

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina



Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

Dalise Garcez Leitão Guerra Freaza

Orientadores:

Professora Doutora Helena Fonseca

Doutor António Videira da Silva

Dissertação especialmente elaborada para a obtenção do grau de Mestre em Doenças Metabólicas e do Comportamento Alimentar

Lisboa, 2022

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina



Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

Dalise Garcez Leitão Guerra Freaza

Orientadores:

Professora Doutora Helena Fonseca

Doutor António Videira da Silva

Dissertação especialmente elaborada para a obtenção do grau de Mestre em Doenças Metabólicas e do Comportamento Alimentar

Lisboa, 2022

**“A impressão desta dissertação foi aprovada pelo Conselho Científico da Faculdade de
Medicina de Lisboa em reunião de 06 de Abril de 2021.”**

Agradecimentos

Agradeço, de antemão, aos participantes do projeto e educadores, por toda a disponibilidade e colaboração, indispensáveis para a elaboração deste trabalho.

Ao Departamento de Pediatria do Hospital Santa Maria, à Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa e à Faculdade de Motricidade Humana, pela permissão para utilização dos dados que permitiram o desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Doutora Helena Fonseca, pela sua colaboração e seus comentários, sempre embasados em muito conhecimento e experiência.

Ao Professor Doutor António Videira da Silva, pela paciência e dedicação, em todas as etapas. Obrigada por todos os ensinamentos, de extrema valia na minha aprendizagem, por toda a colaboração para o tratamento estatístico dos resultados e pelo tempo dispensado, a cada momento em que precisei, indispensáveis para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecimento às minhas colegas de mestrado que me acolheram desde o início, nessa nova etapa da minha vida, sempre com muito carinho e amizade, compartilhando muito conhecimento.

Por fim, agradeço ao meu marido e ao meu filho, peças fundamentais na minha vida, por toda a compreensão e apoio durante esses anos; aos meus pais por toda a educação que a mim foi disponibilizada, possibilitando o meu crescimento.

Muito obrigada a todos por acreditarem em mim.

Resumo

Introdução: Uma alimentação inadequada, níveis insuficientes de atividade física (AF) e o excesso de peso podem desencadear alterações nefastas no metabolismo ósseo, representando um risco acrescido de osteopénia já na adolescência. Este estudo teve como objetivo analisar a associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de AF e conteúdo mineral ósseo (CMO) em adolescentes com excesso de peso, de forma a identificar fatores de risco de osteopénia nesta população.

Métodos: Foram incluídos 123 adolescentes (52,0% raparigas), com excesso de peso ($Mdn=2,90$ z-score IMC), recrutados para um estudo não-randomizado controlado. O CMO foi avaliado através de DXA (Absorciometria de Raios-X de dupla energia), a AF através de acelerómetros, e o aporte alimentar de cálcio estimado através de diário alimentar. As associações entre CMO, níveis de AF e aporte alimentar de cálcio foram analisadas através de correlações parciais (controlando para sexo e estatura) e modelos de regressão linear com CMO (g) e %CMO como variáveis dependentes.

Resultados: Observou-se um aporte alimentar de cálcio nos participantes inferior às recomendações ($394,5 \pm 212,4$ vs. 1000 mg/dia). Identificou-se ainda uma correlação negativa entre %CMO e z-score do IMC ($r=-,592, p<.001$), percentagem de massa gorda total (%MGT) ($r=-,633, p<.001$) e de massa gorda do tronco (%MGTronco) ($r=-,600, p<.001$); e uma correlação positiva com a massa muscular (%MM) ($r=,733, p<.001$), massa isenta de gordura e osso (%MIGO) ($r=,694, p<.001$) e aporte alimentar relativo de gordura monoinsaturada (%AGMI) ($r=,285, p=,023$) em valores percentuais. O z-score do IMC mostrou ser o melhor preditor do CMO e %CMO ($F=5,31, p=,024$; $F=49,44, p<.001$). O R^2 dos modelos aumentou com a inclusão da %MIGO ($F= 41,93, p<.001$), aporte alimentar de cálcio ($F= 33,70, p<.001$),

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

e %AGMI ($F= 27,48, p<.001$). Não se observou qualquer associação entre o CMO ou %CMO e a AF.

Conclusão: Apesar de se observar um declínio da %CMO com o agravamento do excesso de peso, uma alimentação mais adequada, com maior aporte alimentar de cálcio e maior conteúdo relativo de AGMI, poderá melhorar o CMO em adolescentes com excesso de peso. Mais estudos terão de ser realizados para melhor perceber o papel da AF nesta relação.

Palavras-chave: Adolescentes, Excesso de peso, Obesidade, Conteúdo mineral ósseo, Aporte alimentar de cálcio, Aporte alimentar de gordura, Atividade física.

Abstract

Introduction: Unhealthy diet, low levels of physical activity (PA), and excess weight (comprising overweight and obesity) may be associated with changes in bone metabolism, increasing the risk of osteopenia already in adolescence. The main aim of this study was to analyze the relationship between calcium intake, PA levels and bone mineral content (BMC) in adolescents with excessive weight, in order to identify risk factors of osteopenia in this population.

Method: Data from 123 adolescents (52,0% women) with excess weight ($Mdn= 2,90$ z-score BMI), previously recruited for a non-randomized controlled trial, were analyzed. BMC was assessed by DXA (Dual-energy X-ray absorptiometry), PA by accelerometers, and calcium intake by food records. The relationship between BMC, PA and calcium intake was analyzed using partial correlations (controlling for sex and height) and linear regressions, using both absolute BMC values and percentage (%BMC) as dependent variables.

Results: Participants reported decreased calcium intake compared to the recommendations ($394,5 \pm 212,4$ vs. 1000 mg/day). A negative correlation between %BMC and BMI z-score ($r=-,592, p<.001$), total fat mass (%TFM) ($r=-,633, p<.001$), and relative trunk fat mass (%FMTrunk) ($r=-,600, p<.001$); and a positive correlation between muscle mass (%MM) ($r=,733, p<.001$), fat free mass (%FFM) ($r=,694, p<.001$), and relative monounsaturated fatty acids intake (%MUFA) ($r=,285, p<.023$) was found. BMI z-score showed to be the best predictor of BMC and %BMC ($F=5,31, p<.024$; $F=49,44, p<.001$). Models' R^2 increased with the inclusion of %FFM ($F= 41,93, p<.001$), calcium intake ($F= 33,70, p<.001$), and %MUFA ($F= 27,48, p<.001$). No relationship between BMC or %BMC and PA were observed.

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

Conclusion: Although increased excess weight may lead to %BMC impairment, improvements in diet quality, with increased calcium intake and greater relative content of MUFA may improve BMC in adolescents with excess weight. Further studies are needed to better understand the role of PA in this relationship.

Keywords: Adolescents, Excess weight, Obesity, Bone Mineral Content, Calcium intake, Fat intake, Physical activity.

Índice

	Página
Lista de abreviaturas	ix
1. Introdução	1
1.1 Hábitos alimentares dos adolescentes	3
1.2 Excesso de peso em adolescentes	6
1.3 Atividade Física nos adolescentes	10
1.4 Conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso	12
2. Objetivos e hipóteses	17
3. Métodos	19
3.1 Desenho do estudo	19
3.2 Amostra	19
3.3 Medidas e instrumentos	20
3.4 Análise estatística	22
4. Resultados	23
4.1 Caracterização demográfica e composição corporal	23
4.2 Caracterização do tempo em comportamento sedentário e em atividade física	23
4.3 Caracterização do aporte alimentar de cálcio e gordura	26
4.4 Associação entre conteúdo mineral ósseo, composição corporal e aporte alimentar de cálcio e gordura	26
	29

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

4.5 Modelos preditivos da variância do conteúdo mineral ósseo em valores

absolutos e relativos

5. Discussão	31
5.1 Limitações do estudo	35
6. Conclusão	37
7. Referências Bibliográficas	38

Índice de Tabelas

	Página
1. Ingestão de Cálcio Recomendada em Função da Idade	14
2. Caracterização demográfica e composição corporal dos participantes	25
3. Caracterização do tempo em comportamento sedentário e em atividade física dos participantes	26
4. Caracterização do aporte alimentar de cálcio e gordura dos participantes	27
5. Associações entre conteúdo mineral ósseo, composição corporal e aporte alimentar de cálcio e gordura (controlando para sexo e estatura)	28
6. Modelos preditivos da variância do conteúdo mineral ósseo em valor absoluto e relativo (ajustado para o peso corporal)	30

Lista de Abreviaturas

25-OHD, 25-hidroxi-vitamina D

ADN, Ácido Desoxirribonucleico

AF, Atividade Física

AFL, Atividade Física Leve

AFM, Atividade Física Moderada

AFMV, Atividade Física Moderada a Vigorosa

AFV, Atividade Física Vigorosa

AGMI, Ácidos Gordos Monoinsaturados

AGPI, Ácidos Gordos Polinsaturados

AGS, Ácidos Gordos Saturados

AGT, Ácidos Gordos Insaturados Hidrogenados

BMC, Bone Mineral Content

BMI, Body Mass Index

CMO, Conteúdo Mineral Ósseo

DCV, Doenças Cardiovasculares

DEXA/DXA, Absorciometria de Raios-X de dupla energia

DM2, Diabetes tipo 2

DMO, Densidade Mineral Óssea

FFM, Fat Free Mass

FMTrunk, Trunk Fat Mass

IAN-AF, Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física

IL-6, Interleucina 6

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

IMC, Índice de Massa Corporal

INE, Instituto Nacional de Estatística

INSA, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge

MGT, Massa Gorda Total

MGTronco, Massa Gorda do Tronco

MIGO, Massa Isenta de Gordura e Osso

MM, Massa Muscular

MM, Muscle Mass

MUFA, Monounsaturated Fatty Acids

NHANES, National Health and Nutrition Examination Survey

OMS, Organização Mundial de Saúde

PA, Perímetro da Anca

PA, Physical Activity

PAC-MAnO: , *Physical Activity Consultation in the Management of Adolescent Overweight*

PC, Perímetro da Cintura

SPSS, *Statistical Package of Social Sciences*

TA, Tecido Adiposo

TAS, Tecido Adiposo Subcutâneo

TAV, Tecido Adiposo Visceral

TFM, Total Fat Mass

TNF- α , Fator de Necrose Tumoral alfa

Trans, Gordura Trans

Introdução

A adolescência é um período crítico na aquisição de hábitos de vida, com alterações biopsicossociais e repercussões em todos os comportamentos, incluindo nos comportamentos alimentares e de atividade física (AF) (1-5). Estas alterações são caracterizadas por um rápido crescimento físico, desenvolvimento do cérebro e mudanças hormonais que podem afetar as necessidades energéticas, cognição (pensamento abstrato e raciocínio moral) e metabolismo dos adolescentes (6, 7) .

A aprendizagem, quer a aprendizagem formal (ex: sobre alimentos saudáveis versus não saudáveis), quer a aprendizagem informal, tem um papel relevante na aquisição de hábitos alimentares em jovens (crianças e adolescentes) (8-10). Nos processos de aprendizagem informal, os pais desempenham um papel fundamental, não só na aquisição de hábitos alimentares, mas também na aquisição de hábitos de AF, através da observação e imitação (aprendizagem por modelação) (8, 11). Durante a adolescência, por influência da interação com múltiplos elementos psicossociais, culturais e económicos (9), emancipação e aceitação social, inquietação com aspetos corporais, tendências sociais (12) e do grupo de pares (2, 13, 14), as interações sociais não parentais intensificam-se, tornando mais complexa a aquisição de hábitos alimentares e de AF saudáveis. É ainda importante destacar que a adolescência é uma fase em que os jovens saem do seio familiar para descobrir o mundo e a si mesmos. É comum que haja uma tendência em contrariar as ideias dos pais, assim como um afastamento dos mesmos, ao mesmo tempo em que se percebe a influência dos pares, influenciando interesses e visões de mundo (15).

Esta fase do desenvolvimento é ainda caracterizada por uma despreocupação com os aspetos relacionados com a saúde (12, 16) e um aumento de comportamentos alimentares inadequados (17), o que justifica uma maior preocupação por parte dos profissionais de saúde.

As alterações biopsicossociais específicas observadas durante na adolescência, caracterizadas geralmente por uma alimentação inadequada (ex: consumo excessivo de *fast-food* e refrigerantes/bebidas açucaradas) (13, 18) e níveis insuficientes de AF (4, 5) podem representar um risco de ganho excessivo de peso, o que por sua vez, aumenta o risco de desenvolvimento de comorbilidades, incluindo doenças cardiovasculares (DCV) (11, 19-21), apneia do sono (22, 23), diabetes tipo 2 (DM2) (19, 21, 24, 25), problemas ortopédicos (ex.: osteoartrite) (23, 26), ou mesmo problemas psicossociais (i.e. baixa autoestima e baixa qualidade de vida) (20, 27).

A alimentação inadequada, níveis insuficientes de AF e o excesso de peso (em particular obesidade) podem ainda desencadear alterações nefastas no metabolismo ósseo (28, 29). De acordo com Reyman *et al.* (2014) crianças com excesso de peso tendem a apresentar concentrações de 25-hidroxi-vitamina D (25-OHD) abaixo do ideal, comparativamente a crianças normoponderais (30), o que pode representar um risco acrescido de osteopénia ou mesmo fratura osteoporótica na adolescência, podendo agravar-se ao longo da vida (5, 31-37).

Hábitos alimentares dos adolescentes

O processo de escolha e consumo do alimento é determinada por fatores fisiológicos, psicológicos, sociais, económicos e culturais (8). As escolhas alimentares são os veículos de formação de hábitos alimentares, com capacidade de influenciar significativamente o estado de saúde ao longo da vida (8, 16).

É no período da infância e da adolescência que os hábitos alimentares/comportamento alimentar e a preferência por determinados tipos de alimentos, sabores e texturas são formados (11).

O fenómeno de globalização permitiu o acesso a ofertas alimentares diferenciadas com repercussões importantes no consumo (13). Esta alteração de padrão alimentar está vinculada a uma ampla disponibilidade e a uma pressão comercial intensa de promoção do consumo de alimentos processados, de elevada densidade energética (2, 3, 13, 14). Em 2010, a Organização Mundial de Saúde (OMS), consciente dos efeitos perniciosos da publicidade sobre os hábitos alimentares da população, e das crianças em particular, incentivou os Estados Membros a promover políticas para reduzir a promoção de alimentos ricos em gorduras saturadas, ácidos gordos insaturados hidrogenados (AGT), açúcar adicionado ou sal entre as crianças (WHO, 2010) (38). A Dieta Mediterrânica, que fazia parte dos hábitos alimentares dos portugueses, detentora de algumas características consideradas protetoras, como a prevenção de doenças cardiovasculares, melhoria do perfil lipídico e controlo glicémico (24), têm vindo a sofrer alterações, com distorções nos padrões alimentares recomendáveis (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2014) (13). Em Portugal, tem vindo a observar-se um abandono progressivo da dieta mediterrânica, em paralelo com um aumento do consumo de alimentos processados

(com elevado conteúdo de gordura saturada, açúcar e/ou sal e baixo valor nutricional) (39). Segundo o estudo “*Comportamento alimentar restritivo e excesso de peso em jovens portugueses*” de Antunes *et al.* (2015), em Portugal, durante o ano de 2012, a distribuição das disponibilidades diárias per capita dos diferentes grupos de alimentos que compõem a Roda dos Alimentos Portuguesa, sofreu distorções nos padrões alimentares recomendáveis (13). Neste estudo foi possível identificar os grupos de alimentos com maiores desvios, tendo-se observado um excesso de disponibilidade de “carne, pescado e ovos”, e um défice de “hortícolas” e “frutos” (13). Em 2017, os resultados do Inquérito Alimentar (IAN-AF) reportaram um aumento no consumo de “carne, peixe e ovos” 12% superior ao recomendado na Roda dos Alimentos, ou seja, mais de 3.500.000 portugueses (44% da população) consumiam mais de 100 gramas de carne por dia). Ainda segundo este inquérito, neste mesmo período, o consumo de fruta e hortícolas foi 7 e 9% inferior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde, especialmente em crianças e adolescentes (40). Os resultados do IAN-AF sugerem assim, uma associação positiva entre a disponibilidade elevada de determinados alimentos e o consumo destes mesmos alimentos na população portuguesa.

Alguns estudos sugerem a existência de uma associação inversa entre o consumo de *fast-food* (alimentos de elevada densidade energética, contendo níveis elevados de gorduras saturadas e colesterol, sal e hidratos de carbono), e o consumo de vegetais por parte de adolescentes em contextos familiares onde se observa um consumo habitual de *fast-food* (8, 13, 18, 41-43).

O facto de existir um número crescente de famílias com consumo habitual de *fast-food* (42, 43) e tendo em consideração que o padrão alimentar praticado em casa é determinante para a adoção e manutenção do comportamento alimentar dos adolescentes (8), aumenta o risco de se observar uma carência de determinadas vitaminas e micronutrientes, indispensáveis ao correto

funcionamento do organismo. Ao contrário do padrão alimentar mediterrânico, caracterizado por uma elevada ingestão de frutas, vegetais, grãos inteiros, legumes, nozes, peixes e azeite virgem, rico em cálcio e micronutrientes que promovem uma alcalinização apropriada para promoção do metabolismo da massa óssea (33), a cafeína, fósforo e carbonatação dos refrigerantes estão entre os fatores dietéticos que interferem na absorção de cálcio, podendo conduzir a uma redução do conteúdo mineral ósseo (CMO) (44). Além dos elementos referidos anteriormente, a literatura associa o consumo de nitritos, nitratos (presentes em produtos cárnicos, peixes e aves processados e defumados) e oxalatos (presentes em pães, bolos, massas) com uma disrupção na utilização e absorção de outros nutrientes (ex. cálcio, fósforo, zinco, magnésio), apelidando estes elementos de “anti nutrientes” (37, 45-47).

Embora o aporte adequado de fósforo, magnésio, proteína, zinco, cobre e vitamina C seja fundamental nos processos de crescimento, formação óssea (26, 37, 46, 48), desenvolvimento do sistema imunológico e prevenção do excesso de peso (45), o aporte alimentar de cálcio tem um papel crucial no CMO, tendo vindo a ser o foco de estudo de diversas investigações que avaliam o papel dos nutrientes na determinação do pico de massa óssea (31, 49-52).

O padrão alimentar inadequado observado na maioria dos jovens, além de representar um risco de carência de determinadas vitaminas e minerais, está ainda associado a um ganho excessivo de peso e desenvolvimento de obesidade. Devido à elevada prevalência de excesso de peso (i.e. pré-obesidade e obesidade) na infância e adolescência observada globalmente, este tornou-se um problema de saúde pública (18, 26).

Excesso de peso em adolescentes

A obesidade é definida como um excesso de acumulação de tecido adiposo (TA) que pode resultar num impacto negativo na saúde (21, 53, 54). O TA pode ser classificado de acordo com a sua localização anatómica (Tecido Adiposo Subcutâneo [TAS] e Tecido Adiposo Visceral [TAV]), e segundo as suas propriedades metabólicas e funcionais (TA branco, castanho e bege) (54). De acordo com a literatura, características intrínsecas e extrínsecas dos pré-adipócitos presentes nos distintos TA desempenham um papel relevante na heterogeneidade do comportamento do TAV, TAS, TA branco, castanho e bege. No que diz respeito às suas relações com aspetos metabólicos, o excesso de TAV está fortemente associado a um perfil metabólico desfavorável em indivíduos com excesso de peso e excesso de gordura na região abdominal (54).

A classificação do estado nutricional é geralmente realizada com base no índice de massa corporal (IMC), sendo este calculado a partir do peso do indivíduo em quilogramas, dividido pelo quadrado da altura em metros [IMC = $\text{Peso (Kg)} / \text{Altura (m)}^2$] (21, 55). De acordo com a OMS um IMC $<18,5 \text{ kg/m}^2$ é considerado baixo peso, $18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$ peso ideal, $25\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$ pré-obesidade e $>30 \text{ kg/m}^2$ obesidade. A categoria obesidade poderá ainda ser subdividida em obesidade classe I ($30\text{--}34,9 \text{ kg/m}^2$), II ($35\text{--}39,9 \text{ kg/m}^2$) e III ($\geq 40 \text{ kg/m}^2$). Segundo a OMS, um IMC $> 28 \text{ kg/m}^2$ está associado a um risco três a quatro vezes superior de morbilidade por DM2 e DCV em adultos, comparativamente à população geral (21, 55); estando ainda associado a apneia do sono (6, 22) alguns tipos de cancro (19, 24), osteoartrite (25, 26, 50) e depressão (56).

Em crianças, a classificação do estado nutricional embora seja igualmente realizada com base IMC, varia em função da idade e do sexo (11, 57). Assim, nesta faixa etária é recomendado o uso de curvas de percentil ou de uma medida de desvio à média, como é o caso do z-score do IMC. A OMS define que crianças entre os 5 e os 19 anos que apresentem um percentil de IMC entre 85 e 97 deverão ser consideradas como tendo pré-obesidade e acima de 97, obesidade (55, 58, 59). A falta de precisão dos percentis de IMC, sobretudo no que diz respeito ao acompanhamento longitudinal dos jovens, torna o z-score do IMC uma medida mais precisa e útil. De acordo com a OMS um z-score do IMC entre 1 e 2 representa pré-obesidade e >2 , obesidade. Alguns autores e organizações sugerem ainda a utilização de um z-score >3 para caracterizar obesidade severa (53, 60).

Embora a obesidade possa ter um maior impacto na saúde, comparativamente ao estado de pré-obesidade, muitas das comorbilidades associadas à obesidade manifestam-se já num estado de pré-obesidade (mesmo em crianças) (11, 54, 55), pelo que a investigação realizada nos últimos anos tem vindo a estudar não apenas a obesidade, mas o excesso de peso, termo que inclui as condições de pré-obesidade e obesidade.

Desde a década de 1970, a prevalência de obesidade nos países desenvolvidos mais que duplicou em crianças em idade pré-escolar (idades de 2 a 5 anos) e adolescentes (12 a 19 anos), e mais do que triplicou em crianças de 6 a 11 anos (11). De acordo com a OMS a obesidade atingiu proporções epidémicas em todo o mundo, com pelo menos 2,8 milhões de mortes por ano associadas ao excesso de peso (55). Em Portugal, de acordo com os critérios da OMS, a prevalência de excesso de peso (incluindo obesidade) em crianças e adolescentes é de 32,7% em raparigas e 30,7% em rapazes (61). A preocupação com a elevada prevalência de excesso de peso a nível mundial é justificada pela associação desta condição não só com o aumento da

mortalidade, mas também da morbilidade (53, 61). Entre as diversas comorbilidades associadas ao excesso de peso, as mais comuns são: osteoartrite, dificuldades respiratórias, problemas de pele e infertilidade (condições debilitantes, não fatais) e doenças crónicas (ex. efeitos metabólicos adversos na tensão arterial, colesterol, triglicéridos e resistência à insulina (62-64), doença coronária, diabetes tipo II e certos tipos de cancro (World Health Report 2002) (23, 27, 56, 65)), sendo que muitas destas condições se observam ainda em idades pediátricas (4, 23, 27, 65-67). O impacto causado pelo excesso de peso, e sobretudo pela duração deste, está associado a resultados adversos na saúde a curto ou a longo prazo (23, 61, 64-66, 68).

A etiologia da obesidade é complexa e multifatorial (6, 54, 67). Acredita-se que as determinantes do excesso de peso compõem um complexo conjunto de fatores biológicos, comportamentais e ambientais que se inter-relacionam e se potencializam mutuamente (67). Os fatores biológicos (i.e., género, etnia, faixa etária, genética) podem ser usados para informar e mudar as escolhas alimentares que podem contribuir para problemas relacionados à obesidade. Os efeitos epigenéticos, alterações químicas no ADN, estão igualmente associados ao excesso de peso (69, 70). De acordo com a literatura, o risco de desenvolvimento de obesidade é duas a oito vezes superior em indivíduos com histórico familiar de obesidade, comparativamente a indivíduos sem histórico familiar de obesidade (6, 11, 71). Em relação aos fatores comportamentais, destacam-se os hábitos alimentares, que são de grande importância nesta fase (28), o declínio na prática regular de AF e um aumento do tempo em comportamento sedentário (ex. tempo de ecrã) como coadjuvantes do desenvolvimento de obesidade (4, 5, 72). Embora a genética, e os fatores biológicos no geral, tenham uma contribuição importante para o ganho excessivo de peso (6), a literatura sugere que fatores comportamentais como comportamento alimentar e de AF, e o balanço energético proveniente desta relação, são cruciais para as variações ponderais, e o desenvolvimento ou não de obesidade. De facto, o

balanço energético positivo característico de um ambiente obesogénico é de alta relevância na instalação da obesidade, estando associado não só a um elevado conteúdo energético proveniente sobretudo do consumo de *fast-food* (alimentos processados, energeticamente densos e pobres em nutrientes, fibras, vitaminas e minerais), mas concomitantemente a uma redução do dispêndio energético (i.e., menor nível de AF e maior nível de comportamento sedentário).

A adolescência é um período crítico para a aquisição de um estilo de vida saudável e particularmente vulnerável para o desenvolvimento de obesidade, pois é marcado pela aquisição de autonomia, diminuição dos níveis de atividade física (4, 27, 73) e insulinoresistência fisiológica (74, 75). A promoção de um estilo de vida saudável pode influenciar o estado nutricional dos adolescentes e prevenir ainda múltiplas comorbilidades (4).

Atividade Física nos adolescentes

Na literatura, o termo AF apresenta diversas definições (76, 77), no entanto o mais consensual define AF como qualquer movimento corporal com um dispêndio energético acima do dispêndio energético em repouso, o que inclui qualquer atividade diária, como tomar banho, atividades laborais, transporte ativo, ou atividades de lazer, como por exemplo a prática desportiva (77, 78). Caspersen *et al.* e Shephard distinguem, no entanto, AF e exercício físico, sendo o último definido como um subgrupo da AF, que tem como características o facto de ser planeado, estruturado e repetitivo, tendo como objetivo a manutenção ou a melhoria da condição/aptidão física (76-78).

A AF desempenha um papel importante não só na prevenção do ganho excessivo de peso em jovens e na redução da sua progressão para a idade adulta, mas também na diminuição do risco de DCV, independentemente do seu efeito no peso, através da melhoria da composição corporal (aumento da massa muscular e consequente diminuição da percentagem de massa gorda), melhoria no controlo da tensão arterial e do perfil lipídico, e melhoria da sensibilidade à insulina (5, 73, 78, 79).

De acordo com Muñoz-Hernandez *et al.* e Mosca *et al.*, a AF tem ainda um papel bastante relevante na saúde óssea, haja vista que o ganho máximo de massa óssea ocorre na adolescência e, portanto, hábitos alimentares adequados e atividade física regular nesse período da vida são importantes para prevenir o excesso de peso e suas comorbilidades, bem como as consequências do excesso de massa gorda na aquisição de massa óssea total (26, 33, 50).

A infância e a adolescência são etapas importantes da vida, caracterizadas por mudanças no tamanho e forma do esqueleto (33). Os benefícios da AF na saúde óssea em jovens estão

relacionados à sua associação positiva com a massa magra e depende da capacidade do esqueleto de se adaptar à sobrecarga mecânica, indicando que “músculos maiores exercem maiores forças de tração nos ossos que fixam” (33, 80, 81).

Apesar dos benefícios da AF, alguns identificados acima, uma proporção significativa das crianças não cumpre as recomendações de AF (5, 44, 82), fato também confirmado em Portugal, no IAN-AF (2015-2016), o que é particularmente grave, uma vez que estas tendem a reduzir a sua AF ao longo do tempo (4, 5), considerando-se este facto um fator de risco para o ganho excessivo de peso e desenvolvimento de obesidade (73, 82). Tal como referido anteriormente, a adolescência representa um período crítico para a aquisição de hábitos de saúde, pelo que o perfil de AF durante esta fase pode estar associado ao excesso de peso durante a idade adulta (5, 73, 82).

O ambiente familiar constitui um local de grande importância para o desenvolvimento e a manutenção dos comportamentos alimentares e de atividade física em crianças, onde podem ser encorajadas às práticas saudáveis através dos hábitos assumidos pelos pais e dos recursos disponibilizados por estes (8, 83, 84).

Uma característica marcante da adolescência é a insatisfação com o próprio corpo (85) e esse aspeto é refletido através da imagem corporal. A imagem corporal é a figuração do próprio corpo, formada e estruturada na mente do indivíduo, ou seja, a forma pela qual o corpo se apresenta (85, 86). A imagem corporal foi identificada como uma barreira importante à prática de atividade física e à participação em desportos para jovens com excesso de peso, em comparação com jovens sem excesso de peso por sentir-se inseguros quanto à sua aparência (73, 79, 87).

De acordo com a literatura, os jovens com excesso de peso apresentam níveis superiores de comportamento sedentário e inferiores de AF, comparativamente aos seus pares normoponderais. Pelo fato de existir um risco acrescido de adolescentes com excesso de peso se tornarem adultos com excesso de peso (4, 5), é de extrema importância promover a prática de AF entre os jovens(4, 5, 73). De acordo com Deforche *et al.*, a prática regular de AF parece também ser crucial para a manutenção do peso perdido entre os jovens, independente do seu comportamento alimentar (79).

A AF tem ainda um papel fundamental entre os adolescentes com excesso de peso, uma vez que estes tendem a apresentar não só níveis insuficientes de AF, como de massa muscular (MM) (88) aumentando o risco de estes apresentarem níveis insuficientes de CMO (26, 33, 89).

Conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso

A contribuição da AF e do exercício físico, no desenvolvimento ósseo durante o crescimento, tem sido extensivamente documentado na literatura (4, 28, 31, 33). A prática regular de AF no período de crescimento pré-púbere é um dos fatores mais importantes e influenciadores do pico de massa óssea, estando os níveis de AF positivamente associados com conteúdo mineral ósseo (CMO) e densidade mineral óssea (DMO) (33, 90).

Nos adultos, a DMO depende do pico de massa óssea adquirido até o final da segunda década de vida (35, 44, 91). Embora não haja consenso quanto à idade na qual ocorre o pico de massa óssea, vários autores consideram que cerca de 40% da massa óssea é acumulada entre os 11 e 14 anos nas raparigas, e entre os 13 e 17 anos nos rapazes (35, 92).

Um dos principais fatores determinantes da formação óssea é o cálcio presente na dieta. Caso não haja uma disponibilidade dietética adequada de cálcio, o organismo mobiliza o cálcio presente nos ossos para a corrente sanguínea, diminuindo assim, o CMO e DMO. A necessidade de cálcio varia conforme a faixa etária, existindo uma maior necessidade de cálcio em períodos de crescimento rápido, como na adolescência, onde se estima que as necessidades de cálcio sejam de 1000mg/dia (26, 35, 92). De acordo a literatura, o consumo médio de cálcio entre os adolescentes corresponde a menos de 50% das recomendações (Tabela 1) (18, 35, 92-94). Segundo o Inquérito Alimentar (IAN-AF-2017), em Portugal, a ingestão diária média de cálcio em crianças >10 anos é de 847mg, e em adolescentes (10-17 anos) de 859 mg. Este facto pode estar associado à possível dificuldade na identificação de alimentos ricos em cálcio por parte dos adolescentes (44).

O aumento do risco de fratura identificado em crianças com excesso de peso despoletou o estudo da relação entre a gordura corporal, saúde óssea e o impacto que o excesso de peso pode ter no desenvolvimento do esqueleto (3, 26, 31, 35, 36, 95).

Tabela 1. Ingestão de Cálcio Recomendada em Função da Idade

APOROS - Associação Nacional contra a Osteoporose www.aporos.pt

INGESTÃO DE CÁLCIO RECOMENDADA EM FUNÇÃO DA IDADE

População	Ingestão de cálcio diária ótima (mg)
Lactentes	
Nascimento - 6 meses	400
6 meses - 10 anos	400
Crianças	
1 ano - 5 anos	800
6 anos - 10 anos	800 - 1200
Adolescentes-Adultos	
11 anos - 24 anos	1000

Embora estudos epidemiológicos confirmem uma relevante associação negativa entre a acumulação de gordura corporal e a saúde óssea (26, 96), esta relação fisiopatológica entre excesso de peso e saúde óssea é complexa, uma vez que o excesso de peso pode afetar o metabolismo ósseo através de vários mecanismos. Um dos mecanismos citados na literatura, está relacionado à participação de adipocinas, liberadas pelos adipócitos, que atuam interferindo na formação e na reabsorção óssea. Além disso, o excesso de peso também pode aumentar a reabsorção óssea através do aumento dos níveis de citocinas pró-inflamatórias (ex. interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α)) que promovem a formação e atividade dos osteoclastos (26, 97). Pelo fato de os adipócitos e os osteoblastos serem derivados de uma célula-tronco mesenquimal multipotencial comum, pode sugerir-se que a presença de excesso de peso (compreendendo as condições de pré-obesidade e obesidade) através do aumento da taxa de diferenciação de adipócitos e consequente excessiva acumulação de

gordura, pode concorrer com a diferenciação de osteoblastos, comprometendo assim a formação óssea (96).

Os avanços imagiológicos do esqueleto transferiram o foco da quantidade de osso em crianças com obesidade para a avaliação das mudanças na microarquitetura óssea, identificada na literatura como “remodelação óssea” (97), com o objetivo de identificar alterações na qualidade e resistência óssea. A literatura sugere por exemplo, que a resistência óssea no esqueleto apendicular não está adaptada adequadamente a um aumento excessivo do peso corporal, resultando numa discrepância entre a resistência óssea e a força exercida no osso como consequência de quedas (35, 36).

Por outro lado, a massa muscular é um dos principais preditores do CMO e da massa óssea durante a puberdade (26, 31, 35, 36, 89). A relação entre a massa muscular e o CMO pode ser moderada ou mediada pelos níveis de AF, ou mesmo pelo impacto promovido durante a sua prática. De acordo com a literatura, a AF é um fator importante na otimização da saúde óssea, assim como na prevenção de um aumento excessivo de peso e obesidade. Ainda assim, os adolescentes com excesso de peso frequentemente apresentam níveis de AF inferiores aos seus pares normoponderais (31, 44, 51).

A agregação de diversos fatores prejudiciais ao CMO em adolescentes com excesso de peso, isto é, um aporte alimentar insuficiente de cálcio (devido a uma dieta de baixo valor nutricional) e níveis insuficientes de AF e de a massa muscular, associado a um comprometimento da estabilidade (decorrente não só dos baixos níveis de AF, como de uma alteração no centro de gravidade), e à discrepância entre a resistência óssea e a força exercida no osso como

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

consequência de quedas, coloca os adolescentes com excesso de peso em risco elevado de fratura.

Objetivos e hipóteses

O principal objetivo desta Dissertação foi analisar a associação entre o aporte alimentar de cálcio, AF e CMO em adolescentes com excesso de peso. O estudo desta associação é particularmente importante uma vez que cada um destes fatores, de forma individual e a sinergia entre os mesmos, pode despoletar alterações nefastas no metabolismo ósseo (28, 29), sobretudo na presença de excesso de peso, podendo conduzir a osteopénia ou mesmo fratura osteoporótica na adolescência, podendo esta agravar-se ao longo da vida (5, 31-37). Levanta-se a hipótese que um maior aporte alimentar de cálcio e níveis mais elevados de AF estão associados a um maior CMO.

Consideram-se como objetivos secundários da presente dissertação:

- i. Analisar a influência do z-score do IMC e composição corporal no CMO e na associação entre o aporte alimentar de cálcio, AF e CMO em adolescentes com excesso de peso. De acordo com a literatura a acumulação central de gordura está fortemente associada a um perfil metabólico desfavorável (54) que pode influenciar o CMO em indivíduos com excesso de peso e excesso de gordura na região abdominal (26, 54). Por sua vez, esta relação pode ser influenciada pelo aporte alimentar de cálcio, AF e massa muscular, que parecem associar-se de forma positiva com o CMO. De acordo com a literatura, existe ainda uma associação consistente inversa entre a AF e o z-score do IMC e gordura central. (26, 33, 52, 88, 89).
- ii. Investigar o efeito de diferentes intensidades de AF no CMO uma vez que a prática regular de AF no período de crescimento pré-púbere é um dos fatores mais importantes e influenciadores do pico de massa óssea, estando os níveis mais elevados de AF

positivamente associados com CMO e DMO (33, 90). De acordo com a literatura, a relação entre a massa muscular e o CMO pode ser moderada ou mediada pelos níveis de AF, ou mesmo pelo impacto promovido durante a sua prática, uma vez que pressão mecânica induzida pela AF é particularmente importante na otimização da saúde óssea (31, 44, 51, 98).

Métodos

Desenho do estudo

Este estudo foi desenhado como um estudo observacional, transversal, com recurso a dados previamente recolhidos para o estudo não-randomizado controlado PAC-MAnO (The effect of a Physical Activity Consultation in the Management of Adolescent Overweight) que se encontra registado em Clinicaltrials.gov (NCT02941770) e cujo protocolo de investigação se encontra publicado (4).

Amostra

Foram incluídos neste estudo os participantes do estudo PAC-MAnO com dados válidos no momento inicial de z-score do IMC, composição corporal (i.e., massa gorda total - MGT, gordura do tronco - MGTronco, massa muscular - MM, massa isenta de gordura e osso – MIGO, e conteúdo mineral ósseo - CMO), aporte alimentar de cálcio e de gordura, e níveis de AF.

Todos os participantes e respetivos representantes legais assinaram um termo de consentimento informado.

Critérios de Inclusão

Todos os adolescentes em consulta de primeira vez, na Consulta de Obesidade Pediátrica, Hospital de Santa Maria, Centro Hospitalar Universitário Lisboa Norte, oriundos da região de Lisboa, entre 12 e 17 anos, com um IMC \geq p85 para o sexo e idade (OMS), e que aceitaram participar foram recrutados para o estudo PAC-MAnO.

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

Crítérios de exclusão

Adolescentes (i) com patologias importantes (além da obesidade ou suas comorbilidades relacionadas), (ii) incapacidade de realizar AF regular, (iii) transtornos mentais, (iv) hábitos tabágicos, (v) sob qualquer tipo de terapêutica farmacológica (exceto anti-hipertensivos ou metformina), ou (vi) estar envolvido em outro programa de perda de peso.

Medidas e instrumentos

Medidas antropométricas

O peso corporal foi avaliado com recurso a uma balança de impedância bioelétrica (InBody 230, Seul, Coreia). O peso corporal foi medido com aproximação a 0,1 kg, na posição antropométrica (com as palmas das mãos voltadas para as coxas), com os sujeitos vestindo o mínimo de roupa possível, e sem sapatos ou meias.

A estatura foi avaliada com um estadiómetro (SECA 217, Hamburgo, Alemanha) na posição antropométrica, descalço, com o participante de volta ao estadiómetro e após uma fase expiratória. A altura foi registada com aproximação de 0,1 cm.

O IMC foi calculado como o peso corporal em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros [IMC = peso (kg) / altura² (m)].

O z-score do IMC foi calculado de acordo com a referência da Organização Mundial de Saúde, com recurso ao software AnthroPlus (versão 1.0.4) (OMS). (53, 60);

Os perímetros da cintura (PC) e da anca (PA) foram medidos com recurso a uma fita antropométrica (SECA 203, Hamburgo, Alemanha) com o sujeito em pé. o PC foi medido 1

cm acima da crista ilíaca no final de uma expiração regular e o PA na protuberância máxima das nádegas.

Aporte alimentar de cálcio e gordura

O aporte alimentar de cálcio e de gordura foram estimados através de um Diário Alimentar de 3 dias (2 dias úteis e 1 dia de fim de semana). Para a obtenção da informação nutricional proveniente dos diários alimentares recorreu-se à Tabela de Composição dos Alimentos do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA) (99) e ao livro Peso e Porções dos Alimentos (100). A informação relativa a cada diário alimentar foi discutida em equipa, após ter sido analisada de forma independente por três nutricionistas.

Composição corporal

A composição corporal foi avaliada por DEXA/DXA (Absorciometria de Raios-X de dupla energia) (Explorer W, Hologic; Waltham, MA, EUA) e analisada através do software do equipamento (QDR 12.4, Waltham, MA, EUA). O exame foi realizado de acordo com o protocolo do National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) (32). Foram consideradas como medidas de interesse a massa gorda total (MGT) e percentagem de MGT (%MGT), gordura do tronco (MGTronco) e percentagem de MGTronco (%MGTronco), massa muscular (MM) e percentagem de MM (%MM), massa isenta de gordura e osso (MIGO) e percentagem de MIGO (%MIGO) e conteúdo mineral ósseo (CMO) e percentagem de CMO, ajustado para o peso corporal (%CMO). Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo investigador. Todas as avaliações foram realizadas de manhã após 12 horas de jejum.

Níveis e intensidades de atividade física

A AF foi avaliada com acelerómetros (ACTIGRAPH GT3X, Pensacola, Flórida, EUA). Todos os sujeitos utilizaram um acelerómetro na cintura, junto à crista ilíaca, durante pelo menos um dia de fim de semana e dois dias da semana, exceto durante o sono, banho ou prática de natação. O acelerómetro foi programado para usar um ciclo de 5 segundos. Apenas os dias com mais de 480 min (8h) contados foram considerados na análise. Períodos de 60 min com “atividade zero” foram interpretados como não utilização do equipamento. O upload de dados foi realizado com o software ActiLife, versão 6.8.0. Entre 0 e 149 contagens / minuto foi considerado atividade sedentária; entre 150 e 499, atividade física leve (AFL); entre 500 e 3999, atividade física moderada (AFM); e com mais de 4000 contagens/minuto atividade física vigorosa (AFV).

Análise estatística

As análises foram realizadas usando o programa estatístico IBM-SPSS, versão 26.0 (IBM New York, EUA). Um $p\ value \leq 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. A normalidade da distribuição das variáveis quantitativas foi analisada através do teste Kolmogorov-Smirnov. Nas variáveis categóricas, as diferenças entre sexos foram analisadas com recurso ao teste do chi-quadrado. O teste-t de student e o teste U de Mann-Whitney foram utilizados para analisar as diferenças entre sexos nas variáveis quantitativas com distribuição normal e não normal, respetivamente. A associação entre as variáveis de interesse foi analisada através de correlações parciais não paramétricas (controlando para sexo e estatura), bem como de modelos de regressão linear tendo como variáveis dependentes o CMO (g) e %CMO.

Resultados

Caraterização demográfica e composição corporal

No presente estudo foram incluídos 123 participantes (52% raparigas), a maioria no estágio de Tanner 5 (61%). A idade mediana (*Mdn*) dos participantes foi de 15,2 (IC95%: 14,8-15,4) anos, peso médio de 93,1 (\pm 18,5) kg, IMC (*Mdn*: 33,49, IC95%: 33,1-35,0) e z-score do IMC (*Mdn*: 2,9, IC95%: 2,8-3,0).

Observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre sexos no estágio de Tanner, peso, estatura, %MGT, %MGTronco, MM, %MM, MIGO e CMO. As raparigas apresentaram um maior nível de maturação (79,7% das raparigas vs. 40,7% no estágio de Tanner 5, $p < ,001$), uma maior %MGT ($U = 1297$, $z = -2,992$, $p = ,003$) e %MGTronco ($U = 1056$, $z = -3,335$, $p = ,001$). Por outro lado, observou-se nos rapazes maior peso ($d = 0,46$, $p = ,013$), estatura ($U = 2822$, $z = 4,219$, $p < ,001$), MM (kg) ($U = 2406$, $z = 4,729$, $p < ,001$), %MM ($U = 2248$, $z = 3,335$, $p = ,001$), MIGO (kg) ($U = 2248$, $z = 3,335$, $p < ,001$), %MIGO ($U = 2708$, $z = 4,151$, $p < ,001$) e CMO (g) ($d = 0,40$, $p = ,039$). No entanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre sexos no que diz respeito ao z-score do IMC ($p = ,056$) nem %CMO ($p = ,341$).

As características dos participantes estão resumidas na Tabela 2.

Caracterização do tempo em comportamento sedentário e em atividade física

Os participantes mostraram passar a maior parte do seu dia em comportamento sedentário (*Mdn* = 584,8, IC95%: 552,2-599,9). Não se observaram diferenças estatisticamente

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

significativas entre sexos nas variáveis de AF, à exceção da AFL (*Mdn* raparigas 67,8, IC95%: 73,0-99,0 vs. rapazes 50,2 IC95%: 56,2-85,4 min/dia, $p=,018$) (Tabela 3).

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

Tabela 2. Caracterização demográfica e composição corporal dos participantes.

Variáveis		Raparigas	Rapazes	p	Total
		(n= 64)	(n= 59)		(n=123)
		Média ± DP			Média ± DP
Etnia	(Europeia, n)	57 (89,0%)	51 (86,4%)	.902 ^b	106 (89,1%)
	2	0	7 (11,9%)		7 (5,7%)
	3	2 (3,1%)	14 (23,7%)		16 (13%)
Tanner (n, %)	4	11 (17,2%)	14 (23,7%)	<.001 ^b	25 (20,3%)
	5	51 (79,7%)	24 (40,7%)		75 (61,0%)
Idade (anos)		15,4 (1,5)*	14,8 (1,9)*	.067 ^b	15,2 (2,8)*
Peso (kg)		89,1 ± 13,8	97,5 ± 21,8	.013 ^a	93,1 ± 18,5
Estatura (m)		1,61 ± 0,1	1,69(0,1)*	.000 ^b	1,6 (0,1)*
IMC (kg/m ²)		34,08 ± 4,68	33,16 (7,57)*	.524 ^b	33,49 (7,04)*
Z-score IMC		2,8 ± 0,7	3,0 (0,9)*	.056 ^b	2,9 (0,9)*
MGT (kg)		37,4 ± 9,0	35,3 (16,3)*	.824 ^b	37,6 (10,1)*
%MGT		42,0 (6,9)*	38,6 ± 5,5	.003 ^b	40,9 (7,7)*
MGTTronco (kg)		17,2 ± 5,0	16,8 ± 5,6	.692 ^a	17,0 ± 5,3
%MGTTronco		18,9 (5,3)*	17,6 (3,8)*	.001 ^b	18,0 (3,4)*
MM (kg)		49,8 (8,0)*	60,0 (15,8)*	<.001 ^b	52,0 (14,8)*
%MM		55,2 (6,0)*	59,3 ± 5,4	.001 ^b	56,6 (8,0)*
MIGO (kg)		45,9 (8,7)*	57,5 (16,8)*	<.001 ^b	49,6 (15,5)*
%MIGO		52,7 (6,6)*	56,5 (8,1)*	<.001 ^b	54,0 (7,6)*
CMO (kg)		20,55 ± 3,06	22,24 ± 5,24	.039 ^a	21,38 ± 4,33
%CMO		2,4 ± 0,4	2,3 ± 0,4	.341 ^a	2,3 ± 0,4

IMC, índice de massa corporal; MGT, massa gorda total; MGTTronco, massa gorda do tronco; MM, massa muscular; MIGO, massa isenta de gordura e osso; CMO, conteúdo mineral ósseo.

* Mediana (intervalo interquartil).

^a Teste t Student para amostras independentes.

^b Teste U de Mann-Whitney para amostras independentes.

Tabela 3. Caracterização do tempo em comportamento sedentário e em atividade física dos participantes.

<i>Variáveis</i>	Raparigas (n= 64)	Rapazes (n= 59)		Total (n=123)
	Média ± DP		p	Média ± DP
Sed (min/dia)	579,8 ± 127,7	583,8 (110,0)*	.593 ^b	584,8 (127,0)*
AFL (min/dia)	67,8 (58,7)*	50,2 (62,4)*	.018 ^b	58,8 (60,5)*
AFM (min/dia)	36,4 (56,8)*	47,8 (54,2)*	.262 ^b	42,8 (54,3)*
AFV (min/dia)	5,8 (6,1)*	7,2 (11,0)*	.372 ^b	6,1 (7,7)*
AFMV (min/dia)	43,4 (56,5)*	57,3 (59,6)*	.263 ^b	53,0 (56,7)*

Sed, comportamento sedentário; AFL, atividade física leve; AFM, atividade física moderada; AFV, atividade física vigorosa; AFMV, atividade física moderada a vigorosa.

* Mediana (intervalo interquartil).

^a Teste t Student para amostras independentes.

^b Teste U de Mann-Whitney para amostras independentes.

Caracterização do aporte alimentar de cálcio e gordura

No geral observou-se um aporte alimentar médio de cálcio de 394,5 (\pm 212,4) mg e de gordura de 46,09 (\pm 16,86) g. Não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre raparigas e rapazes no aporte alimentar de cálcio e gordura, nem nos diferentes tipos de gordura. O aporte alimentar de cálcio e gordura encontra-se ilustrado na Tabela 4.

Associações entre conteúdo mineral ósseo, composição corporal e aporte alimentar de cálcio e gordura

Os resultados da correlação parcial (controlando para sexo e estatura) entre CMO, composição corporal e aporte alimentar de cálcio e de gordura estão resumidos na Tabela 5.

O CMO (g) correlacionou-se positivamente com o aporte alimentar de cálcio ($r=,253, p=,044$).

A %CMO correlacionou-se de forma negativa com o z-score do IMC ($r=-,592, p<,001$), %MGT ($r=-,633, p<,001$) e %MGTronco ($r=-,600, p<,001$); e de forma positiva com a %MM ($r=,733, p<,001$), %MIGO ($r=,694, p<,001$) e percentagem do aporte alimentar de gordura monoinsaturada (%AGMI) ($r=,285, p=,023$).

Tabela 4. Caracterização do aporte alimentar de cálcio e gordura dos participantes.

Variáveis	Raparigas	Rapazes	p	Total
	(n= 64)	(n= 59)		(n=123)
	Média ± DP			Média ± DP
Cálcio (mg)	352,3 ± 172,2	434, 3 ± 239,8	.079 ^a	394,5 ± 212,4
Gordura (g)	44,92 ± 18,26	48,08 ± 15,36	.279 ^a	46,09 ± 16,86
AGS (g)	14,90 ± 7,01	17,01 ± 6,42	.158 ^a	15,98 ± 6,76
%AGS	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	.291 ^a	0,3 ± 0,1
AGMI (g)	15,30 ± 7,00	16,29 ± 5,49	.478 ^a	15,81 ± 6,25
%AGMI	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	.672 ^a	0,3 ± 0,1
AGPI (g)	5,99 (5,40)*	6,46± 1,94	.802 ^b	6,10 (3,01)*
%AGPI	0,2 ± 0,0	0,1 (0,0)*	.221 ^b	0,1 (0,0)*
Trans (g)	0,50 (0,60)*	0,72 ± 0,40	.228 ^b	0,58 (0,60)*
%Trans	0,0 (0,0)*	0,0 ± 0,0	.697 ^b	0,0 (0,0)*

AGS, ácidos gordos saturados; AGMI, ácidos gordos monoinsaturados; AGPI, ácidos gordos polinsaturados; Trans, gordura trans.

* Mediana (intervalo interquartil).

^a Teste t Student para amostras independentes.

^b Teste U de Mann-Whitney para amostras independentes.

Tabela 5. Associações entre conteúdo mineral ósseo, composição corporal e aporte alimentar de cálcio e gordura (controlando para sexo e estatura).

Variáveis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 zIMC	1,00																	
2 %MGT ¹	,627§	,100																
3 %MGTronco ¹	,620§	,800§	1,00															
4 %MM ¹	-,660§	-,941§	-,778§	1,00														
5 %MIGO ¹	-,649§	-,946§	-,777§	,997§	1,00													
6 Sed	,096	,033	,071	-,069	-,074	1,00												
7 AFL	,176	-,026	-,058	,048	,054	-,237	1,00											
8 AFM	-,174	-,208	-,180	,198	,225	-,392§	,086	1,00										
9 AFV	-,093	-,148	-,110	,167	,189	-,243	,288*	,540§	1,00									
10 AFMV	-,177	-,205	-,187	,210	,238	-,397§	,125	,984§	,661§	1,00								
11 Gordura	,146	,123	-,057	-,188	-,173	,116	,054	-,048	-,012	-,046	1,00							
12 %AGS	-,082	-,120	-,132	,080	,095	-,028	-,041	,308*	,231	,306*	,134	1,00						
13 %AGMI	-,235	-,036	,036	,061	,046	-,176	,035	-,026	,164	-,001	-,134	-,414§	1,00					
14 %AGPI	-,078	,042	-,022	,044	,041	-,097	,059	,048	-,102	,025	-,110	-,459§	,074	1,00				
15 %Trans	,139	,091	,191	-,063	-,062	-,101	,077	,270*	,251*	,272*	-,065	,491§	-,241	-,302*	1,00			
16 Cálcio	,156	,028	,072	-,022	-,022	,174	,196	-,144	-,091	-,147	,430§	-,043	-,015	-,107	,224	1,00		
17 CMO	,173	-,085	-,031	,154	,117	-,021	,231	-,234	,038	-,199	-,008	-,189	-,218	-,057	,064	,253*	,1,00	
18 %CMO	-,592§	-,633§	-,600§	,733§	,694§	-,042	,047	-,094	,079	-,064	-,127	-,090	,285*	,060	-,084	,097	,595§	1,00

zIMC, z-score IMC; MGT, massa gorda total; MGTronco, massa gorda do tronco; MM, massa muscular; MIGO, massa isenta de gordura e osso; Sed, comportamento sedentário; AFL, atividade física leve; AFM, atividade física moderada; AFV, atividade física vigorosa; AFMV, atividade física moderada a vigorosa; AGS, ácidos gordos saturados; AGMI, ácidos gordos monoinsaturados; AGPI, ácidos gordos polinsaturados; Trans, gorduras trans; CMO, conteúdo mineral ósseo.

¹ Valores relativos ao peso.

* p<.05; † p<.01; § p<.001

Modelos preditivos da variância do conteúdo mineral ósseo em valor absoluto e relativo

Os modelos de regressão linear tendo como variáveis dependentes o CMO (g) e a %CMO encontram-se ilustrados na Tabela 6.

O z-score do IMC mostrou ser o melhor preditor do CMO (g) e %CMO ($F=5,31$, $p=.024$; $F=49,44$, $p<.001$). Em relação ao CMO (g), o valor explicativo dos modelos preditivos aumentou com a inclusão da %MGT e %AGMI ($F=8,74$, $R^2=0,25$, $p<.001$). Relativamente à %CMO, o valor explicativo dos modelos aumentou com a inclusão da %MIGO ($F= 41,93$, $R^2=0,53$, $p<.001$), aporte alimentar de cálcio ($F= 33,70$, $R^2=0,58$, $p<.001$), e %AGMI ($F= 27,48$, $R^2=0,60$, $p<.001$)

Tabela 6. Modelos preditivos da variância do conteúdo mineral ósseo em valor absoluto e relativo (ajustado para o peso corporal).

	CMO					%CMO				
	β	<i>t</i>	F	R^2	<i>p</i>	β	<i>t</i>	F	R^2	<i>p</i>
Modelo 1 Δ zIMC	0,26	2,30	5,31	0,07	.024	-0,63	-7,03	49,44	0,40	<.001
Modelo 2 Δ zIMC , %MGT			8,74	0,19	<.001					
Modelo 3 Δ zIMC , %MGT, %AGMI			8,08	0,25	<.001					
Modelo 4 Δ zIMC , %MIGO								41,93	0,53	<.001
Modelo 5 Δ zIMC , %MIGO, Cálcio								33,70	0,58	<.001
Modelo 6 Δ zIMC , %MIGO, Cálcio, %AGMI								27,48	0,60	<.001

zIMC, z-score IMC; %MGT, massa gorda total; %MGTronco, massa gorda do tronco; %MM, massa muscular; %MIGO, massa isenta de gordura e osso; %AGMI, ácidos gordos monoinsaturados; Cálcio, aporte alimentar de cálcio.

Variáveis excluídas:

Modelo 1: %MGT, %MGTronco, %MM

Modelo 2: %MGTronco, %MM, %MIGO, %AGMI, Cálcio

Modelo 3: %MGTronco, %MM, %MIGO, Cálcio

Modelo 4: %MGT, %MGTronco, %MM, %MIGO

Modelo 5: %MGT, %MGTronco, %MM, %AGMI, Cálcio

Modelo 6: %MGT, %MGTronco, %MM

Discussão

O principal objetivo desta Dissertação foi analisar a associação entre o aporte alimentar de cálcio, AF e CMO em adolescentes com excesso de peso, uma vez que um reduzido aporte alimentar de cálcio e níveis insuficientes de AF, e a sinergia entre os mesmos, pode despoletar alterações nefastas no metabolismo ósseo (28, 29), sobretudo na presença de excesso de peso, conduzindo a osteopénia ou mesmo fratura osteoporótica na adolescência, podendo esta agravar-se ao longo da vida (5, 31-37).

Levantou-se a hipótese que um maior aporte alimentar de cálcio e níveis mais elevados de AF estariam associados a um maior CMO. De acordo com os resultados da presente investigação, a hipótese verificou-se apenas parcialmente, observando-se uma associação entre o aporte alimentar de cálcio e o CMO, apesar de o aporte alimentar de cálcio dos participantes ser inferior às recomendações ($394,5 \pm 212,4$ vs. 1000 mg/dia) (vide Tabela 1). De acordo com a literatura, os adolescentes da presente investigação apresentaram valores de CMO (g) dentro do expectável, embora perto do limite inferior ($2055,10 \pm 306,39$ vs. $2445,64 \pm 417,32$ nas raparigas e $2224,53 \pm 524,65$ vs. $2729,31 \pm 357,78$ nos rapazes) (101, 102). Esta observação, na presença de um aporte alimentar insuficiente de cálcio (como o dos participantes neste estudo), pode ser explicado pela existência de uma retenção e absorção de cálcio mais eficaz durante a fase de crescimento (80% maior comparativamente à idade adulta), independentemente do sexo (92). Este mecanismo pode assim funcionar como um mecanismo compensatório de um aporte insuficiente de cálcio durante as fases de maior crescimento. Ainda assim, os resultados do presente estudo demonstram uma associação entre o aporte alimentar de cálcio e o CMO, mesmo na presença de um aporte insuficiente de cálcio o que

reforça a necessidade de alterar o comportamento alimentar destes jovens, nomeadamente promovendo um aumento da ingestão de alimentos com maior conteúdo de cálcio.

De acordo com o presente estudo a %CMO poderá ser uma variável com maior especificidade para investigar a associação entre o CMO e outras variáveis em adolescentes com excesso de peso ou obesidade uma vez que, embora os adolescentes com excesso de peso apresentem um CMO igual, ou de acordo com outros autores, por vezes até superior aos adolescentes normoponderais (95), observa-se um declínio do CMO, quando controlado para o peso corporal, com o agravamento do excesso de peso. Para além disso, os valores elevados de MGT, MGTronco, MM, MIGO nos adolescentes com excesso de peso parecem prejudicar a saúde óssea, uma vez que o excesso de peso pode afetar o metabolismo ósseo. De acordo com a literatura, a vitamina D desempenha um papel fundamental na absorção intestinal de cálcio, observando-se uma absorção intestinal de cálcio diminuída na presença de níveis inadequados de vitamina D (103). Ainda de acordo com a literatura, os adolescentes com excesso de peso apresentam regularmente concentrações de 25-hidroxi-vitamina D (25-OHD) abaixo do ideal, comparativamente a crianças normoponderais (30). O risco de osteopénia ou mesmo fratura osteoporótica nos adolescentes com excesso de peso, é ainda coadjuvado por estes apresentarem níveis mais elevados de adipocinas como a IL-6, TNF-alfa, leptina e adiponectina (104), que atuam interferindo na formação óssea e na reabsorção de cálcio (26, 97), podendo assim conduzir a mudanças na microarquitetura óssea (97).

Deste modo, observou-se uma associação mais robusta entre a %CMO, i.e., CMO (g) ajustado para o peso corporal, e as restantes variáveis, comparativamente ao CMO (g). Assim, a %CMO correlacionou-se negativamente com o z-score do IMC, %MGT e %MGTronco, e positivamente com a %MM, %MIGO e %aporte alimentar de AGMI. Por outro lado, o CMO

(g) correlacionou-se apenas com o aporte alimentar de cálcio. Estes resultados confirmam a hipótese de que adolescentes com excesso de peso apresentam um declínio da %CMO com o agravamento do excesso de peso (95). Embora não explorado neste estudo, uma vez que não era o objetivo do mesmo, é interessante ter-se observado uma associação positiva entre a %CMO e a %aporte alimentar de AGMI. De acordo com a literatura, os AGMI podem influenciar positivamente a absorção intestinal de cálcio (103), influenciando assim o CMO (neste caso, %CMO).

Apesar da prática regular de AF ser um dos fatores mais importantes e influenciadores do pico de massa óssea (33, 90, 105), sendo fundamental para a otimização da massa muscular esquelética, que por sua vez é um forte determinante da resistência óssea (105, 106), não se observou uma associação entre AF e CMO ou %CMO nesta investigação, o que contraria a hipótese inicial. Uma possível explicação para não se ter encontrado uma associação entre a AF e o CMO/ %CMO nos nossos participantes, apesar destes apresentarem níveis superiores de AFMV comparativamente a participantes de outros estudos em que se observou esta associação (43,4 vs. 31 min/dia nas raparigas; e 57,3 vs. 50 min/dia nos rapazes) (105), é o facto dos participantes neste estudo poderem não ter realizado níveis suficientes de AF com características que se conhecem estar associadas a uma otimização da promoção do CMO. A literatura sugere que o exercício/treino de força (com o peso do corpo, cargas externas, ou mistos) comparativamente a um treino exclusivamente aeróbio, é capaz de melhorar o CMO e DMO durante o crescimento (81, 103). O facto de não se ter controlado neste estudo para o tipo de atividade realizada pelos participantes é uma das limitações do presente estudo. Por outro lado, e de acordo com a literatura, a ingestão alimentar de cálcio parece influenciar a acumulação mineral óssea induzida pelo exercício, devendo para isso exceder 850 mg/dia se o objetivo for o aumento do CMO (103). Assim, considerando que o aporte alimentar de cálcio

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

dos participantes foi de 394,5 mg/dia, inferior ao sugerido na literatura, acreditamos que esta poderá ser outra possível explicação para não se ter observado no nosso estudo uma associação entre a AF e o CMO/%CMO.

Limitações

Uma das principais limitações desse estudo foi o desenho transversal, uma vez que este inviabiliza qualquer inferência de causa-efeito entre as variáveis em estudo.

Apesar do esforço por parte dos investigadores em aferir os dados reportados pelos participantes nos diários alimentares, sabemos que dados auto-reportados tendem a subestimar a ingestão real, especialmente em adolescentes com excesso de peso (107). Desta forma, o facto de o aporte alimentar de cálcio ter sido estimado através de diários alimentares, poder ser considerado outra limitação deste estudo, uma vez que a subestimação do aporte nutricional poderá consequentemente subestimar o aporte alimentar de cálcio. Ainda assim, acreditamos que esta subestimação não terá sido substancial, uma vez que os adolescentes com excesso de peso poderão tendencialmente sub-reportar a ingestão de alimentos de elevada densidade energética e baixo valor nutricional, pobres em cálcio (18, 42, 107).

Outro aspeto que poderá ter limitado a amplitude dos resultados deste estudo foi o facto de não se ter controlado para o tipo de AF realizada pelos participantes, o que poderá ter influenciado a análise das associações entre a AF ao CMO nos adolescentes da amostra estudada. Esta observação está, no entanto, a ser contemplada numa investigação em curso, onde se irá analisar a influência de diferentes tipos de AF/exercício na relação entre AF e CMO.

Além das limitações anteriormente referidas, o facto de não se poder estender os resultados do presente estudo a outras populações (não clínicas), ou o facto de não se ter controlado para outros potenciais fatores de confusão, como por exemplo, para os níveis de vitamina D, poderão ser outras fragilidades do presente estudo.

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

Apesar das limitações identificadas, de acordo com a pesquisa bibliográfica efetuada, este é um estudo ímpar por analisar a associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de AF e CMO, avaliando de forma objetiva quer o CMO, que a AF em adolescentes com excesso de peso.

Conclusão

O presente estudo confirma a presença de um aporte alimentar de cálcio inferior às recomendações em adolescentes com excesso de peso, bem como um CMO próximo do limite inferior do expectável para esta população, o que reforça a importância da promoção da ingestão de alimentos ricos em cálcio e AGMI nesta população, uma vez que estes últimos podem coadjuvar a absorção de cálcio. O aporte insuficiente de cálcio pode adicionalmente influenciar a capacidade de acumulação mineral óssea induzida pelo exercício.

Além disso, o declínio observado na %CMO com o agravamento do excesso de peso, sugere que investigações tendo como foco o estudo do CMO em adolescentes com excesso de peso, devem contemplar o controlo do CMO (g) para o peso corporal dos participantes.

A maximização do pico da massa óssea durante a adolescência, através de um comportamento alimentar adequado, pode evitar o desenvolvimento precoce de osteopénia e osteoporose. Mais estudos terão de ser realizados para melhor perceber o papel da AF nesta relação.

Referências

1. Cunha S, Sinde S, Bento A. Hábitos alimentares dos adolescentes. Meio rural/urbano - Que contrastes? 2006:26-9.
2. Fonseca H. Compreender os Adolescentes. 2002.
3. Goldberg TB, da Silva CC, Peres LN, Berbel MN, Heigasi MB, Ribeiro JM, et al. Calcium intake and its relationship with risk of overweight and obesity in adolescents. Arch Latinoam Nutr. 2009;59(1):14-21.
4. Videira-Silva A, Sardinha L, Fonseca H. Effect of a Physical Activity Consultation in the Management of Adolescent Overweight (the PAC-MAnO project): study rationale, design and methods. BMJ Paediatr Open. 2018;2(1):e000214.
5. Kwon S, Janz KF, Letuchy EM, Burns TL, Levy SM. Active lifestyle in childhood and adolescence prevents obesity development in young adulthood. Obesity (Silver Spring). 2015;23(12):2462-9.
6. Campbell ET, Franks AT, Joseph PV. Adolescent obesity in the past decade: A systematic review of genetics and determinants of food choice. J Am Assoc Nurse Pract. 2019;31(6):344-51.
7. D. P, G. M. Experience human development (13th ed. ed.). 13th ed ed: McGraw-Hill Education; 2015.
8. Cardoso S, Osvaldo S, Nunes C, Loureiro I. Escolhas e hábitos alimentares em adolescentes: associação com padrões alimentares do agregado familiar. . Revista Portuguesa de Saúde Pública 2015. p. 128-36.
9. Larson N, Story M. A review of environmental influences on food choices. Ann Behav Med. 2009;38 Suppl 1:S56-73.
10. Story M, Neumark-Sztainer D, French S. Individual and environmental influences on adolescent eating behaviors. J Am Diet Assoc. 2002;102(3 Suppl):S40-51.
11. Kral TV, Rauh EM. Eating behaviors of children in the context of their family environment. Physiol Behav. 2010;100(5):567-73.
12. Paulino P. A Influência Social nas escolhas alimentares saudáveis em adolescentes e jovens adultos: formação de impressões, identificação e norma de grupo 2007.
13. Antunes BP, A.C. Peralta, K. Rodrigues, D. Martins, E. Mendes, F. Fernandes, R. Fonseca, S. Comportamento alimentar restritivo e excesso de peso em jovens portugueses. 2015.
14. Bao YX, Duan RN, Yang MZ, Chen YR, Tian G, Luo J, et al. [Consumptions of Meat, Dietary Fat, and Fatty-acids and Prevalence of Overweight/Obesity in Children and Adolescents-a Cross-sectional Survey in Chengdu]. Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2017;48(1):96-100.
15. Branje S. Development of Parent-Adolescent Relationships: Conflict Interactions as a Mechanism of Change. . Child Development Perspectives. 2018.
16. Croll JK, Neumark-Sztainer D, Story M. Healthy eating: what does it mean to adolescents? J Nutr Educ. 2001;33(4):193-8.
17. Pereira CM, Silva AL, Sá MI. Fatores que influenciam os comportamentos alimentares: questionário das escolhas alimentares dos adolescentes. Psic saúde e doenças. 2015;16(3):421-38.
18. Leal GVDS, Philippi ST, Matsudo SMM, Toassa EC. Consumo alimentar e padrão de refeições de adolescentes. Revista Brasileira de Epidemiologia. 2010.

19. Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes (Lond)*. 2011;35(7):891-8.
20. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SR, Berenson GS, Dietz WH. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *J Pediatr*. 2007;150(1):12-7.e2.
21. Ofei F. Obesity - a preventable disease. *Ghana medical journal*. 2005;39(3):98-101.
22. Kheirandish-Gozal L, Peris E, Gozal D. Vitamin D levels and obstructive sleep apnoea in children. *Sleep Med*. 2014;15(4):459-63.
23. Daniels SR. Complications of obesity in children and adolescents. *Int J Obes (Lond)*. 2009;33 Suppl 1:S60-5.
24. Bonito J. A dieta mediterrânica na prevenção de doenças da contemporaneidade: Uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Educação e Saúde*. 2016;6(1):25-35.
25. Rizzo AC, Goldberg TB, Silva CC, Kurokawa CS, Nunes HR, Corrente JE. Metabolic syndrome risk factors in overweight, obese, and extremely obese Brazilian adolescents. *Nutr J*. 2013;12:19.
26. Mosca LN, da Silva VN, Goldberg TB. Does excess weight interfere with bone mass accumulation during adolescence? *Nutrients*. 2013;5(6):2047-61.
27. Daniels SR, Arnett DK, Eckel RH, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S, et al. Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation*. 2005;111(15):1999-2012.
28. El Hage R, Moussa E, Jacob C. Bone mineral content and density in obese, overweight, and normal-weighted sedentary adolescent girls. *J Adolesc Health*. 2010;47(6):591-5.
29. Vlachopoulos D, Barker AR, Ubago-Guisado E, Fatouros IG, Knapp KM, Williams CA, et al. Longitudinal Adaptations of Bone Mass, Geometry, and Metabolism in Adolescent Male Athletes: The PRO-BONE Study. *J Bone Miner Res*. 2017;32(11):2269-77.
30. Reyman M, Verrijn Stuart AA, van Summeren M, Rakhshandehroo M, Nuboer R, de Boer FK, et al. Vitamin D deficiency in childhood obesity is associated with high levels of circulating inflammatory mediators, and low insulin sensitivity. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38(1):46-52.
31. Greer FR, Krebs NF, Nutrition AAoPCo. Optimizing bone health and calcium intakes of infants, children, and adolescents. *Pediatrics*. 2006;117(2):578-85.
32. Mølgaard C, Thomsen BL, Michaelsen KF. The influence of calcium intake and physical activity on bone mineral content and bone size in healthy children and adolescents. *Osteoporos Int*. 2001;12(10):887-94.
33. Muñoz-Hernandez V, Arenaza L, Gracia-Marco L, Medrano M, Merchan Ramirez E, Martinez Avila WD, et al. Influence of Physical Activity on Bone Mineral Content and Density in Overweight and Obese Children with Low Adherence to the Mediterranean Dietary Pattern. *Nutrients*. 2018;10(8).
34. Stettler N, Berkowitz RI, Cronquist JL, Shults J, Wadden TA, Zemel BS, et al. Observational Study of Bone Accretion During Successful Weight Loss in Obese Adolescents. *Obesity*. 2008.
35. de Oliveira CF, da Silveira CR, Beghetto M, de Mello PD, de Mello ED. Assessment of calcium intake by adolescents. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32(2):216-20.
36. P. D. The Impact of Childhood Obesity on Skeletal Health and Development. *Journal of obesity & metabolic syndrome*. 2019;28(1):4-17.
37. Martins PL, Pimenta ALS, Martins DL. Infancy and adolescence: is the feeding sufficient in calcium and phosphorus? *Revista Médica de Minas Gerais*. 2008;18(4).
38. Organization WHO. Reducing salt intake in populations: report of a WHO forum and technical meeting. 2007.

39. Durão C, Oliveira J, Almeida Md. Padrão Alimentar Mediterrânico. *Aliment Humana*. 2008;14(3):115-28.
40. Lopes C, Torres D, Oliveira A, Severo M, Guiomar S, Alarcão V, et al. National Food, Nutrition and Physical Activity Survey of the Portuguese general population. 2017.
41. Prentice AM, Jebb SA. Fast foods, energy density and obesity: a possible mechanistic link. *Obesity Reviews* 2003.
42. Boutelle KN, Fulkerson JA, Neumark-Sztainer D, Story M, French SA. Fast food for family meals: relationships with parent and adolescent food intake, home food availability and weight status. *Public Health Nutr*. 2007;10(1):16-23.
43. Longacre MR, Drake KM, Mackenzie TA, Gibson L, Owens P, Titus LJ, et al. Fast-Food Environments and Family Fast-Food Intake in Nonmetropolitan Areas. *American Journal of Preventive Medicine*. 2012.
44. DeFranco MJ, Carl R, Goodwin RC, Bergfeld JA, Iannotti JP. Musculoskeletal disease in children and teenagers: Addressing an emerging epidemic. *The Journal of Musculoskeletal Medicine*. 2009;26(2):49-51,4-7.
45. Marques AIP. *Défice de zinco no adolescente* 2015.
46. Severo JS, Morais JBS, de Freitas TEC, Cruz KJC, de Oliveira ARS, Poltronieri F, et al. Aspectos metabólicos e nutricionais do magnésio. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*. 2015;35(2).
47. de Jesus Benevides CM, Souza MV, Souza RDB, Lopes MV. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. *Segurança Alimentar e nutricional*. 2011;18(2):67-79.
48. Giannini D. Recomendações nutricionais do adolescente. *Adolesc Saude* 2007;4(1):12-8.
49. Kobayashi F, Lopes Luiz A, Taddei José AAC. Densidade mineral óssea de adolescentes com sobrepeso e obesidade. *J Pediatr (Rio J)*. 2005;81(4):337-42.
50. El Hage R, Moussa E, Jacob C. Bone mineral content and density in obese, overweight, and normal-weighted sedentary adolescent girls. *Journal of adolescent health*. 2010;47(6):591-5.
51. Goulding A, Taylor RW, Jones IE, McAuley KA, Manning PJ, Williams SM. Overweight and obese children have low bone mass and area for their weight. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000;24(5):627-32.
52. Aires L, Silva P, Silva G, Santos MP, Ribeiro JC, Mota J. Intensity of physical activity, cardiorespiratory fitness, and body mass index in youth. *Journal of Physical Activity and Health*, . 2010;7 (1):54-9.
53. Organization. WWH. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. 2000.
54. Moura EG, Mateus KCDS, Batista PB, Bonfante ILP, Godoi EC, Santos MRD, et al. Particularidades dos diferentes tecidos adiposos. *Conexões*. 2019.
55. 2017. WWHOedjd. Obesity and overweight. 2017. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> . Acess. 2017.
56. Costa-Font J, Gil J. Social Interactions and the Contemporaneous Determinants of Individuals' Weight. *Applied Economics*. 2004;36(20):2253-63.
57. Kuczmarski RJ, Flegal KM. Criteria for definition of overweight in transition: background and recommendations for the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2000.
58. Statistics. NNCoh. CDC Growth Charts: United States. U.S. Department of health and human services, Centers for Disease Control and Prevention.

59. Saúde) DDGd. Divisão de Saúde Materna, Infantil e dos Adolescentes da Direcção Geral da Saúde. Actualização das Curvas de Crescimento. 21/02/06 Circular Normativa Nº: 05/DSMIA2006.
60. Freedman DS, Berenson GS. Tracking of BMI. *Pediatrics*. 2017;140(3).
61. Sardinha LB, Santos R, Vale S, Silva AM, Ferreira JP, Raimundo AM, et al. Prevalence of overweight and obesity among Portuguese youth: a study in a representative sample of 10-18-year-old children and adolescents. *Int J Pediatr Obes*. 2011;6(2-2):e124-8.
62. Lavizzo-Mourey R. The adolescent obesity epidemic. *J Adolesc Health*. 2009;45(3 Suppl):S6-7.
63. Ruiz LD, Zuelch ML, Dimitratos SM, Scherr RE. Adolescent Obesity: Diet Quality, Psychosocial Health, and Cardiometabolic Risk Factors. *Nutrients*. 2019;12(1).
64. Wang H, Steffen LM, Vessby B, Basu S, Steinberger J, Moran A, et al. Obesity modifies the relations between serum markers of dairy fats and inflammation and oxidative stress among adolescents. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(12):2404-10.
65. Steinberger J, Daniels SR, Eckel RH, Hayman L, Lustig RH, McCrindle B, et al. Progress and challenges in metabolic syndrome in children and adolescents: a scientific statement from the American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular Nursing; and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2009;119(4):628-47.
66. Organization. WWH. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. 2004.
67. Enes CC, Slater B. Obesidade na adolescência e seus principais fatores determinantes. *Revista Brasileira de Epidemiologia* 2010;13:163–71.
68. Dut R, Videira-Silva A, Vilardouro AS, Freira S, Fonseca H. Life-stage factors associated with overweight severity in adolescents. *Turkish Journal of Pediatrics* 2020;62(6).
69. van Dijk SJ, Molloy PL, Varinli H, Morrison JL, Muhlhausler BS, EpiSCOPE Mo. Epigenetics and human obesity. *Int J Obes (Lond)*. 2015;39(1):85-97.
70. Neto AS, Saheb GCB, Arantes BS, Júnior JP, da Silva, S. RB, Buriti NA. Fatores ambientais, comportamentais e neuroendocrinológicos envolvidos na gênese da epidemia da obesidade. *Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde*. 2008;33(1).
71. Delrue M, Michaud J. Fat chance: genetic syndromes with obesity. *Clin Genet*. 2004;66(2):83-93.
72. Corso ACT, Caldeira GV, Fiates GMR, Schmitz BDAS, Ricardo GD, Vasconcelos FDAGD. Fatores comportamentais associados ao sobrepeso e à obesidade em escolares do Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Estudos de População* 2012 29, :117–31.
73. Stankov I, Olds T, Cargo M. Overweight and obese adolescents: what turns them off physical activity? *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012;9:53.
74. Chiarelli F, Marcovecchio ML. Insulin resistance and obesity in childhood. *European Journal of Endocrinology*. 2008;159.
75. Hannon TS, Janosky J, Arslanian SA. Longitudinal Study of Physiologic Insulin Resistance and Metabolic Changes of Puberty. *Pediatric Research* 2006;60:759–63.
76. Araújo DSMSd, Araújo CGSd. Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* ., 2000; 6(5):194-203.
77. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985;100(2):126-31.
78. Shephard RJ, Balady, G.J. Exercise as Cardiovascular Therapy. *Circulation* 1999;99,: 963–72.

79. Deforche B, De Bourdeaudhuij I, Tanghe A, Debode P, Hills AP, Bouckaert J. Role of physical activity and eating behaviour in weight control after treatment in severely obese children and adolescents. *Acta Paediatr.* 2005;94(4):464-70.
80. Rauch F, Bailey DA, Baxter-Jones A, Mirwald R, Faulkner R. The 'muscle-bone unit' during the pubertal growth spurt. *Bone.* 2004;34(5):771-5.
81. Ana Torres-Costoso, Luis Gracia-Marco, Mairena Sánchez-López, Jorge Cañete García-Prieto, Antonio García-Hermoso, Díez-Fernández A, et al. Lean mass as a total mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: a mediation analysis. *Journal of Sports Sciences.* 2015;33(8):817-30.
82. Lazzoli JK, Nóbrega ACLD, Carvalho TD, Oliveira MABD, Teixeira JAC, Leitão MB, et al. Atividade física e saúde na infância e adolescência. . *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 1998;4:107-9.
83. Bauer KW, Berge JM, Neumark-Sztainer D. The importance of families to adolescents' physical activity and dietary intake. *Adolesc Med State Art Rev.* 2011;22(3):601-13, xiii.
84. Roos E, Lehto R, Ray C. Parental family food choice motives and children's food intake. *Food Quality and Preference.* 2012;24(1):85-91.
85. Ciampo LAD CI. Adolescência e imagem corporal. . *Adolesc Saude* 2010;7(4):55-9
86. Smolak L. Body image in children and adolescents: where do we go from here? *Body Image.* 2004;1(1):15-28.
87. Zabinski MF, Saelens BE, Stein RI, Hayden-Wade HA, Wilfley DE. Overweight children's barriers to and support for physical activity. *Obes Res.* 2003;11(2):238-46.
88. Videira-Silva A, Fonseca H. Skeletal muscle and metabolic risk in overweight adolescents. An indicator of premature sarcopenic obesity. *Int J Health Sci Res.* 2017;7(8):34-43
89. Gracia-Marco L, Ortega FB, Jiménez-Pavón D, Rodríguez G, Castillo MJ, Vicente-Rodríguez G, et al. Adiposity and bone health in Spanish adolescents. The HELENA study. *Osteoporos Int.* 2012;23(3):937-47.
90. Davies JH, Evans BA, Gregory JW. Bone mass acquisition in healthy children. *Arch Dis Child.* 2005;90(4):373-8.
91. Ondrak KS, & Morgan, D. W. Physical activity, calcium intake and bone health in children and adolescents. . *Sports medicine.* 2007;37(7):587-600.
92. Silva CCd, Teixeira AS, Goldberg TBL. Impacto da ingestão de cálcio sobre a mineralização óssea em adolescentes. *Rev Nutr [Internet].* 2004.
93. Lerner BR, Lei DLM, Chaves SP, Freire RD. O cálcio consumido por adolescentes de escolas públicas de Osasco, São Paulo. *Rev Nutr [Internet].* 2000;13(1):57-63.
94. Silva CCD, Teixeira, A.S., Goldberg, T.B.L. Impacto da ingestão de cálcio sobre a mineralização óssea em adolescentes. . *Revista de Nutrição* 2004(17):351-9.
95. Mary B Leonard JS, Brenda A Wilson, Andrew M Tershakovec, and Babette S Zemel Leonard, M. B., Shults J, Wilson BA, Tershakovec AM, Zemel BS. Obesity during childhood and adolescence augments bone mass and bone dimensions. *The American journal of clinical nutrition.* 2004;80(2):514-23.
96. Cao JJ. Effects of obesity on bone metabolism. *J Orthop Surg Res.* 2011;6:30.
97. Faienza MF, D'Amato G, Chiarito M, Colaianni G, Colucci S, Grano M, et al. Mechanisms Involved in Childhood Obesity-Related Bone Fragility. . *Frontiers in Endocrinology.* 2019. ;10.
98. Barros RV, Abad CCC, Kiss MAPDM, Serrão JC. Massa óssea e atividade física na infância e adolescência. . *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte.* 2008;7(1).
99. Tabela de Composição de Alimentos [Internet]. 2010, Lisboa.

Dalise Freaza, Associação entre o aporte alimentar de cálcio, níveis de atividade física e conteúdo mineral ósseo em adolescentes com excesso de peso.

100. Ana Goios MLM, Ana Carolina Oliveira, Cláudia Afonso, Teresa Amaral. *Peso e porções de alimentos*. Porto: U.Porto Edições; 2016.
101. Andrade TSD, Lopes LA, Pinheiro MDM, Szejnfeld VL, Taddei JADAC. Densidade mineral óssea e composição corporal em adolescentes com déficit de crescimento. . *Einstein*. 2010;8:168-74.
102. Mølgaard C, Thomsen BL, Prentice A, Cole TJ, Michaelsen KF. Whole body bone mineral content in healthy children and adolescents. *Archives of Disease in Childhood* , . 1997;76(1):9-15.
103. Behringer M, Gruetzner S, Mccourt M, Mester J. Effects of Weight-Bearing Activities on Bone Mineral Content and Density in Children and Adolescents: A Meta-Analysis. *Journal of Bone and Mineral Research* 2014;29,: 467–78.
104. Prado WL-P, Oyama MC, Lila & Dâmaso A. Obesity and Inflammatory Adipokines: Practical Implications for Exercise Prescription. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2009;15:378-83.
105. Zymbal V, Baptista, F., Letuchy, E.M., Janz, K.F., Levy, S.M., Mediating Effect of Muscle on the Relationship of Physical Activity and Bone. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 51, 202–210.. doi:10.1249/mss.0000000000001759. 2019. .
106. Rodríguez-Gómez IM-G, María & García-Cuartero, Beatriz & González-Vergaz, Amparo & Carcavilla, Atilano & Aragonés, Ángel & Alegre, Luis & Ara, Ignacio. Body Composition as Mediator between the Physical Fitness on Bone Mass during Growth. 2019;52(1).
107. Kant AK. Association of Self-perceived Body Weight Status with Dietary Reporting by U.S. Teens*. *Obesity Research* 2002;10: 1259–69.