time of year and climatic conditions (National Institute for Health and Care Excellence 2016). Also, the lifestyle, increasingly restricted to indoor activities, associated with increased rates of

skin cancer, especially in light-skinned populations, resulted in concomitant decreases in sun exposure (Lucas et al. 2013; Palacios and Gonzalez 2014). Therefore, an adequate sun exposure is needed, as well as higher intake of vitamin D through diet.

Considering that the vitamin D recommendation can be difficult to achieve by consuming natural food sources, several countries, such as the United States of America (USA), Canada, Australia, Finland and Mexico have implemented mandatory vitamin D fortified-foods (Lee 1993; Nowson and Margerison 2002; Calvo, Whiting, and Barton 2004; Canada's Food and Drugs Act & Regulations 2020). In Peru this enrichment is not mandatory, however the food industry offers fortified foods (Pajuelo et al. 2016). According to the Practical Guidelines for the Supplementation of Vitamin D and the Treatment of Deficits in Central Europe (Płudowski et al. 2013), the intake of 15-25 µg/600 - 1000 IU/day (depending on body weight) of vitamin D is recommended for children and adolescents aged from 1 to 18 years and for patients with obesity an intake of 30 – 50 µg/1200-2000 IU/day, depending on the severity of obesity. Supplementation is recommended from September to April in the North hemisphere or throughout the year, if sufficient skin synthesis of vitamin D is not guaranteed during summer (Płudowski et al. 2013).

In 2010, a review about the DRIs for vitamin D intakes was published, indicating an increase in AI of 200 IU/day, for an EAR of 400 IU/day and a RDA of 600 IU/day for children over 1 year old (Institute of Medicine, 2010). Although sunlight is a major source of vitamin D for some people, the Food and Nutrition Board (FNB) at the National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (NASEM) based the vitamin D RDAs on the assumption that people receive minimal sun exposure (Institute of Medicine, 2011).

Vitamin D deficiency occurs when usual intakes are lower over time than recommended levels, exposure to sunlight is limited, the kidneys cannot convert 25(OH)D to its active form, or absorption of vitamin D from the digestive tract is inadequate. Diets low in vitamin D are more common in people who have milk allergy or lactose intolerance and those who consume an ovo-vegetarian or vegan diet (Institute of Medicine 2011; National Institutes of Health, 2021). Serum concentrations of 25(OH)D under 20 ng/mL are characterized as deficiency and between 20 – 60ng/mL are considered adequate for the general population under 65

years (Moreira et al. 2020). However, there is no consensus in the literature about these values. Serum concentrations between 30 - 60 ng/mL are recommended for individuals with the following vulnerable conditions: elderly and frequent fallers, post-bariatric surgery, pregnant women, individuals using drugs that interfere with vitamin D metabolism, and patients with osteoporosis, secondary hyperparathyroidism, osteomalacia, type 1 diabetes mellitus, cancer, chronic kidney disease, or malabsorption (Moreira et al. 2020).

Inadequate vitamin D intake (below 15 µg/600 IU day) has been reported in many European populations living above 35 degrees North latitude, beyond which cutaneous vitamin D synthesis falls in winter (Dyląg et al. 2014). Besides winter and excess of body weight, there are other risk factors for vitamin D deficiency in the 2 - 13 years old age group, which include: non-white skin color, less time spent outdoor and daily vitamin D intake less than 200 IU (5 µg) (Stoian et al. 2011). Vitamin D deficiency has been commonly observed worldwide at all ages, being considered a public health problem not only in Northern countries, but also in Latin America and tropical countries like Brazil and Australia (Malacova et al. 2019; Pereira-Santos et al. 2019). However, children and adults with obesity seems to be the group most exposed to this risk (Hollick 2006; Dyląg et al. 2014; Flores et al. 2017). Among the factors responsible for the increased incidence of deficiency of this vitamin in children and adolescents are the limitation of time in outdoor activities, the use of sunscreen and the inadequate intake of foods that are sources of vitamin D, fortified foods and especially marine fish (Rowicka, Strucińska, and Ambroszkiewicz 2012). Therefore, it is not only necessary to promote guidelines for vitamin D supplementation, but it is also essential to ensure that prophylactic recommendations, such as, not replacing fortified dairy formulas with cow's milk, increasing consumption of dietary sources of vitamin D and maintaining vitamin supplementation D during child growth and development (Dyląg et al. 2014).

It is important to highlight the relevance of the data obtained in this review about the dietary intake of vitamin D in different ages of this group, which in general was below of the recommendation, especially among children and adolescents with obesity. Another strength of this review is to raise the need for greater attention in relation to the consumption of this vitamin in this period of life, in view of the various

benefits provided by it and also the factors that may be related to the intake below the recommended, such as the low income. On the other hand, some limitations in this review should be mentioned. In addition to the scarcity of studies that address the theme, methodological differences may interfere in the comparison of the results found, such as the use of the FFQ or R24h, including the fact that are methods that depend on the interviewee's memory, may not reflect the usual intake and are predisposed to over or underreporting. It is also necessary to consider that there are differences in the characteristics of the studied samples, such as ethnicity, age, sources of vitamin D (fortified food or not and supplements) and the classifications of overweight and obesity which may vary according to the references used (e.g., International Obesity Task Force - IOTF, World Health Organization – WHO, and Centers for Disease Control and Prevention - CDC) which could influence the comparison of results.

In summary, this review brought important results and becomes relevant given that strategies should be studied in order to guarantee the adequate supply of vitamin D in this population, in view of the limitations imposed by sun exposure, the main source of this vitamin, and also the difficulties related to obtaining it through the diet. Intervention and longitudinal studies are needed to determine the long-term impact of vitamin D intake on weight, BMI and measures of adiposity.

### **Funding**

This research had the financial support of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) under the process 88887.483176/2020-00 (PhD Scholarship).

### **Declaration of interest statement**

The authors declare that they have no conflict of interest.

## References

1. Anderson, P. H., Turner, A. G., and Morris, H. A. 2012. Vitamin D actions to regulate calcium and skeletal homeostasis. *Clinical Biochemistry* 45(12):880-86. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2012.02.020.
2. Antonucci, R., Locci, C., Clemente, M. G., Chicconi, E., and Antonucci, L. 2018. Vitamin D deficiency in childhood: old lessons and current challenges. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* 31(3):247 - 60. doi: 10.1515/jpem-2017-0391.
3. Beyer, K. M. M., Szabo, A., Hoormann, K., and Stolley, M. 2018. Time spent outdoors, activity levels, and chronic disease among American adults. *The Journal of Behavioral Medicine* 41(4):494 - 503. doi: 10.1007/s10865-018-9911-1.
4. Bikle, D. D. 2009. Extra renal synthesis of 1,25-dihydroxyvitamin D and its health implications. *Clinical Reviews in Bone and Mineral Metabolism* 7: 114 - 25. doi: 10.1007/s12018-009-9033-y.
5. Calvo, M. S., Whiting, S. J., Barton, C. N. 2004. Vitamin D fortification in the United States and Canada: current status and data needs. *The American Journal of Clinical Nutrition* 80(6 Suppl):1710S-6S. doi: 10.1093/ajcn/80.6.1710S.
6. Canada's Food and Drugs Act & Regulations. Vitamin D and Calcium: Updated Dietary Reference Intakes. 2020. Available from: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/healthy-eating/vitamins-minerals/vitamin-calcium-updated-dietary-reference-intakes-nutrition.html#a10>[Last accessed: aug/28/2020].

7. Castro, L. C. 2011. The vitamin D endocrine system. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia* 55(8):566 - 75. doi: 10.1590/s0004-27302011000800010.
8. Colapinto, C. K., Rossiter, M., Khan, M. K., Kirk, S. F., and Veugelers, P.J. 2014. Obesity, lifestyle and socio-economic determinants of vitamin D intake: a population-based study of Canadian children. *Canadian Journal of Public Health* 105(6):e418 - 24. doi: 10.17269/cjph.105.4608.
9. Correa-Rodríguez, M., Schmidt-RioValle, J., Ramírez-Vélez, R., Correa-Bautista, J. E., González-Jiménez, E., and Rueda-Medina, B. 2020. Influence of Calcium and Vitamin D Intakes on Body Composition in Children and Adolescents. *Clinical Nursing Research* 29(4):243 - 8. doi: 10.1177/1054773818797878.
10. De Pergola, G., Martino, T., Zupo, R., Caccavo, D., Pecorella, C., Paradiso, S., Silvestris, F., and Triggiani, V. 2019. 25-Hydroxyvitamin D Levels are Negatively and Independently Associated with Fat Mass in a Cohort of Healthy Overweight and Obese Subjects. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders* 19(6):838 - 44. doi: 10.2174/1871530319666190122094039.
11. Dyląg, H., Rowicka, G., Strucińska, M., and Riahi, A. 2014. Assessment of vitamin D status in children aged 1-5 with simple obesity. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 65(4):325 - 30.
12. Fleury, N., Geldenhuys, S., and Gorman, S. 2016. Sun Exposure and Its Effects on Human Health: Mechanisms through Which Sun Exposure Could Reduce the Risk of Developing Obesity and Cardiometabolic Dysfunction. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13(10):999. doi: 10.3390/ijerph13100999.



13. Flores, A., Flores, M., Hernández-Barrera, L., Rivera, M., Contreras, A., and Villalpando, S. 2017. Vitamin D deficiency is common and is associated with overweight in Mexican children aged 1-11 years. *Public Health Nutrition* 20(10):1807- 15. doi: 10.1017/S1368980017000040.
14. Gillis, L., Gillis, A. 2005. Nutrient inadequacy in obese and non-obese youth. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research* 66(4):237 - 42. doi: 10.3148/66.4.2005.237.
15. Gray, C., Gibbons, R., Larouche, R., Sandseter E. B. H., Bienenstock, A., Brussoni, M., Chabot, G., Herrington, S., Janssen I., Pickett, W., et al. 2015. What Is the Relationship between Outdoor Time and Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Physical Fitness in Children? A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 8;12(6):6455 - 74. doi: 10.3390/ijerph120606455.
16. Gul, A., Ozer, S., Yilmaz, R., Sonmezgoz, E., Kasap,T., Takcı, S., and Demir, O. 2017. Association between vitamin D levels and cardiovascular risk factors in obese children and adolescents. *Nutricion hospitalaria* 34(2):323 - 9. doi: 10.20960/nh.412.
17. Haimi, M., and Kremer, R. 2017. Vitamin D deficiency/insufficiency from childhood to adulthood: Insights from a sunny country. *World Journal of Clinical Pediatrics* 6(1):1 - 9. doi: 10.5409/wjcp.v6.i1.1.
18. Hewison, M. 2010. Vitamin D and the immune system: new perspectives on an old theme. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America* 39(2):365 - 79. doi: 10.1016/j.ecl.2010.02.010.
19. Hidding, L. M., Altenburg, T. M, Van Ekris, E., and Chinapaw, M. J. M. 2017. Why Do Children Engage in Sedentary Behavior? Child- and Parent-Perceived

- Determinants. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 22;14(7):671. doi: 10.3390/ijerph14070671.
20. Holick, M. F., Binkley, N. C., Bischoff-Ferrari, H. A., Gordon, C. M., Hanley D. A., Heaney, R. P., Murad, M. H., Weaver, C. M., and Endocrine Society. 2011. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 96(12):3908. doi: 10.1210/jc.2011-0385.
  21. Holick, M. F. 2007. Vitamin D deficiency. *The New England Journal of Medicine* 357(3):266 - 81. doi: 10.1056/NEJMra070553.
  22. Holick, M. F. 2006. Vitamin D deficiency in obesity and health consequences. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity*. 13(5):412 - 8. doi: 10.1097/01.med.0000244221.53163.cc.
  23. Hossein-nezhad, A., Holick, M. F. 2013. Vitamin D for health: a global perspective. *Mayo Clinic Proceedings* 88(7):720 - 55. doi: 10.1016/j.mayocp.2013.05.011.
  24. Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Ross, A. C., Taylor, C. L., Yaktine, A. L., Del Valle, H. B. editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011. doi: 10.17226/13050.
  25. JBI-MAStARI. Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI: Systematic Reviews. Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies. 2017. Available from: [https://jbi.global/sites/default/files/2019-05/JBI\\_Critical\\_Appraisal-Checklist\\_for\\_Analytical\\_Cross\\_Sectional\\_Studies2017\\_0.pdf](https://jbi.global/sites/default/files/2019-05/JBI_Critical_Appraisal-Checklist_for_Analytical_Cross_Sectional_Studies2017_0.pdf) [Last accessed: oct/5/2021].

26. Keast, D. R., Hill Gallant, K. M., Albertson, A. M., Gugger, C. K., Holschuh, N. M. 2015. Associations between yogurt, dairy, calcium, and vitamin D intake and obesity among U.S. children aged 8-18 years: NHANES, 2005-2008. *Nutrients* 7(3):1577 - 93. doi: 10.3390/nu7031577.
27. Kift, R., Rhodes, L. E., Farrar, M. D., Webb, A. R. 2018. Is Sunlight Exposure Enough to Avoid Wintertime Vitamin D Deficiency in United Kingdom Population Groups? *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15(8):1624. doi: 10.3390/ijerph15081624.
28. Lee, S. 1993. Dietary and Nutritional Survey of British Adults: The Next Stage. *Nutrition & Food Science* 93(1):13 - 16. doi: 10.1108/EUM00000000000976.
29. Lucas, R. M., Ponsonby, A. L., Dear, K., Valery, P.C., Taylor, B., van der Mei, I., McMichael, A. J., Pender M. P., Chapman C., Coulthard, A., et al. 2013. Vitamin D status: multifactorial contribution of environment, genes and other factors in healthy Australian adults across a latitude gradient. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 136:300 - 8. doi: 10.1016/j.jsbmb.2013.01.011.
30. Malacova, E., Cheang, P. R., Dunlop, E. Sherriff, J.L., Lucas, R. M., Daly R. M., Nowson, C. A., Black, L. J. 2019. Prevalence and predictors of vitamin D deficiency in a nationally representative sample of adults participating in the 2011-2013 Australian Health Survey. *The British Journal of Nutrition* 121(8):894 - 904. doi: 10.1017/S0007114519000151.
31. Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., and PRISMA-P Group. 2015. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. doi: 10.1186/2046-4053-4-1. *Systematic Reviews* 4(1):1.

32. Moreira, C. A., Ferreira, C. E. D. S., Madeira, M., Silva B.C .C., Maeda, S. S., Batista, M. C.,Bandeira, F., Borba, V. Z. C., and Lazaretti-Castro, M. 2020. Reference values of 25-hydroxyvitamin D revisited: a position statement from the Brazilian Society of Endocrinology and Metabolism (SBEM) and the Brazilian Society of Clinical Pathology/Laboratory Medicine (SBPC). *Archives of Endocrinology and Metabolism* 8;64(5):636. doi: 10.20945/2359-3997000000258.
33. Munasinghe, L. L., Willows, N., Yuan, Y., and Veugelers, P. J. 2015. Dietary reference intakes for vitamin D based on the revised 2010 dietary guidelines are not being met by children in Alberta, Canada. *Nutrition Research* 35(11):956 - 64. doi: 10.1016/j.nutres.2015.07.006.
34. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). 2017. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* 390(10113):2627 - 42. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3.
35. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). 2016. Sunlight exposure: risks and benefits. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng34/resources/sunlight-exposure-risks-and-benefits-pdf-1837392363205> [Last accessed: sep/19/2021].
36. National Institutes of Health (NIH). Vitamin D. 2021. Fact Sheet for Health Professionals. Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProfessional/#h2>. [Last accessed: mar/23/2021].
37. Nowson, C. A., and Margerison, C. 2002. Vitamin D intake and vitamin D status of Australians. *The Medical journal of Australia* 177(3):149 - 52. doi: 10.5694/j.1326-5377.2002.tb04702.x.

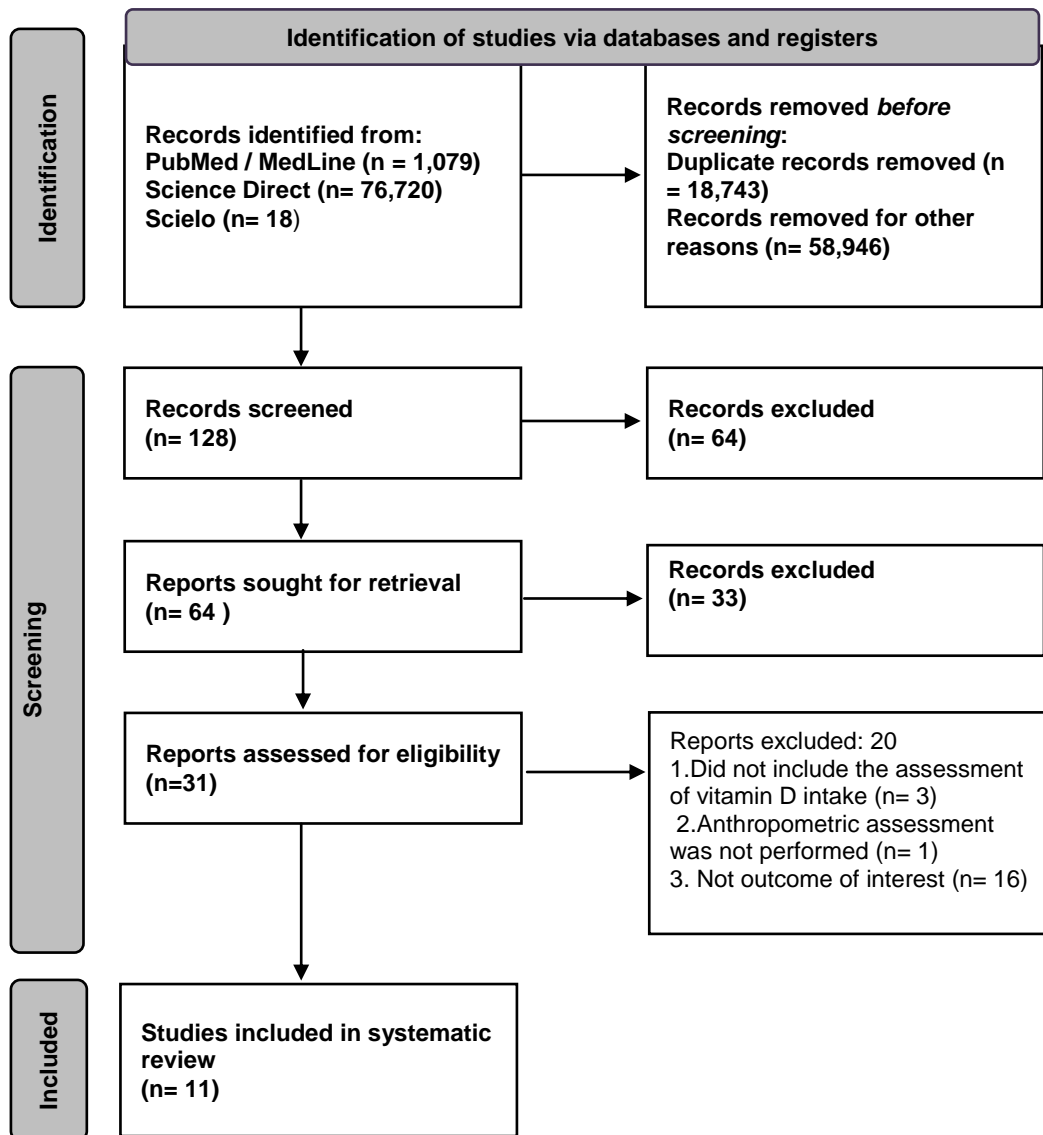
38. Ortega – Anta, R. M., González-Rodríguez, L. G, Jiménez Ortega, A., Gómez, P.E, Rodríguez-Rodríguez, E., Sánchez J. M. P., Vizuet, A. A., and Grupo de Investigación N° 920030. 2012. Ingesta insuficiente de vitamina D en población infantil española: condicionantes del problema y bases para su mejora. *Nutricion hospitalaria* 27(5):1437 - 43. doi: 10.3305/nh.2012.27.5.5900.
39. Pajuelo, R. J., Bernui, L. I, Sánchez, G. J, et al. 2016. Deficiencia de la vitamina D en mujeres adolescentes con obesidad. *Anais da Faculdade de Medicina* 77(1): 15 - 19. doi: 10.15381/anales.v77i1.11547.
40. Palacios, C., and Gonzalez, L. 2014. Is vitamin D deficiency a major global public health problem? *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology Pt A*: 138 - 45. doi: 10.1016/j.jsbmb.2013.11.003.
41. Pereira-Santos, M., Santos, J. Y. G. D., Carvalho, G. Q., Santos, D. B. D., and Oliveira., A. M. 2019. Epidemiology of vitamin D insufficiency and deficiency in a population in a sunny country: Geospatial meta-analysis in Brazil. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 59(13):2102 - 9. doi: 10.1080/10408398.2018.1437711.
42. Płudowski, P., Karczmarewicz, E., Bayer, M., Carter, G., Chlebna-Sokół, D., Czech-Kowalska, J., Dębski, R., Decsi, T., Dobrzańska, A., Edward, F, et al. 2013. Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe - recommended vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency. *Endokrynologia Polska* 64(4):319 - 27. doi: 10.5603/ep.2013.0012.
43. Poulain, T., Sobek, C., Ludwig, J., Igel, U., Grande, G., Ott, V., Kiess, W., Körner A., and Vogel, M. 2020. Associations of Green Spaces and Streets in the Living Environment with Outdoor Activity, Media Use, Overweight/Obesity and Emotional Wellbeing in Children and Adolescents.

- International Journal of Environmental Research and Public Health* 17(17):6321. doi: 10.3390/ijerph17176321.
44. Rajakumar, K., Fernstrom, J.D., Holick, M.F., Janosky, J.E, Greenspan, S.L. 2008. Vitamin D status and response to Vitamin D(3) in obese vs. non-obese African American children. *Obesity (Silver Spring)* 16(1):90 - 5. doi: 10.1038/oby.2007.23.
45. Rowicka, G., Strucińska, M., and Ambroszkiewicz, J. 2012. Vitamin D status in children with cow's milk allergy. *Medycyna Wieku Rozwojowego* 16(4):307 - 12.
46. Stoian, C. A., Lyon, M., Cox, R. G, Stephure, D. K., and Mah, J. K. 2011. Vitamin D concentrations among healthy children in Calgary, Alberta. *Paediatrics & Child Health* 16(2):82 - 6. doi: 10.1093/pch/16.2.82.
47. Strucińska, M., Rowicka, G., Dyląg, H., Riahi, A., and Bzikowska, A. 2015. Dietary intake of vitamin D in obese children aged 1-3 years. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 66(4):353- 60.
48. Wadolowska, L., Hamulka, J., Kowalkowska, J., et al. 2018. Prudent-Active and Fast-Food-Sedentary Dietary-Lifestyle Patterns: The Association with Adiposity, Nutrition Knowledge and Sociodemographic Factors in Polish Teenagers-The ABC of Healthy Eating Project. *Nutrients* 10(12):1988. doi: 10.3390/nu10121988.
49. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight; 2021. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [Last accessed: oct/21/2021].
50. Wimalawansa, S. J. 2018. Associations of vitamin D with insulin resistance, obesity, type 2 diabetes, and metabolic syndrome. *The Journal of Steroid*

*Biochemistry and Molecular Biology* 175:177 - 89. doi:  
10.1016/j.jsbmb.2016.09.017.

51. Zakharova, I., Klimov, L., Kuryaninova, V.; et al. 2019. Vitamin D Insufficiency in Overweight and Obese Children and Adolescents. *Frontiers in Endocrinology (Lausanne)* 10:103. doi: 10.3389/fendo.2019.00103.

**Figure 1.** PRISMA flow chart for selection of studies.





**Table 1.** Included studies that evaluated the association between vitamin D intake and obesity in children and adolescents. 2005-2020.

Authors and year of publication	Study design	Country	Population	Sex	Age (years)	N	Dietary Intake Assessment	Main Results
Gillis et al. (2005)	Cross-sectional	Canada	Normal weight and obesity	M/F	4-17	246	3-day food recall	Children and adolescents with obesity had a significantly lower dietary intake of vitamin D.
Rajakumar (2008)	Non- randomized controlled before-and-after study	USA	Normal weight and obesity	M/F	6-10	41	FFQ	Children with obesity had a significantly lower dietary intake of vitamin D.
Ortega Anta et al. (2012)	Cross-sectional	Spain	Under weight, normal weight, overweight, obesity	M/F	7-11	903	3-day food recall	Children with normal weight ingested significantly more vitamin than children with obesity and overweight, indicating a higher nutritional risk in this group.
Colapinto et al. (2014)	Cross-sectional	Canada	Not overweight or obesity, overweight, obese	M/F	10 – 11	8958	FFQ	No differences in dietary intake of vitamin D in different categories of Body Mass Index.
Dylaget al. (2014)	Cross-sectional	Poland	Normal weight and obesity	M/F	1-5	100	3-day food recall	Although the diets of children with normal weight contained more vitamin D, the difference was not significant and average vitamin D intake was insufficient in both groups.
Munasinghe et al. (2015)	Cross-sectional	Canada	Under/normal weight Overweight Obese	M/F	10- 11	2686	FFQ	No differences in meeting the Dietary Reference Intakes was found according to the different categories of BMI.
Strucińska et al. (2015)	Cross-sectional	Poland	Normal weight and obesity	M/F	1-3	73	3-day food recall	Vitamin D intake was twice as low in children with obesity, with no statistically significant difference.

*Continua*

**Table 1.** Included studies that evaluated the association between vitamin D intake and obesity in children and adolescents. 2005-2020.*Continuação*

Authors and year of publication	Study design	Country	Population	Sex	Age (years)	N	Dietary Intake Assessment	Main Results
Keast et al. (2015)	Cross-sectional	USA	Overweight, obesity	M/F	8-18	3786	2-day food recall	Thickness of the subscapular skinfold showed significant inverse associations with the intake of vitamin D.
Pajuelo et al. (2016)	Cross-sectional	Peru	Normal weight and obesity	F	12-15	111	FFQ	Mean vitamin D intake between adolescents with and without obesity showed no statistically significant difference.
Flores et al. (2017)	Cross-sectional	México	Normal weight, overweight	M/F	1-11	2695	FFQ	Vitamin D intake was higher among overweight/obese children compared to children with normal weight.
Correa-Rodríguez (2020)	Cross-sectional	Spain	Low weight, normal weight, overweight, obesity	M/F	9-19	1060	72-hr diet recall	There was no significant association between vitamin D intake and any adiposity index.

BMI (Body Mass Index), F (female), M (male), FFQ (Food Frequency Questionnaire).

## Supplementary Data

**Appendix Table A1. Search Terms and Databases**

Databases	MeshSearch terms
PubMed/MEDLINE	Children OR Adolescents (("Obesity "[Mesh] OR "Body Mass Index" [Mesh] OR "Weight "[Mesh])) AND (vitamin d OR "vitamin d intake")
Science Direct	("obesity" OR "Body Mass Index" OR "weight") AND ("children" OR "adolescents") AND (vitamin d OR "vitamin d intake")
SciELO	("vitamin d intake") OR ("vitamin d") AND ("children") OR ("adolescents") AND ("weight") OR (obesity) OR (body mass index)

**Appendix Table A2. Risk of Bias of the Selected Studies by JBI-MAStARI**

	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Yes Score (_/8) Methodological quality
Gillis et al. (2005)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	5/8 high
Rajakumar (2008)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	6/8 high
Ortega Anta et al. (2012)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	8/8 high
Colapinto et al.(2014)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	8/8 high
Dyląg et al. (2014)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	8/8 high
Munasinghe et al. (2015)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	8/8 high
Strucińska et al.(2015)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	6/8 high
Keast et al. (2015)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	8/8 high
Pajuelo et al. (2016)	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	U	5/8 high
Flores et al. (2017)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	8/8 high
Correa-Rodríguez (2020)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	8/8 high

This tool considers (Q1—Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined? Q2—Were the study subjects and the setting described in detail? Q3—Was the exposure measured in a valid and reliable way? Q4—Were objective standard criteria used for measurement of the condition? Q5—Were confounding factors identified? Q6—Were strategies to deal with confounding factors stated? Q7—Were the outcomes measured in a valid and reliable way? Q8—Was appropriate statistical analysis used?).

We assessed the risk of bias by using the JBI-MAStARI.

Using this tool, the studies were classified into: High quality (more than 5 or equal 5 "yes" responses); Moderate quality (between 3 and 4 "yes" responses) and Low quality (between 0 and 2 "yes" responses)

N, no; NA, not applicable; U, unclear; Y, yes.

## 4.2 ARTIGO 2

**Is more prolonged sun exposure associated with healthier life habits  
and obesity indicators in Portuguese children?**

**Artigo Original**

Elizabete A. dos Santos, Lúcia Araújo Martini Cavalheiro, Daniela Rodrigues,  
Aristides Machado-Rodrigues, Maria-Raquel Silva, Helena Nogueira, Cristina Padez.

Artigo submetido e aceito para publicação  
no *American Journal of Human Biology* em 2023  
(Anexo VIII)

**Title:** Is more prolonged sun exposure associated with healthier life habits and obesity indicators in Portuguese children?

**Short Title:** Sun exposure and obesity in children

Authors: Elizabete A. dos Santos<sup>1</sup>, Lígia Araújo Martini Cavalheiro<sup>1</sup>, Daniela Rodrigues<sup>2</sup>, Aristides Machado-Rodrigues<sup>3</sup>, Maria-Raquel Silva<sup>2,4,5</sup>, Helena Nogueira<sup>6</sup>, Cristina Padez<sup>2</sup>.

1. Nutrition Department. School of Public Health. University of São Paulo, 01246-904 São Paulo, Brazil.
2. Research Centre for Anthropology and Health, Department of Life Sciences, University of Coimbra, 3000-456 Coimbra, Portugal.
3. Faculty of Sport Sciences and Physical Education, University of Coimbra, 3040-156 Coimbra, Portugal
4. Faculty of Health Sciences, University Fernando Pessoa, 4200-150 Porto, Portugal
5. Comprehensive Health Research Centre-Group of Sleep, Chronobiology and Sleep Disorders-Nova Medical School, University of Lisbon, 1150-090 Lisbon, Portugal.
6. Research Centre for Anthropology and Health, Department of Geography and Tourism, University of Coimbra, 3004-53 Coimbra, Portugal.

**Keywords:** sun exposure, children, nutritional status, obesity, screen time, active play.

#### **Authors' Contributions**

Elizabete A. dos Santos performed the literature review, performed statistical analyses, interpreted data and wrote the manuscript. Lígia Araújo Martini Cavalheiro assisted in statistical analyses, interpreted data and was responsible for reviewing all the content of the article. Daniela Rodrigues, Aristides Machado-Rodrigues, Maria-Raquel Silva, Helena Nogueira and Cristina Padez were responsible for data collection. Daniela Rodrigues also was responsible for reviewing all the content of the article. Cristina Padez was responsible for data collection procedures, is study coordinator, assisted in statistical analyses and critically revised the manuscript. All authors critically reviewed

the manuscript and approved the final version submitted for publication and declare that the content has not been published elsewhere.

### **Corresponding author**

Elizabete A.dos Santos. Nutrition Department. School of Public Health. University of São Paulo. Avenida Doutor Arnaldo, 715 / CEP 01246-904 / Cerqueira César, São Paulo, SP, Brazil. Tel.: +55 11 30617859

Fax: +55 11 30617130

E-mail: elizabete.nutri21@gmail.com

### ***Acknowledgments:***

This study was financially supported by Foundation for Science and Technology (Portugal) through grant PTDC/DTP-SAP/1520/2014, with funds from the COMPETE 2020, Portugal 2020, FEDER and FCT. The funders had no role in the design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

### **Conflict of Interest**

The authors declare that they have no conflict of interest.

### **TRANSPARENCY DECLARATION**

*The lead author affirms that this manuscript is an honest, accurate, and transparent account of the study being reported. The reporting of this work is compliant with STROBE guidelines. The lead author affirms that no important aspects of the study have been omitted and that any discrepancies from the study as planned as planned were explained.*

### **AUTHOR BIOGRAPHIES:**

**Elizabete A. dos Santos** is nutritionist and Doctoral Research Fellow in the Department of Nutrition at the School of Public Health at the University of Sao Paulo and visiting researcher at the University of Coimbra.

**Lígia Araújo Martini Cavalheiro** is nutritionist and Associate Professor in the Department of Nutrition at the School of Public Health at the University of Sao Paulo.

**Daniela Rodrigues** is PhD in Anthropology, specialization in Biological Anthropology, from University of Coimbra. Research interests include the study of childhood obesity and associated determinants.

**Aristides Machado-Rodrigues** is a member of the Research Centre for Anthropology and Health. His main research interests are in the public health sciences, and biological anthropology with a particular focus on pediatric obesity, cardiorespiratory fitness and behavioural medicine.

**Maria-Raquel Silva** is nutritionist and Associate Professor of Nutrition and Dietetics at the Faculty of Health Sciences, University Fernando Pessoa, in Porto. She holds a PhD in Nutritional Sciences and a Post-Doc in Neurosciences.

**Helena Nogueira** is Associate Professor at the Department of Geography and Tourism at the University of Coimbra

**Cristina Padez** is coordinator of the Research Center for Anthropology and Health and Assistant Professor at the Department of Life Sciences at Faculty of Science and Technology of the University of Coimbra.

#### **Data Availability Statement**

Data available from the corresponding author upon reasonable request.

## **Abstract**

**Objectives:** Sun exposure seems to have an indirect effect on the development of obesity through vitamin D synthesis in the skin, the primary source of this vitamin. The present study aimed to investigate associations among sun exposure time, obesity indicators, and lifestyle habits in children.

**Methods:** A total of 4,755 children (3 to 10 years; 49.86% boys) from the north, center and south-central Portugal were included in the present study. During 2016/2017 children's sun exposure time, screen time, time devoted to the practice of physical activity and active play were collected through standard questionnaires answered by parents. Statistical analyses were conducted to investigate differences among sun exposure time according to the sex, age, obesity indicators and lifestyle habits.

**Results:** Linear regression analysis showed that sun exposure time presented a negative association with Body Mass Index ( $\beta = -0.09$ , 95% CI: -0.18; -0.003;  $p = 0.042$ ), body fat % ( $\beta = -0.31$ , 95% CI: -0.54; -0.07;  $p = 0.010$ ), computer time ( $\beta = -0.08$ , 95% CI: -0.12; -0.05;  $p < 0.0001$ ) and a positive association with active play time ( $\beta = 0.22$ , 95% CI: 0.17; 0.27;  $p < 0.0001$ ) and total time of physical activity practice ( $\beta = 10.01$ , 95% CI: 4.52; 15.20;  $p < 0.0001$ ).

**Conclusions:** The results reinforce the need for future guidance on the ideal sun exposure time, especially in children, who are at risk for vitamin D deficiency. Standardization of criteria for classifying optimal sun exposure time in this age group, considering the parameters that affect vitamin D status, such as age and seasonality, should be considered when planning future guidelines.

**Keywords:** sun exposure, children, obesity, screen time, active play.



## **Introduction**

Obesity is a multifactorial disease characterized by excessive adipose tissue accumulation and influenced by genetic and environmental factors (Rupérez et al., 2014). In recent years, children have become more sedentary and do not routinely play outside the home for extended periods (Haimi & Kremer, 2017). Factors such as neighborhood safety, greater traffic on the streets, and reduced sport infrastructures and green spaces, contribute significantly to the reduction of time devoted to active play and physical activity (Giles-Corti et al., 2009; Carver et al., 2010). At the same time, more time is spent in sedentary activities, with more hours "on screen" – a term that refers to the use of smartphones, television (TV), personal computers (PC) and other electronic screen devices – has been found to be an important modifiable risk factor for childhood obesity (WHO, 2016; Domingues-Montanari, 2017; Guerra et al., 2016; An et al., 2017). In children between 3 to 5 years old it was observed a higher daily total screen time during the weekend than the weekdays: 183.15 min/day (approximately 3 hours) and 97.59 min/day (approximately 1.5 hours), respectively. The same was found among older children between 6 to 10 years: daily total screen time during the weekend of 251.61 min/day (approximately 4 hours) and 99.91 min/day (approximately 1.5 hours) on weekdays (Rodrigues et al., 2020). In both age groups the values are above the recommended: for children 3 to 4 years, sedentary screen time should be no more than 1 hour and for children between 5 to 11 years no more than 2 hours per day (Australian Government, 2019; WHO, 2019). Consequently, with less time devoted to outdoor activities, children have less sun exposure (Haimi & Kremer, 2017; WHO, 2016).

Globalization and urbanization have led to greater exposure to the obesogenic environment in both high, low- and middle-income countries and across all socio-economic groups (WHO, 2016). Therefore, given the high prevalence of obesity in the world, it is necessary to develop research on preventive measures that are economical and readily accessible. One recommendation may be safe exposure (low dose) to sunlight or ultraviolet radiation (UVR), given that sun exposure seems to have an indirect effect on the development of obesity through vitamin D synthesis in the skin, the primary source of this vitamin (Geldenhuys et al., 2014; Fleury et al., 2016). The relationship between obesity and 25-hydroxy vitamin D (25(OH)D) is widely discussed since it is common to have an inverse relationship between obesity indicators and vitamin D (Belykh & Blokhova, 2021; Hajhashemy et al., 2021).

There are some hypotheses that could explain the relationship between vitamin D and obesity: vitamin D (in the form of 1,25-dihydroxyvitamin D) acts by negatively modulating adipogenesis through its nuclear receptor VDR, inhibiting the expression of important molecular components for adipogenesis, such as peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$  (PPAR  $-\gamma$ ) as well as CCAAT binding-enhancing protein alpha (C/EBP  $\alpha$ ); acts to combat inflammation and single nucleotide polymorphisms of the VDR gene. Another hypothesis is that vitamin D acts on metabolic pathways that interact with the seasons and regulate body weight and energy expenditure: the hypothalamus signals a fall in 25(OH)D concentrations and stimulates an increase in the body weight balance point, then, the activation of orexigenic neurotransmitters (agouti gene-related protein - AgRP, neuropeptide Y-NPY) and inhibition of anorexigenic neuropeptides (pro-opiomelanocortin – POMC and cocaine and amphetamine-regulated transcript – CART) lead to the accumulation of energy resulting from increased appetite and reduced energy expenditure. Subsequently, metabolic adaptations that favor resistance to cold would be stimulated, once abdominal or visceral fat mass reached a threshold (Ye et al., 2001; Wood 2008; Foss 2009; Muut et al., 2014; Giudici et al., 2018). Wrzosek et al. (2018) also suggest that vitamin D deficiency would lead to greater production of the enzyme amylase, which would lead to greater consumption of calories and unhealthy eating habits that would consequently lead to weight gain in candidates for bariatric surgery.

Sunlight is composed of three broad wavelength bands: visible light (wavelengths from 400 to 800 nm), UVR (wavelengths from 100 to 400 nm) and infrared radiation (wavelengths  $>$  800 nm). UVR wavelengths are divided into three main categories: UVA (315-400 nm) and UVB (280-315 nm), which make up, respectively, 95% and 5% of the ultraviolet (UV) rays that reach the Earth's surface and UVC (100 - 280 nm), which is prevented from reaching the Earth's surface by the ozone layer (Van Der Leun , 2004). The amount of UVR rays that reach the Earth's surface is influenced by factors such as, the time of day, the season of the year, geographic latitude, altitude, cloud cover, and surface type (Lucas et al., 2015).

A sedentary lifestyle, increasingly restricted to indoor environments, exacerbated after the onset of the COVID-19 pandemic, coupled with concerns about rising skin cancer rates, especially in fair-skinned populations, has resulted in concomitant decreases in sun exposure (Lucas et al., 2013; Palacios & Gonzalez, 2014; Yu et al., 2020). In a study carried out in Porto, northern Portugal, in 7-year-old

children, it was observed that the levels of 25(OH)D, the main circulating form used to assess the status of vitamin D in the body, were less than 30 ng/mL in 65.1% of the sample (Carvalho et al., 2021). Vitamin D deficiency becomes common even in sunny, low-latitude countries, where it is generally assumed that UVB radiation is adequate to prevent vitamin D deficiency (Lucas et al., 2013; Palacios & Gonzalez, 2014; Carvalho et al., 2021). In winter, the different concentrations of 25(OH)D may reflect the influence of intrinsic factors such as skin color, in addition to potentially modifiable behavioral factors in healthy people, such as time and outdoor activity, clothing worn, photoprotective measures and diet (Kift et al., 2018).

Given the above, the present study raises the hypothesis that in Portuguese children the shortest sun exposure time is associated with a higher prevalence of excess body weight, with worst obesity indicators and unhealthy lifestyle habits, with more time spent in sedentary activities, such as more screen time and less time dedicated to active play and physical activity, factors that are related to excess of weight (Figure 1). Therefore, this study aims to investigate associations among sun exposure time, obesity indicators, screen time and time devoted to the practice of physical activity and active play in school and preschool children.

## **Materials & Methods**

This study followed the Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology (STROBE) (Von Elm et al., 2008).

### Study design

This is an observational, cross-sectional research part of the project "Inequalities in childhood obesity: the impact of the socio-economic crisis in Portugal from 2009 to 2015". In 2016, a new study was started as a follow-up to two other projects (2002: POCTI/ESP/43238/2001; 2009: FCOMP-01-0124-FEDER-007483) conducted at national level, in order to investigate the prevalence of childhood obesity in Portugal and the influence of obesogenic environments.

In 2009, primary and pre-primary schools in mainland Portugal were randomly selected from the Ministry of Education database. Sampling was based on a random design proportionally stratified by sex and age, according to each district. In 2016, the same primary and pre-primary schools assessed in 2009 in the districts of Porto,

Coimbra and Lisbon (three of the largest districts nationwide, including the country's capital) were invited to participate.

### Participants

Between November 2016 and April 2017 schools from the districts of Coimbra, Lisbon, and Porto were selected (each district covers a large geographical area encompassing several cities). In the three selected districts 13,787 invitations were sent by e-mail and letter to all students from 118 public and private schools. Schools were responsible for sending invitations to each child's parents, along with a brief explanation of the study and its objectives. Informed and signed consent was received for a total of 8,472 preschool and school-age children aged between 2 and 11 years, 50.8% male and 49.2% female. Only children with informed consent and written authorization from parents/guardians for the education were accepted. Children could refuse to participate in the study at any time and their oral consent was obtained at each stage. Participation rates were 58% in Coimbra, 67% in Lisbon, and 60% in Porto. In this study, data collected only from children who had information about sun exposure time were used  $n= 4,755$  (Figure 2).

### Ethical aspects

The study was approved by the Research Ethics Committee of the National Data Protection Commission (CNPD; Ref. 745/2017), approved by the Directorate General for Innovation and Curriculum Development (DGIDC), an entity of the Ministry of Education. Parents/legal caregivers provided written informed consent.

### Variables collected

Project data were collected through a parental survey and direct observations. Data about the child (age, sex), about their behaviors (time spent in the sun, screen time, and physical activities), and information about the socioeconomic status of the family were reported by parents through a validated questionnaire. Parents completed the survey at home and returned it after a week, together with the signed consent form, so that the second phase of data collection could begin with the measurement of the children's anthropometric measurements. More information about the collected variables is presented below.

## Lifestyle habits

Data on sun exposure were obtained using a questionnaire adapted from Hanwell et al. (2010). Parents reported the daily sun exposure time during the summer (possible answers were: at least 15 minutes, about 1 hour, about 2 hours, or more than 2 hours). Data about the frequency of sunscreen use when the child leaves the house (e.g., yes, no, during the summer or at the beach), and which parts of the body were exposed to the sun (e.g., face, hands, arms and legs) were also obtained.

Screen time and active play were reported by parents, by answering questions about the time devoted to the use of screen media devices (e.g., TV, computer, electronic games, smartphone, and tablet) and active play (i.e., performed outdoor), according to the day (week days vs. weekend) and hours/per day (e.g., none, up to 1 hour, 1 hour, 2 hours, 3 hours, 4 hours, and more than 4 hours).

The total time of physical activity practice in minutes per week was obtained through a questionnaire with information about activities performed outside of the school, namely: the time spent practicing some sporting activity, this is regularly scheduled at a club or other sporting association. In case of an affirmative answer, the parent should answer in detail the type of activity, the number of times per week, and the total time allocated to the practice (hours/min), according to the day of the week (Monday to Friday, on Saturdays and Sundays).

## Socioeconomic status (SES)

As seen in previous studies, father education level was used as a proxy measure to the SES, including in the Portuguese context, since that in Portugal there is not an official measure of this variable (Rodrigues et al., 2020; Douglas-Hall & Chau, 2007; Ware, 2019).

## Anthropometric variables

During visits to schools, weight, height, and skinfolds were measured by previously trained professionals who adopted a standardized protocol.

Weight was measured using a SECA220® portable digital scale, with a maximum capacity of 150 kg and accuracy of 0.1 kg; height was measured using a SECA200® wall stadiometer, with an accuracy of 0.1 cm. Measurements were performed in duplicate. Subsequently, the Body Mass Index (BMI) was calculated according to the equation proposed by Keys et al.(1972):  $BMI (kg/m^2) = Weight (kg)$

/Height(m)<sup>2</sup>. Nutritional status classification was performed according to the cutoff points established by the International Obesity Task Force (Cole, 2012).

Waist circumference (WC) was obtained from the smallest circumference of the abdomen in the horizontal plane, using an inelastic anthropometric tape, with a precision of 0.1 cm from the SECA® brand. The measurements were performed in triplicate. Measurements of triceps, subscapular and suprailiac skinfolds were performed with the aid of a GIMA® brand adipometer. The triceps skinfold was performed at the midpoint between the acromion and the olecranon, with the skinfold being slightly separated (skin plus subcutaneous fat), detaching it from the muscle tissue, and applying the adipometer at a right angle with a relaxed and loose arm beside the body. The subscapular skinfold measurement was done by marking the point immediately below the inferior angle of the scapula. The skin was lifted 1 cm below the inferior angle of the scapula, obtaining an angle of 45° between it and the spine. The adipometer was used with the individual standing with relaxed arms and shoulders. Suprailiac skinfold was performed obliquely in relation to the longitudinal axis, halfway between the last costal arch and the iliac crest, over the mid axillary line. All folds were performed in triplicate.

To estimate body fat percentage (% BF), we used the formulas proposed by Slaughter et al. (1988):

% BF Girls = 1.33 (triceps skinfold + subscapular skinfold) - 0.013 (triceps skinfold + subscapular skinfold)<sup>2</sup> - 2.5

% BF Boys = 1.21 (triceps skinfold + subscapular skinfold) - 0.008 (triceps skinfold + subscapular skinfold)<sup>2</sup> - 1.7

### Statistical Analysis

Initially, all categorical variables (i.e., daily sun exposure time, for active play, and screen time) were converted into continuous variables, thus obtaining an average of the categories to which the children belong. In this way, the weekly and weekend times for active play and screen time and the total times (weekly + weekend) were obtained according to each electronic device and finally the total screen time (the sum of the screen time on all electronic devices). Then, the values obtained in hours were converted into minutes (e.g.: 2.5 hours = 2 hours + 0.5 x 60 = 150 minutes). Subsequently, descriptive statistical analysis was performed using measures of central tendency with data presented as mean and standard deviation. All variables had their

distribution evaluated using the Shapiro-Wilk test. The Mann-Whitney-Wilcoxon (Ranksum) and Kruskal-Wallis tests were performed to assess the differences between the means according to sex, age group (3 to 5 years/ preschoolers vs.6 to 10 years/ school-aged) and sun exposure time.

Multiple linear regression analyzes were performed. The sun exposure time variable was used as an independent variable, and the dependent variables were: weight, BMI, WC, triceps, subscapular and suprailiac skinfold, total % BF, TV time, computer time, video game time, smartphone time, tablet time, total screen time, time for active play and total time for physical activity. In model 1, age, sex and use of sunscreen were used as adjustment variables; model 2 was adjusted as model 1 plus the SES.

STATA software version 13 (Stata Corp LP®) was used to perform the analyses, and a significance level of 5% ( $\alpha = 0.05$ ) was considered for all statistical tests.

## Results

A total of 4,755 children with a mean age of  $7.11 \pm 1.91$  years were evaluated; 50,14% were female ( $n = 2,384$ ) and 49.86% were male ( $n = 2,371$ ) (Table 1). Among those evaluated, 6.01% were classified as underweight (3.15% male and 2.86% female), 72.09% had normal weight (37.13% male and 34.8% female), 16.50% had overweight (9.06% female and 7.44% male) and 5.38% had obesity (3.30% female and 2.08% male), with no difference in sun exposure time according to nutritional status ( $r = 0.1609$ ,  $p = 0.0683$ ). The mean weight was 25.55 kg, being significantly higher in girls than in boys (25.84 vs. 25.25 kg;  $p < 0.05$ ); the same tendency was found for the BMI (16.93 vs. 16.69 kg/m<sup>2</sup>;  $p < 0.05$ ) and the % BF (19.40 vs. 17.19%;  $p < 0.0001$ ).

There was no difference in sun exposure time (mean of  $210 \pm 45$  minutes per day) according to the sex (Table 1). However, according to the age (Table 2), school-aged children had longer exposure time ( $210.60 \pm 44.40$  vs.  $208.20 \pm 45$  minutes per day;  $p < 0.05$ ) than the preschoolers.

When obesity indicators and lifestyle habits were evaluated according to the duration of sun exposure, children with higher sun exposure time had more time devoted to physical activity ( $p = 0.0011$ ) and active play, both during the week and the weekend ( $p = 0.0001$ ). Inversely, children who had less sun exposure time (at least 15 minutes per day) spent more time using the computer during the week ( $p = 0.0190$ ) and the weekend ( $p = 0.0019$ ) (Table 3).

According to the parents, 83.57% (n = 4,747) of the children used sunscreen when they left home during the summer. In addition, when they were outside, 84.25% (n = 3,851) had their face exposed to the sun, 98.44% (n = 4,595) their hands, 96.70% (n = 4,510) their arms and 93.79% (n= 4,302) had their legs exposed to the sunlight.

In model 1, the linear regression analysis showed that sun exposure time presented a negative association with BMI ( $\beta = - 0.09$ , 95% CI: - 0.18;- 0.003; p = 0.042), triceps skinfold ( $\beta = - 0.24$ , 95 % CI: - 0.43; 0.04; p = 0.018), subscapular skinfold ( $\beta = - 0.19$ , 95% CI: - 0.37; - 0.019; p = 0.030), % BF ( $\beta = - 0.31$ , 95%; CI: - 0.54; - 0.07; p = 0.010), computer time ( $\beta = - 0.08$ , 95% CI: - 0.12; - 0.05; p < 0.0001) and a positive association with active play time ( $\beta = 0.22$ , 95% CI: 0.17; 0.27; p < 0.0001) and total time of physical activity practice ( $\beta = 10.01$ , 95% CI: 4.52;15.20; p < 0.0001) (Table 4).

In model 2, sun exposure time was negatively associated with computer time ( $\beta = - 0.08$ , 95% CI: - 0.11; - 0.04; p < 0.001) and positively associated with time spent on active play ( $\beta = 0.24$ , 95% CI: 0.19;0.29; p < 0.0001) and total time of physical activity practice ( $\beta = 9.64$ , 95% CI: 3.96;15.31; p < 0.0001) (Table 5).

## Discussion

In this study, we found that the sun exposure time was negatively associated with obesity indicators (except WC). Additionally, children who spent more time exposed to the sun had more time devoted to physical activity and active play both during the weekdays and the weekend, while children who spent less time in the sun were more likely to spend more time on the computer, independently of the day of the week. Thus, the results allow us to reaffirm the hypothesis that children who are less exposed to the sun have worse obesity indicators and are more sedentary.

Currently, there is no definition of the ideal sun exposure time for children, but the harmful effects of exposure to sunlight in unsafe conditions, such as sunburn or skin tumors (melanoma), are well known (Rutigliano et al., 2021). However, it only takes a few minutes per day for vitamin D synthesis to occur: 12 to 15 minutes daily at least twice a week, especially between 10 a.m. and 4 p.m, depending on skin tone. In very fair-skinned people, UV radiation can lead to sunburn in 10 minutes and in darker-skinned people in up to 60 minutes (Mead, 2008; IQWiG, 2018; NIH, 2022). Exposing commonly uncovered areas of skin, such as face, forearms, hands, and also legs is enough to vitamin D synthesis (NIH, 2022; NICE, 2016). In the present study, most of



the children reportedly remained with these areas exposed to the sun when they were outside during the summer. Furthermore, more than eighty percent of the children evaluated used sunscreen when they left home. It has been reported that sunscreens with a Sun Protection Factor (SPF) of 8 or more appear to block vitamin D-producing UV rays; however, an international panel tasked to review the published evidence to reach a consensus on the influence of photoprotection by sunscreens on vitamin D status, concluded that most studies published to date have shown no association between sunscreen use and vitamin D deficiency, even with regular use of SPF > 15 (NIH, 2022; HHS, 2014; Passeron et al., 2019). Therefore, it is recommended that all people worldwide, regardless of skin color or the latitude of the country of residence, except those with sensitivity to sunlight, receive sufficient sunlight exposure to maintain a serum 25(OH)D level above 20 ng/mL (preferably at 30 - 60 ng/mL) taking care to avoid sunburn, always focusing on balance (Hoel & Gruijl, 2018).

Compared with preschoolers, school-aged children had longer exposure to the sun (210.6 ±44.4 minutes vs. 208.2 ±45 minutes/day) with age being a factor that influences vitamin D status (Rutigliano et al., 2021). On the other hand, in the study conducted by Rutigliano et al. (2021) with children and adolescents (range, 0.02 to 17.74 years), vitamin D adequacy and state of vitamin D sufficiency (i.e., 25[OH]D ≥ 30 ng/mL) was most frequently observed among children in the first quartile of age (< 2.79 years old). Additionally, association analysis confirmed a weak but significant inverse correlation between age and blood 25(OH)D concentrations. Considering that in the present study, preschoolers had a shorter time of sun exposure, greater attention should be directed to this group because, according to a study conducted by Chen et al.(2021), younger age has often been considered a potential risk factor for vitamin D deficiency and insufficiency.

Regarding sex, no differences were found in sun exposure time, as in the study conducted by Bonilla et al. (2014), in which the time spent outdoors under sunlight was similar between boys and girls. In addition, in the present study, the mean time of sun exposure was 210 minutes per day and children who spent more time exposed to the sun had more time devoted to physical activity and active play, during the week and the weekend. Baradaran et al. (2020) found, among children and adolescents aged 7 to 18 years, that on weekends 52.3% were exposed to sunlight for more than 30 minutes a day, while on weekdays, 41.2% were exposed to sunlight for the same duration. In the

study conducted by Voortman et al. (2015), among a multiethnic cohort of 6-year-olds, those who spent less time outdoors had lower serum concentrations of vitamin D.

Studies show that children with overweight or obesity tend to be less physically active and that physical activity reduces the risk of obesity (Raistenskis et al., 2016; Hong et al., 2016; Liu et al., 2021). Therefore, the practice of physical activity is included in most interventions for the prevention and treatment of childhood obesity (Janssen, 2014). The daily physical activity goal can be achieved by engaging the child in active play (also called physically active play, physical activity play, and free active play) (Janssen, 2014). These refer to physical activities composed of games and activities carried out on the playground, on the street, or in the backyard. The duration and intensity of active play change as children develop (Gray et al., 2014; Herrington & Brussoni, 2015). Replacing 1 hour/day of screen time with active play would burn an average of 49 kcal/day, equivalent to what would be spent meeting sports goals (23 kcal/day), active commuting to school (16 kcal/day) and physical education practice (6 kcal/day) combined (Janssen, 2014). Active play is how school-aged children spend most calories, so public health initiatives aimed at combating childhood obesity must consider the inclusion of this activity so that these measures are actually effective (Janssen, 2014).

No differences were found in the sun exposure time according to nutritional status, but this variable was negatively associated with most obesity indicators, including BMI and %BF. In addition, children who had less sun exposure spent more time on the computer during the week and on weekends. Studies show that children and adolescents with overweight have a higher prevalence of vitamin D deficiency when compared to normal weight children (Bellone et al., 2014; Fiamenghi & Mello, 2021; Pérez-Bravo, 2022). In the study conducted by Shulhai et al. (2019) with children and adolescents between 12 and 17 years old, a significant effect was found on the development of vitamin D deficiency in individuals who spent more than four hours a day in front of the computer or TV. The association between childhood obesity and hypovitaminosis D appears to be multifactorial and is also influenced by reduced exposure to outdoor activities and sunlight. This association is reinforced by current evidence that more screen time, whether on TV, computer, or tablet, is also related to lower levels of this vitamin (Fiamenghi & Mello, 2021).

Several pathways link obesity with vitamin D deficiency, including lifestyle habits that do not facilitate sun exposure, as well as, changes in vitamin D binding

protein or faster metabolic clearance in obesity, which can lead to decreased serum concentrations of 25(OH)D (Carlin et al., 2006; Kull et al., 2009; Olson et al., 2012; Walsh et al., 2017). In addition, although people with obesity and normal weight have similar amounts of vitamin D, lower concentrations of 25(OH)D may be due to a greater distribution of vitamin D in a greater volume of body tissue, as 25(OH)D is predominantly distributed in serum, muscle, fat and liver, compartments that are increased in obesity. Thus, vitamin D can be "kidnapped" by other tissues, especially adipose tissue (Walsh et al., 2017; Vranić et al., 2019).

There appear to be other pathways, in addition to vitamin D, by which exposure to UV radiation could play a role in the development of obesity: via pro-opiomelanocortin (POMC) - a polypeptide secreted by the pituitary gland, skin cells and neurons -, through the release of nitric oxide or even from the suppressor activity of regulatory T cells. However, most of the studies used animal models and the results are still inconclusive (Gorman et al., 2007; Hiramoto, 2009; Geldenhuys et al., 2014; Fleury et al., 2016; Skobowiat & Slominski, 2016).

After the beginning of the COVID-19 pandemic, there were significant changes in the daily routine of children who stopped attending school and participating in extra-school activities, such as, sports and outdoor play. Thus, the period of social isolation is related to increased screen time, decreased time devoted to physical activity, and increased body weight (Schmidt et al., 2020; Androutsos et al., 2021). In addition, with more time at home, studies show an increase in the consumption of ultra-processed foods, such as, chocolates, snacks, ice cream, and sweets in general (Pietrobelli et al., 2020; Pujia et al., 2021; Farello et al., 2017). Therefore, it is imperative to reinforce the impact of lifestyle changes in this population by encouraging safe sun exposure, physical activity, reduced screen time, and the adoption of healthy eating habits in order to reduce the prevalence of overweight and obesity in this age group given the impact of associated comorbidities, including vitamin D deficiency (Kumar & Kelly, 2017).

Some limitations of this study should be mentioned, such as the possibility of omission of information and inaccuracy of the questionnaires answered by those responsible, the lack of information about sun exposure time during the weekdays vs. the weekend, the fact that parents reported the daily sun exposure time during the summer, which probably differs in other seasons, besides the fact that serum concentrations of 25(OH)D were not evaluated. Considering that 25(OH)D reflects not only sun exposure but also food intake, including the use of supplements, this factor

limits the comparison of results with others studies. In addition, the cross-sectional nature of the study does not allow for relationships of cause and effect to be established.

One of the strengths of this study is the large number of children evaluated. In addition, it was possible to compare sun exposure time and life habits between school-aged children and preschoolers, different anthropometric measurements were objectively measured (not only weight and BMI), which allowed an estimate of body fat. Moreover, information was collected about screen time and active play not only during the week but also during the weekend, which allows a more accurate analysis of the data.

## **Conclusion**

We found that more prolonged sun exposure was inversely associated with obesity indicators and unhealthy lifestyle habits (e.g., longer time on the computer and less time devoted to physical activity and active play) in both preschool and school-aged children. Given the high prevalence of vitamin D deficiency in the world, the results reinforce the need for future guidance on the ideal sun exposure time, especially in children, who are a risk group. Furthermore, given the context of public health, regarding the prevention of childhood obesity and the need to prevent hypovitaminosis D, a closer look must be taken at this population, which is encouraged by the present study. In addition, standardization of criteria for classifying optimal sun exposure time in this age group, considering the parameters that affect vitamin D status, such as age and seasonality, should be considered when planning future guidelines. This study provides important indications for future longitudinal studies, considering that the evidence on the effects of sun exposure on the variables evaluated in this age group is limited.

## **References**

An, R., Yang, Y., Hoschke, A., Xue, H., Wang, Y. (2017) Influence of neighbourhood safety on childhood obesity: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Obesity Reviews*, 18, 1289-1309.

Androutsos, O., Perperidi, M., Georgiou, C., Chouliaras, G. (2021). Lifestyle Changes and Determinants of Children's and Adolescents' Body Weight Increase during the First COVID-19 Lockdown in Greece: The COV-EAT Study. *Nutrients*, 13, 930.

Australian Government, Department of Health (2019) *Australian 24-Hour Movement Guidelines for Children & Young People (5-17 years)*. Recommended screen time limits. <https://www.health.act.gov.au/about-our-health-system/healthy-living/kids-play-active-play/screen-time/recommended-screen-time> (accessed October 2022).

Baradaran Mahdavi, S., Mansourian, M., Shams, E., Qorbani, M., Heshmat, R., Motlagh, ME., Ziaodini, H., Dashti, R., Taheri, M., Kelishadi, R. (2020). Association of Sunlight Exposure with Sleep Hours in Iranian Children and Adolescents: The CASPIAN-V Study. *Journal of Tropical Pediatrics*, 66, 4-14.

Bellone, S., Esposito, S., Giglione, E., Genoni, G., Fiorito, C., Petri, A., Bona, G., Prodam, F. (2014). Vitamin D levels in a paediatric population of normal weight and obese subjects. *Journal of Endocrinological Investigation*, 37, 805-809.

Belykh, N.A., Blokhova, EE.(2021) Vitamin D status and calcium-phosphoric metabolism in children with excessive body weight and obesity. *Voprosy pitaniia journal*, 90, 83-90.

Bonilla, C., Ness, A.R., Wills, A.K., Lawlor, D.A, Lewis, S.J., Davey Smith, G. (2014). Skin pigmentation, sun exposure and vitamin D levels in children of the Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *BioMed Central Public Health*, 12;14:597.

Carlin, A.M, Rao, D.S, Meslemani, A.M, Genaw, J.A, Parikh, N.J, Levy, S, Bhan A, Talpos, G.B. (2006). Prevalence of vitamin D depletion among morbidly obese patients seeking gastric bypass surgery. *Surgery for Obesity and Related*, 2: 98–103.

Carvalho Silva, C., Gavinha, S., Manso, M.C., Rodrigues, R., Martins, S., Guimarães, J.T, Santos, A.C, Melo, P. (2021). Serum Levels of Vitamin D and Dental Caries in 7-Year-Old Children in Porto Metropolitan Area. *Nutrients*, 13, 166.

Carver, A., Timperio, A., Hesketh, K., Crawford, D. Are safety-related features of the road environment associated with smaller declines in physical activity among youth? *Journal of Urban Health*, 2010;87(1):29-43.

Chen, Z., Lv, X., Hu, W., Qian, X., Wu, T., Zhu, Y. (2021). Vitamin D Status and Its Influence on the Health of Preschool Children in Hangzhou. *Front Public Health*; 17;9:675403.

Cole, T.J, Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatric Obesity*,7, 284-294.

Domingues-Montanari, S. (2017). Clinical and psychological effects of excessive screen time on children. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 53, 333-338.

Douglas-Hall, A., Chau M. (2007). Parents' Low Education Leads to Low income, Despite Full-Time Employment. National Center for Children in Poverty: Columbia University .Mailman School of Public Health [fact sheet]. [https://www.nccp.org/wp-content/uploads/2007/11/text\\_786.pdf](https://www.nccp.org/wp-content/uploads/2007/11/text_786.pdf). (accessed October 2022)

Farello, G., D'Andrea, M., Quarta, A., Grossi, A., Pompili, D., Altobelli, E., Stagi, S., Balsano, C. (2022). Children and Adolescents Dietary Habits and Lifestyle Changes during COVID-19 Lockdown in Italy. *Nutrients*, 20;14,2135.

Fiamenghi, V.I., Mello, E.D. (2021). Vitamin D deficiency in children and adolescents with obesity: a meta-analysis. *The Journal of Pediatrics*, 97, 273-279.

Fleury, N., Geldenhuys, S., Gorman, S. (2016). Sun Exposure and Its Effects on Human Health: Mechanisms through Which Sun Exposure Could Reduce the Risk of Developing Obesity and Cardiometabolic Dysfunction. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 999.

Foss, Y.J. (2009). Vitamin D deficiency is the cause of common obesity. *Medical Hypotheses*, 72:314-321.

Geldenduys, S., Hart, P.H., Endersby, R., Jacoby, P., Feelisch, M., Weller, R.B., Matthews, V., Gorman, S. (2014). Ultraviolet radiation suppresses obesity and symptoms of metabolic syndrome independently of vitamin D in mice fed a high-fat diet. *Diabetes*, 63, 3759-3769.

Giles-Corti, B., Kelty, S.F., Zubrick, S.R., Villanueva, K.P.(2009). Encouraging walking for transport and physical activity in children and adolescents: how important is the built environment? *Sports Medicine*, 39, 995-1009.

Giudici, K.V., Peters, B.S.E., Martini, L.A.(2018). Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes - Vitamina D / ILSI Brasil. Available on: [https://ilsi.org/brasil/wp-content/uploads/sites/9/2016/05/artigo\\_vitamina\\_d.pdf](https://ilsi.org/brasil/wp-content/uploads/sites/9/2016/05/artigo_vitamina_d.pdf). (accessed March 2023).

Gorman S, Kuritzky LA, Judge MA, Dixon KM, McGlade JP, Mason RS, Finlay-Jones JJ, Hart PH. Topically applied 1,25-dihydroxyvitamin D3 enhances the suppressive activity of CD4+CD25+ cells in the draining lymph nodes. *The Journal of Immunology* 2007; 179:6273–83.

Gray, C.E, Larouche, R., Barnes, J.D., Colley, R.C., Bonne, J.C., Arthur, M., Cameron, C., Chaput, J.P., Faulkner, G., Janssen, I., Kolen, A.M., Manske, S.R., Salmon, A., Spence, J.C., Timmons, B.W., Tremblay, M.S. (2014). Are we driving our kids to unhealthy habits? Results of the active healthy kids Canada 2013 report card on physical activity for children and youth. *Journal of Environmental Research and Public Health*, 11, 6009-6020.

Guerra, P.H., de Farias Júnior, J.C., Florindo, A.A.(2016). Sedentary behavior in Brazilian children and adolescents: a systematic review. *Revista de Saúde Pública*, 50, 1-15.

Haimi, M., Kremer, R.(2017). Vitamin D deficiency/insufficiency from childhood to adulthood: Insights from a sunny country. *World Journal of Clinical Pediatrics*, 6, 1-9.

Hajhashemy, Z., Shahdadian, F., Ziaei, R., Saneei, P. (2021). Serum vitamin D levels in relation to abdominal obesity: A systematic review and dose-response meta-analysis of epidemiologic studies. *Obesity Reviews*, 22, e13134.

Hanwell, H.E., Vieth, R., Cole, D.E., Scillitani, A., Modoni, S., Frusciante, V., Ritrovato, G., Chiodini, I., Minisola, S., Carnevale V. (2010). Sun exposure questionnaire predicts circulating 25-hydroxyvitamin D concentrations in Caucasian hospital workers in southern Italy. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 121, 334-337.

Herrington, S., Brussoni, M. (2015). Beyond Physical Activity: The Importance of Play and Nature-Based Play Spaces for Children's Health and Development. *Current Obesity Reports*, 4,477–483.

HHS - U.S. Department of Health and Human Services (2014). The Surgeon General's Call to Action to Prevent Skin Cancer. [https://www.cdc.gov/cancer/skin/call\\_to\\_action/index.htm](https://www.cdc.gov/cancer/skin/call_to_action/index.htm) (accessed October 2022).

Hiramoto K. Ultraviolet A irradiation of the eye activates a nitric oxide-dependent hypothalamo-pituitary pro-opiomelanocortin pathway and modulates the functions of langerhans cells. *The International Journal of Dermatology* 2009; 36: 335–45.

Hoel DG, De Gruijl FR. Sun Exposure Public Health Directives. (2018). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 2794.

Hong, I., Coker-Bolt, P., Anderson, K.R., Lee, D., Velozo, C.A. (2016). Relationship Between Physical Activity and Overweight and Obesity in Children: Findings From the 2012 National Health and Nutrition Examination Survey National Youth Fitness Survey. *American Journal of Occupational Therapy*, 70, 7005180060p1-8.

IQWiG - Institute for Quality and Efficiency in Health Care Institute for Quality and Efficiency in Health Care: Executive Summaries: How much sun is too much? (2018). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK321117/> (accessed May 2022).



Janssen, I. (2014). Active play: an important physical activity strategy in the fight against childhood obesity. *Canadian Journal of Public Health*,4;105,:e22-7.

Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M.J., Kimura, N., Taylor, H.L. (1972). Indices of relative weight and obesity. *Journal of Chronic Diseases*, 25,329-343.

Kift, R., Rhodes, L.E., Farrar, M.D., Webb, A.R. Is Sunlight Exposure Enough to Avoid Wintertime Vitamin D Deficiency in United Kingdom Population Groups? *International Journal of Environmental Research and Public Health*,2018;15(8).

Kull, M., Kallikorm, R., Lember, M. (2009). Body mass index determines sunbathing habits: Implications on vitamin D levels. *Internal Medicine Journal*, 39, 256–258.

Kumar, S., Kelly, A.S. (2017). Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment. *Mayo Clinic Proceedings*, 92, 251-265.

Liu, M., Cao, B., Liu, M., Liang, X., Wu, D., Li, W., Su, C., Chen, J., Gong, C. (2021). High Prevalence of Obesity but Low Physical Activity in Children Aged 9-11 Years in Beijing. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 14, 3323–3335.

Lucas, R.M., Norval, M., Neale, R.E., Young, A.R., de Gruijl, F.R., Takizawa, Y., Van der Leun, J.C.(2015). The consequences for human health of stratospheric ozone depletion in association with other environmental factors. *Photochemical and Photobiological Sciences*, 14, 53–87.

Lucas, R.M., Ponsonby, A.L., Dear, K., Valery, P.C., Taylor, B., Van der Mei, I., McMichael, A.J., Pender, M.P., Chapman, C., Coulthard, A., Kilpatrick, T.J., Stankovich, J., Williams, D., Dwyer, T. (2013). Vitamin D status: multifactorial contribution of environment, genes and other factors in healthy Australian adults across a latitude gradient.*The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 136, 300-308.

Mead, M. N.(2008). Benefits of sunlight: a bright spot for human health. *Environmental Health Perspectives*, 116, A160-7.

Mutt, S.J., Hyppönen, E., Saarnio, J.M., Herzig, K.H.(2014). Vitamin D and adipose tissue—more than storage. *Frontiers in physiology*, 5: 228.

NICE - National Institute for Health and Care Excellence (2016) Guideline Sunlight exposure: risks and benefits. <https://nice.org.uk/guidance/ng34>(accessed March 2022).

NIH - National Institutes of Health (2022). Vitamin D. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProfessional/#en28> (accessed May 2022).

Olson, M.L., Maalouf, N.M., Oden, J.D., White, P.C., Hutchison, M.R. Vitamin D Deficiency in Obese Children and Its Relationship to Glucose Homeostasis. (2012). *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 97, 279-285.

Palacios, C., Gonzalez, L. (2014). Is vitamin D deficiency a major global public health problem? *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 144PA: 138–345.

Passeron, T., Bouillon, R., Callender, V., Cestari, T., Diepgen, T.L, Green, A.C, Van der Pols, J.C., Bernard, B.A., Ly, F., Bernerd, F., Marrot, L., Nielsen, M., Verschoore, M., Jablonski, N.G., Young, A.R. (2019). Sunscreen photoprotection and vitamin D status. *British Journal of Dermatology*, 181, 916-931.

Pérez-Bravo, F., Duarte, L., Arredondo-Olgún, M., Iñiguez, G., Castillo-Valenzuela, O. (2022). Vitamin D status and obesity in children from Chile. *European Journal of Clinical Nutrition*, 76, 899-901.

Pietrobelli, A., Pecoraro, L., Ferruzzi, A., Heo, M., Faith, M., Zoller, T., Antoniazzi, F., Piacentini, G., Fearnbach, S.N., Heymsfield, S.B. (2020). Effects of COVID-19 Lockdown on Lifestyle Behaviors in Children with Obesity Living in Verona, Italy: A Longitudinal Study. *Obesity (Silver Spring)*, 28, 1382-1385.

Pujia, R., Ferro, Y., Maurotti, S., Khoory, J., Gazzaruso, C., Pujia, A., Montalcini, T., Mazza, E. (2021). The Effects of COVID-19 on the Eating Habits of Children and Adolescents in Italy: A Pilot Survey Study. *Nutrients*, 13, 2641.

Raistenskis, J., Sidlauskiene, A., Strukcinskiene, B., UğurBaysal, S., Buckus, R. (2016). Physical activity and physical fitness in obese, overweight, and normal-weight children. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 46, 443-450.

Rodrigues, D., Gama, A., Machado-Rodrigues, A.M, Nogueira, H., Silva, M.G., Rosado-Marques, V., Padez, C. (2020). Social inequalities in traditional and emerging screen devices among Portuguese children: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 20,902.

Rupérez, A.I, Gil, A., Aguilera, C.M. (2014). Genetics of oxidative stress in obesity. *International Journal of Molecular Sciences*, 2, 3118-3144.

Rutigliano, I, De Filippo, G., De Giovanni, D., Campanozzi, A. (2021). Is sunlight enough for sufficient vitamin D status in children and adolescents? A survey in a sunny region of southern Italy. *Nutrition*, 84:111101.

Schmidt, S.C.E., Anedda, B., Burchartz, A., Eichsteller, A., Kolb, S., Nigg, C., Niessner, C., Oriwol, D., Worth, A., Woll, A.(2020). Physical activity and screen time of children and adolescents before and during the COVID-19 lockdown in Germany: a natural experiment. *Scientific Reports*, 10, 21780.

Shulhai, A.M.A., Pavlyshyn, H.A., Shulhai, O.M. (2019). Peculiarities of the prevalence and risk factors for vitamin D deficiency in overweight and obese adolescents in Ukraine. *Archives of the Balkan Medical Union*, 54, 57-63.

Skobowiat C, Slominski AT. Ultraviolet B stimulates proopiomelanocortin signalling in the arcuate nucleus of the hypothalamus in mice. *Experimental Dermatology* 2016; 25(2):120-3.

Slaughter, M.H., Lohman, T.G., Boileau, R.A., Horswill, C.A., Stillman, R.J., Van Loan, M.D., Bembien, D.A. (1988). Skinfold Equations for Estimation of Body fatness in children and youth. *Human biology*,60, 709-723.

Van Der Leun JC.(2004). The ozone layer. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*, 20, 159–162.

Von Elm, E., Altman, D.G., Egger, M., Pocock, S.J., Gøtzsche, P.C., Vandenbroucke, J.P., STROBE Initiative. (2008).The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 61, 344-349.

Voortman, T., Van den Hooven, E.H., Heijboer, A.C, Hofman, A., Jaddoe, V.W., Franco, O.H.(2015). Vitamin D deficiency in school-age children is associated with sociodemographic and lifestyle factors. *Journal of Nutrition*, 145:791–798.

Vranić, L., Mikolašević, I., Milić, S. (2019).Vitamin D Deficiency: Consequence or Cause of Obesity? *Medicina (Kaunas)*, 55,541.

Walsh, J.S., Bowles, S., Evans, A.L. (2017). Vitamin D in obesity. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 24, 389-394.

Ware JK. (2019). Property Value as a Proxy of Socioeconomic Status in Education. *Education and Urban Society*, 51, 99–119.

Wood, R.J.(2008).Vitamin D and adipogenesis: new molecular insights. *Nutrition Reviews*, 66: 40-46.

WHO – World Health Organization. (2016). WHO Library Cataloguing-in-Publication Data Report of the commission on ending childhood obesity. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204176/9789241510066\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204176/9789241510066_eng.pdf) (accessed June 2022).

WHO – World Health Organization (2019). Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/311664> (accessed June 2022).

Wrzosek, M., Sawicka, A., Tałałaj, M., Wojnar, M., Nowicka, G. (2018). Impulsivity and vitamin D in bariatric surgery candidates. *Pharmacological Reports*, 70(4):688-693.

Ye, W.Z., Reis, A.F., Dubois-Laforgue, D., Bellanné-Chantelot, C., Timsit, J., Velho, G. (2001). Vitamin D receptor gene polymorphisms are associated with obesity in type 2 diabetic subjects with early age of onset. *European Journal of Endocrinology*, 145:181-186.

Yu, L., Ke, H.J., Che, D., Luo, S.L., Guo, Y., Wu, J.L. (2020). Effect of Pandemic-Related Confinement on Vitamin D Status Among Children Aged 0-6 Years in Guangzhou, China: A Cross-Sectional Study. *Risk Management and Healthcare Policy*, 13:2669-2675.

**TABLE 1 - General characterization of the sample, according to sex.**

	<b>Total</b> <b>(n = 4,755)</b> <b>Median (SD)</b>	<b>Male</b> <b>(n= 2,371)</b> <b>Median (SD)</b>	<b>Female</b> <b>(n= 2,384)</b> <b>Median (SD)</b>
Age (years)	7.11 ( $\pm$ 1.91)	7.01 ( $\pm$ 1.93)	7.20 ( $\pm$ 1.89)*
Weight (kg)	25.55 ( $\pm$ 7.66)	25.25 ( $\pm$ 7.35)	25.84 ( $\pm$ 7.94)*
Height (m)	1.22 ( $\pm$ 0.13)	1.22 ( $\pm$ 0.13)	1.22 ( $\pm$ 0.13)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	16.81 ( $\pm$ 2.38)	16.69 ( $\pm$ 2.22)	16.93 ( $\pm$ 2.52)*
WC (cm) n= 4,737	57.31 ( $\pm$ 6.65)	57.36 ( $\pm$ 6.40)	57.26 ( $\pm$ 6.89)
Triceps skinfold (mm) n = 4,692	12.31 ( $\pm$ 0.5.31)	11.05 ( $\pm$ 4.80)	13.55 ( $\pm$ 5.49)**
Subscapular skinfold (mm) n = 4,695	8.05 ( $\pm$ 4.69)	7.25 ( $\pm$ 4.04)	8.84 (5.15)**
Suprailiac skinfold (mm) n= 4,688	9.37 ( $\pm$ 6.65)	8.12 ( $\pm$ 5.89)	10.62 (7.11)**
Body fat (%) n= 4,680	18.3 ( $\pm$ 6.20)	17.19 ( $\pm$ 6.5)	19.40 ( $\pm$ 5.66)**
Sun exposure time (min/day)	210 ( $\pm$ 45)	210.60 ( $\pm$ 44.40)	209.40 ( $\pm$ 45)
Total time of physical activity practice (min) n= 2968	147.91 ( $\pm$ 107.53)	153.80 ( $\pm$ 98.30) n =1516	141.76 ( $\pm$ 116.11)** n= 1452
Active Play - Weekly (min/day) n= 4,538	168 ( $\pm$ 82.2)	172.20 ( $\pm$ 82.8)	164.40 ( $\pm$ 81.6)*
Active Play – Weekend (min/day) n = 4,610	268.20 ( $\pm$ 95.4)	271.40 ( $\pm$ 92..4)	264.60 ( $\pm$ 98.4)*
TV time – Weekly (min/day) n= 4,642	161.40 ( $\pm$ 63)	163.80 ( $\pm$ 63.6)	158.40 ( $\pm$ 63)*
TV time – Weekend (min/day) n= 4,672	241.80 ( $\pm$ 76.2)	243 ( $\pm$ 73.8)	242.4 ( $\pm$ 77.40)
Computer time - Weekly (min/day) n = 4,509	78 ( $\pm$ 38.4)	79.8 ( $\pm$ 40.2)	76.2 ( $\pm$ 36.6)*
Computer time - Weekend (min/day) n= 4,502	106.2 ( $\pm$ 66)	110.40 ( $\pm$ 70.20)	102.60 ( $\pm$ 61.80)*

**TABLE 1 - General characterization of the sample, according to sex.***Continuação*

	<b>Male (n= 2,371) Median (SD)</b>	<b>Female (n= 2,384) Median (SD)</b>	<b>Total (n = 4,755) Median (SD)</b>
Smartphone - Weekly (min/day) n= 4,432	79.2 (± 39.6)	78 (± 37.2)	80.40 (± 40.80)*
Smartphone - Weekend (min/day) n= 4,416	94.80 (± 56.40)	93.60 (± 55.80)	96.6 (±57.60)*
Tablet time - Weekly (min/day) n= 4,459	87.60 (± 45.60)	89.40 (±48)	85.80 (± 43.80)*
Tablet time – Weekend (min/day) n= 4,510	121.80 (±69)	126.60 (±73.80)	117 (±63.60)*
Eletronic games time - Weekly (min/day) n = 4,442	72.60 (± 34.20)	78 (± 40.2)	66.6 (± 25.8)**
Eletronic games time - Weekend (min/day) n= 4,461	97.2 (±62.4)	115.8 (±73.20)	78 (± 41.4)**
Total screen time– Weekly n= 4,718	98.4 (± 33.60)	101.40 (±33)	96.6 (± 33.60)**
Total screen time– Weekend n= 4,723	136.80 (± 48)	141.60 (± 48.6)	132 (± 46.8)**

BMI: Body Mass Index; WC: Waist Circumference; SD: Standard Deviation. Mann-Whitney:

\*p < 0.05; \*\* p < 0.001.

**TABLE 2 - General characterization of the sample, according to age.**

	<b>Total</b> <b>(n = 4755)</b> <b>Median (SD)</b>	<b>3 a 5 anos</b> <b>(n= 1,399 )</b> <b>Median (SD)</b>	<b>6 a 11 anos</b> <b>(n= 3,356)</b> <b>Median (SD)</b>
Weight(kg)	25.55 (±7.66)	18.71 (±3.18)	28.40(±7.17)**
Height (m)	1.22 (±0.13)	1.07 (±0.07)	1.28 (±0.09)**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	16.81 (±2.38)	16.24 (±1.56)	17.05 (± 2.61)**
WC (cm) n= 4,737	57.31 (±6.65)	53.10 (± 3.75)	59.06 (±6.80)**
Triceps skinfold (mm) n = 4,692	12.31 (±0.5.31)	10.85 (± 3.28)	12.90 (±5.84)**
Subscapular skinfold (mm) n = 4695	8.05 (±4.69)	6.71 (±2.46)	8.59 (±5.25)**
Suprailiac skinfold (mm) n= 4688	9.37 (± 6.65)	6.85 (±3.17)	10.40 (±7.38)**
Bodyfat (%) n= 4,680	18.3 (±6.20)	16.81 (± 4.08)	18.99 (± 6.76)**
Sun exposure time (min/day)	210 (± 45)	208.2 (±45)	210.6(±44.4)*
Total time of physical activity practice (min) n= 2968	147.91 (±107.53)	104.56 (± 69.61)	161.66 (±113.63)**
Active Play - Weekly (min/day) n= 4,538	168 (± 82.2)	184.8 (± 87.60)	204 (±95.4)**
Active Play – Weekend (min/day) n = 4,610	268.20 (±95.4)	279.60 (±94.8)	264 (±95.4)**
TV time – Weekly (min/day) n= 4,642	161.40 (±63)	165.6 (±60.6)	159.6 ± (64.2)**
TV time – Weekend (min/day) n= 4,672	241.80 (± 76.2)	226.8 (±77.4)	248.4 (±74.4)**
PC time - Weekly (min/day) n = 4,509	78 (± 38.4)	72.6 (±33)	80.4 (±40.2)**
PC time - Weekend (min/day) n= 4,502	106.2 (±66)	84 (± 49.8)	115.20 (±70.2)**
Smartphone - Weekly (min/day) n= 4,432	79.2 (± 39.6)	81.6 (± 40.2)	78 (± 39)*

*Continua*



**TABLE 2 - General characterization of the sample, according to age.***Continuação*

	<b>Total</b> <b>(n = 4755)</b> <b>Median (SD)</b>	<b>3 a 5 anos</b> <b>(n= 1,399 )</b> <b>Median (SD)</b>	<b>6 a 11 anos</b> <b>(n= 3,356)</b> <b>Median (SD)</b>
Smartphone - Weekend (min/day) n= 4,416	94.80 (± 56.40)	93.6 (± 54)	96 (± 57.6)
Tablet time - Weekly (min/day) n= 4,459	87.60 (± 45.60)	88.20 (± 45.6)	87 (± 45.6)
Tablet time – Weekend (min/day) n= 4,510	121.80 (±69)	110.40 (±64.2)	126.6 (± 70.8)**
Eletronic games time - Weekly (min/day) n = 4,442	72.60 (± 34.20)	67.2 (± 27)	74.4 (±37.2)**
Eletronic games time - Weekend (min/day) n= 4,461	97.2 (±62.4)	75.6 (± 43.2)	105.6 (± 67.2)**
Total screen time - Weekly (min/Day) n= 4,718	98.4 (± 33.60)	97.8 (± 31.2)	98.4 (±34.2)
Total screen time - Weekend (min/day) n= 4,723	136.80 (± 48)	122.4 (±44.4)	142.8 (±48)**

BMI: Body Mass Index; WC: Waist Circumference; SD: Standard Deviation. Mann- Whitney:

\*p &lt;0.05; \*\* p &lt; 0.001.

**TABLE 3 - Indicators of obesity and lifestyle habits according to time of sun exposure.**

	At least 15 min (n=66)	≅1 hour (n= 534)	≅2 hours (n= 1114)	More than 2 hours (n=3041)	P-value*
Weight (kg) n = 4,755	25.22 (± 8.78)	25.80 (± 8.65)	25.14 (± 7.47)	25.66 (± 7.52)	0.1360
Height (m) n = 4755	1.21 (± 0.14)	1.22 (± 0.13)	1.21 (± 0.13)	1.22 (± 0.13)	0.0362
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) n= 4,755	16.86 (± 2.60)	17.01 (± 2.68)	16.78 (± 2.31)	16.79 (± 2.34)	0.5922
WC (cm) n = 4,737	56.96 (± 7.59)	57.49 (±7.66)	57.15 (± 6.53)	57.34 (± 6.47)	0.2154
Triceps skinfold (mm) n= 4,692	12.69 (± 6.12)	12.68 (± 5.60)	12.35 (± 5.22)	12.21 (± 5.27)	0.3060
Subscapular skinfold (mm) n= 4,695	8.44 (±5.55)	8.39 (±5.09)	8.05 (±4.59)	7.98 (±4.64)	0.2176
Suprailiac skinfold (mm) n= 4,688	9.31 (±6.95)	9.94 (± 7.39)	9.24 (± 6.44)	9.32 (± 6.58)	0.5303
Bodyfat (%) n= 4,680	18.86 (± 7.73)	18.77 (±6.40)	18.38 (±6.14)	18.18 (± 6.14)	0.2465
Total time of physical activity practice (min) n= 2,698	142 (± 101.03)	132.28 (± 90.38)	139.10 (± 104.25)	153.05 (± 110.48)	<b>0.0011</b>
Active Play (min/day) n= 4,638	3.90 (± 1.70)	3.58 (± 1.37)	3.65 (±1.28)	4.07 (± 1.32)	<b>0.0001</b>
Active Play - Weekly (min/day) n= 4,538	2.98 (± 1.84)	2.53 (±1.22)	2.64 (±1.30)	2.91 (± 1.39)	<b>0.0001</b>
Active Play - Weekends (min/day) n= 4,610	4.35 (± 1.84)	4.10 (± 1.65)	4.15 (± 1.53)	4.66 (± 1.57)	<b>0.0001</b>
TV time (min/day) n= 4,687	3.73 (±1.11)	3.56 (±1.10)	3.54 (±1.05)	3.60 (± 1.07)	0.4370
TV time - Weekly (min/day) n= 4,642	2.95 (± 1.12)	2.69 (± 1.05)	2.65 (±1.00)	2.69 (± 1.07)	0.2710
TV time - Weekends (min/day) n=4,672	4.12 (± 1.37)	4.01 (± 1.29)	3.98 (± 1.25)	4.05 (± 1.26)	0.5830
Computer time (min/day) n= 4,542	1.92 (± 1.34)	1.71 (± 0.91)	1.65 (±0.93)	1.58 (± 0.86)	<b>0.0033</b>

*Continua*

**TABLE 3 - Indicators of obesity and lifestyle habits according to time of sun exposure.***Continuação*

	<b>At least 15 min (n=66)</b>	<b>≅1 hour (n= 534)</b>	<b>≅2 hours (n= 1114)</b>	<b>More than 2 hours (n=3041)</b>	<b>P-value*</b>
Computer time - Weekly (min/day) n= 4,509	1.59 (± 1.02)	1.33 (±0.65)	1.31 (± 0.65)	1.29 (± 0.63)	0.0190
Computer time - Weekends (min/day) n= 4,502	2.09 (± 1.59)	1.89 (± 1.12)	1.81 (± 1.15)	1.73 (± 1.07)	0.0019
Smartphone (min/day) n= 4,458	1.46 (± 1.06)	1.50 (±0.85)	1.50 (± 0.81)	1.49 (± 0.79)	0.5126
Smartphone - Weekly (min/day) n= 4,432	1.35 (±1.01)	1.33 (± 0.67)	1.32 (± 0.63)	1.32 (±0.65)	0.8230
Smartphone - Weekend (min/day) n= 4,416	1.52 (±1.13)	1.60 (± 1.00)	1.59 (± 0.95)	1.58 (± 0.93)	0.5848
Eletronic games time (min/day) n= 4,483	1.53 (± 0.99)	1.47 (±0.82)	1.47 (±0.86)	1.49 (± 0.83)	0.6860
Eletronic games time - Weekly (min/day) n= 4,442	1.29 (±0.68)	1.23 (± 0.58)	1.22 (± 0.62)	1.20 (±0.55)	0.4778
Eletronic games time - Weekend (min/day) n= 4,461	1.64 (± 1.18)	1.60 (± 1.01)	1.60 (± 1.06)	1.63 (± 1.04)	0.6783
Tablet time (min) n= 4,535	1.92 (± 1.23)	1.84 (± 0.95)	1.87 (± 0.97)	1.84 (± 0.95)	0.9021
Tablet time - Weekly (min/day) n= 4,459	1.68 (± 1.16)	1.43 (±0.71)	1.49 (±0.78)	1.45 (± 0.75)	0.2710
Tablet time - Weekends (min/day) n= 4,510	2.04 (±1.32)	2.02 (± 1.15)	2.05 (± 1.16)	2.02 (± 1.15)	0.9089

BMI: Body Mass Index; WC: Waist Circumference. \*Kruskal – Wallis test.

**TABLE 4 - Multiple Linear Regression - Model 1**

Independent Variable	Dependent variables	$\beta$	SE	p	CI 95%	Adjusted R <sup>2</sup>
Sun exposure time	Weight	- 0.09	0.123	0.482	- 0.33; 0.15	0.332
<b>*Adjustment variables: age, sex, sunscreen use.</b>	BMI	- 0.09	0.046	<b>0.042</b>	- 0.18; - 0.003	0.027
	WC	- 0.10	0.119	0.385	- 0.34; 0.13	0.168
	Triceps skinfold	- 0.24	0.100	<b>0.018</b>	- 0.43; 0.04	0.083
	Subscapular skinfold	- 0.19	0.090	<b>0.030</b>	- 0.37; - 0.019	0.059
	Suprailiac skinfold	- 0.23	0.125	0.068	- 0.47; 0.02	0.090
	%BF	- 0.31	0.120	<b>0.010</b>	- 0.54; - 0.07	0.060
	TV time	0.01	0.021	0.620	- 0.03; 0.05	0.008
	Computer time	- 0.08	0.018	<b>0.000</b>	- 0.12; - 0.05	0.048
Electronic Games time	- 0.01	0.016	0.573	- 0.04; 0.02	0.128	
Smartphone time	- 0.00	0.016	0.993	- 0.03; 0.03	0.001	
Tablet time	- 0.02	0.019	0.384	- 0.06; 0.02	0.012	
Total screen time	- 0.02	0.013	0.114	- 0.05; 0.00	0.035	
Total time of physical activity	10.01	2.799	0.000	4.52; 1.20	0.058	
Activity play time	0.22	0.025	<b>0.000</b>	0.17; 0.27	0.034	

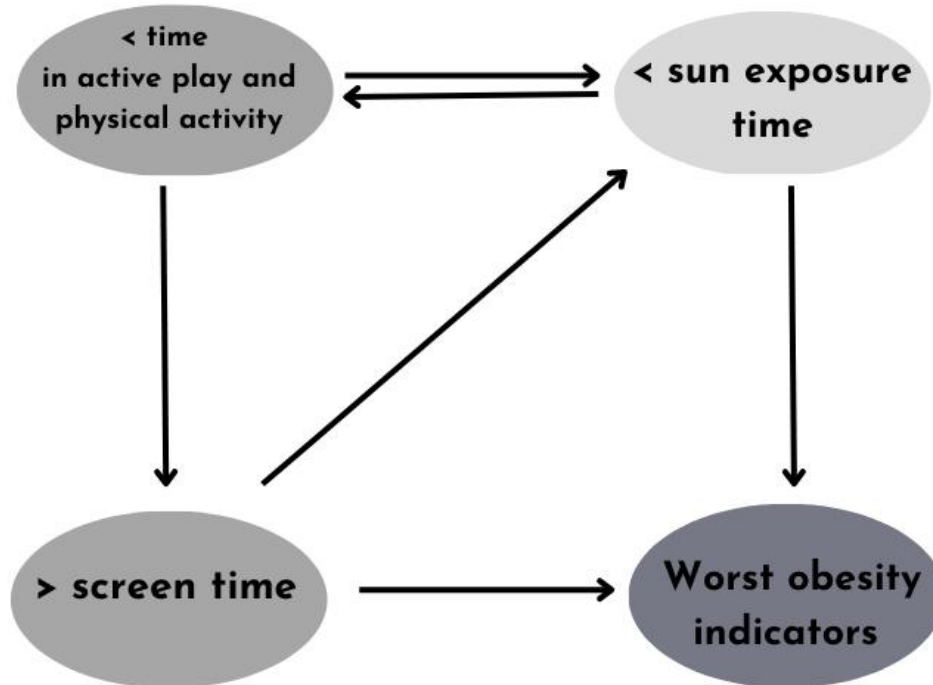
BMI: Body Mass Index; WC: Waist Circumference; SE: Standard Error; CI: Confidence Interval.

**TABLE 5 - Multiple Linear Regression - Model 2.**

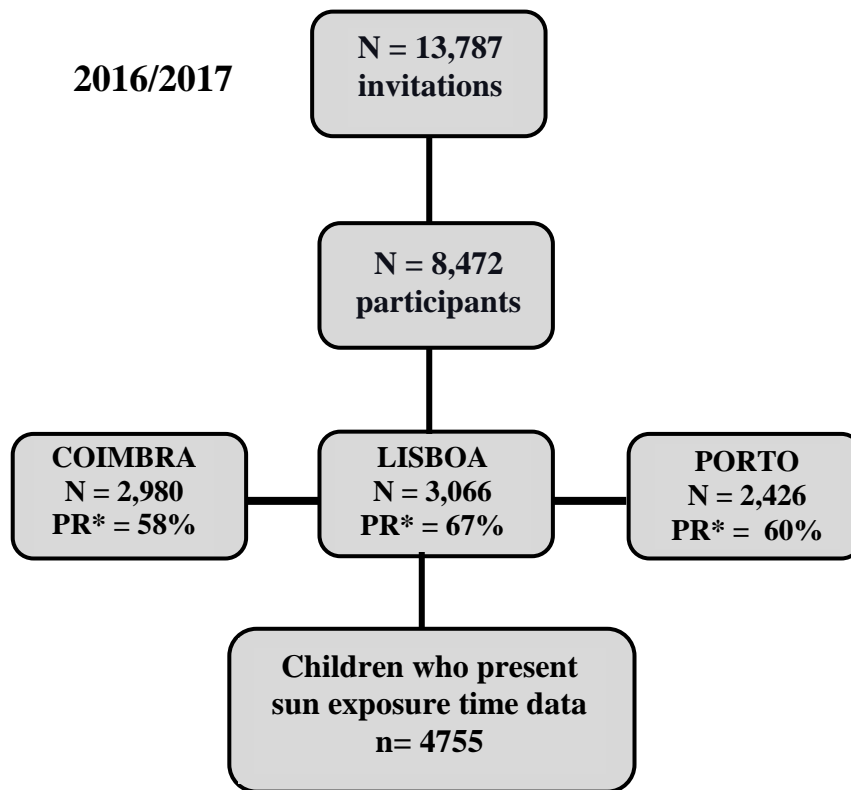
Independent Variable	Dependent variables	$\beta$	SE	p	CI 95%	Adjusted R <sup>2</sup>
Sun exposure time	Weight	0.13	0.127	0.324	- 0.12; 0.37	0.346
<b>*Adjustment variables: age, sex, sunscreen use, SES.</b>	BMI	- 0.03	0.048	0.589	- 0.12; 0.07	0.047
	WC	0.09	0.123	0.478	- 0.15; 0.33	0.186
	Triceps skinfold	- 0.12	0.104	0.250	- 0.32; 0.08	0.099
	Subscapular skinfold	- 0.07	0.092	0.439	- 0.03; 0.11	0.078
	Suprailiac skinfold	- 0.07	0.130	0.607	- 0.32; 0.19	0.107
	% BF	- 0.14	0.123	0.260	- 0.38; 0.10	0.077
	TV time	0.04	0.021	0.092	- 0.01; 0.08	0.034
	Computer time	- 0.08	0.018	<b>0.000</b>	- 0.11; - 0.04	0.057
	Electronic Games time	0.00	0.016	0.999	- 0.03;0.03	0.137
	Smartphone time	0.02	0.017	0.272	- 0.01; 0.05	0.008
Tablet time	- 0.02	0.020	0.292	- 0.06; 0.02	0.013	
Total screen time	-0.01	0.013	0.557	- 0.03;0.012	0.0625	
Total time of physical activity	9.64	2.895	<b>0.001</b>	3.96; 15.31	0.061	
Activity play time	0.24	0.026	<b>0.000</b>	0.19;0.29	0.0442	

BMI: Body Mass Index; WC: Waist Circumference; SE: Standard Error; CI: Confidence Interval.

**Figure 1.** Graphic representation of the study hypothesis.



**Figure 2.** Flowchart for selection of participants.



\* Participation rates

### **4.3 ARTIGO 3**

**Are sun exposure time, dietary patterns and vitamin D intake  
related to socioeconomic status of Portuguese children?**

**Artigo original**

Elizabete A. dos Santos, Lúgia Araújo Martini Cavalheiro, Daniela Rodrigues,  
Aristides Machado-Rodrigues, Maria-Raquel Silva, Helena Nogueira, Cristina  
Padez.

Manuscrito a ser submetido



**Title:** Are sun exposure time, dietary patterns and vitamin D intake related to socioeconomic status of Portuguese children?

**Short Title:** Sun exposure, dietary patterns and socioeconomic status in children.

Authors: Elizabete A. dos Santos<sup>1</sup>, Lígia Araújo Martini Cavalheiro<sup>1</sup>, Daniela Rodrigues<sup>2</sup>, Aristides Machado-Rodrigues<sup>3</sup>, Maria-Raquel Silva<sup>2,4,5</sup>, Helena Nogueira<sup>6</sup>, Cristina Padez<sup>2</sup>.

1. Nutrition Department. School of Public Health. University of São Paulo, 01246-904 São Paulo, Brazil.
2. Research Centre for Anthropology and Health, Department of Life Sciences, University of Coimbra, 3000-456 Coimbra, Portugal.
3. Faculty of Sport Sciences and Physical Education, University of Coimbra, 3040-156 Coimbra, Portugal
4. Faculty of Health Sciences, University Fernando Pessoa, 4200-150 Porto, Portugal
5. Comprehensive Health Research Centre-Group of Sleep, Chronobiology and Sleep Disorders-Nova Medical School, University of Lisbon, 1150-090 Lisbon, Portugal.
6. Research Centre for Anthropology and Health, Department of Geography and Tourism, University of Coimbra, 3004-53 Coimbra, Portugal.

### **Authors' Contributions**

Elizabete A. dos Santos performed the literature review, performed statistical analyses, interpreted data and wrote the manuscript. Lígia Araújo Martini Cavalheiro and Daniela Rodrigues assisted in statistical analyses, interpreted data and was responsible for reviewing all the content of the article. Aristides Machado-Rodrigues, Maria-Raquel Silva, Helena Nogueira, Daniela Rodrigues and Cristina Padez were responsible for data collection. Cristina Padez was responsible for data collection procedures, is study coordinator and assisted in statistical analyses. All authors critically reviewed the manuscript and approved the final version submitted for publication and declare that the content has not been published elsewhere.

**Corresponding author**

Elizabete A.dos Santos. Nutrition Department. School of Public Health. University of São Paulo. Avenida Doutor Arnaldo, 715 / CEP 01246-904 / Cerqueira César, São Paulo, SP, Brazil. Tel.: +55 11 30617859

Fax: +55 11 30617130

E-mail: elizabete.nutri21@gmail.com

***Acknowledgments:***

This study was financially supported by Foundation for Science and Technology (Portugal) through grant PTDC/DTP-SAP/1520/2014, with funds from the COMPETE 2020, Portugal 2020, FEDER and FCT. The funders had no role in the design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

**Conflict of Interest**

The authors declare that they have no conflict of interest.

**Data Availability Statement**

Data available from the corresponding author upon reasonable request.

## **Abstract**

**Objectives:** To investigate the association among sun exposure time, vitamin D intake, dietary patterns and socioeconomic status in Portuguese children. **Methods:** This is an observational, cross-sectional study as part of the project "Inequalities in childhood obesity: the impact of the socio-economic crisis in Portugal from 2009 to 2015." Participants aged 3 to 11 years old (50.1% females) were recruited from public and private schools (n=118) in the districts of Coimbra (n= 2,980), Lisbon (n = 3,066), and Porto (n=2,426). Parents reported their children's daily sun exposure time during the summer season and reported children's food consumption using standardized questionnaires. Information about consumption of vitamin D food sources, dairy products and about use of calcium and vitamin D supplements were also obtained. Father education level was used as a proxy measure to the socioeconomic status (SES). The principal component factor analysis (PCA) method was used to identify dietary patterns. The eight dietary patterns identified was labeled in: 'fast food', 'rich in vitamin D', 'sugary drinks', 'vitamin D', 'candies', 'supplements', 'rich in calcium' and 'vegetables/healthy'. Linear regression analyzes were performed to investigate the association between sun exposure time and dietary patterns according to SES. **Results:** A total of 4,755 children that presented information about sun exposure time were included in the present study. Children from high SES had significantly longer duration of sun exposure ( $p < 0.001$ ) and more frequently consumed vitamin D supplements ( $p < 0.001$ ). 'Fast food' was the only pattern that showed a negative association with sun exposure time in all socioeconomic levels ( $p = 0.002$ ;  $p < 0.001$ ;  $p < 0.001$  in low, medium and high SES, respectively). **Conclusions:** The results showed that the socioeconomic issues can interfere with access to sources of vitamin D (food/supplements and sun exposure) and make children with lower SES more affected and at greater risk of vitamin D deficiency.

**Keywords:** children, sun exposure, vitamin D, dietary patterns, socioeconomic status.

## **Introduction**

The importance of ultraviolet (UV) rays for vitamin D synthesis is already well established (Hansen et al., 2016; Cardoso et al., 2017). Thus, regular exposure to the sun is considered a preventive measure against the deficiency of this nutrient (Oliver et al., 2023). Currently, the lifestyle increasingly restricted to closed environments has contributed to less sun exposure time, especially among children, due to factors such as more screen time and less time devoted on outdoor playing and physical activity (Haimi & Kremer, 2015; WHO, 2016).

Vitamin D constitutes a group of fat-soluble secosteroids that act as a hormone in the body. It is essential for bone metabolism, acting in the maintenance of calcium and phosphorus homeostasis (Hollick, 2007; Fleury et al., 2016). Sun exposure is the main source of vitamin D. However considering that the intensity of sunlight, as well as the synthesis of vitamin D, vary according to latitude, skin pigmentation, air pollution, season, use of sunscreen and time spent outside, vitamin D intake becomes essential (NICE, 2016). It is possible to obtain vitamin D in smaller amounts by eating foods of animal origin such as fatty fish (sardines, salmon, herring, tuna, white fish, etc.) and egg yolk, supplements, fortified foods, cod liver oil and mushrooms, which contribute significantly to the daily intake of vitamin D, including among the Portuguese population (Hollick et al., 2011; Colapinto et al., 2014; Fleury et al., 2016; IAN - AF, 2017).

Data from the Portuguese National Food and Physical Activity Survey, carried out between 2015 and 2016, showed that vitamin D intake is in accordance with the average need in all age groups. In addition, multivitamin supplementation is frequent among children, and vitamin D is the most commonly used (Lopes et al., 2017). However, different studies around the world show that children have a high prevalence of vitamin D deficiency due to both low intake and low sun exposure (Dylag et al., 2014; Colapinto et al., 2014; Monteiro et al., 2019; Silva et al., 2021; Fiamenghi & Mello, 2021). Considering that childhood and adolescence are critical periods for bone and muscle development, vitamin D deficiency in this phase can cause long-term effects on bone growth and body development (Scully et al., 2022).

In addition to the low intake of vitamin D and the shorter sun exposure time, children currently have an unhealthy eating pattern characterized by high consumption of foods rich in saturated fats, trans fatty acids, free sugars or salt and low consumption

of healthy foods such as fruits, vegetables, milk and dairy products, the latter being important sources of calcium, a nutrient that is also essential for bone health (WHO 2012, 2016, 2019; Victoria, 2016).

Several factors determine food choices and lifestyle habits, and socioeconomic factors seems to have a significant impact, especially during childhood (Poulain et al. 2019). Recent studies reveal that socioeconomic status (SES) is strongly related to children's dietary patterns across countries and that healthier diets are associated with higher levels of SES, while unhealthy diets are associated with lower SES (Petrauskienė et al., 2015; Manyanga et al., 2017). Furthermore, lower SES may interfere with vitamin D status, as it has been associated with factors such as reducing the practice of outdoor physical activity, which can reduce exposure to UVA and UVB rays, which constitute, respectively, 95 % and 5% of ultraviolet rays that reach the Earth's surface (Van der leun et al., 2004; Scully et al., 2022).

In view of the above, the hypothesis of the present study is that children with lower SES have less sun exposure time and worse dietary pattern with lower consumption of vitamin D sources. Thus, the aim of this study is to investigate the association among sun exposure time, vitamin D intake, dietary patterns and socioeconomic status in Portuguese children.

## **Methods**

This is an observational, cross-sectional study as part of the project "Inequalities in childhood obesity: the impact of the socio-economic crisis in Portugal from 2009 to 2015." Participants aged 3 to 10 years old (50.1% females) were recruited from public and private schools (n=118) in the districts of Coimbra (n= 2,980), Lisbon (n = 3,066), and Porto (n=2,426). Data were collected between November 2016 and April 2017 among 8,472 children. Participation rates were 58% in Coimbra, 67% in Lisbon, and 60% in Porto. For the purpose of this study, it was considered only children with available data on sun exposure time (n= 4,755).

### **Ethical aspects**

The study received the approval by the Research Ethics Committee of the National Data Protection Commission (CNPD; Ref. 745/2017), approved by the Directorate General for Innovation and Curriculum Development (DGIDC), an entity of the Ministry of Education. Parents/legal caregivers provided written informed consent.

## Variables collected

Information about sun exposure time were obtained using a questionnaire adapted from Hanwell et al. (2010). Parents reported their children's daily sun exposure time during the Summer season, namely: at least 15 minutes, about 1 hour, about 2 hours, or more than 2 hours.

Children's food consumption was collected using a standardized questionnaire adapted from Bel-Serrat et al. (2014). Parents reported the frequency of consumption (2 to 3 times/day; 1 time/day; 2 to 3 times/week; 1 time/ week, never/rarely) of the following items: soft drinks (e.g., coca-cola, sparkling juices, among others), ice-tea, nectar-type fruit juices, cakes/biscuits, chocolates/candy/gums, french fries, hamburgers, pizzas, vegetable soup, salads, plain milk, chocolate milk, and breakfast cereal. Subsequently, the data were converted to monthly frequency in: never/rarely, 4 times/month and more than 4 times/month.

Consumption of food sources of vitamin D was obtained through a questionnaire adapted from Nucci et al. (2013) which was also answered by parents. Information about the average monthly consumption of the following foods was collected: salmon, sardines, mackerel, tuna, white fish (cod, hake etc) and mushrooms. Monthly consumption data were collected according to frequency: never, 1 time/month, 2 times/month, 3 times/month, 4 times/month and more than 4 times/month and later categorized into: never/rarely, 4 times/month and more than 4 times/month. Parents also answered questions (yes or no) about the consumption of dairy products other than milk (i.e., yogurt and cheese) and about the use of calcium and vitamin D supplements in the last three months.

Considering that in Portugal there is no official measure for SES, father education level was used as a proxy measure (Rodrigues et al., 2020; Douglas-Hall & Chau, 2007; Ware, 2019). Thus, it was based on the Portuguese Educational System [(1) 9 years or less – sub-secondary; (2) 10 – 12 years – secondary, and (3) higher education)]. The three educational levels were defined as, respectively: 1 = Low Education; 2 = Medium Education and 3 = High Education.

## Statistical analyses

Dietary patterns were identified by applying the principal component factor analysis (PCA) method, considering the monthly frequency of consumption of the

evaluated foods. PCA method try to describe the variation of the variables in a set of multivariate data using a set of derived uncorrelated variables, each of which is a particular linear combination of those in the original data. In the present study, PCA was used to evaluate the intercorrelations between the initial food variables and reduces food groups into patterns which can explain variations in the dietary intake.

To define the number of patterns to be retained, the following criteria were considered: Kaiser's criterion (eigenvalue > 1.0), the examination of the breakpoint in the scree plot and the percentage of variance criteria (i.e., sufficient factors to meet at least 50% of variance explained). The items were retained in the pattern if the factor loading value was equal to or above 0.30. Subsequently, Varimax orthogonal rotation was applied in order to maximize the variation between the weights of each principal component. Finally, the method resulted in eight factors retained for further analyses.

The factor-loading matrices for the eight patterns retained are presented in Table 1. Strong associations between food groups are represented by high positive loadings, on the other hand, high negative loadings indicate a strong negative relation. The eight dietary patterns was labeled in: 'fast food', 'rich in vitamin D', 'sugary drinks', 'vitamin D', 'candies', 'supplements', 'rich in calcium' and 'vegetables/healthy' (Table 2). Overall, the eight dietary patterns accounted for 53.2% of the variance in food intakes.

Normality of continuous variables was assessed by the Shapiro - Wilk test. The Mann-Whitney-Wilcoxon (Ranksum) and Kruskal-Wallis tests were performed to assess the differences between the means according to children's sex, sun exposure time, and family SES.

To investigate the association between sun exposure time and dietary patterns, multiple linear regression analyzes were used. Regression analyzes were performed in each SES. Sun exposure time variable was used as an independent variable and the dependent variables were the dietary patterns (in scores). The models were adjusted for children's age and sex.

The principal component factor analysis was performed using the SPSS software, version 27.0 (SPSS, Chicago, IL, USA.), whereas the regression and other analyses were performed using the STATA software version 13 (Stata Corp LP®). The level of significance was set at 5%.

## **Results**

General characteristics of the participants are presented in Table 3. There was no difference in sun exposure time (mean of  $210 \pm 45$  minutes per day) according to children's sex, but children from high SES had significantly longer duration of sun exposure ( $p < 0.001$ ) (Figure 1).

Most of the participants was from a high SES (39.27%). Most children consumed other dairy products besides milk (95.24%) and no differences were found according to their SES. In contrast, few children used calcium (0.61%) and vitamin D (3.43%) supplements. Vitamin D supplements were more frequently consumed by children with high SES (4.59% vs. 3.16 and 1.43% in medium and low SES, respectively;  $p < 0.001$ ) while the consumption of calcium supplements was significantly higher among those with medium SES (1.01 % vs. 0.57 and 0.17 % in low and high SES, respectively;  $p = 0.005$ ).

The monthly frequency of consumption of food sources of vitamin D is shown in Figure 2. White fish was the one with the highest monthly consumption frequency, followed by mushrooms. Among those with high SES, a higher consumption of mushrooms ( $p < 0.001$ ), white fish ( $p < 0.001$ ) and salmon ( $p < 0.001$ ) was observed.

Table 4 shows the results for the linear regression conducted between the dietary patterns and sun exposure time according to SES. 'Fast food' was the only pattern that showed a negative association with sun exposure time in all socioeconomic levels ( $p = 0.002$ ;  $p < 0.001$ ;  $p < 0.001$  in low, medium and high SES, respectively). 'Rich in vitamin D' and 'vitamin D' patterns presented a positive association with sun exposure time in medium and high SES, respectively ( $p < 0.001$ ). The consumption of 'candies' showed a negative association with sun exposure time in medium SES ( $p = 0.012$ ). 'Supplements' pattern presented a negative association with sun exposure time but only among children from low SES ( $p = 0.015$ ).

## **Discussion**

To our knowledge, this is the first study that investigate the associations between children's sun exposure time and dietary patterns, while considering family SES. We confirmed our hypothesis that children from low SES have lower duration of sun exposure as well as lower frequency of consumption of food sources rich in vitamin D (and supplements). These results are worrying since those behaviors have been associated with higher risk of developing osteoporosis (Weaver et al., 2015; Noh et al., 2018; Marshall et al., 2020; Zhu et al., 2021; Courtney et al., 2023). This may indicate



that socioeconomically disadvantaged children are at a greater risk of having osteoporosis in the future.

Vitamin D and calcium deficiency in childhood and adolescence can significantly interfere with peak bone mass (PBM), which corresponds to the highest amount of bone accumulated at the end of growth (Bachrach, 2001; Zhu et al., 2021; Chevalley et al., 2022). Bone health in adulthood is highly subject to the bone density achieved during childhood and adolescence and the PBM it's a very important predictor of the risk of fractures and osteoporosis, a disease characterized by loss of bone mass and often found in individuals with low SES (Weaver et al., 2015; Munns et al., 2016; Noh et al., 2018; Marshall et al., 2020; Klack et al., 2021; Zhu et al., 2021; Courtney et al., 2023).

Scully et al. (2022) identified that children and adolescents between 1 and 17 years old who lived in disadvantaged areas of Ireland were twice as likely to have vitamin D deficiency compared to children with higher income. The authors also found that sex (female) was the second highest predictor of vitamin D deficiency (between living in disadvantaged locations and testing in the Winter). In the present study, it was found no difference in the duration of sun exposure according to sex. On the other hand, in the study by Tolppanen et al. (2012), in addition to SES (household income, rental housing), the authors also showed that factors such as sex, season, ethnicity and time spent outdoors during the summer were most strongly associated with vitamin D deficiency. In a large multiethnic cohort of 6 years old Dutch children lower family income was one major determinant of vitamin D deficiency, further to the older age of the child, more television (TV) watching, playing less outdoors, cycling less to school, younger maternal age, multiparity, and higher maternal Body Mass Index (BMI) (Voortman et al., 2015).

Sun exposure is essential for vitamin D synthesis and is the main source of this vitamin (Colapinto et al., 2014, Kift et al., 2018). There is no consensus on what would be the ideal sun exposure time for children. According to the Portuguese Society of Dermatology and Venereology (PSDV 2019) children over 2 years old should use a pediatric sun protection factor (SPF), with a high/very high protection index, and should be reapplied every two hours. There are some factors that contribute to shorter sun exposure time in children, such as increased concerns about the risk of skin cancer, increased marketing of sunscreens aimed at children and more screen time, which reduces outdoor recreational activities (Flores et al., 2017).

In the present study, most of children consumed other dairy products in addition to milk, which may contribute to the supply of calcium in the diet. This result is similar to that found in a study conducted in Australia, where children and adolescents consumed dairy foods (84-98%) (Baird et al., 2012). In contrast, Liu et al. (2022) found that dairy consumption was quite low among Chinese youth aged 7 to 17 years old: nearly 11 % of participants consumed dairy < 1 day/week. In the present study, it was found that a higher consumption of certain foods sources of vitamin D (mushrooms, white fish and salmon) was more prevalent in children from high SES. Colapinto et al. (2014) found that children living in a household with a lower annual income were less likely to have a vitamin D intake above the Estimated Average Requirement (EAR) than those in households with highest annual income, after adjusting for standardized energy intake. These results corroborate those found by Flores et al. (2017) in which vitamin D intake obtained through diet and supplements was positively associated with SES. Furthermore, only 2% of children consumed supplements of vitamin D.

Findings revealed that few participants used supplements of calcium or/and vitamin D. Among those who used it, consumption was more frequent if the child was from medium or high SES. A higher frequency of intake of vitamin D supplements were found by Munasinghe et al. (2015), in which approximately 30% of children used vitamin D supplements but only 12% took them daily. The authors also observed that Canadian children whose parents completed education up to college level (*vs.* secondary school education or less) and those living in metropolitan areas (*vs.* rural) were significantly more likely to take vitamin D supplements. In the study carried out by Herzig et al. (2022) the intake of supplements, including calcium and vitamin D, was more prevalent in German participants with a higher SES compared to those with a lower SES. In China, the use of calcium supplements was very common among supplement users (58.5% of children between 0 and 5 years old), particularly in higher income households, and about half of the children taking calcium supplements were also taking vitamin D (Chen et al., 2014).

According to the Portuguese Society of Pediatrics (PSP 2019), oral supplementation with 400 IU per day of vitamin D is recommended during the first year of life for all babies, regardless of the type of food, considering that direct sun exposure is not recommended. After the first year of life, there is no recommendation to maintain supplementation, except for children with chronic digestive or kidney diseases and under treatment with some medications, but a healthy lifestyle should be encouraged,

including the consumption of foods rich in vitamin D and calcium, and the practice of outdoor physical activity with adequate sun exposure. The PSP points out that according to the Spanish Academy of Pediatrics, adequate sun exposure includes sunbathing on the face, hands and part of the arms without protection, between 10 am and 3 pm, for 10 to 15 minutes (before the skin turns red) on the Spring, Summer and Autumn. However, sun protection measures to prevent skin cancer should not be forgotten (PSP 2019).

Factors such as the lack of access to reliable information on health and nutrition, as well as the scarcity of financial resources, can contribute to difficulties in acquiring healthy foods (Darmon & Drewnowski, 2015; Siu et al, 2018; Beck et al., 2019; Costa et al, 2022), which could interfere with lower vitamin D intake and a “worse” dietary pattern in general.

We found that unhealthy dietary patterns may be associated with a less healthy lifestyle, given that the 'fast food' dietary pattern showed a negative association with sun exposure time in all socioeconomic levels and the pattern 'candies' showed a negative association with the duration of sun exposure in medium SES. This is in line with the study of Wadolowska et al. (2016), which showed that the time devoted to physical activity, whether at school, during recess and even in the backyard, was positively associated with a higher frequency of fruit consumption and vegetables in Polish girls aged 13 to 21 years. Manz et al. (2019) found that school-aged children and adolescents with higher levels of physical activity consume more beneficial foods and beverages (e.g., more juice, water, milk, dairy products, fruits, and vegetables, and less soft drinks) compared to those with lower physical activity levels. This is similar with what was observed in a cross-sectional study using a representative sample of the Spanish population under 15 years, where greater screen time during leisure time was associated with poorer dietary behaviors (including sweet, snacks, soft drinks and fast food intake) (Cartanyà-Hueso et al., 2021).

In the present study 'rich in vitamin D' and 'vitamin D' patterns presented a positive association with sun exposure time in medium and high SES, which may demonstrate that: people with greater purchasing power have greater awareness and greater access to information about food health, including the importance of vitamin D intake, in addition to having better financial conditions for purchase, given that these foods have a higher cost (Jahns et al., 2014; Moralesa and Higuchi, 2018; Klink et al., 2022). In a cross-sectional study among children aged 9 to 11 year old across 12 countries, SES was strongly related to children's diet (Manyanga et al., 2017). The

findings demonstrated that, regardless of country-level human development, lower income or lower parental education were associated with higher consumption of unhealthy foods (fast food, hamburgers, soft drinks, sweets and fried food) and lower consumption of healthy foods (vegetables, fruit, whole grains, low-fat milk). In the study conducted by Richter et al. (2012), in adolescents between 12 and 17 years old, the called 'western' dietary pattern (composed of foods such as pizza, burgers, french fries, ketchup, soft drinks, salty snacks, confectionery items, etc.) was associated with lower physical activity and with lower SES, among boys. Among girls, high adherence to the 'traditional and western' pattern was associated with lower SES and also with more hours watching TV per day, factors that may contribute to shorter exposure to the sun and consequently to vitamin D deficiency, as already mentioned (Shan et al., 2022; Scully et al., 2022).

Finally, in the present study 'supplements' pattern presented a negative association with sun exposure time only in low SES. Considering that sun exposure is the main source of vitamin D and that lower family income is one of the important determinants of vitamin D deficiency (Voortman et al., 2015), it could be assumed that lower-income children are less exposed to the sun – due to factors such as insecurity in the neighborhood, increased traffic, a house without a backyard and lack of spaces available for playing in the neighborhood (Giles-Corti et al., 2009; Carver et al., 2010) – and depend on supplementation.

The findings of the present study show that low SES is related to an unhealthy lifestyle, which includes less exposure to the sun, less intake of food sources of vitamin D and a consumption of food items rich in fat and sugar. However, it is important to mention some limitations, such as: the information about sun exposure time referred only to the summer period; the 25(OH)D values and skin color were not measured; and the information on food consumption was parental reported. Another limitation is the use of a standardized food intake questionnaire, which provides less accuracy in quantifying food intake, since it does not account for intake of specific nutrients. Fruit intake was not included in the analysis of dietary patterns, as the collection method for this item was according to servings/day and not monthly frequency. Furthermore, the cross-sectional nature of the study does not allow us to determine cause and effect relationships.

Among the strengths of this study are the fact that it included a large sample involving children from public and private schools from multiple SES backgrounds. In

addition, the food intake questionnaire included several sources of vitamin D, informations was obtained on the intake of different sources of calcium in addition to milk, and the questionnaires used were validated by different authors, giving greater credibility to the investigation.

## **Conclusion**

Faced with concerns and limitations regarding sun exposure, vitamin D obtained through diet becomes an important strategy to ensure adequate intake of this nutrient. The socioeconomic issues can interfere with access to sources of this vitamin (food/supplements and sun exposure) and make children with lower SES more affected and at greater risk of vitamin D deficiency.

Given that osteoporosis and other disorders related to bone health have a great impact during childhood and in adult life, it is necessary for governments and society to mobilize and pay attention in order to ensure access to foods that promote healthy eating patterns and encourage healthy lifestyle habits, which should include guidance on adequate sun exposure time, considering SES.

## **References**

1. Almeida ACF, Nogueira-de-Almeida, CA, Ferraz, IS. Vitamina D em pediatria. *Int. J. Nutr* 2017; 10(4): 123-35.
2. Bachrach LK. Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence. *Trends Endocrinol Metab* 2001; 12(1):22-8.
3. Baird DL, Syrette J, Hendrie GA, Riley MD, Bowen J, Noakes M. Dairy food intake of Australian children and adolescents 2-16 years of age: 2007 Australian National Children's Nutrition and Physical Activity Survey. *Public Health Nutr.* 2012; 15(11):2060-73.
4. Beck AL, Iturralde E, Haya-Fisher J, Kim S, Keeton V, Fernandez A. Barriers and facilitators to healthy eating among low-income Latino adolescents. *Appetite* 2019; 1;138:215-22.

5. Bel-Serrat S, Mouratidou T, Pala V, Huybrechts I, Börnhorst C, Fernández-Alvira JM, Hadjigeorgiou C, Eiben G, Hebestreit A, Lissner L, Molnár D, Siani A, Veidebaum T, Krogh V, Moreno LA. Relative validity of the Children's Eating Habits Questionnaire-food frequency section among young European children: the IDEFICS Study. *Public Health Nutr* 2014;17(2):266-76.
6. Cardoso S, Santos A, Guerra RS, Sousa AS, Padrão P, Moreira P, Borges, N. Association between serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and ultraviolet index in Portuguese older adults: a cross-sectional study. *BMC Geriatrics* 2017;17(1): 256.
7. Cartanyà-Hueso À, González-Marrón A, Lidón-Moyano C, Garcia-Palomo E, Martín-Sánchez JC, Martínez-Sánchez JM. Association between Leisure Screen Time and Junk Food Intake in a Nationwide Representative Sample of Spanish Children (1-14 Years): A Cross-Sectional Study. *Healthcare (Basel)* 2021; 18;9(2):228.
8. Carver A, Timperio A, Hesketh K, Crawford D. Are safety-related features of the road environment associated with smaller declines in physical activity among youth? *J Urban Health* 2010;87(1):29-43.
9. Chen S, Binns CW, Maycock B, Liu Y, Zhang Y. Prevalence of dietary supplement use in healthy pre-school Chinese children in Australia and China. *Nutrients* 2014; 21;6(2):815-28.
10. Chevalley T, Rizzoli R. Acquisition of peak bone mass. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2022;36(2):101616.
11. Colapinto CK, Rossiter M, Khan MK, Kirk SF, Veugelers PJ. Obesity, lifestyle and socio-economic determinants of vitamin D intake: a population-based study of Canadian children. *Can J Public Health* 2014;105(6):e418-24.

12. Costa GG, Nepomuceno GC, Pereira AS, Simões BFT. Worldwide dietary patterns and their association with socioeconomic data: an ecological exploratory study. *Global Health* 2022;12;18(1):31.
13. Courtney MG, Roberts J, Godde K. Structural Inequity and Socioeconomic Status Link to Osteoporosis Diagnosis in a Population-Based Cohort of Middle-Older-Age Americans. *Inquiry* 2023;60:469580231155719.
14. Darmon N, Drewnowski A. Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. *Nutr Rev* 2015;73(10):643-60.
15. Douglas-Hall A, Chau M. Parents' Low Education Leads to Low income, Despite Full-Time Employment. National Center for Children in Poverty: Columbia University .Mailman School of Public Health [fact sheet]. 2007. [https://www.nccp.org/wp-content/uploads/2007/11/text\\_786.pdf](https://www.nccp.org/wp-content/uploads/2007/11/text_786.pdf). (accessed October 2022).
16. Dylağ H, Rowicka G, Strucińska M, Riahi A. Assessment of vitamin D status in children aged 1-5 with simple obesity. *Rocz Panstw Zakl Hig* 2014; 65(4):325-30.
17. Fiamenghi VI, Mello ED. Vitamin D deficiency in children and adolescents with obesity: a meta-analysis. *J Pediatr (Rio J)* 2021;97(3):273-9.
18. Fleury N, Geldenhuys S, Gorman S. Sun Exposure and Its Effects on Human Health: Mechanisms through Which Sun Exposure Could Reduce the Risk of Developing Obesity and Cardiometabolic Dysfunction. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2016, 13, 999.
19. Flores A, Flores M, Macias N, Hernández-Barrera L, Rivera M, Contreras A, Villalpando S. Vitamin D deficiency is common and is associated with overweight in Mexican children aged 1-11 years. *Public Health Nutr* 2017;20(10):1807-15.

20. Giles-Corti B, Kelty SF, Zubrick SR, Villanueva KP. Encouraging walking for transport and physical activity in children and adolescents: how important is the built environment? *Sports Medicine* 2009; 39, 995-1009.
21. Haimi M, Kremer R. Vitamin D deficiency/insufficiency from childhood to adulthood: Insights from a sunny country. *World J Clin Pediatr*; 2017, 6, 1-9.
22. Hansen L, Tjønneland A, Køster B, Brot C, Andersen R, Lundqvist M, Christensen J, Olsen A. Sun Exposure Guidelines and Serum Vitamin D Status in Denmark: The Status D Study. *Nutrients* 2016; 8(5):266.
23. Hanwell HE, Vieth R, Cole DE, Scillitani A, Modoni S, Frusciante V, Ritrovato G, Chiodini I, Minisola S, Carnevale V. Sun exposure questionnaire predicts circulating 25-hydroxyvitamin D concentrations in Caucasian hospital workers in southern Italy. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2010;121(1-2):334-7.
24. Herzig M, Bertsche A, Kiess W, Bertsche T, Neininger MP. Medicine and supplement use in infants, children, and adolescents depends on sex, age, and socioeconomic status: results of a German longitudinal population-based cohort study (LIFE Child). *Eur J Pediatr* 2022;181(8):2991-3003.
25. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, Murad MH, Weaver CM, Endocrine Society. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J. Clin. Endocrinol. Metab* 2011; 96(12):3908.
26. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007;357:266-81.
27. Jahns L, Raatz SK, Johnson LK, Kranz S, Silverstein JT, Picklo MJ. Intake of Seafood in the US Varies by Age, Income, and Education Level but Not by Race-Ethnicity. *Nutrients* 2014, 6, 6060-75.



28. Kift, R, Rhodes LE, Farrar MD, Webb AR. Is Sunlight Exposure Enough to Avoid Wintertime Vitamin D Deficiency in United Kingdom Population Groups? *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018;15(8).
29. Klack K, Carvalho JF, Domingues EZ, Castro PPN, Neto RAB, Filho AN. Fatores de risco para osteoporose em uma amostra da população de atenção primária em São Paulo, Brasil. *Rev. Ciênc. Méd. Biol* 2021; 20(1): 47-52.
30. Klink U, Mata J, Frank R, Schüz B. Socioeconomic differences in animal food consumption: Education rather than income makes a difference. *Front Nutr* 2022 3;9:993379.
31. Liu J, Chen M, Ma Y, Ma T, Gao D, Li Y, Wang X, Chen L, Ma Q, Zhang Y, Ma J, Zou Z, Dong Y. Habitual dairy consumption is inversely associated with depressive and social anxiety symptoms among children and adolescents aged 7-17 years: Findings from a cross-sectional study in Beijing, China. *J Affect Disord* 2022; 15;319:309-17.
32. Lopes C, Torres D, Oliveira A, Severo M, Alarcão V, Guiomar S, Mota J, Teixeira P, Rodrigues S, Lobato L, Magalhães V, Correia D, Carvalho C, Pizarro A, Marques A, Vilela S, Oliveira L, Nicola P, Soares S, Ramos E. Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, IAN-AF 2015-2016: Relatório de resultados. Universidade do Porto, 2017.
33. Manyanga T, Tremblay MS, Chaput JP, Katzmarzyk PT, Fogelholm M, Hu G, Kuriyan R, Kurpad A, Lambert EV, Maher C, Maia J, Matsudo V, Olds T, Onywera V, Sarmiento OL, Standage M, Tudor-Locke C, Zhao P, Mikkila V, Broyles ST; ISCOLE Research Group. Socioeconomic status and dietary patterns in children from around the world: different associations by levels of country human development? *BMC Public Health* 2017; 16;17(1):457.
34. Manz K, Mensink GBM, Finger JD, Haftenberger M, Brettschneider AK, Lage Barbosa C, Krug S, Schienkiewitz A. Associations between Physical Activity

- and Food Intake among Children and Adolescents: Results of KiGGS Wave 2. *Nutrients* 2019; 11;11(5):1060.
35. Marshall K, Teo L, Shanahan C, Legette L, Mitmesser SH. Inadequate calcium and vitamin D intake and osteoporosis risk in older Americans living in poverty with food insecurities. *PLoS One* 2020; 8;15(7):e0235042.
36. Moralesa LE, Higuchib A. Is fish worth more than meat? – How consumers’ beliefs about health and nutrition affect their willingness to pay more for fish than meat. *Food Qual Prefer* 2018;65:101-9.
37. Munasinghe LL, Willows N, Yuan Y, Veugelers PJ. The prevalence and determinants of use of vitamin D supplements among children in Alberta, Canada: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 2015; 16;15:1063.
38. Munns CF, Nick Shaw, Mairead Kiely, Bonny L. Specker, Tom D. Thacher, Keiichi Ozono, Toshimi Michigami, DovTiosano, et al. Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets. *J. Clin. Endocrinol. Metab* 2016; 101(2): 394-415.
39. NICE - National Institute for Health and Care Excellence. 2016. Guideline Sunlight exposure: risks and benefits. <https://nice.org.uk/guidance/ng34> (accessed March 2022).
40. Noh JW, Park H, Kim M, Kwon YD. Gender Differences and Socioeconomic Factors Related to Osteoporosis: A Cross-Sectional Analysis of Nationally Representative Data. *J Womens Health (Larchmt)* 2018;27(2):196-202.
41. Nucci AM, Russell CS, Luo R, GanjiV, Olabopo F, Hopkins B, Holick MF, Rajakumar K. The effectiveness of a short food frequency questionnaire in determining vitamin D intake in children. *Dermato endocrinol* 2013;5(1):205-10.

42. Oliver SL, Santana KV, Ribeiro H. The Effect of Sunlight Exposure on Vitamin D Status in Countries of Low and High Latitudes: A Systematic Literature Review. *Curr Nutr Rep* 2023;12(1):1-13.
43. Petrauskienė A, Žaltauskė V, Albavičiūtė E. Family socioeconomic status and nutrition habits of 7–8 year old children: cross-sectional Lithuanian COSI study. *Ital J Pediatr* 2015; 23;41:34.
44. Poulain T, Vogel M, Sobek C, Hilbert A, Körner A, Kiess W. Associations Between Socio-Economic Status and Child Health: Findings of a Large German Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 26;16(5):677.
45. PSDV – Portuguese Society of Dermatology and Venereology Proteção Solar Infantil.2019. Available in: <<https://www.spdv.pt/op/document/?co=641&h=fed59&in=1>. (accessed March 2023).
46. PSP – Portuguese Society of Pediatrics. Vitamina D. 2019. Disponível em: <http://criancaefamilia.spp.pt/promocao-de-saude/vitamina-d.aspx>. (accessed March 2023).
47. Richter A, Heidemann C, Schulze MB, Roosen J, Thiele S, Mensink GB. Dietary patterns of adolescents in Germany--associations with nutrient intake and other health related lifestyle characteristics. *BMC Pediatr* 2012; 22;12:35.
48. Rodrigues D, Gama A, Machado-Rodrigues AM, Nogueira H, Silva MG, Rosado-Marques V, Padez C. Social inequalities in traditional and emerging screen devices among Portuguese children: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 2020;20,902.

49. Scully H, Laird E, Healy M, Crowley V, Walsh JB, McCarroll K. Low socioeconomic status predicts vitamin D status in a cross-section of Irish children. *J Nutr Sci* 2022; 25;11:e61.
50. Shan L, Dong H, Wang T, Feng J, Jia F. Screen Time, Age and Sunshine Duration Rather Than Outdoor Activity Time Are Related to Nutritional Vitamin D Status in Children With ASD. *Front Pediatr* 2022; 13;9:806981.
51. Silva CC, Gavinha S, Manso MC, Rodrigues R, Martins S, Guimarães JT, Santos AC, Melo P. Serum Levels of Vitamin D and Dental Caries in 7-Year-Old Children in Porto Metropolitan Area. *Nutrients* 2021; 7;13(1):166.
52. Siu JY, Chan K, Lee A. Adolescents from low-income families in Hong Kong and unhealthy eating behaviours: Implications for health and social care practitioners. *Health Soc Care Community* 2019;27(2):366-74.
53. Tolppanen AM, Fraser A, Fraser WD, Lawlor DA. Risk factors for variation in 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> and D<sub>2</sub> concentrations and vitamin D deficiency in children. *J Clin Endocrinol Metab* 2012;97(4):1202-10.
54. Van Der Leun JC. The ozone layer. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2004; 20:159–62.
55. Victoria EM. El calcio, esencial para la salud [Calcium, essential for health]. *Nutr Hosp* 2016, 12;33(Suppl 4):341.
56. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol* 2008; 61, 344-9.
57. Voortman T, Van Den Hooven EH, Heijboer AC, Hofman A, Jaddoe VW, Franco OH. Vitamin D deficiency in school-age children is associated with sociodemographic and lifestyle factors. *J Nutr* 2015;145(4):791-8.

58. Wadolowska L, Kowalkowska J, Lonnie M, Czarnocinska J, Jezewska-Zychowicz M, Babicz-Zielinska E. Associations between physical activity patterns and dietary patterns in a representative sample of Polish girls aged 13-21 years: a cross-sectional study (GEBaHealth Project). *BMC Public Health* 2016; 2;16:698.
59. Ware JK. Property Value as a Proxy of Socioeconomic Status in Education. *Educ Urban Soc* 2019; 51, 99-119.
60. Weaver CM, Alexander DD, Boushey CJ, Dawson-Hughes B, Lappe JM, LeBoff MS, Liu S, Looker AC, Wallace TC, Wang DD. Calcium plus vitamin D supplementation and risk of fractures: an updated meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation. *Osteoporos Int.* 2016 Jan;27(1):367-76. Epub 2015 Oct 28. Erratum in: *Osteoporos Int.* 2016 Aug;27(8):2643-6.
61. WHO – World Health Organization (WHO). *Population-based approaches to childhood obesity prevention*. Geneva: WHO, 2012
62. WHO – World Health Organization . *Library Cataloguing-in-Publication Data Report of the commission on ending childhood obesity*. Geneva: WHO, 2016.
63. WHO – World Health Organization. *Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age*. Geneva: WHO; 2019.
64. Zhu X, Zheng H. Factors influencing peak bone mass gain. *Front. Med* 2021, 53-69.

**Table 1.** Factor-loading matrix for the eight dietary patterns identified among Portuguese children.

	'Fast-food'	'Rich in Vitamin D'	'Sugary drinks'	'Vitamin D'	'Candies'	'Supplements'	'Rich in calcium'	'Vegetables'	h2
Burguers	0.786	—	—	—	—	—	—	—	0.635
Pizza	0.754	—	—	—	—	—	—	—	0.603
French fries	0.557	—	—	—	—	—	—	—	0.471
White fish	—	0.660	—	—	—	—	—	—	0.518
Tuna	—	0.635	—	—	—	—	—	—	0.488
Salmon	—	0.587	—	—	—	—	—	—	0.420
Mushrooms	—	0.512	—	—	—	—	—	0.307	0.390
Iced tea	—	—	0.686	—	—	—	—	—	0.528
Nectar juice	—	—	0.667	—	—	—	—	—	0.487
Soft drink	—	—	0.594	—	—	—	—	—	0.415
Mackerel	—	—	—	0.773	—	—	—	—	0.616
Sardine	—	—	—	0.749	—	—	—	—	0.606
Cakes, cookies	—	—	—	—	0.760	—	—	—	0.592
Chocolates, candy	—	—	—	—	0.703	—	—	—	0.555
Calcium supplement	—	—	—	—	—	0.787	—	—	0.635
Vitamin D supplement	—	—	—	—	—	0.782	—	—	0.630
Milk	—	—	—	—	—	—	0.723	—	0.561
Breakfast cereals	—	—	—	—	—	—	0.645	—	0.474
Dairy products	—	- 0.318	—	—	—	—	- 0.390	—	0.475
Salad	—	—	—	—	—	—	—	0.758	0.616
Soup	—	—	—	—	—	—	—	0.592	0.434
Percentage of variance (%)	8.2	7.9	7.3	6.5	6.1	6.0	5.6	5.6	
Extraction Method: Principal Component analysis. Communalities (h2) Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.									
a. Rotation converted into 7 iterations									b.

**Table 2.** The eight food groups used in the dietary pattern analysis.

<b>Food groups</b>	<b>Foods in the group</b>
<b>Fast-food</b>	Burguer, pizza, french fries
<b>Rich in vitamin D</b>	White fish, tuna, salmon, mushrooms.
<b>Sugary drinks</b>	Soft drink, iced tea, nectar juice
<b>Vitamin D</b>	Mackerel, sardine
<b>Candies</b>	Cakes, cookies, chocolates, candy
<b>Supplements</b>	Calcium and vitamina D supplements
<b>Rich in calcium</b>	Milk, breakfast cereals, dairy products
<b>Vegetables/Healthy</b>	Salad, soup

**Table 3.** General characteristics of the Portuguese children studied.

<b>Characteristics</b>	<b>Portuguese children (n = 4,755)</b>
Age (years)	7.11 ( $\pm$ 1.91)
Female (%) n = 2,384	50.14
Sun exposure time (min/day)	210 ( $\pm$ 45)
Consumption of dairy products (yes) (%) n= 4,731	95.24
Vitamin D supplementation (yes) (%) n= 4,725	3.43
Calcium supplementation (yes) (%) n= 4,721	0.61
<i>Socioeconomic Status</i>	
Low ( $\leq$ 9 years) (%) n= 1,050	23.37
Medium (10-12 years) n = 1,678	37.36
High (> 12 years) n = 1,764	39.27

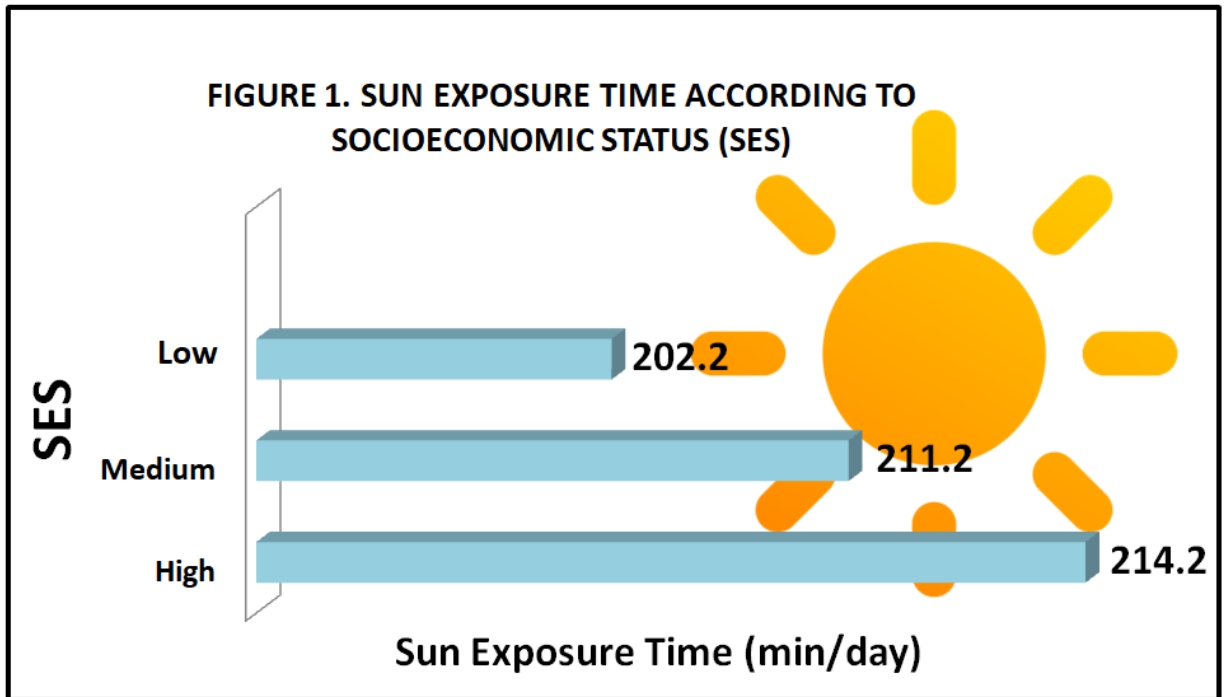


**Table 4.** Results of adjusted linear regression analysis ( $\beta$ -coefficient), and 95% confidence interval of the dietary patterns (score values) and sun exposure time according to socioeconomic status.

Dietary patterns	Socioeconomic Status					
	Low		Medium		High	
	$\beta$ (95% CI)	p	$\beta$ (95% CI)	p	$\beta$ (95% CI)	p
'Fast-food'	- 0.210 (-0.356 to -0.083)	<b>0.002</b>	-0.211 (-0.322 to 0.099)	<b>0.000</b>	-0.235 (-0.340 to 0.131)	<b>0.000</b>
'Rich in vitamin D'	0.065 (-0.051 to 0.180)	0.271	0.225 (0.117 to 0.333)	<b>0.000</b>	0.256 (0.156 to 0.357)	<b>0.000</b>
'Sugary drinks'	0.045 (-0.059 to 0.149)	0.395	0.048 (-0.041 to 0.138)	0.291	-0.002 (-0.081 to 0.078)	0.968
'Vitamin D'	0.100 (-0.001 to 0.202)	0.052	0.134 (0.046 to 0.222)	<b>0.003</b>	0.170 (0.095 to 0.246)	<b>0.000</b>
'Candies'	-0.042 (-0.136 to 0.052)	0.379	- 0.117 (-0.209 to -0.026)	<b>0.012</b>	0.034 (-0.041 to 0.109)	0.373
'Supplements'	- 0.123 (-0.223 to 0.024)	<b>0.015</b>	0.003 (-0.078 to 0.084)	0.942	0.0452 (-0.036 to 0.126)	0.273
'Rich in calcium'	- 0.011 (-0.101 to 0.079)	0.816	-0.014 (-0.093 to 0.065)	0.728	- 0.023 (-0.099 to 0.054)	0.562
'Vegetables'	- 0.047 (-0.136 to 0.043)	0.308	-0.040 (-0.012 to 0.038)	0.316	-0.0445716 (-0.120 to 0.031)	0.247

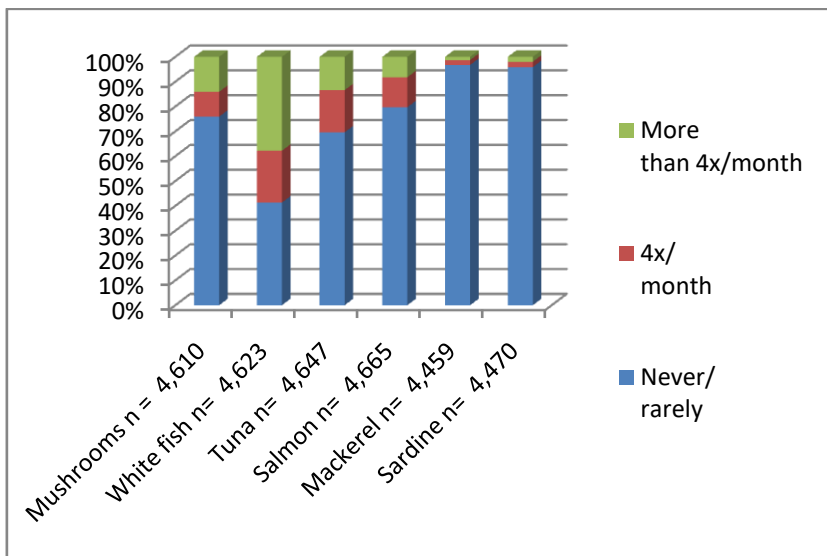
Abbreviations: CI, confidence interval. \*p < 0.05. Adjusted for age and sex.

**Figure 1.** Sun exposure time in Portuguese children according to socioeconomic status (SES).



Kruskal – Wallis test:  $p < 0.001$

**Figure 2.** Monthly frequency of consumption of food sources of vitamin D.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos apresentados nesta tese comprovaram a presença de associações entre menor tempo de exposição solar com piores indicadores de obesidade (incluindo maior IMC), com maior tempo no computador e com menor tempo destinado à atividade física e às brincadeiras ativas. O menor tempo de exposição solar foi associado ainda com um padrão alimentar considerado menos saudável, caracterizado pelo consumo de alimentos do tipo *fast-food* e doces, especialmente em crianças com menor nível socioeconômico, as quais apresentaram ainda menor frequência no consumo de alimentos e suplementos de vitamina D de menor tempo de exposição solar.

Além disso, a ingestão de alimentos fontes de vitamina D foi inversamente relacionada com o IMC de crianças e adolescentes, de acordo com os resultados obtidos na revisão sistemática.

A exposição solar parece influenciar o excesso de peso em crianças portuguesas de duas maneiras: por meio da síntese de vitamina D na pele e também pelo menor tempo dedicado à atividades que exigem maior gasto energético. Assim, embora exista grande preocupação em relação ao tempo de exposição solar em crianças, é necessário que haja a conscientização dos pais frente aos benefícios advindos da exposição solar. Contudo, a falta de uma recomendação clara gera incertezas que dificultam que as crianças sejam estimuladas a se envolverem em atividades ao ar livre. Dessa forma, é comum que os pais considerem mais prudente que as crianças optem por realizar atividades (em geral sedentárias) em ambientes fechados, o que contribuiu com o maior tempo em tela. Soma-se a este fator preocupações relacionadas com o maior tráfego nas ruas e insegurança, especialmente em países de menor renda.

Sabemos que as mudanças ocorridas nos últimos anos com o concomitante crescimento populacional e urbanização trouxeram inúmeros benefícios, mas simultaneamente houve uma diminuição considerável de espaços verdes e adequados. Assim, torna-se necessário refletir sobre de que forma seria possível aumentar a disponibilidade de espaços públicos e privados, que incentivem a realização de jogos e brincadeiras ativas e conseqüentemente o tempo de exposição solar.

Por sua vez, a baixa frequência na ingestão de vitamina D (por meio da alimentação e/ou de suplementos) também merece atenção. Tendo em vista que o estilo

de vida atual, somado às limitações existentes (tais como condições climáticas, época do ano, pandemia etc), podem dificultar a exposição solar, faz-se necessário assegurar o fornecimento de vitamina D de outras formas. Diante da reconhecida importância deste nutriente na manutenção da saúde, os resultados encontrados denotam que as crianças podem estar em risco para hipovitaminose D, condição frequentemente observada em crianças com obesidade.

Diante do aumento da prevalência de obesidade infantil, contornar todas essas questões torna-se um complexo problema de saúde pública, envolvendo os governos, o indivíduo e a sociedade como um todo. Tendo em vista que em Portugal não existe uma política mandatória de fortificação de vitamina D, esta poderia ser uma eficiente estratégia para suprir a necessidade de ingestão desse nutriente, uma vez que a baixa disponibilidade desses alimentos muitas vezes os torna inacessíveis diante do custo elevado. Além disso, a avaliação rotineira dos níveis séricos de 25(OH)D pelos serviços de saúde na faixa etária estudada, bem como a avaliação da necessidade de suplementação não somente nos primeiros meses de vida (especialmente em crianças com obesidade) pode ser outra estratégia para garantir o aporte de vitamina D.

Embora o presente estudo seja observacional e transversal, o que não permite inferir causalidade, os resultados obtidos demonstram e reforçam a necessidade de estudos de grande abrangência, em países como Portugal e Brasil. Dessa forma, são necessárias pesquisas longitudinais que avaliem os *status* de vitamina D, a ingestão de fontes da vitamina e o tempo de exposição solar na fase escolar em diferentes etnias e de acordo com o estado nutricional.

Ademais, ressalta-se que é de suma importância que novas investigações realizadas considerem o fator socioeconômico, pois o mesmo demonstrou estar relacionado não somente com o acesso às fontes de vitamina D, mas também com o menor tempo de exposição solar. Diante do exposto, torna-se imperativo o planejamento de campanhas e políticas públicas que incentivem um estilo de vida mais saudável e que envolvam a garantia do acesso adequado às fontes de vitamina D nesta fase da vida, seja por meio da exposição solar segura (incluindo diretrizes sobre o tempo ideal de exposição solar nesta faixa etária) ou por meio do consumo de suplementos e/ou alimentos fortificados, em países desenvolvidos e subdesenvolvidos.

## 6. REFERÊNCIAS

Aguayo IH, Herráiz E, Marques EM, Machado I, Almeida S. Child at Risk of Poverty or Social Exclusion: Comparative View Between Spain and Portugal in the European Context. *Soc Indic Res.* 2016; 129:961-978.

Ahrens W, Pigeot I (Org.). Risk Factors Of Childhood Obesity: Lessons From The European IDEFICS Study. Germany: ECOG, 2014.

Albrecht NM, Iyengar BS. Pediatric Obesity: An Economic Perspective. *Front Public Health.* 2021; 8(619647):1-4.

Alves R, Perelman J. Dietary changes during the Great Recession in Portugal: comparing the 2005/2006 and the 2014 health surveys. *Public Health Nutr.* 2019;22(11):1971-1978.

Anderson PH, Turner AG, Morris HA. Vitamin D actions to regulate calcium and skeletal homeostasis. *Clin. Biochem.* 2012; 45(12): 880-886.

Balk SJ, Council on Environmental Health; Section on Dermatology. Ultraviolet radiation: a hazard to children and adolescents. *Pediatrics.* 2011;127(3): 791-817.

Bel-Serrat S, Mouratidou T, Pala V, Huybrechts I, Börnhorst C, Fernández-Alvira JM, Hadjigeorgiou C, Eiben G, Hebestreit A, Lissner L, Molnár D, Siani A, Veidebaum T, Krogh V, Moreno LA. Relative validity of the Children's Eating Habits Questionnaire-food frequency section among young European children: the IDEFICS Study. *Public Health Nutr.* 2014; 17(2): 266-276.

Bettencourt A, Boleixa D, Reis J, Oliveira JC, Mendonça D, Costa PP, Silva BMD, Marinho A, Silva AMD. Serum 25-hydroxyvitamin D levels in a healthy population from the North of Portugal. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2018; 175: 97-101.

Beytler I, Uncu M, Bahceciler N, Şanlıdağ B, Dalkan C , Kavukcu S. Impact of Mediterranean climate and seasonal variation on vitamin D levels in children. *Cyprus J Med Sci.* 2018; 1: 15-18.

Bikle DD. Extra renal synthesis of 1,25-dihydroxyvitamin D and its health implications. *Clin Rev Bone Min Metab.* 2009; 7: 114-125.

Bittar FB, Castro CHM, Szejnfeld VL. Screening for vitamin D deficiency in a tropical area: results of a sun exposure questionnaire. *BMC Endocr Disord.* 2018; 18(1):1-6.

Bleich SN, Segal J, Wu Y, Wilson R, Wang Y. Systematic review of community-based childhood obesity prevention studies. *Pediatrics.* 2013; 132(1): 201-210.

Börnhorst C, Wijnhoven TM, Kunešová M, Yngve A, Rito AI, Lissner L, Duleva V, Petrauskiene A, Breda J. WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative: associations between sleep duration, screen time and food consumption frequencies. *BMC Public Health.* 2015; (15): 442.

Brasil. Ministério da Saúde. Ambiente obesogênico: você sabe o que é? 2022. [cited 2023 Mar 26]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-querio-ter-peso-saudavel/noticias/2022/ambiente-obesogenico-voce-sabe-o-que-e>.

Cardoso S, Santos A, Guerra RS, Sousa AS, Padrão P, Moreira P, Afonso C, Amaral TF, Borges N. Association between serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and ultraviolet index in Portuguese older adults: a cross-sectional study. *BMC geriatrics*. 2017; 17(1): 256.

Carlin AM, Rao DS, Meslemani AM, Genaw JA, Parikh NJ, Levy S, Bhan A, Talpos GB. Prevalence of vitamin D depletion among morbidly obese patients seeking gastric bypass surgery. *Surg. Obes. Relat. Dis.* 2006; 2(2): 98-103.

Castro LCG. O sistema endocrinológico da vitamina D. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2011; 55(8): 566-574.

Chatzigeorgiou A, Karalis KP, Bornstein SR, Chavakis T. Lymphocytes in obesity-related adipose tissue inflammation. *Diabetologia*. 2012;55:2583-2592.

Colapinto CK, Rossiter M, Khan MK, Kirk SF, Veugelers PJ. Obesity, lifestyle and socio-economic determinants of vitamin D intake: A population-based study of Canadian children. *Can J Public Health*. 2014; 105(6): 418-424.

Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standar definition for child overweight and obesity: international surevey. *BMJ*. 2000; 320 (7244): 1240-1243.

Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes*. 2012; 7 (4): 284-294.

Congdon P. Measuring Obesogenicity and Assessing Its Impact on Child Obesity: A Cross-Sectional Ecological Study for England Neighbourhoods. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19(17): 10865.

Correia L. The European crisis: repercussions on the Portuguese economy. *Athens J Mediterranean Studies*. 2016; 2:129-144.

Davis MM, Gance-Cleveland B, Hassink S, Johnson R, Paradis G, Resnicow K. Recommendations for prevention of childhood obesity. *Pediatrics*. 2007; 120 (Suppl 4): 229-253.

Davison KK, Birch LL. Childhood overweight: a contextual model and recommendations for future research. *Obes Rev*. 2001; 2(3) 159-171.

Day AK, Stapleton JL, Natale-Pereira AM, Goydos JS, Coups EJ. Parent and Child Characteristics Associated with Child Sunburn and Sun Protection Among U.S. Hispanics. *Pediatr Dermatol*. 2017; 34(3):315-321.

De Pergola G, Martino T, Zupo R, Caccavo D, Pecorella C, Paradiso S, Silvestris F, Triggiani V. 25 Hydroxyvitamin D Levels Are Negatively And Independently Associated With Fat Mass In A Cohort Of Healthy Overweight And Obese Subjects. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2019; 19 (6): 838-844.

Direção-Geral da Educação. “Férias: um lugar tecno saudável!”. 2021. [citada 2023 Mar 25]. Disponível em: <https://www.seguranet.pt/sites/default/files/202106225-seguranet-tec-ferias-v5.pdf>.

Direção-Geral da Saúde. “Norma nº 004/2019: Prevenção e Tratamento da Deficiência de Vitamina D”. 2019. [citada 2023 Ago 08]. Disponível em: [https://normas.dgs.min-saude.pt/wp-content/uploads/2019/08/Prevencao-e-tratamento-da-carencia-de-Vit-D\\_2019.pdf](https://normas.dgs.min-saude.pt/wp-content/uploads/2019/08/Prevencao-e-tratamento-da-carencia-de-Vit-D_2019.pdf).

Dix CF, Bauer JD, Martin I, Rochester S, Duarte Romero B, Prins JB, Wright ORL. Association of Sun Exposure, Skin Colour and Body Mass Index with Vitamin D Status in Individuals Who Are Morbidly Obese. *Nutrients*. 2017; 4 (9):1094.

Domingues-Montanari S. Clinical and psychological effects of excessive screen time on children. *J Paediatr Child Health*. 2017; 53 (4) 333-338.

Duarte C, Carvalheiro H, Rodrigues AM, Dias SS, Marques A, Santiago T, Canhão H, Branco JC, da Silva JAP. Prevalence of vitamin D deficiency and its predictors in the Portuguese population: a nationwide population-based study. *Arch Osteoporos*. 2020; 15(1)36.

Dustmann C, Malte S, Uta S. The effects of sun intensity during pregnancy and in the first 12 months of life on childhood obesity. *J. Hum. Resou.* 2022; 0920-11159R1.

Dutia R, Meece K, Dighe S, Kim AJ, Wardlaw SL. Beta-endorphin antagonizes the effects of alpha-MSH on food intake and body weight. *Endocrinology*. 2012;153:4246-4255.

Evans T. Cinco explicações para a crise financeira internacional. *Rtm*. 2011; 3(1):9-30.  
Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva: World Health Organization; 2004.

Farrar MD, Kift R, Felton SJ, Berry JL, Durkin MT, Allan D, Vail A, Webb AR, Rhodes LE. Recommended summer sunlight exposure amounts fail to produce sufficient vitamin D status in UK adults of South Asian origin. *Am J Clin Nutr*. 2011;94(5):1219-1224.

Fell GL, Robinson KC, Mao J, Woolf CJ, Fisher DE. Skin  $\beta$ -endorphin mediates addiction to UV light. *Cell*. 2014;157:1527-1534.

Figueira IS. Avaliação da publicidade alimentar dirigida a crianças em Portugal na televisão e internet. Porto: Universidade do Porto, 2020.

Fleury N, Geldenhuys S, Gorman S. Sun Exposure and Its Effects on Human Health: Mechanisms through Which Sun Exposure Could Reduce the Risk of Developing Obesity and Cardiometabolic Dysfunction. *Int J Environ Res Public Health*. 2016; 13(10): 999.

Foss YJ. Vitamin D deficiency is the cause of common obesity. *Med Hypotheses*. 2009; 72 (3): 314-321.

Gallagher RP, Lee TK. Adverse effects of ultraviolet radiation: A brief review. *Prog Biophys Mol. Biol*. 2006; 92: 119-31.

Geldenhuys S, Hart PH, Endersby R, Jacoby P, Feelisch M, Weller RB, Matthews V, Gorman S. Ultraviolet radiation suppresses obesity and symptoms of metabolic syndrome independently of vitamin D in mice fed a high-fat diet. *Diabetes*. 2014; 63(11) 3759-3769.

Giudici KV, Peters BSE, Martini LA. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes - Vitamina D / ILSI Brasil; 2018.

Gorman S, Black LJ, Feelisch M, Hart PH, Weller R. Can skin exposure to sunlight prevent liver inflammation? *Nutrients*. 2015;7:3219-3239.

Gorman S, Kuritzky LA, Judge MA, Dixon KM, McGlade JP, Mason RS, Finlay-Jones JJ, Hart PH. Topically applied 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> enhances the suppressive activity of CD4<sup>+</sup>CD25<sup>+</sup> cells in the draining lymph nodes. *J Immunol*. 2007; 179: 6273-6283.

Gozzelino R, Jeney V, Soares MP. Mechanisms of cell protection by heme oxygenase-1. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol*. 2010;50:323-354.

Gul A, Ozer S, Yılmaz R, Sonmezgoz E, Kasap T, Takcı S, Demir O. Association between vitamin D levels and cardiovascular risk factors in obese children and adolescents. *Nutr Hosp*. 2017; 34(2): 323-329.

Güngör NK. Overweight and Obesity in Children and Adolescents. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2014; 6(3): 129-143.

Gurnani M, Birken C, Hamilton J. Childhood Obesity: Causes, Consequences, and Management. *Pediatr Clin North Am*. 2015; 62 (4): 821-840.

Haimi M, Kremer R. Vitamin D deficiency/insufficiency from childhood to adulthood: Insights from a sunny country. *World J Clin Pediatr*. 2017; 6(1): 1-9.

Han JC, Lawlor DA, Kimm SY. Childhood obesity. *Lancet*. 2010; 15;375(9727):1737-1748.

Hansen L, Tjønneland A, Køster B, Brot C, Andersen R, Lundqvist M, Christensen J, Olsen A. Sun Exposure Guidelines and Serum Vitamin D Status in Denmark: The Status D Study. *Nutrients*. 2016; 8(5): 266.



Hanwell HE, Vieth R, Cole DE, Scillitani A, Modoni S, Frusciante V, Ritrovato G, Chiodini I, Minisola S, Carnevale V. Sun exposure questionnaire predicts circulating 25-hydroxyvitamin D concentrations in Caucasian hospital workers in southern Italy. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2010; 121(1-2): 334-337.

Hiramoto K, Yamate Y, Sato EF. The effects of ultraviolet eye irradiation on dextran sodium sulfate-induced ulcerative colitis in mice. *Photochem. Photobiol.* 2016;92:728-734.

Hiramoto, K. Ultraviolet A irradiation of the eye activates a nitric oxide-dependent hypothalamo-pituitary pro-opiomelanocortin pathway and modulates the functions of langerhans cells. *J. Dermatol.* 2009; 36 (6): 335-345.

Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, Murad MH, Weaver CM; Endocrine Society. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011; 96(7): 1911-1930.

Holick MF. A solução da vitamina D. 1a ed, São Paulo, SP: Fundamento Educacional, 2012.

Holick MF. Biological Effects of Sunlight, Ultraviolet Radiation, Visible Light, Infrared Radiation and Vitamin D for Health. *Anticancer Res.* 2016; 36 (3): 1345-1356.

Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med.* 2007; 357(3): 266-281.

Hosick PA, AlAmodi AA, Storm MV, Gousset MU, Pruett BE, Gray W, III, Stout J, Stec DE. Chronic carbon monoxide treatment attenuates development of obesity and remodels adipocytes in mice fed a high-fat diet. *Int. J. Obes.* 2014;38:132-139.

Hosseini-Nezhad A, Holick M. Vitamin D for Health: A Global Perspective. *Mayo Clin Proc.* 2013; 88 (7): 720-55.

Ickes MJ, Cmulen J, Haider T, Sharma M. Global school-based childhood obesity interventions: a review. *Int J Environ Res Public Health.* 2014; 11(9): 8940-8961.

Instituto Nacional de Estatística, I. P. Balança Alimentar Portuguesa 2012-2016. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística; 2017.

IQWiG. Institute for Quality and Efficiency in Health Care. Institute for Quality and Efficiency in Health Care: Executive Summaries: How much sun is too much? Germany: IQWiG 2018.

Jansen T, Daiber A. Direct antioxidant properties of bilirubin and biliverdin. Is there a role for biliverdin reductase? *Front. Pharmacol.* 2012;3:30.

Karanikolos M, Heino P, McKee M, Stuckler D, Legido-Quigley H. Effects of the Global Financial Crisis on Health in High-Income Oecd Countries: A Narrative Review. *Int J Health Serv.* 2016;46(2):208-240.

Karanikolos M, Mladovsky P, Cylus J, Thomson S, Basu S, Stuckler D, Mackenbach JP, McKee M. Financial crisis, austerity, and health in Europe. *Lancet*. 2013; 13; 381(9874):1323-1331.

Khlat M, Vail A, Parkin M, Green A. Mortality from melanoma in migrants to Australia: variation by age at arrival and duration of stay. *Am J Epidemiol*.1992; 135(10): 1103-1113.

Kift R, Berry JL, Vail A, Durkin MT, Rhodes LE, Webb AR. Lifestyle factors including less cutaneous sun exposure contribute to starkly lower vitamin D levels in U.K. South Asians compared with the white population. *Br J Dermatol*. 2013;169(6):1272-1278.

Kift R, Rhodes LE, Farrar MD, Webb AR. Is Sunlight Exposure Enough to Avoid Wintertime Vitamin D Deficiency in United Kingdom Population Groups? *Int J Environ Res Public Health*. 2018; 15 (8): 1624.

Knai C, Lobstein T, Darmon N, Rutter H, McKee M. Socioeconomic Patterning of Childhood Overweight Status in Europe. *Int J Environ Res Public Health*. 2012; 9(4): 1472-1489.

Kull M, Kallikorm R, Lember M. Body mass index determines sunbathing habits: Implications on vitamin D levels. *Intern Med J*. 2009; 39 (4): 256-258.

Kumar S, Kelly AS. Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment. *Mayo Clin Proc*. 2017; 92 (2): 251-265.

Lara Alvarez SE, Bell K, Ward N, Cooke C, Inder WJ. Seasonality of hip fracture and vitamin D deficiency persists in a sub-tropical climate. *Intern Med J*. 2019; 49(8):1029-1032.

Libon F, Cavalier E, Nikkels AF. Skin color is relevant to vitamin D synthesis. *Dermatology*. 2013; 227(3):250-254.

Liu J, Dong H, Zhang Y, Cao M, Song L, Pan Q, Bulmer A, Adams DB, Dong X, Wang H. Bilirubin increases insulin sensitivity by regulating cholesterol metabolism, adipokines and PPAR $\gamma$  levels. *Sci. Rep*. 2015;5:9886.

Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev*. 2004; 5 (Suppl 1): 4-104.

Lobstein T, Millstone E; PorGrow Research Team. Context for the PorGrow study: Europe's obesity crisis. *Obes Rev*. 2007; Suppl 2:7-16.

Lopes C, Torres D, Oliveira A, Severo M, Alarcão V, Guiomar S, Mota J, Teixeira P, Rodrigues S, Lobato L, Magalhães V, Correia D, Carvalho C, Pizarro A, Marques A, Vilela S, Oliveira L, Nicola P, Soares S, Ramos E. Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, IAN-AF 2015-2016: Relatório de resultados. Porto: Universidade do Porto, 2017.

Lucas RM, Norval M, Neale RE, Young AR, de Gruijl FR, Takizawa Y, van der Leun JC. The consequences for human health of stratospheric ozone depletion in association with other environmental factors. *Photochem Photobiol Sci.* 2015; 14(1): 53-87.

Lucas RM, Ponsonby AL, Dear K, Valery PC, Taylor B, van der Mei I, McMichael AJ, Pender MP, Chapman C, Coulthard A, Kilpatrick TJ, Stankovich J, Williams D, Dwyer T. Vitamin D status: multifactorial contribution of environment, genes and other factors in healthy Australian adults across a latitude gradient. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2013; 136:300-308.

Maeda SS, Borba VZC, Camargo MBR, Silva DMW, Borges JLC, Bandeira F, Lazaretti-Castro M. Recomendações da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) para o diagnóstico e tratamento da hipovitaminose D. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2014; 58 (5): 411-433.

Martin-Gronert M.S., Ozanne S.E. Metabolic programming of insulin action and secretion. *Diabetes Obes. Metab.* 2012;14(Suppl. S3):29-39.

McDonagh AF. The biliverdin-bilirubin antioxidant cycle of cellular protection: Missing a wheel? *Free Radic. Biol. Med.* 2010;49:814-820.

MEAD MN. Benefits of sunlight: a bright spot for human health. *Environ Health Perspect.* 2008; 116 (4): 160-167.

Mutt SJ, Hyppönen E, Saarnio J, Järvelin MR, Herzig KH. Vitamin D and adipose tissue - more than storage. *Front Physiol.* 2014;24;5:228.

NICE. National Institute for Health and Care Excellence. NICE Guideline Sunlight exposure: risks and benefits. Londres: NICE; 2016.

Nucci AM, Russell CS, Luo R, Ganji V, Olabopo F, Hopkins B, Holick MF, Rajakumar K. The effectiveness of a short food frequency questionnaire in determining vitamin D intake in children. *Dermatoendocrinol.* 2013; 5(1): 205-210.

Nunes AM, Ferreira DC, Fernandes AC. Financial Crisis in Portugal: Effects in the Health Care Sector. *Int J Health Serv.* 2019;49(2):237-259.

Oliver SL, Santana KV, Ribeiro H. The Effect of Sunlight Exposure on Vitamin D Status in Countries of Low and High Latitudes: A Systematic Literature Review. *Curr Nutr Rep.* 2023;12(1):1-13.

Olson ML, Maalouf NM, Oden JD, White PC, Hutchison MR. Vitamin D deficiency in obese children and its relationship to glucose homeostasis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012 ;97(1):279-285.

Oshiro CE, Hillier TA, Edmonds G, Peterson M, Hill PL, Hampson S. Vitamin D deficiency and insufficiency in Hawaii: Levels and sources of serum vitamin D in older adults. *Am J Hum Biol.* 2022;34(3):e23636.

Padez C, Fernandes T, Mourão I, Moreira P, Rosado V. Prevalence of overweight and obesity in 7-9-year-old Portuguese children: trends in body mass index from 1970-2002. *Am J Hum Biol.* 2004;16(6):670-678.

Padez C, Gama A, Mourao I, Marques VR. Trends in childhood overweight and obesity in Portugal from 2002 to 2009: the role of socioeconomic factors. *Am J Hum Biol.* 2011; 23 (2): 271-271.

Palacios C, Gonzalez L. Is vitamin D deficiency a major global public health problem? *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2014;144 Pt A:138-145.

Pan L, May AL, Wethington H, Dalenius K, Grummer-Strawn LM. Incidence of obesity among young U.S. children living in low-income families, 2008-2011. *Pediatrics.* 2013;132(6):1006-13.

Pedroso P. Portugal and the Global Crisis. The Impact of Austerity on the Economy, the Social Model and the Performance of the State. Friedrich-Ebert-Stiftung: 2014. [citada 2023 Ago 17]. Disponível em: <https://library.fes.de/pdf-files/id/10722-20220207.pdf>.

Pereira M, Nogueira H, Gama A, Machado-Rodrigues A, Rosado-Marques V, G Silva MR, Padez C. The economic crisis impact on the body mass index of children living in distinct urban environments. *Public Health.* 2021;196:29-34.

Pereira-Santos M, Costa PR, Assis AM, Santos CA, Santos DB. Obesity and vitamin D deficiency: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2015;16(4):341-349.

Plourde G. Preventing and managing pediatric obesity. Recommendations for family physicians. *Can Fam Physician.* 2006;52(3):322-328.

Portugal. Ministério Público. Lei n.º 30/2019, de 23 de abril. 2019. [citada 2023 Mar 25]. Disponível em: [https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei\\_mostra\\_articulado.php?tabela=leis&nid=3243&pagina=1&ficha=1](https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?tabela=leis&nid=3243&pagina=1&ficha=1).

Pourshahidi LK. Vitamin D and obesity: current perspectives and future directions. *Proc Nutr Soc.* 2015;74(2):115-124.

Rajmil L, Fernandez de Sanmamed MJ, Choonara I, Faresjö T, Hjern A, Kozyrskyj AL, Lucas PJ, Raat H, Séguin L, Spencer N, Taylor-Robinson D; International Network for Research in Inequalities in Child Health (INRICH). Impact of the 2008 economic and financial crisis on child health: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2014;11(6):6528-6546.

Rajmil L, Hjern A, Spencer N, Taylor-Robinson D, Gunnlaugsson G, Raat H. Austerity policy and child health in European countries: a systematic literature review. *BMC Public Health.* 2020;19;20(1):564.

Rito A, Mendes S, Baleia J, Gregório MJ. Childhood Obesity Surveillance Initiative: COSI Portugal 2019. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, IP, 2021.

Roberts LD, Ashmore T, Kotwica AO, Murfitt SO, Fernandez BO, Feelisch M, Murray AJ, Griffin JL. Inorganic nitrate promotes the browning of white adipose tissue through the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *Diabetes*. 2015;64:471-484.

Rodrigues D, Carmo A, Gama A, Machado-Rodrigues AM, Nogueira H, Rosado-Marques V, Silva MR, Padez C. The Great Recession weighted on Portuguese children: A structural equation modeling approach considering eating patterns. *Am J Hum Biol*. 2022;34(5):e23692.

Rodrigues D, Machado-Rodrigues A, Gama A, Nogueira H, Silva MG, Padez C. The Portuguese economic crisis is associated with socioeconomic and sex disparities on children's health-related behaviors and obesity: A cross-sectional study. *Am J Hum Biol*. 2022;34(12):e23796.

Rupérez AI, Gil A, Aguilera CM. Genetics of oxidative stress in obesity. *Int J Mol Sci*. 2014; 20;15(2):3118-3144.

Santos A, Amaral TF, Guerra RS, Sousa AS, Álvares L, Moreira P, Padrão P, Afonso C, Borges N. Vitamin D status and associated factors among Portuguese older adults: results from the Nutrition UP 65 cross-sectional study. *BMJ Open*. 2017; 22;7(6):e016123.

Schepisi MS, Di Napoli A, Ascitutto R, Vecchi S, Mirisola C, Petrelli A. The 2008 Financial Crisis and Changes in Lifestyle-Related Behaviors in Italy, Greece, Spain, and Portugal: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(16):8734.

Sempos CT, Heijboer AC, Bikle DD, Bollerslev J, Bouillon R, Brannon PM, DeLuca HF, Jones G, Munns CF, Bilezikian JP, Giustina A, Binkley N. Vitamin D assays and the definition of hypovitaminosis D: results from the First International Conference on Controversies in Vitamin D. *Br J Clin Pharmacol*. 2018;84(10):2194-2207.

Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T. Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Prev Med*. 1993;22(2):167-177.

Serrano MA. Contribution of sun exposure to the vitamin D dose received by various groups of the Spanish population. *Sci Total Environ*. 2018 Apr 1;619-620:545-551.

Silva CC, Gavinha S, Manso MC, Rodrigues R, Martins S, Guimarães JT, Santos AC, Melo P. Serum Levels of Vitamin D and Dental Caries in 7-Year-Old Children in Porto Metropolitan Area. *Nutrients*. 2021; 7;13(1):166.

Silva DAS, Nunes HEG. Prevalência de baixo peso, sobrepeso e obesidade em crianças pobres do Mato Grosso do Sul. *Rev. bras. Epidemiol*. 2015; 18 (2): 466-475.

Silva, AB. Prevalência de deficiência de vitamina D e análise dos fatores associados em crianças saudáveis do ambulatório de pediatria do HUSM [dissertação de mestrado]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2016. 52 p.

Skobowiat C, Slominski AT. Ultraviolet B stimulates proopiomelanocortin signalling in the arcuate nucleus of the hypothalamus in mice. *Exp Dermatol*. 2016;25(2):120-123.

Skobowiat C, Slominski AT. UVB activates hypothalamic-pituitary-adrenal axis in C57BL/6 mice. *J. Investig. Dermatol*. 2015;135:1638-1648.

Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, Bembien DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60(5):709-723.

Smith JD, Fu E, Kobayashi MA. Prevention and Management of Childhood Obesity and Its Psychological and Health Comorbidities. *Annu Rev Clin Psychol*. 2020; 7;16:351-378.

Sonntag D. Why Early Prevention of Childhood Obesity Is More Than a Medical Concern: A Health Economic Approach. *Ann Nutr Metab*. 2017;70(3):175-178.

SPP. Sociedade Portuguesa de Pediatria. Vitamina D. 2019. [cited 2023 Mar 29]. Disponível em: <http://criancaefamilia.spp.pt/promocao-de-saude/vitamina-d.aspx>.

Stamatakis E, Coombs N, Jago R, Gama A, Mourão I, Nogueira H, Rosado V, Padez C. Associations between indicators of screen time and adiposity indices in Portuguese children. *Prev Med*. 2013;56(5):299-303.

Szczepansk M. A decade on from the crisis: Main responses and remaining challenges. EPRS - European Parliamentary Research Service: 2019 [citada 2023 Ago 17]. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/642253/EPRS\\_BRI\(2019\)642253\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/642253/EPRS_BRI(2019)642253_EN.pdf).

Thoonen K, Lima Passos V, Schneider F, De Vries H, Van Osch L. Children's sunburn exposed: identification of sun exposure and parental sun protection patterns. *Eur J Dermatol*. 2021; 1;31(4):538-548.

Thoonen K, van Osch L, Drittij R, de Vries H, Schneider F. A Qualitative Exploration of Parental Perceptions Regarding Children's Sun Exposure, Sun Protection, and Sunburn. *Front Public Health*. 2021; 18;9:596253.

Tsiros MD, Olds T, Buckley JD, Grimshaw P, Brennan L, Walkley J, Hills AP, Howe PR, Coates AM. Health-related quality of life in obese children and adolescents. *Int J Obes (Lond)*. 2009;33(4):387-400.

UNICEF. United Nations Children's Fund. The State of the World's Children 2019. Children, Food and Nutrition: Growing well in a changing world. UNICEF, New York; 2019.

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Biomarcadores do estado de micronutrientes: prevalências de deficiências e curvas de distribuição de micronutrientes em crianças brasileiras menores de 5 anos 3: ENANI 2019. - Documento eletrônico. - Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2021.156 p.

Van der Leun JC. The ozone layer. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2004;20(4):159-162.

Verbestel V, De Henauw S, Maes L, Haerens L, Mårild S, Eiben G, Lissner L, Moreno LA, Frauca NL, Barba G, Kovács E, Konstabel K, Tornaritis M, Gallois K, Hassel H, De Bourdeaudhuij I. Using the intervention mapping protocol to develop a community-based intervention for the prevention of childhood obesity in a multi-centre European project: the IDEFICS intervention. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011; 1;8:82.

Voortman T, van den Hooven EH, Heijboer AC, Hofman A, Jaddoe VW, Franco OH. Vitamin D deficiency in school-age children is associated with sociodemographic and lifestyle factors. *J Nutr*. 2015;145(4):791-798.

Wang EW, Pang MY, Siu PM, Lai CK, Woo J, Collins AR, Benzie IF. Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in young adults in Hong Kong: associations and implications. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2018;27(1):231-237.

Wardlaw SL. Hypothalamic proopiomelanocortin processing and the regulation of energy balance. *Eur. J. Pharmacol*. 2011;660:213-219.

Webb AR, Kazantzidis A, Kift RC, Farrar MD, Wilkinson J, Rhodes LE. Colour Counts: Sunlight and Skin Type as Drivers of Vitamin D Deficiency at UK Latitudes. *Nutrients*. 2018; 7;10(4):457.

Weishaar T, Rajan S, Keller B. Probability of Vitamin D Deficiency by Body Weight and Race/Ethnicity. *J Am Board Fam Med*. 2016;29(2):226-232.

Whiteman DC, Whiteman CA, Green AC. Childhood sun exposure as a risk factor for melanoma: a systematic review of epidemiologic studies. *Cancer Causes Control*. 2001;12(1):69-82.

WHO. World Health Organization. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age. Geneva: WHO, 2006.

WHO. World Health Organization. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data Report of the commission on ending childhood obesity. Geneva: WHO; 2016.

WHO. World Health Organization. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data Population-based approaches to childhood obesity prevention. Geneva: WHO; 2012.

Williams J, Wake M, Hesketh K, Maher E, Waters E. Health-related quality of life of overweight and obese children. *JAMA*. 2005; 5;293(1):70-76.

WOF. World Obesity Federation. Atlas of Childhood Obesity. Londres: WOF; 2019.

Wood, R. J. Vitamin D and adipogenesis: new molecular insights. *Nutr Ver*. 2008; 66 (1): 40-46.

World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC: AICR, 2007.

Wrzosek M, Sawicka A, Tałałaj M, Wojnar M, Nowicka G. Impulsivity and vitamin D in bariatric surgery candidates. *Pharmacol Rep.* 2018;70(4):688-693.

Ye WZ, Reis AF, Dubois-Laforgue D, Bellanné-Chantelot C, Timsit J, Velho G. Vitamin D receptor gene polymorphisms are associated with obesity in type 2 diabetic subjects with early age of onset. *Eur J Endocrinol.* 2001;145(2):181-186.



## **ANEXOS**

JOHN WILEY AND SONS LICENSE  
TERMS AND CONDITIONS

Aug 22, 2023

---

---

This Agreement between Miss. Elizabete Alexandre dos Santos ("You") and John Wiley and Sons ("John Wiley and Sons") consists of your license details and the terms and conditions provided by John Wiley and Sons and Copyright Clearance Center.

License Number 5614270083204

License date Aug 22, 2023

Licensed Content  
Publisher John Wiley and SonsLicensed Content  
Publication Obesity ReviewsLicensed Content Title Childhood overweight: a contextual model and recommendations  
for future researchLicensed Content  
Author L. L. Birch, K. K. Davison

Licensed Content Date Dec 21, 2001

Licensed Content  
Volume 2

Licensed Content Issue 3

Licensed Content Pages 13

Type of use Dissertation/Thesis

Requestor type University/Academic

Format Print and electronic

Portion	Figure/table
Number of figures/tables	1
Will you be translating? Yes, without English rights	
Number of languages	1
Title	Relação entre determinantes do estilo de vida e hábito de exposição solar no estado nutricional de crianças portuguesas
Institution name	Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo
Expected presentation date	Aug 2023
Order reference number	Figure 1
Portions	Ecological model of predictors of childhood overweight.
Specific Languages	Portuguese
Requestor Location	Miss. Elizabete Alexandre dos Santos Avenida Dr. Arnaldo,715
	São Paulo, São Paulo 01246-904 Brazil Attn: Faculdade de Saúde Pública da USP
Publisher Tax ID	EU826007151
Total	0.00 USD
Terms and Conditions	

### TERMS AND CONDITIONS

This copyrighted material is owned by or exclusively licensed to John Wiley & Sons, Inc. or one of its group companies (each a "Wiley Company") or handled on behalf of a society with which a Wiley Company has exclusive publishing rights in relation to a particular work

(collectively "WILEY"). By clicking "accept" in connection with completing this licensing transaction, you agree that the following terms and conditions apply to this transaction (along with the billing and payment terms and conditions established by the Copyright Clearance Center Inc., ("CCC's Billing and Payment terms and conditions"), at the time that you opened your RightsLink account (these are available at any time at <http://myaccount.copyright.com>).

## Terms and Conditions

- The materials you have requested permission to reproduce or reuse (the "Wiley Materials") are protected by copyright.
- You are hereby granted a personal, non-exclusive, non-sub licensable (on a stand-alone basis), non-transferable, worldwide, limited license to reproduce the Wiley Materials for the purpose specified in the licensing process. This license, **and any CONTENT (PDF or image file) purchased as part of your order**, is for a one-time use only and limited to any maximum distribution number specified in the license. The first instance of republication or reuse granted by this license must be completed within two years of the date of the grant of this license (although copies prepared before the end date may be distributed thereafter). The Wiley Materials shall not be used in any other manner or for any other purpose, beyond what is granted in the license. Permission is granted subject to an appropriate acknowledgement given to the author, title of the material/book/journal and the publisher. You shall also duplicate the copyright notice that appears in the Wiley publication in your use of the Wiley Material. Permission is also granted on the understanding that nowhere in the text is a previously published source acknowledged for all or part of this Wiley Material. Any third party content is expressly excluded from this permission.
- With respect to the Wiley Materials, all rights are reserved. Except as expressly granted by the terms of the license, no part of the Wiley Materials may be copied, modified, adapted (except for minor reformatting required by the new Publication), translated, reproduced, transferred or distributed, in any form or by any means, and no derivative works may be made based on the Wiley Materials without the prior permission of the respective copyright owner. **For STM Signatory Publishers clearing permission under the terms of the [STM Permissions Guidelines](#) only, the terms of the license are extended to include subsequent editions and for editions in other languages, provided such editions are for the work as a whole in situ and does not involve the separate exploitation of the permitted figures or extracts**, You may not alter, remove or suppress in any manner any copyright, trademark or other notices displayed by the Wiley Materials. You may not license, rent, sell, loan, lease, pledge, offer as security, transfer or assign the Wiley Materials on a stand-alone basis, or any of the rights granted to you hereunder to any other person.
- The Wiley Materials and all of the intellectual property rights therein shall at all times remain the exclusive property of John Wiley & Sons Inc, the Wiley Companies, or their respective licensors, and your interest therein is only that of having possession of and the right to reproduce the Wiley Materials pursuant to Section 2 herein during the continuance of this Agreement. You agree that you own no right, title or interest in or to the Wiley Materials or any of the intellectual property rights therein. You shall have no rights hereunder other than the license as provided for above in Section 2. No right, license or interest to any trademark, trade name, service mark or other branding ("Marks") of WILEY or its licensors is granted hereunder, and you agree that you shall not assert any such right, license or interest with respect thereto
- NEITHER WILEY NOR ITS LICENSORS MAKES ANY WARRANTY OR REPRESENTATION OF ANY KIND TO YOU OR ANY THIRD PARTY, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, WITH RESPECT TO THE MATERIALS OR THE

ACCURACY OF ANY INFORMATION CONTAINED IN THE MATERIALS, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY, ACCURACY, SATISFACTORY QUALITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, USABILITY, INTEGRATION OR NON-INFRINGEMENT AND ALL SUCH WARRANTIES ARE HEREBY EXCLUDED BY WILEY AND ITS LICENSORS AND WAIVED BY YOU.

- ♦ WILEY shall have the right to terminate this Agreement immediately upon breach of this Agreement by you.
- ♦ You shall indemnify, defend and hold harmless WILEY, its Licensors and their respective directors, officers, agents and employees, from and against any actual or threatened claims, demands, causes of action or proceedings arising from any breach of this Agreement by you.
- ♦ IN NO EVENT SHALL WILEY OR ITS LICENSORS BE LIABLE TO YOU OR ANY OTHER PARTY OR ANY OTHER PERSON OR ENTITY FOR ANY SPECIAL, CONSEQUENTIAL, INCIDENTAL, INDIRECT, EXEMPLARY OR PUNITIVE DAMAGES, HOWEVER CAUSED, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE DOWNLOADING, PROVISIONING, VIEWING OR USE OF THE MATERIALS REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION, WHETHER FOR BREACH OF CONTRACT, BREACH OF WARRANTY, TORT, NEGLIGENCE, INFRINGEMENT OR OTHERWISE (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES BASED ON LOSS OF PROFITS, DATA, FILES, USE, BUSINESS OPPORTUNITY OR CLAIMS OF THIRD PARTIES), AND WHETHER OR NOT THE PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. THIS LIMITATION SHALL APPLY NOTWITHSTANDING ANY FAILURE OF ESSENTIAL PURPOSE OF ANY LIMITED REMEDY PROVIDED HEREIN.
- ♦ Should any provision of this Agreement be held by a court of competent jurisdiction to be illegal, invalid, or unenforceable, that provision shall be deemed amended to achieve as nearly as possible the same economic effect as the original provision, and the legality, validity and enforceability of the remaining provisions of this Agreement shall not be affected or impaired thereby.
- ♦ The failure of either party to enforce any term or condition of this Agreement shall not constitute a waiver of either party's right to enforce each and every term and condition of this Agreement. No breach under this agreement shall be deemed waived or excused by either party unless such waiver or consent is in writing signed by the party granting such waiver or consent. The waiver by or consent of a party to a breach of any provision of this Agreement shall not operate or be construed as a waiver of or consent to any other or subsequent breach by such other party.
- ♦ This Agreement may not be assigned (including by operation of law or otherwise) by you without WILEY's prior written consent.
- ♦ Any fee required for this permission shall be non-refundable after thirty (30) days from receipt by the CCC.
- ♦ These terms and conditions together with CCC's Billing and Payment terms and conditions (which are incorporated herein) form the entire agreement between you and WILEY concerning this licensing transaction and (in the absence of fraud) supersedes all prior agreements and representations of the parties, oral or written. This Agreement may not be amended except in writing signed by both parties. This Agreement shall be binding upon and inure to the benefit of the parties' successors, legal representatives, and authorized assigns.

- In the event of any conflict between your obligations established by these terms and conditions and those established by CCC's Billing and Payment terms and conditions, these terms and conditions shall prevail.
- WILEY expressly reserves all rights not specifically granted in the combination of (i) the license details provided by you and accepted in the course of this licensing transaction, (ii) these terms and conditions and (iii) CCC's Billing and Payment terms and conditions.
- This Agreement will be void if the Type of Use, Format, Circulation, or Requestor Type was misrepresented during the licensing process.
- This Agreement shall be governed by and construed in accordance with the laws of the State of New York, USA, without regards to such state's conflict of law rules. Any legal action, suit or proceeding arising out of or relating to these Terms and Conditions or the breach thereof shall be instituted in a court of competent jurisdiction in New York County in the State of New York in the United States of America and each party hereby consents and submits to the personal jurisdiction of such court, waives any objection to venue in such court and consents to service of process by registered or certified mail, return receipt requested, at the last known address of such party.

## WILEY OPEN ACCESS TERMS AND CONDITIONS

Wiley Publishes Open Access Articles in fully Open Access Journals and in Subscription journals offering Online Open. Although most of the fully Open Access journals publish open access articles under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY) License only, the subscription journals and a few of the Open Access Journals offer a choice of Creative Commons Licenses. The license type is clearly identified on the article.

### The Creative Commons Attribution License

The [Creative Commons Attribution License \(CC-BY\)](#) allows users to copy, distribute and transmit an article, adapt the article and make commercial use of the article. The CC-BY license permits commercial and non-

### Creative Commons Attribution Non-Commercial License

The [Creative Commons Attribution Non-Commercial \(CC-BY-NC\) License](#) permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.(see below)

### Creative Commons Attribution-Non-Commercial-NoDerivs License

The [Creative Commons Attribution Non-Commercial-NoDerivs License](#) (CC-BY-NC-ND) permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited, is not used for commercial purposes and no modifications or adaptations are made. (see below)

### Use by commercial "for-profit" organizations

Use of Wiley Open Access articles for commercial, promotional, or marketing purposes requires further explicit permission from Wiley and will be subject to a fee.

Further details can be found on Wiley Online Library  
<http://olabout.wiley.com/WileyCDA/Section/id-410895.html>

**Other Terms and Conditions:**

**v1.10 Last updated September 2015**

Questions? [customercare@copyright.com](mailto:customercare@copyright.com).

---

---



### **Autorização n.º 745/ 2017**

Centro de Investigação em Antropologia e Saúde-Universidade de Coimbra , NIPC 501617582, notificou à Comissão Nacional de Protecção de Dados (CNPd) um tratamento de dados pessoais com a finalidade de realizar um Estudo Clínico sem Intervenção, denominado Estudo das Desigualdades Sociais na Saúde das Crianças Portuguesas: o impacto da crise económica na obesidade infantil .

Existe justificação específica para o tratamento de dados comportamentais, psicológicos ou volitivos, os quais estão diretamente relacionados com a investigação.

O participante é identificado por um código especificamente criado para este estudo, constituído de modo a não permitir a imediata identificação do titular dos dados; designadamente, não são utilizados códigos que coincidam com os números de identificação, iniciais do nome, data de nascimento, número de telefone, ou resultem de uma composição simples desse tipo de dados. A chave da codificação só é conhecida do(s) investigador(es).

É recolhido o consentimento expresso do participante ou do seu representante legal. A informação é recolhida diretamente do titular.

As eventuais transmissões de informação são efetuadas por referência ao código do participante, sendo, nessa medida, anónimas para o destinatário.

A CNPD já se pronunciou na Deliberação n.º 1704/2015 sobre o enquadramento legal, os fundamentos de legitimidade, os princípios aplicáveis para o correto cumprimento da Lei n.º 67/98, de 26 de outubro, alterada pela Lei n.º 103/2015, de 24 de agosto, doravante LPD, bem como sobre as condições e limites aplicáveis ao tratamento de dados efetuados para a finalidade de investigação clínica.

No caso em apreço, o tratamento objeto da notificação enquadra-se no âmbito daquela deliberação e o responsável declara expressamente que cumpre os limites e condições aplicáveis por força da LPD e da Lei n.º 21/2014, de 16 de abril, alterada pela Lei n.º 73/2015, de 27 de junho – Lei da Investigação Clínica –, explicitados na Deliberação n.º 1704/2015.





O fundamento de legitimidade é o consentimento do titular.

A informação tratada é recolhida de forma lícita, para finalidade determinada, explícita e legítima e não é excessiva – cf. alíneas a), b) e c) do n.º 1 do artigo 5.º da LPD.

Assim, nos termos das disposições conjugadas do n.º 2 do artigo 7.º, da alínea a) do n.º 1 do artigo 28.º e do artigo 30.º da LPD, bem como do n.º 3 do artigo 1.º e do n.º 9 do artigo 16.º ambos da Lei de Investigação Clínica, com as condições e limites explicitados na Deliberação da CNPD n.º 1704/2015, que aqui se dão por reproduzidos, autoriza-se o presente tratamento de dados pessoais nos seguintes termos:

**Responsável** – Centro de Investigação em Antropologia e Saúde-Universidade de Coimbra

**Finalidade** – Estudo Clínico sem Intervenção, denominado Estudo das Desigualdades Sociais na Saúde das Crianças Portuguesas: o impacto da crise económica na obesidade infantil

**Categoria de dados pessoais tratados** – Código do participante; idade/data de nascimento; género; dados antropométricos; composição do agregado familiar sem identificação dos membros; dados de qualidade de vida/efeitos psicológicos; comportamentais, psicológicos ou volitivos com conexão com a Investigação

**Exercício do direito de acesso** – Através dos investigadores, por escrito

**Comunicações, interconexões e fluxos transfronteiriços de dados pessoais identificáveis no destinatário** – Não existem

**Prazo máximo de conservação dos dados** – A chave que produziu o código que permite a identificação indireta do titular dos dados deve ser eliminada 5 anos após o fim do estudo.

Da LPD e da Lei de Investigação Clínica, nos termos e condições fixados na presente Autorização e desenvolvidos na Deliberação da CNPD n.º 1704/2015, resultam



obrigações que o responsável tem de cumprir. Destas deve dar conhecimento a todosos que intervenham no tratamento de dados pessoais.

Lisboa, 18-01-2017

A Presidente

Filipa Calvão

## **Estudo das Desigualdades Sociais na Saúde das Crianças Portuguesas: o impacto da crise económica na obesidade infantil**

### **Conheça os valores de peso e altura e a sua influência na saúde do seu filho(a)**

Em 2002 efectuámos o primeiro estudo de obesidade infantil em Portugal e verificámos que 30% das crianças tinham excesso de peso. Estes valores são dos mais elevados da Europa e são preocupantes a nível dos seus efeitos na saúde das crianças. Em 2008 obtivemos de novo financiamento pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/SAU- ESA/70526/2006) para um segundo projecto que pretendia avaliar a evolução dos valores de obesidade infantil entre 2002 e 2009 e estudar o efeito dos fatores familiares e do ambiente na zona de residência nos valores de peso e altura das crianças. Em 2014 recebemos novo financiamento (PTDC/DTP-SAP/1520/2014) para avaliar os efeitos da crise económica em Portugal na saúde das crianças e suas famílias, nomeadamente nos valores de obesidade infantil, na vida familiar, na qualidade de vida das crianças e dos seus pais, entre vários outros aspetos. Somos uma equipa interdisciplinar constituída por investigadores de várias áreas: antropologia, biologia, psicologia, nutrição, ciências do desporto, geografia da saúde e médicos de saúde pública.

O projeto envolverá várias escolas do Ensino Básico e Jardins de Infância que foram selecionadas e observadas por nós em 2002 e 2009. Assim, vamos pesar o seu filho(a) numa balança apropriada, medir a sua altura e o perímetro da barriga. São medidas simples, efectuadas por pessoas devidamente treinadas, e sem qualquer risco ou desconforto para a criança. No próprio dia, vai ficar a saber quanto pesa e mede o seu filho(a) pois vamos enviar um cartão com os respetivos dados, tal como fizemos em 2002 e 2009. Estas medidas serão conjugadas com alguns dados familiares (inquérito anexo) que serão extremamente úteis para uma análise mais profunda da saúde do seu filho(a). **A cada criança que participar vamos oferecer uma t-shirt com o logotipo do projeto e, para incentivar a atividade física, vamos também sortear bolas de voleibol em cada agrupamento.**

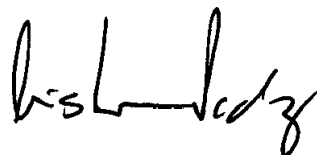
Para que este terceiro projeto possa ser efetuado é imprescindível a sua colaboração, pois só assim poderemos obter informações que vão ter utilidade ao nível do nosso país e que contribuirão para a prevenção da obesidade nas crianças portuguesas. Dada a profunda crise económica que Portugal passou, e que ainda está de certo modo presente, é importante termos uma visão alargada de vários aspetos relacionados com as alterações que as famílias tiveram que fazer no seu dia-a-dia. Daí ser importante termos informação sobre insegurança alimentar, ansiedade e stress familiar, percepção da qualidade de vida das crianças e qualidade de vida dos pais, pois tudo isto tem profundas implicações na saúde infantil. Servirá ainda para podermos posteriormente fazer ações de divulgação dos resultados obtidos junto das escolas. **O questionário é longo mas de fácil resposta pelo que apelamos à sua paciência e colaboração. Sem isso não teremos quaisquer resultados válidos.**

Para que possamos avaliar o seu filho, precisamos que nos dê a sua autorização por escrito, no termo de consentimento anexo, e que preencha os dados do inquérito que enviamos, devolvendo-o logo que possível. **A participação no estudo é VOLUNTÁRIA e o inquérito é ANÓNIMO, ou seja, não teremos qualquer identificação do seu filho(a), por isso, não teremos como cruzar os dados da criança com a sua identificação. A folha do consentimento será depois destacada do restante inquérito e ficará na Escola até ao final do projeto.**

Este projecto é coordenado pelo **Centro de Investigação em Antropologia e Saúde** da Universidade de Coimbra, em colaboração com a Universidade de Lisboa (Faculdade de Ciências e Faculdade de Motricidade Humana) e da Universidade Fernando Pessoa do Porto.

Colocamo-nos à sua inteira disposição para esclarecer qualquer dúvida ou informação mais detalhada pelo telefone 239240721 do Centro de Investigação em Antropologia e Saúde, ou por e-mail para [cpadez@antrop.uc.pt](mailto:cpadez@antrop.uc.pt). **Obrigada pela sua colaboração.**

A Coordenadora do Projeto e Coordenadora do Centro Investigação em Antropologia e Saúde

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cristina Padez', with a stylized, cursive script.

(Professora Doutora, Cristina Padez)

# Estudo das Desigualdades Sociais na Saúde das Crianças Portuguesas

## Termo de consentimento

Eu \_\_\_\_\_

Encarregado de educação do(a) aluno(a) \_\_\_\_\_

Nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Ano \_\_\_\_\_ da Escola \_\_\_\_\_

Dou o meu consentimento para que o meu filho(a) participe neste estudo nacional, sobre o qual fui devidamente informado(a).

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2016

**NOTA: Quando devolver o inquérito e nós tivermos efetuado as medidas antropométricas ao seu filho(a) esta folha ficará na Escola até ao final do projeto. Assim, garantimos que o inquérito e as medidas realizadas nas crianças serão totalmente anónimos.**

### CARTA DE ANUÊNCIA – UTILIZAÇÃO DE DADOS SECUNDÁRIOS

Eu, Professora Dr<sup>a</sup> Cristina Maria Proença Padez, coordenadora do Centro de Investigação em Antropologia e Saúde (CIAS) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, declaro para os devidos fins estar ciente e de acordo com a utilização de dados oriundos do projeto *“Inequalities in childhood obesity: the impact of the socioeconomic crisis in Portugal from 2009 to 2015”* por parte da aluna Elizabete Alexandre dos Santos (n<sup>o</sup> USP 9768966), estudante de Pós – Graduação nível Doutorado da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, orientada pela Professora Associada Lúcia Araújo Martini Cavalheiro.

Atenciosamente,

Coimbra, Março de 2023



---

Cristina Maria Proença Padez Professora Associada com Agregação Coordenadora do Centro de Investigação em Antropologia e Saúde

## ANEXO V – INQUÉRITO

Este inquérito compreende várias secções em que pretendemos conhecer algumas características do seu filho(a) e família. Por esse motivo está dividido nas seguintes partes:

- |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Dados relativos a seu filho(a)</p> <p>2. Dados relativos ao PAI</p> <p>3. Dados relativos à MÃE</p> <p>4. Dados familiares</p> <p>5. Questionário do Comportamento Alimentar de Crianças (CEBQ)</p> | <p>6. Escala de insegurança alimentar</p> <p>7. Questionário de Capacidades e de Dificuldades</p> <p>8-9. Escala de Depressão, Ansiedade e Stress</p> <p>10. Questionário sobre a Qualidade de Vida das Crianças</p> <p>11. Hábitos de sono</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Recordamos-lhe que todos os dados fornecidos destinam-se unicamente a este estudo e serão tratados confidencialmente.

Nome da Escola: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Ano \_\_\_\_\_

**1. Dados relativos ao seu filho(a):**

1.1 Data de nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_ anos 1.2 Sexo:  Masculino  Feminino

Residência atual: Freguesia \_\_\_\_\_ Concelho \_\_\_\_\_

Dados relativos à **gravidez e ao nascimento** do seu filho(a):

Peso ao nascimento: \_\_\_\_\_ kg 1.4.2 Comprimento \_\_\_\_\_ cm 1.4.3 Tempo de gestação \_\_\_\_\_ semanas

1.4.4 Qual era o peso habitual da mãe antes da gravidez deste filho(a)? \_\_\_\_\_ Kg

1.4.5 Durante a gravidez quantos quilos a mãe aumentou? \_\_\_\_\_ Kg

A mãe fumava antes da gravidez deste filho(a)?  1. Sim  2. Não. Se **Sim**, qual o N° cigarros \_\_\_\_ / dia

A mãe fumou durante a gravidez?  1. Sim  2. Não Se **Sim**, qual o N° cigarros \_\_\_\_ / dia

O(a) seu filho(a) foi amamentado(a) ao peito?  1. Sim  2. Não

Durante quanto tempo foi apenas amamentado ao peito? \_\_\_\_\_ meses

Com que idade foram introduzidos alimentos sólidos? \_\_\_\_\_ meses

Para além do seu filho(a) que estamos a estudar quantos **irmãos e irmãs** ele(a) tem? \_\_\_\_\_

Indique as datas de nascimento e o respetivo sexo:

Data de Nascimento	Sexo		Se alguma das crianças for meio-irmão Indicar se é da parte do pai ou da mãe
	Masculino	Feminino	
____ / ____ / ____			<input type="checkbox"/> pai <input type="checkbox"/> mãe
____ / ____ / ____			<input type="checkbox"/> pai <input type="checkbox"/> mãe
____ / ____ / ____			<input type="checkbox"/> pai <input type="checkbox"/> mãe
____ / ____ / ____			<input type="checkbox"/> pai <input type="checkbox"/> mãe
____ / ____ / ____			<input type="checkbox"/> pai <input type="checkbox"/> mãe
____ / ____ / ____			<input type="checkbox"/> pai <input type="checkbox"/> mãe

Gostaríamos de ter uma **descrição da atividade** normal de um dia de semana e do fim-de-semana do seu filho(a), por favor indique:

Horas a que se levanta			Horas a que se deita		
De 2ª a 6ª feira	Sábado	Domingo	De domingo a 5ª feira	6ª feira	Sábado

Assinalar com um **X** qual o meio de **transporte para a escola** e de regresso a casa, horas e tempo gasto:

Ida para a Escola			Saída da Escola		
Meio de transporte	Hora de saída	Tempo gasto	Meio de Transporte	Hora de saída	Tempo gasto
1. A pé <input type="checkbox"/>			1. A pé <input type="checkbox"/>		
2. Bicicleta <input type="checkbox"/>			2. Bicicleta <input type="checkbox"/>		
3. Transporte público <input type="checkbox"/>			3. Transporte público <input type="checkbox"/>		
4. Carro particular <input type="checkbox"/>			4. Carro particular <input type="checkbox"/>		
5. Outro: <input type="checkbox"/>			5. Outro: _____ <input type="checkbox"/>		

O seu filho(a) pratica, para além da atividade física da escola, **alguma atividade desportiva (isto é, programada e regular)** num clube ou outra associação desportiva, nos seus tempos livres?  1. Sim  2. Não

Se respondeu **Sim**, preencha, por favor, o quadro seguinte, descrevendo essas atividades, indicando quantas vezes por semana e o número de horas ou minutos da atividade praticada pelo(a) seu filho(a).

Atividades (futebol, andebol, dança, natação.....)	De 2ª a 6ª		Sábado	Domingo
	Nº vezes por semana	Tempo (total) (horas/min)	Tempo (horas/min)	Tempo (horas/min)

Para além das atividades mencionadas anteriormente, por favor, assinale quantas horas em média o seu filho(a) tem **brincadeiras ativas** como jogar à bola, andar de bicicleta...atividades que o façam correr e quantas horas está a ver **Televisão**, durante a semana e ao fim de semana.

Brincadeiras ativas		
De 2ª a 6ª Feira	Sábado	Domingo
Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>
Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>
1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>
2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>
3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>
4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>
+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>

Televisão		
De 2ª a 6ª Feira	Sábado	Domingo
Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>
Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>
1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>
2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>
3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>
4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>
+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>



Indique o tempo que a criança passa em frente ao **Computador** e a **jogar Jogos Electrónicos** durante a semana e aofim-de-semana (assinalar com um **X**).

Computador		
De 2ª a 6ª Feira	Sábado	Domingo
Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>
Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>
1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>
2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>
3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>
4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>
+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>

Jogos eletrónicos (PlayStation/GameBoy)		
De 2ª a 6ª Feira	Sábado	Domingo
Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>
Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>
1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>
2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>
3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>
4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>
+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>

Indique o tempo que a criança utilizao **Telemóvel (tipo Smartphone)**e o tempo que passa com o **iPAD ou outros Tablets**,durante a semana e ao fim-de-semana (assinalar com um **X**)

Telemóvel tipo Smartphone		
De 2ª a 6ª Feira	Sábado	Domingo
Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>
Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>
1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>
2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>
3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>
4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>
+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>

iPAD ou outros Tablets		
De 2ª a 6ª Feira	Sábado	Domingo
Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>
Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>
1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>
2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>
3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>
4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>
+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>

Indique o tempo que a criança passa a **Estudar** e a **Brincar** em atividades como ler, fazer puzzles, brincar com bonecas(os), carros, .... (assinalar com um **X**).

Estudar		
De 2ª a 6ª Feira	Sábado	Domingo
Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>
Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>
1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>
2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>
3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>
4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>
+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>

Brincar (ler, puzzles, carros, bonecas...)		
De 2ª a 6ª Feira	Sábado	Domingo
Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>	Nenhuma <input type="checkbox"/>
Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>	Até 1 hora <input type="checkbox"/>
1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>
2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>	2 horas <input type="checkbox"/>
3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>	3 horas <input type="checkbox"/>
4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>
+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>	+4 horas <input type="checkbox"/>

Do seguinte equipamento diga-nos o que tem em sua casa (nº) e qual/quais existem no quarto do seu filho(a):

	Televisão	Computador Fixo	Computador portátil	iPAD ou Tablet
Nº de aparelhos em casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No quarto do seu filho(a)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tem internet em sua casa? 1.Sim 2.Não O seu filho(a) utiliza-a? 1. Sim 2.Não

O seu filho tem telemóvel? 1.Sim  2.Não De que tipo?  Muito simples  Smartphone

Dos seguintes aparelhos/brinquedos diga-nos quais o seu filho(a) tem:

PlayStation  1.Sim  2.Não

Game Boy  1.Sim  2.Não

Tablet/iPAD  1.Sim  2.Não

**Na sua opinião**, o seu filho(a) é mais ou menos **ativo fisicamente** do que as outras crianças da mesma idade?

- 1. É uma criança  *muito mais ativa do que as outras crianças*
- 2. É uma criança  *mais ativa do que as outras crianças*
- 3. É uma criança  *tão ativa como as outras crianças*
- 4. É uma criança  *menos ativa do que as outras crianças*
- 5. É uma criança  *muito menos ativa do que as outras crianças*

**Como descreveria o seu filho(a) em relação ao peso atual:**

- Muito magro(a)
- 2. Magro(a)
- 3. Normal
- 4. Tem algum peso a mais
- 5. Tem muito peso em excesso

Durante a semana quantas vezes o seu filho(a) toma o pequeno-almoço? Assinalar com **X** os dias e o local onde toma:

- |                                           |      |                          |        |                          |      |                          |       |                          |
|-------------------------------------------|------|--------------------------|--------|--------------------------|------|--------------------------|-------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. Segunda-feira | Casa | <input type="checkbox"/> | Escola | <input type="checkbox"/> | Café | <input type="checkbox"/> | Outro | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 2. Terça-feira   | Casa | <input type="checkbox"/> | Escola | <input type="checkbox"/> | Café | <input type="checkbox"/> | Outro | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 3. Quarta-feira  | Casa | <input type="checkbox"/> | Escola | <input type="checkbox"/> | Café | <input type="checkbox"/> | Outro | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 4. Quinta-feira  | Casa | <input type="checkbox"/> | Escola | <input type="checkbox"/> | Café | <input type="checkbox"/> | Outro | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 5. Sexta-feira   | Casa | <input type="checkbox"/> | Escola | <input type="checkbox"/> | Café | <input type="checkbox"/> | Outro | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 6. Sábado        | Casa | <input type="checkbox"/> | Escola | <input type="checkbox"/> | Café | <input type="checkbox"/> | Outro | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> 7. Domingo       | Casa | <input type="checkbox"/> | Escola | <input type="checkbox"/> | Café | <input type="checkbox"/> | Outro | <input type="checkbox"/> |

Quantas refeições realiza o seu filho(a)?

- 1pequeno almoço  2almoço  3lanche  4 jantar  5 ceia

Quantas peças de **fruta** come o seu filho(a) por dia?

Nenhuma

1 peça de fruta

2 peças de fruta

3 ou mais peças de fruta

O seu filho toma algum medicamento com regularidade (todos os dias)?  1.Sim  2. Não

Se Sim, desde quando? \_\_\_\_\_

Para que tipo de doença? \_\_\_\_\_

Qual o medicamento \_\_\_\_\_

Qual a frequência com que o seu filho(a) consome os seguintes tipos de alimentos?

	2-3 vezes /dia	1 vez / dia	2-3 vezes/semana	1 vez/semana	Nunca/Raramente
Refrigerantes (coca-cola, sumos com gás, etc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ice-tea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sumos de fruta, tipo Néctar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bolos, bolachas, biscoitos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chocolates, bombons, gomas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Batatas fritas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hambúrgueres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pizzas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sopa de legumes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saladas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leite simples	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leite com chocolate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cereais de Pequeno-almoço	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 3. Questionário de Ingestão de Vitamina D e Exposição Solar. A ser respondido pelo encarregado de educação

7.1.O seu filho(a) toma suplementos **Multivitamínicos**? 1.Sim 2.Não

Se sim, indique o nome do suplemento \_\_\_\_\_  
Qual a frequência? \_\_\_\_\_

7.2.O seu filho(a) toma suplementos de **Vitamina D**? 1.Sim 2.Não

Se sim, indique o nome do suplemento \_\_\_\_\_  
Qual a frequência? \_\_\_\_\_

7.3.O seu filho(a) toma suplementos de **Cálcio**? 1.Sim 2.Não

Se sim, indique o nome do suplemento \_\_\_\_\_  
Qual a frequência? \_\_\_\_\_

O seu filho(a) toma suplementos de **Óleo de Fígado de Bacalhau**? 1.Sim 2.Não

Se sim, indique o nome do suplemento \_\_\_\_\_  
Qual a frequência? \_\_\_\_\_

Em média, quantos copos de **Leite** o seu filho(a) toma por dia? \_\_\_\_\_

Qual o tipo de leite que toma: magro , meio-gordo , gordo

Além do leite, o seu filho(a) bebe/ou come outros produtos lácteos (iogurtes, queijo, manteiga)? 1.Sim 2.Não

Se sim, qual a frequência? \_\_\_\_\_ dia, \_\_\_\_\_ semana \_\_\_\_\_ ou mês

Quantos copos de leite de amêndoa, ou leite de arroz, ou leite de soja \_\_\_\_\_ dia, \_\_\_\_\_ semana \_\_\_\_\_ ou mês

Quantas fatias de queijo o seu filho(a) come por dia? \_\_\_\_\_

Quantos iogurtes o seu filho(a) come por dia? \_\_\_\_\_

O seu filho(a) toma sumo de laranja fortificado com Vitamina D? 1.Sim 2.Não

Se sim, quantos copos bebe? \_\_\_\_\_ por dia ou \_\_\_\_\_ por semana ou \_\_\_\_\_ por mês

O seu filho(a) come cereais ao pequeno-almoço?  1.Sim  2.Não

Se come cereais, quantos dias por semana? \_\_\_\_\_ dias. Qual a marca? \_\_\_\_\_

**7.9** Em média, quantas vezes por mês o seu filho(a) come estes alimentos?

	Nunca	1 vez / mês	2 vezes/mês	3 vezes/mês	4 vezes/mês	Mais 4 vezes/mês
Salmão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sardinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cavala	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peixe Branco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cogumelos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Durante o verão, quantas horas o seu filho(a) permanece fora de casa, ao ar livre, num dia de sol? Assinalar com x

pelo menos 15 minutos  cerca de 1 hora  cerca de 2 horas  mais de 2 horas.

Se respondeu “mais de 2 horas” por dia, indique, em média, quantas horas \_\_\_\_\_

Quando o seu filho(a) permanece fora de casa, ao ar livre, quais as partes do corpo que ficam expostas ao sol?

A cara  1.Sim  2.Não

As mãos  1.Sim  2.Não

Os braços  1.Sim  2.Não

As pernas  1.Sim  2.Não

Coloca protetor solar ao seu filho(a) quando ele(a) sai de casa?  1.Sim  2.Não

Se sim, qual o grau do fator de proteção? \_\_\_\_\_

Qual a frequência com que o seu filho usa o protetor solar?  1.Sempre  2.Por vezes

No ano passado, o seu filho(a) viajou para o um local com MUITO SOL?  1.Sim  2.Não

Para onde? \_\_\_\_\_ Quanto tempo permaneceu aí? \_\_\_\_\_

## 2.Dados relativos ao PAI da criança

Data de nascimento: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Localidade de nascimento \_\_\_\_\_ Concelho \_\_\_\_\_ Distrito \_\_\_\_\_

**Escolaridade**, indique o nível de ensino que completou:

1 Não sabe ler, nem escrever

7 Ensino secundário (12 anos)

21º Ciclo do ensino básico (4 anos)

8 Licenciatura

32º Ciclo do ensino básico (6 anos)

9 Bacharelato

4 3º Ciclo do ensino básico (9 anos)

10 Mestrado

5 Ensino secundário (11 anos)

11 Doutoramento

6 Outro.  Curso profissional de \_\_\_\_\_ anos, diga qual: \_\_\_\_\_

Está a trabalhar neste momento?  1. Sim  2. Desempregado (desde \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_)  3. Aposentado

Desde que o seu filho(a) nasceu esteve desempregado alguma vez?  1. Sim  2. Não

Se esteve desempregado diga por favor exatamente em que período: \_\_\_\_\_

2.4.3. Se está a trabalhar, qual a sua **PROFISSÃO?** (por favor diga exatamente aquilo que faz. NÃO DIGA APENAS, POR EXEMPLO, FUNCIONÁRIO PÚBLICO, ESPECIFIQUE A SUA ATIVIDADE E CATEGORIA) \_\_\_\_\_

Pratica algum tipo de atividade física com regularidade?  1. Sim  2. Não

Se respondeu **Sim**: 2.5.1 Indique quantas horas por semana? \_\_\_\_\_ horas

2.5.2 Diga qual o tipo de atividade física regular: \_\_\_\_\_

Diga quais os seus valores atuais de: **Peso** \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ kg e **Altura** \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ metros

**MUITO OBRIGADO PELA TUA COLABORAÇÃO.**

**ANEXO VI – PONTOS DE CORTE IOTF – SEXO MASCULINO E FEMININO**

		Males							
		BMI (kg/m <sup>2</sup> ) at age 18 years							
Age months	Age (years)	16	17	18.5	23	25	27	30	35
24	2	13.6	14.29	15.24	17.54	18.36	19.07	19.99	21.2
25	2.08	13.58	14.26	15.2	17.49	18.31	19.03	19.95	21.16
26	2.17	13.55	14.23	15.16	17.45	18.26	18.98	19.9	21.11
27	2.25	13.52	14.2	15.13	17.41	18.22	18.93	19.85	21.07
28	2.33	13.5	14.17	15.09	17.36	18.17	18.89	19.81	21.03
29	2.42	13.47	14.14	15.06	17.32	18.13	18.85	19.77	20.99
30	2.5	13.44	14.11	15.02	17.28	18.09	18.8	19.73	20.95
31	2.58	13.42	14.08	14.99	17.24	18.05	18.76	19.68	20.91
32	2.67	13.39	14.05	14.95	17.2	18	18.72	19.64	20.88
33	2.75	13.37	14.02	14.92	17.16	17.97	18.68	19.61	20.84
34	2.83	13.34	13.99	14.89	17.12	17.93	18.64	19.57	20.81
35	2.92	13.32	13.96	14.86	17.08	17.89	18.61	19.54	20.78
36	3	13.3	13.94	14.83	17.05	17.85	18.57	19.5	20.75
37	3.08	13.27	13.91	14.8	17.01	17.82	18.54	19.47	20.72
38	3.17	13.25	13.89	14.77	16.98	17.79	18.5	19.44	20.7
39	3.25	13.23	13.86	14.74	16.95	17.75	18.47	19.41	20.67
40	3.33	13.21	13.84	14.71	16.91	17.72	18.44	19.38	20.65
41	3.42	13.19	13.81	14.68	16.88	17.69	18.41	19.36	20.63
42	3.5	13.16	13.79	14.66	16.85	17.66	18.38	19.33	20.61
43	3.58	13.14	13.76	14.63	16.83	17.63	18.36	19.31	20.6
44	3.67	13.12	13.74	14.61	16.8	17.61	18.33	19.29	20.59
45	3.75	13.1	13.72	14.58	16.77	17.58	18.31	19.27	20.57
46	3.83	13.08	13.7	14.56	16.75	17.56	18.29	19.25	20.56
47	3.92	13.06	13.67	14.53	16.72	17.54	18.27	19.24	20.56
48	4	13.04	13.65	14.51	16.7	17.52	18.25	19.23	20.56
49	4.08	13.02	13.63	14.49	16.68	17.5	18.24	19.21	20.56
50	4.17	13	13.61	14.46	16.66	17.48	18.22	19.21	20.56
51	4.25	12.98	13.59	14.44	16.64	17.46	18.21	19.2	20.56
52	4.33	12.96	13.57	14.42	16.62	17.45	18.2	19.2	20.57
53	4.42	12.94	13.55	14.4	16.61	17.44	18.19	19.2	20.59
54	4.5	12.92	13.53	14.38	16.59	17.43	18.19	19.2	20.6
55	4.58	12.9	13.51	14.36	16.58	17.42	18.18	19.2	20.63
56	4.67	12.88	13.49	14.34	16.56	17.41	18.18	19.21	20.65
57	4.75	12.86	13.47	14.32	16.55	17.4	18.18	19.22	20.68
58	4.83	12.84	13.44	14.3	16.54	17.4	18.18	19.23	20.71
59	4.92	12.82	13.42	14.28	16.53	17.39	18.19	19.25	20.75
60	5	12.8	13.4	14.26	16.52	17.39	18.19	19.27	20.79
61	5.08	12.78	13.38	14.24	16.51	17.39	18.2	19.29	20.84
62	5.17	12.75	13.36	14.22	16.51	17.4	18.21	19.32	20.89
63	5.25	12.73	13.34	14.2	16.5	17.4	18.23	19.35	20.95
64	5.33	12.71	13.32	14.18	16.5	17.41	18.24	19.38	21.01
65	5.42	12.69	13.3	14.17	16.5	17.41	18.26	19.42	21.08
66	5.5	12.66	13.27	14.15	16.5	17.42	18.28	19.46	21.15
67	5.58	12.64	13.25	14.13	16.5	17.44	18.31	19.5	21.23
68	5.67	12.62	13.23	14.11	16.5	17.45	18.33	19.55	21.31
69	5.75	12.6	13.21	14.1	16.51	17.46	18.36	19.59	21.4
70	5.83	12.58	13.19	14.08	16.51	17.48	18.39	19.65	21.49
71	5.92	12.56	13.18	14.07	16.52	17.5	18.42	19.7	21.59
72	6	12.54	13.16	14.06	16.52	17.52	18.45	19.76	21.69
73	6.08	12.52	13.14	14.04	16.53	17.54	18.49	19.82	21.79
74	6.17	12.5	13.12	14.03	16.54	17.56	18.53	19.88	21.9
75	6.25	12.48	13.11	14.02	16.56	17.59	18.57	19.94	22.01
76	6.33	12.47	13.1	14.01	16.57	17.62	18.61	20.01	22.12
77	6.42	12.45	13.08	14.01	16.58	17.64	18.65	20.08	22.24
78	6.5	12.44	13.07	14	16.6	17.67	18.7	20.15	22.35
79	6.58	12.43	13.06	14	16.62	17.7	18.74	20.22	22.47
80	6.67	12.42	13.06	13.99	16.64	17.73	18.79	20.29	22.59
81	6.75	12.41	13.05	13.99	16.66	17.77	18.84	20.36	22.71
82	6.83	12.4	13.05	13.99	16.68	17.8	18.89	20.44	22.83
83	6.92	12.39	13.04	13.99	16.7	17.84	18.94	20.51	22.96
84	7	12.39	13.04	14	16.73	17.88	18.99	20.59	23.08
85	7.08	12.39	13.04	14	16.75	17.91	19.04	20.66	23.21
86	7.17	12.39	13.04	14.01	16.78	17.95	19.09	20.74	23.33
87	7.25	12.39	13.04	14.02	16.81	17.99	19.15	20.82	23.45
88	7.33	12.39	13.05	14.02	16.84	18.04	19.2	20.9	23.58
89	7.42	12.39	13.05	14.04	16.87	18.08	19.26	20.98	23.7
90	7.5	12.39	13.06	14.05	16.9	18.12	19.32	21.06	23.83
91	7.58	12.4	13.07	14.06	16.93	18.17	19.38	21.14	23.95

Males									
Age months	Age (years)	BMI (kg/m <sup>2</sup> ) at age 18 years							
		16	17	18.5	23	25	27	30	35
92	7.67	12.4	13.07	14.07	16.97	18.21	19.43	21.22	24.08
93	7.75	12.41	13.08	14.09	17	18.26	19.5	21.3	24.21
94	7.83	12.41	13.09	14.1	17.04	18.31	19.56	21.39	24.34
95	7.92	12.42	13.1	14.12	17.08	18.36	19.62	21.47	24.47
96	8	12.43	13.11	14.13	17.12	18.41	19.68	21.56	24.6
97	8.08	12.44	13.13	14.15	17.15	18.46	19.75	21.65	24.74
98	8.17	12.44	13.14	14.17	17.19	18.51	19.81	21.74	24.88
99	8.25	12.45	13.15	14.18	17.23	18.56	19.88	21.83	25.02
100	8.33	12.46	13.16	14.2	17.27	18.62	19.95	21.92	25.16
101	8.42	12.47	13.17	14.22	17.32	18.67	20.02	22.02	25.31
102	8.5	12.48	13.19	14.24	17.36	18.73	20.09	22.11	25.45
103	8.58	12.49	13.2	14.26	17.4	18.78	20.16	22.21	25.61
104	8.67	12.5	13.21	14.28	17.44	18.84	20.23	22.31	25.76
105	8.75	12.51	13.23	14.3	17.49	18.9	20.3	22.41	25.92
106	8.83	12.52	13.24	14.32	17.53	18.95	20.37	22.51	26.07
107	8.92	12.53	13.25	14.34	17.57	19.01	20.45	22.61	26.23
108	9	12.54	13.27	14.36	17.62	19.07	20.52	22.71	26.4
109	9.08	12.55	13.28	14.38	17.67	19.13	20.6	22.82	26.56
110	9.17	12.56	13.3	14.4	17.71	19.19	20.67	22.92	26.72
111	9.25	12.58	13.31	14.42	17.76	19.25	20.75	23.03	26.89
112	9.33	12.59	13.33	14.44	17.8	19.31	20.83	23.13	27.05
113	9.42	12.6	13.35	14.47	17.85	19.37	20.9	23.24	27.22
114	9.5	12.61	13.36	14.49	17.9	19.43	20.98	23.34	27.39
115	9.58	12.63	13.38	14.51	17.94	19.49	21.06	23.45	27.55
116	9.67	12.64	13.4	14.53	17.99	19.55	21.13	23.55	27.71
117	9.75	12.65	13.41	14.56	18.04	19.61	21.21	23.66	27.88
118	9.83	12.67	13.43	14.58	18.09	19.67	21.29	23.76	28.04
119	9.92	12.68	13.45	14.61	18.13	19.74	21.36	23.86	28.2
120	10	12.7	13.47	14.63	18.18	19.8	21.44	23.96	28.35
121	10.08	12.71	13.49	14.66	18.23	19.86	21.51	24.06	28.51
122	10.17	12.73	13.51	14.68	18.28	19.92	21.59	24.16	28.65
123	10.25	12.74	13.53	14.71	18.32	19.97	21.66	24.25	28.8
124	10.33	12.76	13.55	14.73	18.37	20.04	21.73	24.35	28.94
125	10.42	12.78	13.57	14.76	18.42	20.09	21.8	24.44	29.08
126	10.5	12.8	13.59	14.79	18.47	20.15	21.88	24.54	29.22
127	10.58	12.81	13.61	14.82	18.52	20.21	21.95	24.63	29.35
128	10.67	12.83	13.63	14.84	18.56	20.27	22.02	24.72	29.48
129	10.75	12.85	13.66	14.87	18.61	20.33	22.09	24.81	29.61
130	10.83	12.87	13.68	14.9	18.66	20.39	22.16	24.9	29.73
131	10.92	12.89	13.7	14.93	18.71	20.45	22.23	24.98	29.86
132	11	12.91	13.73	14.96	18.76	20.51	22.29	25.07	29.97
133	11.08	12.94	13.75	14.99	18.81	20.56	22.36	25.15	30.09
134	11.17	12.96	13.78	15.02	18.86	20.62	22.43	25.24	30.2
135	11.25	12.98	13.8	15.05	18.91	20.68	22.5	25.32	30.31
136	11.33	13	13.83	15.08	18.95	20.74	22.56	25.4	30.42
137	11.42	13.03	13.86	15.12	19	20.79	22.63	25.48	30.52
138	11.5	13.05	13.89	15.15	19.05	20.85	22.7	25.56	30.63
139	11.58	13.08	13.92	15.18	19.1	20.91	22.76	25.64	30.73
140	11.67	13.1	13.94	15.22	19.15	20.97	22.83	25.72	30.83
141	11.75	13.13	13.97	15.25	19.2	21.03	22.89	25.79	30.93
142	11.83	13.16	14.01	15.29	19.25	21.08	22.96	25.87	31.02
143	11.92	13.19	14.04	15.32	19.31	21.14	23.02	25.94	31.12
144	12	13.21	14.07	15.36	19.36	21.2	23.09	26.02	31.21
145	12.08	13.24	14.1	15.4	19.41	21.25	23.15	26.09	31.3
146	12.17	13.28	14.13	15.44	19.46	21.31	23.22	26.17	31.39
147	12.25	13.31	14.17	15.47	19.51	21.37	23.28	26.24	31.47
148	12.33	13.34	14.2	15.51	19.56	21.43	23.34	26.31	31.56
149	12.42	13.37	14.24	15.55	19.61	21.49	23.4	26.38	31.64
150	12.5	13.4	14.27	15.59	19.67	21.54	23.47	26.45	31.73
151	12.58	13.44	14.31	15.63	19.72	21.6	23.53	26.52	31.81
152	12.67	13.47	14.34	15.67	19.77	21.66	23.6	26.59	31.89
153	12.75	13.5	14.38	15.71	19.82	21.72	23.66	26.66	31.97
154	12.83	13.54	14.42	15.75	19.88	21.78	23.72	26.73	32.04
155	12.92	13.58	14.46	15.8	19.93	21.83	23.78	26.8	32.12
156	13	13.61	14.5	15.84	19.99	21.89	23.84	26.87	32.19
157	13.08	13.65	14.54	15.88	20.04	21.95	23.91	26.94	32.27
158	13.17	13.69	14.58	15.93	20.09	22.01	23.97	27	32.33
159	13.25	13.73	14.62	15.97	20.15	22.07	24.03	27.07	32.41

Males									
Age months	Age (years)	BMI (kg/m <sup>2</sup> ) at age 18 years							
		16	17	18.5	23	25	27	30	35
160	13.33	13.76	14.66	16.02	20.2	22.13	24.1	27.14	32.48
161	13.42	13.8	14.7	16.06	20.26	22.19	24.15	27.2	32.54
162	13.5	13.84	14.74	16.11	20.31	22.24	24.22	27.26	32.6
163	13.58	13.88	14.79	16.16	20.37	22.3	24.28	27.33	32.67
164	13.67	13.93	14.83	16.2	20.43	22.36	24.34	27.39	32.74
165	13.75	13.97	14.87	16.25	20.48	22.42	24.4	27.46	32.8
166	13.83	14.01	14.92	16.3	20.54	22.48	24.46	27.52	32.86
167	13.92	14.05	14.96	16.35	20.6	22.54	24.53	27.58	32.92
168	14	14.09	15.01	16.39	20.65	22.6	24.59	27.64	32.97
169	14.08	14.14	15.05	16.44	20.71	22.66	24.65	27.7	33.03
170	14.17	14.18	15.1	16.49	20.76	22.72	24.71	27.76	33.08
171	14.25	14.22	15.14	16.54	20.82	22.77	24.76	27.82	33.14
172	14.33	14.26	15.19	16.59	20.88	22.83	24.82	27.88	33.19
173	14.42	14.31	15.23	16.64	20.93	22.89	24.88	27.94	33.25
174	14.5	14.35	15.28	16.68	20.99	22.95	24.94	28	33.3
175	14.58	14.4	15.33	16.73	21.04	23	25	28.05	33.34
176	14.67	14.44	15.37	16.78	21.1	23.06	25.06	28.11	33.39
177	14.75	14.48	15.42	16.83	21.15	23.12	25.11	28.16	33.43
178	14.83	14.53	15.46	16.88	21.21	23.17	25.17	28.22	33.47
179	14.92	14.57	15.51	16.93	21.26	23.23	25.22	28.27	33.52
180	15	14.61	15.55	16.98	21.31	23.28	25.27	28.32	33.56
181	15.08	14.66	15.6	17.02	21.37	23.33	25.33	28.37	33.6
182	15.17	14.7	15.64	17.07	21.42	23.39	25.38	28.42	33.64
183	15.25	14.74	15.69	17.12	21.47	23.44	25.43	28.47	33.67
184	15.33	14.78	15.73	17.16	21.52	23.49	25.48	28.52	33.71
185	15.42	14.83	15.78	17.21	21.57	23.54	25.53	28.56	33.74
186	15.5	14.87	15.82	17.26	21.62	23.59	25.58	28.61	33.78
187	15.58	14.91	15.87	17.3	21.67	23.64	25.63	28.66	33.81
188	15.67	14.95	15.91	17.35	21.72	23.69	25.68	28.7	33.85
189	15.75	15	15.95	17.4	21.77	23.74	25.73	28.75	33.88
190	15.83	15.04	16	17.44	21.82	23.79	25.78	28.8	33.92
191	15.92	15.08	16.04	17.49	21.87	23.84	25.83	28.84	33.95
192	16	15.12	16.08	17.53	21.92	23.89	25.88	28.89	33.98
193	16.08	15.16	16.12	17.57	21.97	23.94	25.92	28.93	34.01
194	16.17	15.2	16.17	17.62	22.01	23.99	25.97	28.97	34.05
195	16.25	15.24	16.21	17.66	22.06	24.04	26.02	29.02	34.08
196	16.33	15.28	16.25	17.71	22.11	24.08	26.07	29.06	34.12
197	16.42	15.32	16.29	17.75	22.16	24.13	26.11	29.11	34.15
198	16.5	15.36	16.33	17.79	22.2	24.18	26.16	29.15	34.19
199	16.58	15.4	16.37	17.83	22.25	24.22	26.21	29.2	34.23
200	16.67	15.44	16.41	17.88	22.29	24.27	26.25	29.24	34.26
201	16.75	15.47	16.45	17.92	22.34	24.32	26.3	29.29	34.31
202	16.83	15.51	16.49	17.96	22.39	24.37	26.35	29.34	34.35
203	16.92	15.55	16.53	18	22.43	24.41	26.4	29.38	34.39
204	17	15.59	16.57	18.04	22.48	24.46	26.44	29.43	34.43
205	17.08	15.62	16.6	18.08	22.52	24.5	26.49	29.48	34.48
206	17.17	15.66	16.64	18.12	22.57	24.55	26.54	29.52	34.52
207	17.25	15.69	16.68	18.16	22.61	24.6	26.58	29.57	34.57
208	17.33	15.73	16.72	18.2	22.66	24.64	26.63	29.62	34.61
209	17.42	15.76	16.75	18.24	22.7	24.69	26.68	29.67	34.66
210	17.5	15.8	16.79	18.28	22.74	24.73	26.72	29.71	34.7
211	17.58	15.83	16.83	18.31	22.79	24.78	26.77	29.76	34.75
212	17.67	15.87	16.86	18.35	22.83	24.82	26.81	29.81	34.8
213	17.75	15.9	16.9	18.39	22.87	24.87	26.86	29.86	34.85
214	17.83	15.93	16.93	18.43	22.91	24.91	26.91	29.9	34.9
215	17.92	15.97	16.97	18.46	22.96	24.96	26.95	29.95	34.95
216	18	16	17	18.5	23	25	27	30	35



Females									
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) at age 18 years									
Age months	Age (years)	16	17	18.5	23	25	27	30	35
24	2	13.4	14.05	14.96	17.25	18.09	18.83	19.81	21.13
25	2.08	13.37	14.02	14.93	17.21	18.05	18.79	19.77	21.09
26	2.17	13.35	14	14.9	17.17	18	18.75	19.73	21.05
27	2.25	13.32	13.97	14.86	17.13	17.96	18.71	19.68	21.01
28	2.33	13.3	13.94	14.83	17.09	17.92	18.67	19.64	20.97
29	2.42	13.27	13.91	14.8	17.05	17.88	18.63	19.6	20.94
30	2.5	13.25	13.88	14.77	17.01	17.84	18.59	19.57	20.9
31	2.58	13.22	13.86	14.74	16.98	17.81	18.55	19.53	20.87
32	2.67	13.2	13.83	14.71	16.94	17.77	18.52	19.5	20.84
33	2.75	13.18	13.8	14.68	16.91	17.74	18.48	19.47	20.81
34	2.83	13.15	13.78	14.65	16.88	17.71	18.45	19.44	20.79
35	2.92	13.13	13.75	14.62	16.85	17.68	18.42	19.41	20.77
36	3	13.11	13.73	14.6	16.82	17.64	18.39	19.38	20.74
37	3.08	13.09	13.7	14.57	16.79	17.62	18.36	19.36	20.72
38	3.17	13.07	13.68	14.54	16.76	17.59	18.34	19.33	20.7
39	3.25	13.04	13.66	14.52	16.73	17.56	18.31	19.31	20.69
40	3.33	13.02	13.63	14.49	16.7	17.53	18.29	19.29	20.67
41	3.42	13	13.61	14.47	16.68	17.51	18.26	19.27	20.66
42	3.5	12.98	13.59	14.44	16.65	17.48	18.24	19.25	20.65
43	3.58	12.96	13.56	14.42	16.62	17.46	18.22	19.23	20.64
44	3.67	12.94	13.54	14.39	16.6	17.44	18.2	19.21	20.63
45	3.75	12.91	13.52	14.37	16.58	17.41	18.18	19.2	20.62
46	3.83	12.89	13.49	14.34	16.55	17.39	18.16	19.18	20.62
47	3.92	12.87	13.47	14.32	16.53	17.37	18.14	19.17	20.62
48	4	12.85	13.45	14.3	16.51	17.35	18.13	19.16	20.61
49	4.08	12.83	13.43	14.27	16.49	17.34	18.11	19.15	20.62
50	4.17	12.81	13.4	14.25	16.47	17.32	18.1	19.15	20.62
51	4.25	12.78	13.38	14.23	16.45	17.31	18.09	19.14	20.63
52	4.33	12.76	13.36	14.2	16.43	17.29	18.08	19.14	20.64
53	4.42	12.74	13.34	14.18	16.42	17.28	18.07	19.14	20.66
54	4.5	12.72	13.31	14.16	16.4	17.27	18.06	19.14	20.67
55	4.58	12.7	13.29	14.14	16.39	17.26	18.06	19.15	20.69
56	4.67	12.67	13.27	14.12	16.37	17.25	18.06	19.15	20.72
57	4.75	12.65	13.25	14.1	16.36	17.24	18.06	19.16	20.74
58	4.83	12.63	13.23	14.08	16.35	17.24	18.06	19.17	20.77
59	4.92	12.61	13.21	14.06	16.34	17.23	18.06	19.19	20.81
60	5	12.59	13.18	14.04	16.33	17.23	18.06	19.2	20.84
61	5.08	12.56	13.16	14.02	16.32	17.23	18.07	19.22	20.89
62	5.17	12.54	13.14	14	16.32	17.23	18.08	19.24	20.93
63	5.25	12.52	13.12	13.98	16.31	17.23	18.09	19.27	20.98
64	5.33	12.5	13.1	13.97	16.31	17.24	18.1	19.3	21.04
65	5.42	12.48	13.08	13.95	16.3	17.24	18.12	19.33	21.09
66	5.5	12.45	13.06	13.93	16.3	17.25	18.13	19.36	21.16
67	5.58	12.43	13.04	13.92	16.3	17.26	18.15	19.4	21.22
68	5.67	12.41	13.02	13.9	16.3	17.27	18.18	19.43	21.29
69	5.75	12.39	13	13.89	16.31	17.28	18.2	19.48	21.37
70	5.83	12.37	12.99	13.87	16.31	17.3	18.22	19.52	21.44
71	5.92	12.36	12.97	13.86	16.32	17.31	18.25	19.57	21.52
72	6	12.34	12.96	13.85	16.32	17.33	18.28	19.61	21.61
73	6.08	12.32	12.94	13.84	16.33	17.35	18.31	19.67	21.7
74	6.17	12.31	12.93	13.83	16.34	17.37	18.35	19.72	21.79
75	6.25	12.29	12.92	13.82	16.36	17.39	18.38	19.78	21.89
76	6.33	12.28	12.9	13.82	16.37	17.42	18.42	19.84	21.99
77	6.42	12.27	12.9	13.81	16.39	17.45	18.46	19.9	22.09
78	6.5	12.26	12.89	13.81	16.4	17.48	18.5	19.96	22.19
79	6.58	12.25	12.88	13.81	16.42	17.51	18.55	20.03	22.3
80	6.67	12.24	12.88	13.81	16.44	17.54	18.59	20.1	22.41
81	6.75	12.23	12.87	13.81	16.47	17.58	18.64	20.17	22.53
82	6.83	12.23	12.87	13.81	16.49	17.61	18.69	20.24	22.64
83	6.92	12.23	12.87	13.82	16.52	17.65	18.74	20.32	22.76
84	7	12.23	12.87	13.83	16.54	17.69	18.8	20.39	22.88
85	7.08	12.23	12.88	13.83	16.57	17.73	18.85	20.47	23
86	7.17	12.23	12.88	13.84	16.61	17.78	18.91	20.55	23.13
87	7.25	12.23	12.89	13.86	16.64	17.82	18.97	20.63	23.26
88	7.33	12.24	12.9	13.87	16.67	17.87	19.03	20.72	23.39
89	7.42	12.24	12.9	13.88	16.71	17.91	19.09	20.8	23.52
90	7.5	12.25	12.91	13.9	16.74	17.96	19.15	20.89	23.65

Females									
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) at age 18 years									
Age months	Age (years)	16	17	18.5	23	25	27	30	35
91	7.58	12.25	12.92	13.91	16.78	18.01	19.22	20.98	23.79
92	7.67	12.26	12.93	13.93	16.82	18.07	19.28	21.07	23.93
93	7.75	12.27	12.95	13.95	16.86	18.12	19.35	21.16	24.07
94	7.83	12.28	12.96	13.96	16.9	18.17	19.42	21.25	24.21
95	7.92	12.29	12.97	13.98	16.94	18.23	19.49	21.35	24.36
96	8	12.3	12.98	14	16.99	18.28	19.56	21.44	24.5
97	8.08	12.31	13	14.02	17.03	18.34	19.63	21.54	24.65
98	8.17	12.32	13.01	14.04	17.07	18.39	19.7	21.64	24.8
99	8.25	12.33	13.03	14.06	17.12	18.45	19.77	21.74	24.95
100	8.33	12.34	13.04	14.08	17.16	18.51	19.85	21.84	25.1
101	8.42	12.35	13.06	14.1	17.21	18.57	19.92	21.94	25.26
102	8.5	12.37	13.07	14.12	17.25	18.63	20	22.04	25.42
103	8.58	12.38	13.09	14.15	17.3	18.69	20.07	22.14	25.58
104	8.67	12.39	13.1	14.17	17.34	18.75	20.15	22.24	25.74
105	8.75	12.4	13.12	14.19	17.39	18.81	20.22	22.35	25.9
106	8.83	12.41	13.13	14.21	17.44	18.87	20.3	22.45	26.06
107	8.92	12.42	13.15	14.23	17.48	18.93	20.38	22.56	26.22
108	9	12.44	13.16	14.26	17.53	18.99	20.46	22.66	26.39
109	9.08	12.45	13.18	14.28	17.58	19.05	20.53	22.77	26.55
110	9.17	12.46	13.2	14.3	17.63	19.12	20.61	22.88	26.72
111	9.25	12.47	13.22	14.33	17.68	19.18	20.69	22.99	26.88
112	9.33	12.49	13.23	14.35	17.73	19.24	20.77	23.09	27.05
113	9.42	12.5	13.25	14.38	17.78	19.31	20.85	23.2	27.21
114	9.5	12.52	13.27	14.4	17.83	19.38	20.94	23.31	27.38
115	9.58	12.53	13.29	14.43	17.88	19.44	21.02	23.42	27.55
116	9.67	12.55	13.31	14.46	17.94	19.51	21.1	23.53	27.71
117	9.75	12.57	13.33	14.49	17.99	19.58	21.18	23.64	27.88
118	9.83	12.59	13.36	14.52	18.04	19.64	21.27	23.75	28.04
119	9.92	12.61	13.38	14.55	18.1	19.71	21.35	23.86	28.2
120	10	12.63	13.4	14.58	18.16	19.78	21.43	23.97	28.36
121	10.08	12.65	13.43	14.61	18.21	19.85	21.52	24.08	28.52
122	10.17	12.67	13.46	14.64	18.27	19.92	21.6	24.19	28.68
123	10.25	12.69	13.48	14.68	18.33	19.99	21.69	24.29	28.83
124	10.33	12.72	13.51	14.71	18.39	20.07	21.77	24.4	28.98
125	10.42	12.74	13.54	14.75	18.45	20.14	21.86	24.51	29.14
126	10.5	12.77	13.57	14.78	18.51	20.21	21.95	24.62	29.28
127	10.58	12.79	13.6	14.82	18.57	20.28	22.03	24.72	29.43
128	10.67	12.82	13.63	14.86	18.63	20.36	22.12	24.83	29.58
129	10.75	12.85	13.67	14.9	18.7	20.43	22.2	24.94	29.72
130	10.83	12.88	13.7	14.94	18.76	20.51	22.29	25.04	29.86
131	10.92	12.91	13.74	14.98	18.82	20.58	22.38	25.15	30
132	11	12.94	13.77	15.03	18.89	20.66	22.47	25.25	30.14
133	11.08	12.97	13.81	15.07	18.95	20.73	22.55	25.36	30.28
134	11.17	13.01	13.84	15.11	19.02	20.81	22.64	25.46	30.41
135	11.25	13.04	13.88	15.16	19.09	20.89	22.73	25.57	30.54
136	11.33	13.08	13.92	15.2	19.15	20.96	22.81	25.67	30.67
137	11.42	13.11	13.96	15.25	19.22	21.04	22.9	25.77	30.8
138	11.5	13.15	14	15.3	19.29	21.12	22.99	25.87	30.93
139	11.58	13.18	14.04	15.35	19.36	21.2	23.08	25.98	31.05
140	11.67	13.22	14.09	15.39	19.42	21.27	23.16	26.08	31.17
141	11.75	13.26	14.13	15.44	19.49	21.35	23.25	26.18	31.3
142	11.83	13.3	14.17	15.49	19.56	21.43	23.34	26.28	31.42
143	11.92	13.34	14.22	15.54	19.63	21.51	23.42	26.38	31.54
144	12	13.38	14.26	15.59	19.7	21.59	23.51	26.47	31.66
145	12.08	13.42	14.31	15.65	19.77	21.66	23.59	26.57	31.77
146	12.17	13.47	14.35	15.7	19.84	21.74	23.68	26.67	31.89
147	12.25	13.51	14.4	15.75	19.91	21.82	23.76	26.76	32
148	12.33	13.55	14.45	15.8	19.98	21.9	23.85	26.86	32.11
149	12.42	13.6	14.5	15.86	20.05	21.97	23.93	26.95	32.22
150	12.5	13.64	14.54	15.91	20.12	22.05	24.02	27.05	32.33
151	12.58	13.69	14.59	15.96	20.19	22.12	24.1	27.14	32.43
152	12.67	13.73	14.64	16.02	20.26	22.2	24.18	27.22	32.53
153	12.75	13.78	14.69	16.07	20.33	22.27	24.26	27.31	32.63
154	12.83	13.82	14.74	16.13	20.39	22.35	24.34	27.4	32.73
155	12.92	13.87	14.79	16.18	20.46	22.42	24.42	27.49	32.82
156	13	13.92	14.84	16.23	20.53	22.49	24.49	27.57	32.91
157	13.08	13.96	14.89	16.29	20.59	22.56	24.57	27.65	33

Females									
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) at age 18 years									
Age months	Age (years)	16	17	18.5	23	25	27	30	35
158	13.17	14.01	14.94	16.34	20.66	22.63	24.64	27.73	33.09
159	13.25	14.06	14.99	16.4	20.72	22.7	24.71	27.81	33.17
160	13.33	14.1	15.04	16.45	20.79	22.77	24.79	27.88	33.24
161	13.42	14.15	15.09	16.5	20.85	22.84	24.86	27.96	33.32
162	13.5	14.2	15.13	16.55	20.91	22.9	24.92	28.03	33.39
163	13.58	14.24	15.18	16.61	20.98	22.97	24.99	28.1	33.47
164	13.67	14.29	15.23	16.66	21.04	23.03	25.06	28.16	33.53
165	13.75	14.34	15.28	16.71	21.1	23.09	25.12	28.23	33.6
166	13.83	14.38	15.33	16.76	21.15	23.15	25.18	28.29	33.66
167	13.92	14.43	15.38	16.81	21.21	23.21	25.25	28.36	33.72
168	14	14.47	15.42	16.86	21.27	23.27	25.31	28.42	33.78
169	14.08	14.52	15.47	16.91	21.33	23.33	25.37	28.48	33.83
170	14.17	14.57	15.52	16.96	21.38	23.39	25.42	28.53	33.88
171	14.25	14.61	15.57	17.01	21.43	23.44	25.48	28.59	33.93
172	14.33	14.65	15.61	17.06	21.49	23.5	25.53	28.64	33.98
173	14.42	14.7	15.66	17.11	21.54	23.55	25.59	28.69	34.03
174	14.5	14.74	15.71	17.16	21.59	23.6	25.64	28.74	34.07
175	14.58	14.79	15.75	17.2	21.64	23.65	25.69	28.79	34.11
176	14.67	14.83	15.8	17.25	21.69	23.7	25.74	28.84	34.15
177	14.75	14.87	15.84	17.3	21.74	23.75	25.78	28.88	34.18
178	14.83	14.92	15.88	17.34	21.79	23.8	25.83	28.92	34.21
179	14.92	14.96	15.93	17.39	21.83	23.84	25.87	28.97	34.25
180	15	15	15.97	17.43	21.88	23.89	25.92	29.01	34.28
181	15.08	15.04	16.01	17.47	21.92	23.93	25.96	29.05	34.31
182	15.17	15.08	16.05	17.51	21.96	23.97	26	29.08	34.33
183	15.25	15.12	16.09	17.56	22.01	24.01	26.04	29.12	34.36
184	15.33	15.16	16.13	17.6	22.05	24.05	26.08	29.15	34.39
185	15.42	15.2	16.17	17.64	22.09	24.09	26.12	29.19	34.41
186	15.5	15.24	16.21	17.68	22.13	24.13	26.15	29.22	34.43
187	15.58	15.27	16.25	17.72	22.17	24.17	26.19	29.25	34.45
188	15.67	15.31	16.28	17.75	22.2	24.21	26.23	29.29	34.48
189	15.75	15.34	16.32	17.79	22.24	24.24	26.26	29.31	34.49
190	15.83	15.38	16.36	17.82	22.28	24.28	26.29	29.34	34.51
191	15.92	15.41	16.39	17.86	22.31	24.31	26.32	29.37	34.53
192	16	15.45	16.42	17.9	22.35	24.34	26.36	29.4	34.54
193	16.08	15.48	16.46	17.93	22.38	24.38	26.39	29.42	34.56
194	16.17	15.51	16.49	17.96	22.41	24.41	26.42	29.45	34.58
195	16.25	15.54	16.52	17.99	22.44	24.44	26.45	29.48	34.6
196	16.33	15.57	16.55	18.02	22.48	24.47	26.48	29.5	34.62
197	16.42	15.6	16.58	18.06	22.51	24.5	26.5	29.53	34.63
198	16.5	15.63	16.61	18.08	22.54	24.53	26.53	29.55	34.64
199	16.58	15.65	16.64	18.11	22.57	24.56	26.56	29.58	34.66
200	16.67	15.68	16.66	18.14	22.59	24.59	26.59	29.6	34.68
201	16.75	15.7	16.69	18.17	22.62	24.61	26.61	29.63	34.7
202	16.83	15.73	16.71	18.19	22.65	24.64	26.64	29.65	34.71
203	16.92	15.75	16.74	18.22	22.68	24.67	26.67	29.68	34.73
204	17	15.78	16.76	18.24	22.7	24.7	26.69	29.7	34.75
205	17.08	15.8	16.78	18.27	22.73	24.72	26.72	29.73	34.77
206	17.17	15.82	16.81	18.29	22.76	24.75	26.74	29.75	34.78
207	17.25	15.84	16.83	18.31	22.78	24.77	26.77	29.77	34.8
208	17.33	15.86	16.85	18.34	22.81	24.8	26.8	29.8	34.82
209	17.42	15.88	16.87	18.36	22.83	24.82	26.82	29.82	34.84
210	17.5	15.9	16.89	18.38	22.86	24.85	26.85	29.85	34.87
211	17.58	15.91	16.91	18.4	22.88	24.88	26.87	29.87	34.89
212	17.67	15.93	16.93	18.42	22.9	24.9	26.9	29.9	34.91
213	17.75	15.95	16.95	18.44	22.93	24.93	26.92	29.92	34.93
214	17.83	15.97	16.96	18.46	22.95	24.95	26.95	29.95	34.95
215	17.92	15.98	16.98	18.48	22.98	24.98	26.97	29.98	34.98
216	18	16	17	18.5	23	25	27	30	35



Gmail - Submission received for Critical Reviews in Food Science and Nutrition (Submission ID: 237907622)

Elizabete Santos &lt;elizabete.nutri21@gmail.com&gt;

---

**Submission received for Critical Reviews in Food Science and Nutrition  
(Submission ID: 237907622)**

1 mensagem

---

**journalshelpdesk@taylorandfrancis.com** <journalshelpdesk@taylorandfrancis.com>

29 de abril de 2023 às 04:23

Para: elizabete.nutri21@gmail.com

**Taylor & Francis**  
Taylor & Francis Group

---

Dear Elizabete Alexandre dos Santos, Thank you

for your submission.

Submission ID	<b>237907622</b>
Manuscript Title	<b>Influence of vitamin D intake on the Body Mass Index of children and adolescents: A Systematic Review</b>
Journal	<b>Critical Reviews in Food Science and Nutrition</b>

You can check the progress of your submission, and make any requested revisions, on the Author Portal.

Thank you for submitting your work to our journal.

If you have any queries, please get in touch with [journalshelpdesk@taylorandfrancis.com](mailto:journalshelpdesk@taylorandfrancis.com).

Kind Regards,

*Critical Reviews in Food Science and Nutrition* Editorial Office

Taylor & Francis is a trading name of Informa UK Limited, registered in England under no. 1072954.

Registered office: [5 Howick Place, London, SW1P 1W](#).



Elizabete Santos &lt;elizabete.nutri21@gmail.com&gt;

---

**Submission Received by American Journal of Human Biology**

1 mensagem

---

**American Journal of Human Biology** <onbehalf@manuscriptcentral.com>

13 de abril de 2023 às 01:51

Responder a: ajhbedoffice@wiley.comPara:

elizabete.nutri21@gmail.com

Cc: elizabete.nutri21@gmail.com, lmartini@usp.br, rodrigues1323@gmail.com, rodriguesari@hotmail.com, raquel@ufp.edu.pt, mraquelsilva@hotmail.com, helenamarquesnogueira@gmail.com, cpadez@antrop.uc.pt

13-Apr-2023

Dear ,

Your submission entitled "Is more prolonged sun exposure associated with healthier life habits and obesity indicators in Portuguese children?" has been received by the editorial office of American Journal of Human Biology.

Your manuscript ID is AJHB-23-0025.R1.

You can check on your submission at any time by going to its page in Wiley's Research Exchange submission portal using this link:

<https://wiley.atyponrex.com/submissionBoard/1/e6111c9e-06da-4581-b2b0-9e63ac16297c/current>

If you used ScholarOne directly for your submission, you will not have a link to Wiley's Research Exchange submission portal.

Instead, your submission can be checked through the ScholarOne Author Center.

If you DISAGREE with being listed as a co-author, please contact us at: [ajhbedoffice@wiley.com](mailto:ajhbedoffice@wiley.com)

CRedit Taxonomy: authors' contribution(s) to the submitted manuscript are attributed as below. All authors should check the contributions carefully as if your manuscript is accepted, this information will be included in the published article:

This journal offers a number of license options, information about this is available here: <https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/licensing/index.html>. All co-authors are required to confirm that they have the necessary rights to grant in the submission, including in light of each co-author's funder policies. For example, if you or one of your co-authors received funding from a member of Coalition S, you may need to check which licenses you are able to sign.

Thank you for submitting to American Journal of Human Biology. Sincerely,  
The Editorial Staff of American Journal of Human Biology

# Decision letter (Revision 1)



## American Journal of Human Biology - Decision on Manuscript ID A JHB-23-0025.R1

---

**From:** ajhbedoffice@wiley.com  
**To:** elizabete.nutri21@gmail.com, lmartini@usp.br, rodrigues1323@gmail.com, rodriguesari@hotmail.com, raquel@ufp.edu.pt, mraquelsilva@hotmail.com, helenamarquesnogueira@gmail.com, cpadez@antrop.uc.pt  
**CC:** elizabete.nutri21@gmail.com, lmartini@usp.br, rodrigues1323@gmail.com, rodriguesari@hotmail.com, raquel@ufp.edu.pt, mraquelsilva@hotmail.com, helenamarquesnogueira@gmail.com, cpadez@antrop.uc.pt

08-May-2023

Dear Dr. Santos,

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "Is more prolonged sun exposure associated with healthier life habits and obesity indicators in Portuguese children?" in its current form for publication in the American Journal of Human Biology. Thank you for the careful attention you paid to the reviewers' comments in preparing your revision.

Please note that your manuscript will now undergo an integrity check, including the images and data submitted. Publication will only proceed on the condition that all final files comply with the journal integrity checks. In the event that any file does not comply with our integrity checks, the journal reserves the right to rescind this decision, or, alternatively, you may be contacted to resolve any concerns raised by these checks.

Your article cannot be published until the corresponding author has signed the appropriate license agreement. Within the next week the corresponding author will receive an e-mail from Wiley's Author Services system that will ask them to log in and will present them with the appropriate license for completion.

Effective with the 2014 volume, this journal is now published in an online-only format. Your article will therefore appear online only. All normal author benefits and services will remain in place (e.g., authors will continue to be able to order print reprints of articles if desired). Furthermore, there is no cost to authors for the publication of color images in the online-only edition. Please see the Author Guidelines for full details.

If you have any photographs complementing your research that you would like us to consider for the cover of the issue in which your paper will appear, please send electronic copies for our review. If an individual in the photo is recognizable, we will need permission from that person before the photo can be published.

This journal offers an immediate open access option to authors of primary research articles via Wiley's OnlineOpen program. OnlineOpen articles are made freely and permanently available on Wiley Online Library immediately upon publication, and authors may post their final article PDFs on websites, institutional repositories or other free public servers immediately upon publication. Visit <http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen> for more information about the OnlineOpen program and to access the order form.

This journal offers a number of license options, information about this is available here: <https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/licensing/index.html>. All co-

authors are required to confirm that they have the necessary rights to grant in the submission, including in light of each co-author's funder policies. For example, if you or one of your co-authors received funding from a member of Coalition S, you may need to check which licenses you are able to sign.

Sincerely,

William R. Leonard  
Editor-in-Chief, American Journal of Human Biology  
ajhbedoffice@wiley.com

P.S. – You can help your research get the attention it deserves! Wiley Editing Services offers professional video abstract and infographic creation to help you promote your research at [www.wileyauthors.com/eo/promotion](http://www.wileyauthors.com/eo/promotion). And, check out Wiley's free Promotion Guide for best-practice recommendations for promoting your work at [www.wileyauthors.com/eo/guide](http://www.wileyauthors.com/eo/guide).

## **CURRÍCULO LATTES**





## Elizabete Alexandre dos Santos

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/2048335106983051>

ID Lattes: **2048335106983051**

Última atualização do currículo em 29/04/2023

Nutricionista. Mestre e Doutoranda em Ciências com ênfase em Nutrição em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP). Graduação em Nutrição pelo Centro Universitário São Camilo - Campus Ipiranga (2009); Aprimoramento Profissional em Nutrição Hospitalar pelo Instituto de Infectologia Emílio Ribas (2011); Especialista em Nutrição Humana Aplicada e Terapia Nutricional pela Famesp - Insira Educacional (2014). Foi Nutricionista Voluntária na Liga de Obesidade Infantil do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP e docente do Curso Aprimoramento e Treinamento em Reabilitação da Dor Incapacitante do Programa Nacional de Apoio à Atenção da Saúde da Pessoa com Deficiência (PRONAS/PCD) em parceria com a Rede Lucy Montoro. Áreas de pesquisa: obesidade infantil e no adulto, vitamina K, exposição solar, vitamina D e composição corporal. **(Texto informado pelo autor)**

### Identificação

<b>Nome</b>	Elizabete Alexandre dos Santos
<b>Nome em citações bibliográficas</b>	SANTOS, E. A.; SANTOS, ELIZABETE ALEXANDRE DOS; Santos, E.A; Santos, Elizabete Alexandre dos; SANTOS, ELIZABETE A. DOS; DOS SANTOS, ELIZABETE A.
<b>Lattes iD</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/2048335106983051">http://lattes.cnpq.br/2048335106983051</a>
<b>Orcid iD</b>	<a href="https://orcid.org/0000-0001-9201-4095">https://orcid.org/0000-0001-9201-4095</a>

### Endereço

<b>Endereço Profissional</b>	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública. Av. Dr. Arnaldo, 715 Cerqueira César 01246904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30617960
------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Formação acadêmica/titulação

<b>2019</b>	Doutorado em andamento em Nutrição em Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública da USP, FSP, Brasil. Título: Relação entre determinantes do estilo de vida e hábito de exposição solar no estado nutricional de crianças portuguesas Orientador:  Lígia Araújo Martini. Coorientador: Cristina Maria Proença Padez. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil.
<b>2016 - 2018</b>	Mestrado em Nutrição em Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública da USP, FSP, Brasil. Título: Relação entre ingestão de vitamina K, gordura corporal, perfil lipídico e homeostase da glicose em adultos e idosos , Ano de Obtenção: 2018. Orientador:  Lígia Araújo Martini. Coorientador: Kelly Virecoulon Giudici. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil. Palavras-chave: ingestão de vitamina K; filoquinona; gordura corporal; perfil lipídico; homeostase da glicose. Grande área: Ciências da Saúde Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Nutrição / Subárea: saúde pública.
<b>2012 - 2014</b>	Especialização em NUTRIÇÃO HUMANA APLICADA E TERAPIA NUTRICIONAL. (Carga Horária: 360h). IMEN EDUCAÇÃO, IMEN, Brasil. Título: Análise do hábito alimentar e do estado nutricional de pacientes com lesão medular após intervenção nutricional. Orientador: Vera Sílvia Frangella.



## Lígia Araújo Martini



Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/1709520521624949>

ID Lattes: **1709520521624949**

Última atualização do currículo em 13/04/2023

Nutricionista, mestre em Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo (1993) e Doutora em Ciências - área Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo (1998). Realizou Pós-Doutorado no USDA Jean Mayer Human Nutrition Research Center on Aging at Tufts University - Boston MA, durante 3 anos. Foi Pesquisador Associado nível 3 no Mineral Bioavailability Laboratory da mesma instituição entre 2000 e 2001. Atualmente é Professor APOSENTADO do Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, onde participa de atividades de ensino, gestoras e extensão. Formou 28 alunos (13 Doutores), supervisionou 5 pós-doutorandos, e 13 de iniciação científica. Foi responsável por 3 disciplinas no curso de graduação em Nutrição e 2 na pós-graduação. Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Nutrição em Saúde Pública da USP (2010-2014) e Vice-presidente da Comissão de Pós-graduação da FSP-USP (2013-2015). Vice-chefe do Departamento de Nutrição (2014-2016), representante da categoria de professor associado no Conselho do Departamento. Membro do conselho deliberativo do Núcleo de Pesquisas em Alimentos e Nutrição - NAPAN- da USP (2012-2016). Em 2013 participou do grupo de pesquisas do Prof Michael Holick na Boston University desenvolvendo a técnica de extração de vitamina D em alimentos. Em 2017-2018 realizou estágio senior junto ao Centro de Estudos em Antropologia Social (CEAS) da Universidade de Coimbra. É membro da American Society of Clinical Nutrition, Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN), Associação Brasileira de Avaliação Óssea e Osteometabolismo (ABRASSO). Atuou como editor contribuinte do Nutrition Reviews e revisor científico da Clinical Nutrition, Annals of Nutrition and Metabolism, Journal of Nutrition, Nutrition Research, Nutrition, Osteoporosis International, Cadernos de Saúde Pública entre outras. Foi consultor ad hoc de agências de fomento CNPq, FAPESP e outras. Ao longo da carreira científica publicou mais de 100 artigos em periódicos arbitrados, possibilitando no momento índice H = 26 (SCOPUS). São destaques de sua publicação científica os aspectos nutricionais relacionados ao metabolismo ósseo, fato este que contribui para o reconhecimento como líder na área. Os principais focos de suas pesquisas foram Nutricional do Metabolismo Ósseo (**Texto informado pelo autor**)


## Identificação

<b>Nome</b>	Lígia Araújo Martini
<b>Nome em citações bibliográficas</b>	MARTINI, LA;Martini, L. A.;Martini, Lígia A.;Martini, Lígia Araújo;Araujo Martini, Ligia;MARTINI, LÍGIA;MARTINI, LIGIA ARAÚJO
<b>Lattes iD</b>	 <a href="http://lattes.cnpq.br/1709520521624949">http://lattes.cnpq.br/1709520521624949</a>
<b>Orcid iD</b>	 <a href="https://orcid.org/0000-0001-8409-2907">https://orcid.org/0000-0001-8409-2907</a>

## Endereço

<b>Endereço Profissional</b>	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Nutrição. Av: Dr. Arnaldo, 715 Cerqueira Cesar 01246904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30617859 Fax: (11) 30617130
------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Formação acadêmica/titulação

<b>1994 - 1998</b>	Doutorado em Nutrição (Conceito CAPES 6). Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, Brasil. Título: Influencia dos fatores dieteticos sobre a massa ossea de pacientes litiasicos, Ano de obtenção: 1998. Orientador:  Profa Dra Ita Pfeferman Heilberg. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil. Palavras-chave: dieta; densidade mineral ossea; litíase renal; hipercalcúria.
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



VITAE



Curriculum Vitae

## Cristina Padez

Cristina Padez. Publicou 107 artigos em revistas especializadas. Possui 8 capítulo(s) de livros e 1 livro(s). Orientou 3 tese(s) de doutoramento e coorientou 3. Orientou 13 dissertação(ões) de mestrado e coorientou 6. Atua na(s) área(s) de Ciências Sociais com ênfase em Sociologia com ênfase em Antropologia e Ciências Sociais com ênfase em Sociologia com ênfase em Antropologia. No seu currículo Ciência Vitae os termos mais frequentes na contextualização

[Ler resumo completo ↓](#)

### Identificação

#### IDENTIFICAÇÃO PESSOAL

Nome completo  
Cristina Padez

#### NOMES DE CITAÇÃO

Padez, Cristina

#### IDENTIFICADORES DE AUTOR

Ciência ID  
D818-BA39-B3E2

ORCID iD  
[0000-0002-1967-3497](#)

#### DOMÍNIOS DE ATUAÇÃO

Ciências Sociais - Sociologia - Antropologia